

# Requisiti di legge sui parametri termici dei componenti opachi e trasparenti dell'involucro edilizio

**prof. ing. Francesco Minichiello**

Email: [minichie@unina.it](mailto:minichie@unina.it)

Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base  
Università degli Studi di Napoli Federico II



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI  
INGEGNERIA  
INDUSTRIALE

✘ Principali prescrizioni legislative:

- ✘ 1976: legge 373/76 (abrogata) e suoi decreti attuativi (tra cui il DPR 1052/77)
- ✘ 1991: legge 10/91 e suoi decreti attuativi (tra cui il DPR 412/93)
- ✘ 2002: Direttiva europea 2002/91/CE (“EPBD”) e suo recepimento a livello nazionale (DLgs 192/05, DLgs 311/06, ecc.)
- ✘ 2010-2012: Direttiva europea 2010/31/UE (“EPBD recast”) e suo recepimento a livello nazionale (D.L. 63/13, L. 90/13, DM 26.6.2015 «Decreto requisiti minimi», etc.);
- ✘ 2017: DM 11.01.2017 e DM 11.10.2017 (Criteri Ambientali Minimi – CAM); il Decreto 23 giugno 2022 n. 256 a breve sostituirà il DM 11.10.2017

## Decreti attuativi della legge 90/2013 e del DL 63/2013

- **DM 26.6.2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"**
- **DM 26.6.2015 "Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici"**
- **DM 26.6.2015 "Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"**

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

Distinzione tra:

- edifici di nuova costruzione (fabbricati il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo l'entrata in vigore del decreto)
- ristrutturazioni importanti (di primo e secondo livello)
- riqualificazioni energetiche
- ampliamenti di edifici esistenti con nuovi impianti dedicati solo alla parte nuova («ampliamenti volumetrici con nuovi impianti»)

### «Ristrutturazioni importanti»

Si definisce ristrutturazione importante l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

a) **ristrutturazioni importanti di primo livello**: l'intervento, oltre a interessare l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprende anche la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio.

*In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.*

*Nota: si parla di «ristrutturazione dell'impianto termico» nel caso ci siano modifiche sostanziali sia dei sistemi di produzione che dei sistemi di distribuzione ed emissione del calore (FAQ 2.14, FAQ MISE Agosto 2016).*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

**b) ristrutturazioni importanti di secondo livello:** l'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.

In tali casi, i requisiti di prestazione energetica da verificare riguardano le caratteristiche termo-fisiche delle sole porzioni e delle quote di elementi e componenti dell'involucro dell'edificio interessati dai lavori di riqualificazione energetica e il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione ( $H'_T$ ) determinato per l'intera parete, comprensiva di tutti i componenti su cui si è intervenuti.

*(N.B.: una ristrutturazione che interessa anche più del 50 % della superficie disperdente va considerata di secondo livello se non prevede la «ristrutturazione dell'impianto termico»)*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

### c) Riqualficazioni energetiche

Tutti i casi diversi dai precedenti:

gli interventi quindi che coinvolgono una superficie inferiore o uguale al 25 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e/o consistono nella nuova installazione o nella ristrutturazione di un impianto termico asservito all'edificio o di altri interventi parziali, ivi compresa la sostituzione del generatore.

*In tali casi i requisiti di prestazione energetica richiesti si applicano ai soli componenti edilizi e impianti oggetto di intervento, e si riferiscono alle loro relative caratteristiche termo-fisiche o di efficienza.*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

d) Ampliamenti di edifici esistenti con nuovi impianti dedicati solo alla parte nuova («ampliamenti volumetrici con nuovi impianti»)

Ampliamento di edifici esistenti per cui valga almeno una delle seguenti condizioni:

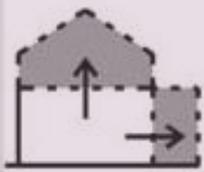
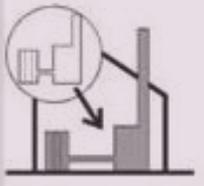
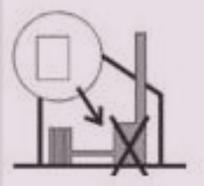
- nuovo volume lordo climatizzato > 15% del volume lordo climatizzato esistente;
- nuovo volume lordo climatizzato > 500 m<sup>3</sup>.

La parte nuova di edificio è dotata di nuovi impianti tecnici.

Per la sola parte di edificio nuova è richiesto il rispetto dei requisiti energetici come se si trattasse di un edificio nuovo.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Ambiti di intervento

 <p>edifici di nuova costruzione e impianti in essi contenuti VERIFICA GLOBALE</p>	 <p>Edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione VERIFICA GLOBALE</p>
 <p>Ampliamenti di volume <math>V_{nuovo\ climat} &gt; 15\% V_{esistente}</math> <math>V_{nuovo\ climat} &gt; 500\ m^3</math> VERIFICA PARZIALE **</p>	 <p>Ristrutturazioni importanti di primo livello: - intervento su più del 50% di superficie disperdente* e - la ristrutturazione di un impianto di climatizzazione invernale o estiva VERIFICA GLOBALE</p>
 <p>Ristrutturazioni importanti di secondo livello - Intervento su più del 25 % della superficie disperdente* VERIFICA PARZIALE</p>	 <p>Riqualificazione energetica - Intervento su meno del 25% della superficie disperdente* VERIFICA PARZIALE</p>
 <p>Riqualificazione energetica - nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti VERIFICA PARZIALE</p>	 <p>Riqualificazione energetica - Mera sostituzione di impianto VERIFICA PARZIALE</p>

Fonte: ANIT

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

### Deroghe

Risultano esclusi dall'applicazione dei requisiti minimi di prestazione energetica:

- a) gli interventi di ripristino dell'involucro edilizio che coinvolgono unicamente strati di finitura, interni o esterni, ininfluenti dal punto di vista termico (quali la tinteggiatura), o rifacimento di porzioni di intonaco che interessino una superficie inferiore al 10 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio;
- b) gli interventi di manutenzione ordinaria sugli impianti termici esistenti;
- c) edifici protetti dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (da D.lgs. 192/05 come integrato e modificato dal D.lgs. 311/06).

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 – Appendice A

In caso di:

- nuova costruzione o
- ristrutturazione importante di primo livello,

i requisiti minimi sono determinati con l'utilizzo **dell'edificio di riferimento**, in funzione della tipologia edilizia e delle fasce climatiche.

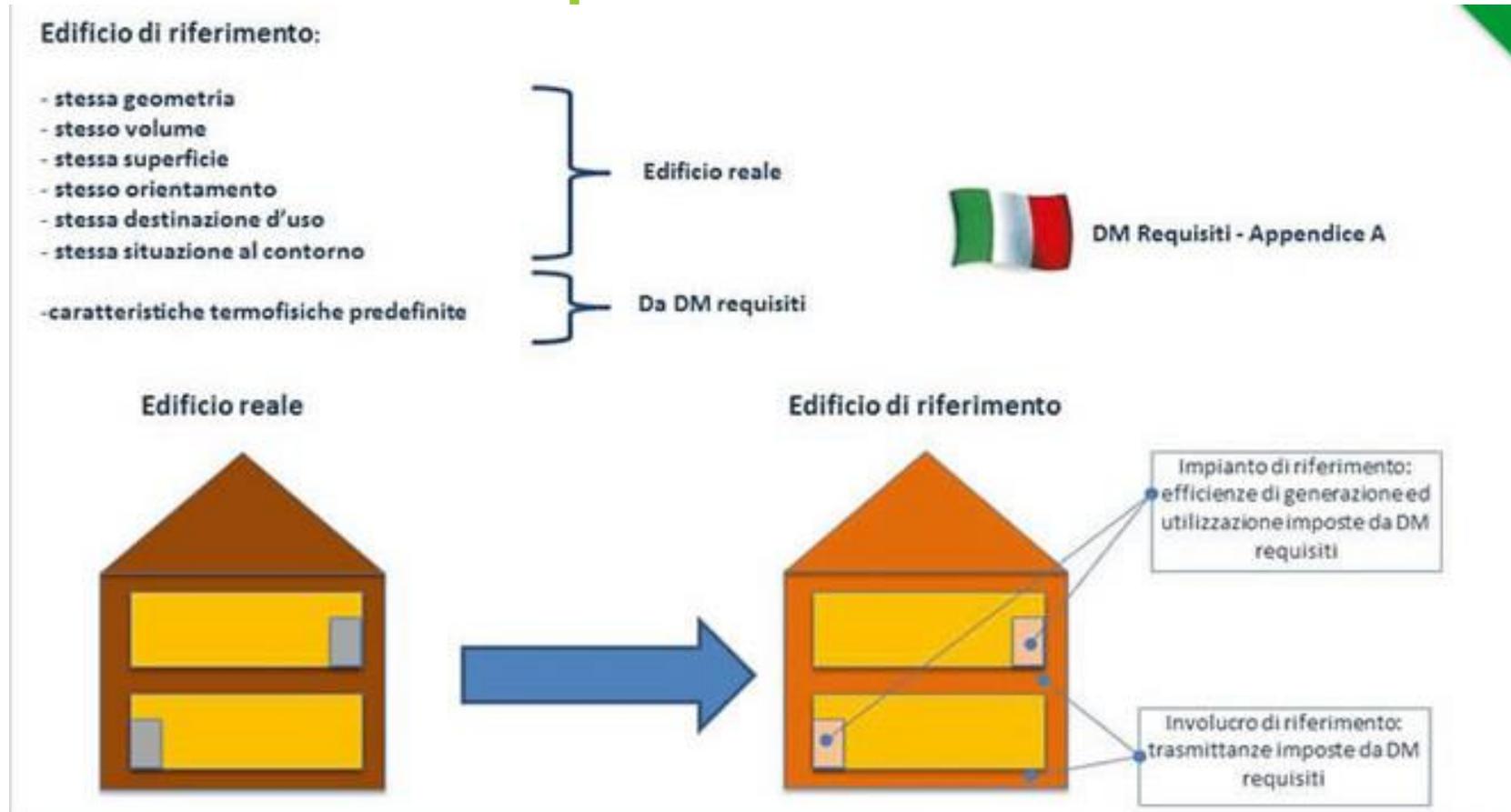
# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 – Appendice A

L'edificio reale viene confrontato con l'edificio di riferimento.

1. Con edificio di riferimento o target si intende un edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno, ma avente caratteristiche termiche ed efficienze di impianto predeterminati conformemente all'Appendice A all'Allegato 1 (i valori di tali caratteristiche non sono riportati in questa presentazione).
2. Con edificio di riferimento si intende quindi un edificio avente un involucro di riferimento e degli impianti tecnici di riferimento.
3. Per i tutti i dati di input e i parametri non definiti nella Appendice si utilizzano i valori dell'edificio reale.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi



Il modello dell'edificio di riferimento risponde all'esigenza di “neutralizzare” i fattori contingenti, quali condizioni climatiche e di utilizzo.

I limiti di legge non vengono stabiliti in assoluto in funzione di alcuni fattori, ma vengono **costruiti “su misura”** per l'edificio in oggetto.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Il fabbisogno energetico annuale si calcola per singolo servizio energetico, espresso in energia primaria, su base mensile, per unità di superficie (EP, kWh/m<sup>2</sup>\*anno).

Con le stesse modalità si determina l'energia rinnovabile prodotta all'interno del confine del sistema, e si opera la compensazione tra i fabbisogni energetici e l'energia rinnovabile prodotta in situ («on site»), per vettore energetico e fino a copertura totale del corrispondente vettore energetico utilizzato.

[Si ricorda che:

- una fonte di energia si definisce primaria quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione di nessun'altra forma di energia.

Esempi di energia primaria:

- fonti energetiche rinnovabili (come, ad esempio, energia solare, eolica, idroelettrica, geotermica, energia delle biomasse)
- fonti energetiche esauribili, come i combustibili direttamente utilizzabili (petrolio grezzo, gas naturale, carbone) o energia nucleare.

Si differenziano dalle fonti di energia secondaria (ad esempio, energia elettrica da rete elettrica nazionale) poiché queste possono essere utilizzate solo a valle di una trasformazione di energia.]

# Fattori di conversione in energia primaria

Vettore energetico	$f_{P,nren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale <sup>(1)</sup>	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide <sup>(2)</sup>	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose <sup>(2)</sup>	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete <sup>(3)</sup>	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento <sup>(4)</sup>	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento <sup>(4)</sup>	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari <sup>(5)</sup>	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico <sup>(5)</sup>	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling <sup>(5)</sup>	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore <sup>(5)</sup>	0	1,00	1,00
<p><sup>(1)</sup> I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.</p> <p><sup>(2)</sup> Come definite dall'allegato X del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.</p> <p><sup>(3)</sup> I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.</p> <p><sup>(4)</sup> Fattore assunto in assenza di valori dichiarati dal fornitore e asseverati da parte terza, conformemente al quanto previsto al paragrafo 3.2.</p> <p><sup>(5)</sup> Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.</p>			

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Principali prescrizioni in comune ai casi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamenti volumetrici (con nuovi impianti dedicati) e ristrutturazioni importanti di primo livello

**I requisiti si applicano all'intero edificio** *(ci sono leggere differenze, qui non riportate, tra le diverse classi degli edifici, da E.1 ad E.8) e sono qui di seguito riportati.*

- 1) **Verifiche termo-igrometriche**, che prevedono la verifica di assenza di condensa interstiziale e assenza del rischio di formazione di muffa. La verifica deve essere eseguita con riferimento alla norma tecnica UNI EN ISO 13788 e considerando le classi di concentrazione di vapore definite nella stessa norma.

*N.B.: verifica obbligatoria anche per ristrutturazioni importanti di secondo livello e riqualificazione energetica per le sole pareti opache (rivolte verso l'esterno) su cui si interviene.*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 2) Verifica del coefficiente medio globale di scambio termico $H'_T$ (W/m<sup>2</sup>K):

$$H'_T < H'_{T,limite}$$

1. Per la verifica di cui al presente allegato, si calcola il coefficiente medio globale di scambio termico  $H'_T$  come:

$$H'_T = H_{tr,adj} / \sum_k A_k \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$H_{tr,adj}$  è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNI/TS 11300-1 (W/K);

$A_k$  è la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro (m<sup>2</sup>).

in cui:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_G + H_U + H_A$$

$H_D$  = coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno (W/K)

$H_g$  = coefficiente di scambio termico verso il terreno (W/K)

$H_U$  = coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso ambienti non climatizzati (W/K)

$H_A$  = coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone interne o esterne all'edificio climatizzate a temperatura diversa (W/K)

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Coefficiente medio globale di scambio termico  $H'_T$ : valori limite (massimi)

Tabella 10 - Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico  $H'_T$  ( $W/m^2 \cdot K$ )

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V) $m^{-1}$	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
Numero Riga	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

*Nota: la verifica del coefficiente medio globale di scambio termico  $H'_T$  è obbligatoria anche per interventi di ristrutturazione importante di secondo livello (si veda anche FAQ MISE Agosto 2016, FAQ 2.15).*

- ✘ Il calcolo di  $H'_{T,limite}$  necessita quindi della conoscenza di:
  - ✘ zona climatica della località
  - ✘ fattore di forma ( $S/V$ ) dell'edificio, in cui:  $V$  è il volume lordo (cioè  $V$  comprese le pareti) delle parti di edificio riscaldate;  $S$  è l'area esterna delle superfici disperdenti che delimitano il volume  $V$ , cioè le superfici rivolte verso l'esterno o verso locali non riscaldati
  
- ✘ Valori elevati di  $S/V$  ( $m^{-1}$ ) si hanno per edifici piccoli e/o molto articolati e/o nel caso di edifici isolati (ad esempio, villa), rispetto a edifici grandi e/o poco articolati e/o affiancati ad altri (ad esempio, villette a schiera, edifici in zone fortemente urbanizzate, appartamenti).
  
- ✘ Conviene progettare edifici con basso valore di  $S/V$  (quindi edifici compatti), poiché disperdono poco calore in inverno.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

**3) Verifica sulla trasmittanza termica unitaria stazionaria dei divisori  
(si veda anche FAQ MISE Agosto 2016, FAQ 2.29):**

$$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

*Per divisori si intendono i componenti opachi (verticali e orizzontali) di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti.*

*Tale verifica va effettuata anche per tutte le pareti opache (verticali ed orizzontali) che dividono i locali non riscaldati dall'esterno, se sono adiacenti a locali riscaldati.*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

**4) Verifica sulle prestazioni estive dell'involucro edilizio** (per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e contenere la T interna degli ambienti):

## verifica dell'area solare equivalente estiva (dei componenti vetrati)

1. Si calcola l'area equivalente estiva  $A_{sol,est}$  dell'edificio come sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k:

$$A_{sol,est} = \sum_k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - F_F) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} \quad [m^2]$$

dove:

$F_{sh,ob}$  è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima, riferito al mese di luglio;

$g_{gl+sh}$  è la trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;

$F_F$  è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$  è l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);

$F_{sol,est}$  è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.



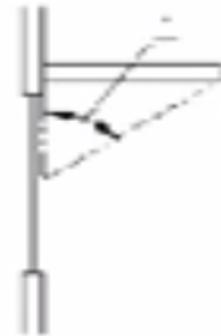
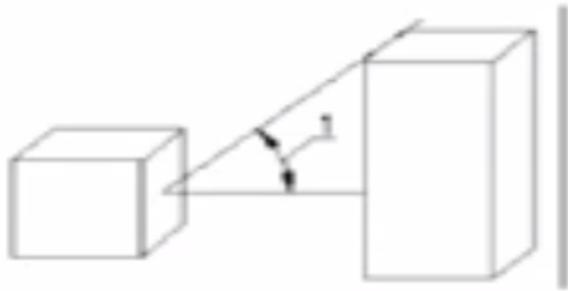
Tabella 11 - Valore massimo ammissibile del rapporto tra area solare equivalente estiva dei componenti finestrati e l'area della superficie utile  $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$  (-)

#	Categoria edificio	Tutte le zone climatiche
1	Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
2	Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

4) **Verifica sulle prestazioni estive dell'involucro edilizio** (per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e contenere la T interna degli ambienti):  
**verifica dell'area solare equivalente estiva**

Il **fattore  $F_{sh,ob}$  (fattore di riduzione per ombreggiatura)** tiene conto dell'abbattimento della radiazione solare che attraversa l'elemento trasparente, a causa di elementi esterni, come ad esempio edifici disposti sul lato o di fronte, aggetti, o ombreggiamenti laterali.



Tali ombreggiamenti non rientrano nel **fattore di schermatura** dovuto ad elementi mobili, quali persiane, tendine, imposte, ecc, ma contribuiscono ad una prima riduzione dell'energia solare incidente.

*Il fattore che tiene conto delle schermature dovute ad elementi mobili è il  $g_{gl+sh}$  (fattore solare totale, anche chiamato trasmittanza di energia solare totale).*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 5) Verifica sulle prestazioni estive dell'involucro edilizio:

### verifica su trasmittanza termica periodica $Y_{ie}$ e massa superficiale $M_s$ (dei componenti opachi)

Per le località (esclusa la zona F) in cui l'irradianza media mensile su superficie orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, è maggiore o uguale a  $290 \text{ W/m}^2$ , per le pareti opache soggette alla radiazione solare occorre verificare quanto segue:

- per le pareti orizzontali ed inclinate, occorre che il modulo della trasmittanza termica periodica (o dinamica)(\*)  $Y_{ie}$  sia inferiore a  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- per le pareti verticali, escluse quelle nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, deve essere soddisfatta almeno una delle seguenti verifiche:
  - la massa superficiale  $M_s$  (massa della parete per unità di superficie, esclusi gli intonaci) sia superiore a  $230 \text{ kg/m}^2$ ;
  - il modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$  sia inferiore a  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

*In alternativa, il progettista deve attestare che l'utilizzo di tecniche e materiali anche innovativi (es. copertura a verde) consentono gli stessi effetti positivi che si ottengono rispettando i limiti suddetti di  $M_s$  /  $Y_{ie}$ .*

# Dove è obbligatoria la verifica di Ms e Yie

Valore medio mensile irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione  
Verifica del limite di 290 W/m2 in base al comma 9- allegato I del DLgs 311.  
Elenco dei capoluoghi di Provincia

ID	sigla	prov	zona	Imm-po	verifica	ID	sigla	prov	zona	Imm-po	verifica
1	AG	AGRIGENTO	B	343	MASSA	87	TE	TERAMO	D	297	MASSA
27	CT	CATANIA	B	326	MASSA	91	TR	TERNI	D	278	NO
40	KR	CROTONE	B	308	MASSA	92	TS	TRIESTE	D	270	NO
48	ME	MESSINA	B	316	MASSA	101	VT	VITERBO	D	287	NO
58	PA	PALERMO	B	323	MASSA	2	AL	ALESSANDRIA	E	262	NO
72	RC	REGGIO CALABRIA	B	323	MASSA	4	AO	AOSTA	E	243	NO
83	SR	SIRACUSA	B	323	MASSA	6	AQ	L'AQUILA	E	273	NO
90	TP	TRAPANI	B	334	MASSA	7	AR	AREZZO	E	267	NO
10	BA	BARI	C	331	MASSA	8	AT	ASTI	E	260	NO
13	BN	BENEVENTO	C	306	MASSA	11	BG	BERGAMO	E	259	NO
15	BR	BRINDISI	C	317	MASSA	12	BL	BELLUNO	E	253	NO
18	CA	CAGLIARI	C	316	MASSA	14	BO	BOLOGNA	E	296	MASSA
20	CE	CASERTA	C	322	MASSA	16	BS	BRESCIA	E	282	NO
26	CS	COSENZA	C	343	MASSA	17	BZ	BOLZANO	E	260	NO
28	CZ	CATANZARO	C	317	MASSA	19	CB	CAMPORBASSO	E	307	MASSA
38	IM	IMPERIA	C	306	MASSA	24	CO	COMO	E	256	NO
43	LE	LECCE	C	315	MASSA	25	CR	CREMONA	E	289	NO
45	LT	LATINA	C	323	MASSA	29	EN	ENNA	E	331	MASSA
54	NA	NAPOLI	C	315	MASSA	30	FE	FERRARA	E	277	NO
57	OR	ORISTANO	C	319	MASSA	34	FR	FROSINONE	E	300	MASSA
74	RG	RAGUSA	C	309	MASSA	36	GO	GORIZIA	E	266	NO
79	SA	SALERNO	C	275	NO	41	LC	LECCO	E	256	NO
84	SS	SASSARI	C	325	MASSA	42	LD	LODI	E	284	NO
86	TA	TARANTO	C	325	MASSA	49	MI	MILANO	E	278	NO
3	AN	ANCONA	D	301	MASSA	50	MN	MANTOVA	E	286	NO
5	AP	ASCOLI PICENO	D	296	MASSA	51	MO	MODENA	E	289	NO
9	AV	AVELLINO	D	311	MASSA	55	NO	NOVARA	E	281	NO
21	CH	CHIETI	D	306	MASSA	59	PC	PIACENZA	E	295	MASSA
22	CL	CALTANISSETTA	D	326	MASSA	60	PD	PADOVA	E	249	NO
33	FC	FORLI' e CESENA	D	308	MASSA	62	PG	PERUGIA	E	295	MASSA
31	FG	FOGGIA	D	308	MASSA	64	PN	PORDENONE	E	255	NO
32	FI	FIRENZE	D	296	MASSA	66	PR	PARMA	E	304	MASSA
35	GE	GENOVA	D	287	NO	69	PV	PAVIA	E	287	NO
37	GR	GROSSETO	D	314	MASSA	70	PZ	POTENZA	E	301	MASSA
39	IS	ISERNIA	D	292	MASSA	71	RA	RAVENNA	E	293	MASSA
44	LI	LIVORNO	D	303	MASSA	73	RE	REGGIO EMILIA	E	294	MASSA
46	LU	LUCCA	D	286	NO	75	RI	RIETI	E	270	NO
47	MC	MACERATA	D	294	MASSA	77	RN	RIMINI	E	297	MASSA
52	MS	MASSA CARRARA	D	294	MASSA	78	RO	ROVIGO	E	300	MASSA
53	MT	MATERA	D	307	MASSA	81	SO	SONDRIO	E	262	NO
56	NU	NUORO	D	324	MASSA	88	TN	TRENTO	E	285	NO
61	PE	PESCARA	D	302	MASSA	89	TO	TORINO	E	272	NO
63	PI	PISA	D	301	MASSA	93	TV	TREVISO	E	284	NO
65	PO	PRATO	D	274	NO	94	UD	UDINE	E	255	NO
68	PT	PISTOIA	D	266	NO	95	VA	VARESE	E	255	NO
67	PU	PESARO e URBINO	D	294	MASSA	96	VB	VERBANIA	E	269	NO
76	RM	ROMA	D	314	MASSA	97	VC	VERCELLI	E	282	NO
80	SI	SIENA	D	282	NO	98	VE	VENEZIA	E	314	MASSA
82	SP	LA SPEZIA	D	299	MASSA	99	VI	VICENZA	E	256	NO
85	SV	SAVONA	D	274	NO	100	VR	VERONA	E	250	NO

Legenda PROF. FRANCESCO MINICHELLO - REQUISITI DI LEGGE SUI PARAMETRI TERMICI DEI COMPONENTI

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 6) Miglioramento delle prestazioni estive dell'involucro edilizio:

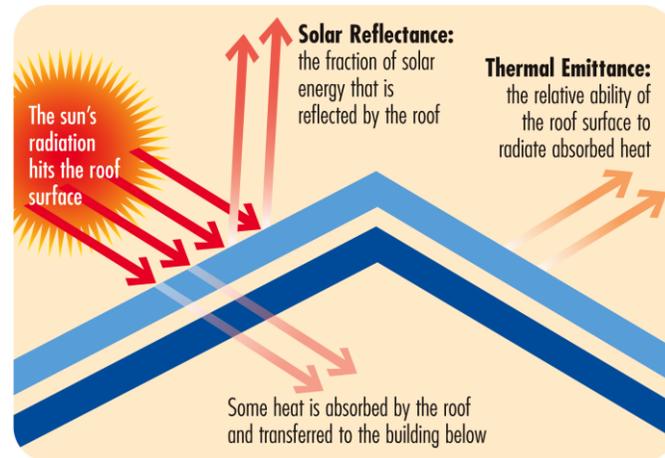
Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nonché di limitare il surriscaldamento a scala urbana, per la copertura degli edifici è obbligatoria la verifica dell'efficacia, in termini di rapporto costi-benefici, dell'utilizzo di:

a. materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture («cool roof») (riflettanza maggiore di 0,65 per coperture piane e di 0,3 per coperture a falda)

oppure di

b. tecnologie di climatizzazione passiva (ventilazione, copertura a verde...)

*Nota: tale verifica è obbligatoria anche nei casi di ristrutturazione importante di secondo livello e riqualificazione energetica (solo se si interviene sulla copertura).*

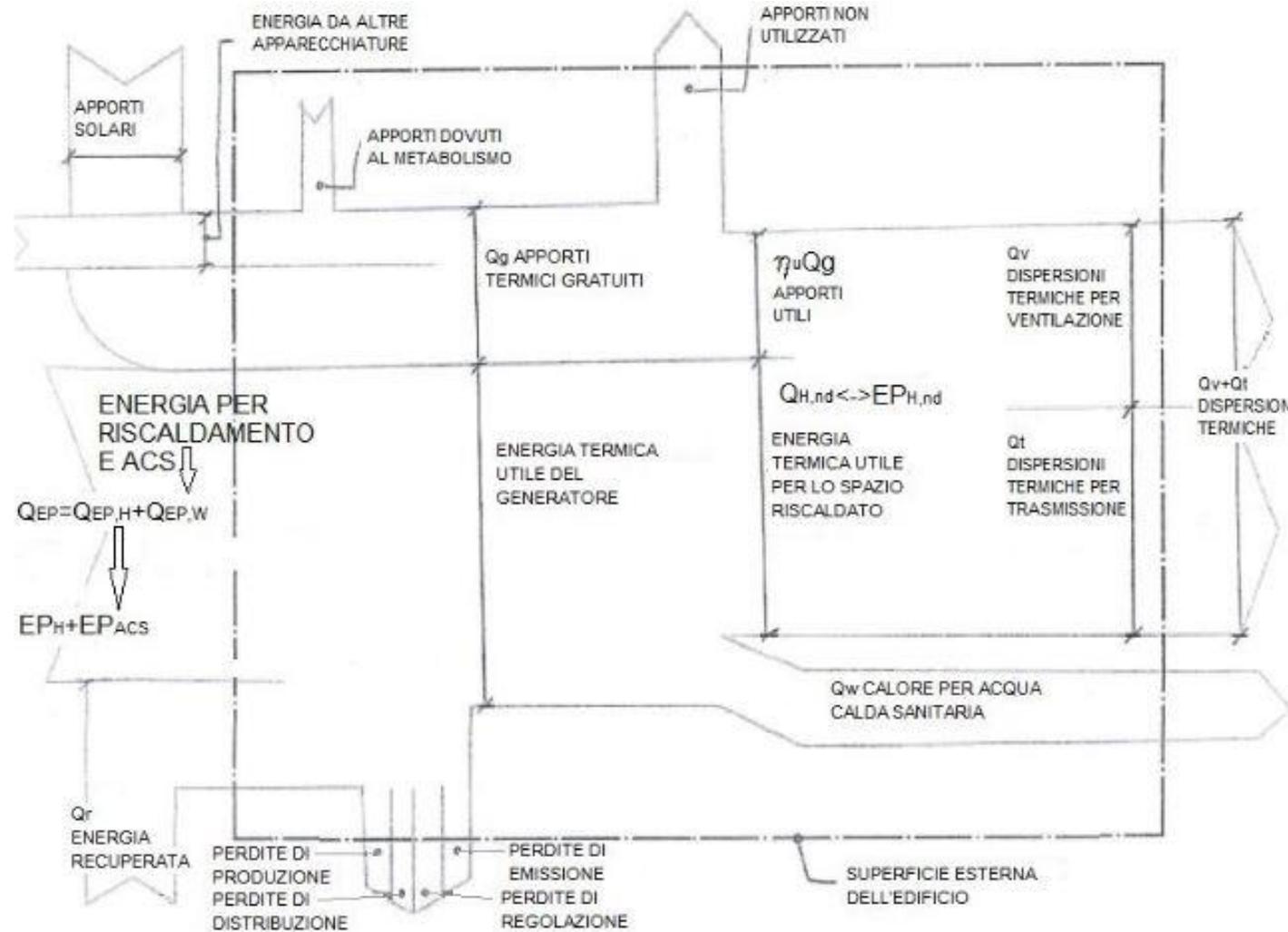


# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Da 7) a 9) :

**Per comprendere il significato di tali verifiche, più avanti riportate, occorrono delle premesse mostrate nelle diapositive immediatamente successive a questa.**

# Bilancio energetico invernale di un edificio (UNI EN ISO 13790)



Nota 1: i flussi energetici vanno valutati su base mensile.

Nota 2: per passare da Q (kWh) ad EP (kWh/m<sup>2</sup>) bisogna dividere per la superficie calpestabile.

FONTE: diapositiva preparata dalla prof.ssa Laura Bellia.

- ✘ Il calcolo deve essere effettuato per ciascuna zona servita da un unico impianto (di riscaldamento).**
- ✘ Affinché l'ambiente possa permanere nelle condizioni di temperatura richieste (20°C), l'impianto di riscaldamento deve fornire energia in misura tale da bilanciare le dispersioni dell'edificio (l'energia termica può essere dispersa per trasmissione o per ventilazione).**
- ✘ I flussi energetici sono valutati su base mensile.**

## Il sistema edificio-impianto è costituito da ...:

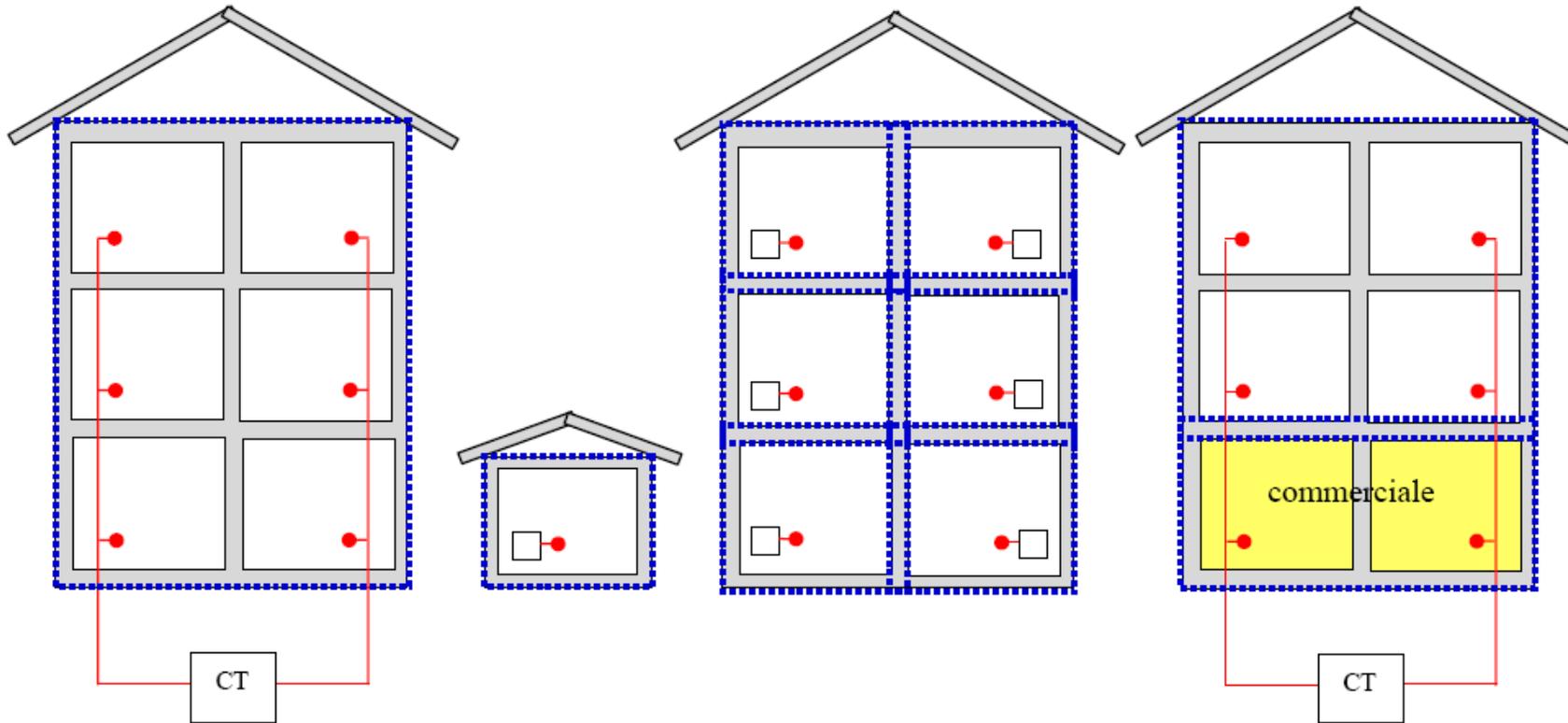


Figura 1A

Figura 1B

Figura 1C

Figura 1D

**Caso 1 A** (centralizzato): ... involucro edilizio comprensivo delle sei unità immobiliari e impianto di riscaldamento e/o raffrescamento.

**Caso 1 B** (impianto autonomo):... involucro edilizio e imp. di riscaldamento e/o raffresc.

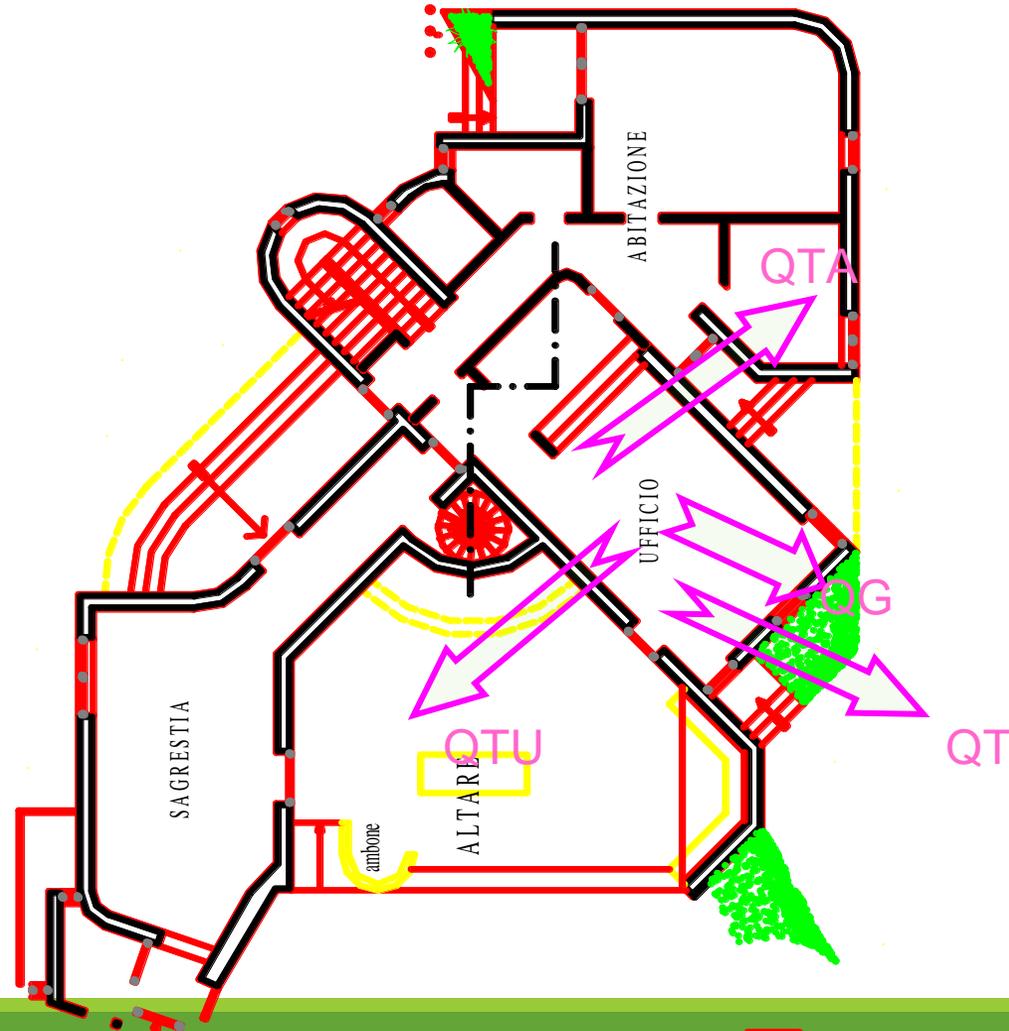
**Caso 1 C** (impianti autonomi):... involucro edilizio di ogni unità immobiliare ed ogni impianto di riscaldamento e/o raffrescamento.

**Caso 1 D** (6 unità immobiliari con impianto di riscaldamento e/o raffrescamento centralizzato e due differenti destinazioni d'uso):... involucro edilizio della porzione di edificio caratterizzata dalla stessa destinazione d'uso e dall'impianto che la climatizza.

# Le dispersioni termiche per trasmissione

- ✘ Le dispersioni per trasmissione sono dovute alle perdite di energia:
  - verso l'esterno ( $Q_T$ )
  - verso il terreno ( $Q_G$ )
  - verso i locali adiacenti non riscaldati ( $Q_{TU}$ )
  - verso i locali adiacenti a temperatura fissa, ma minore ( $Q_{TA}$ )

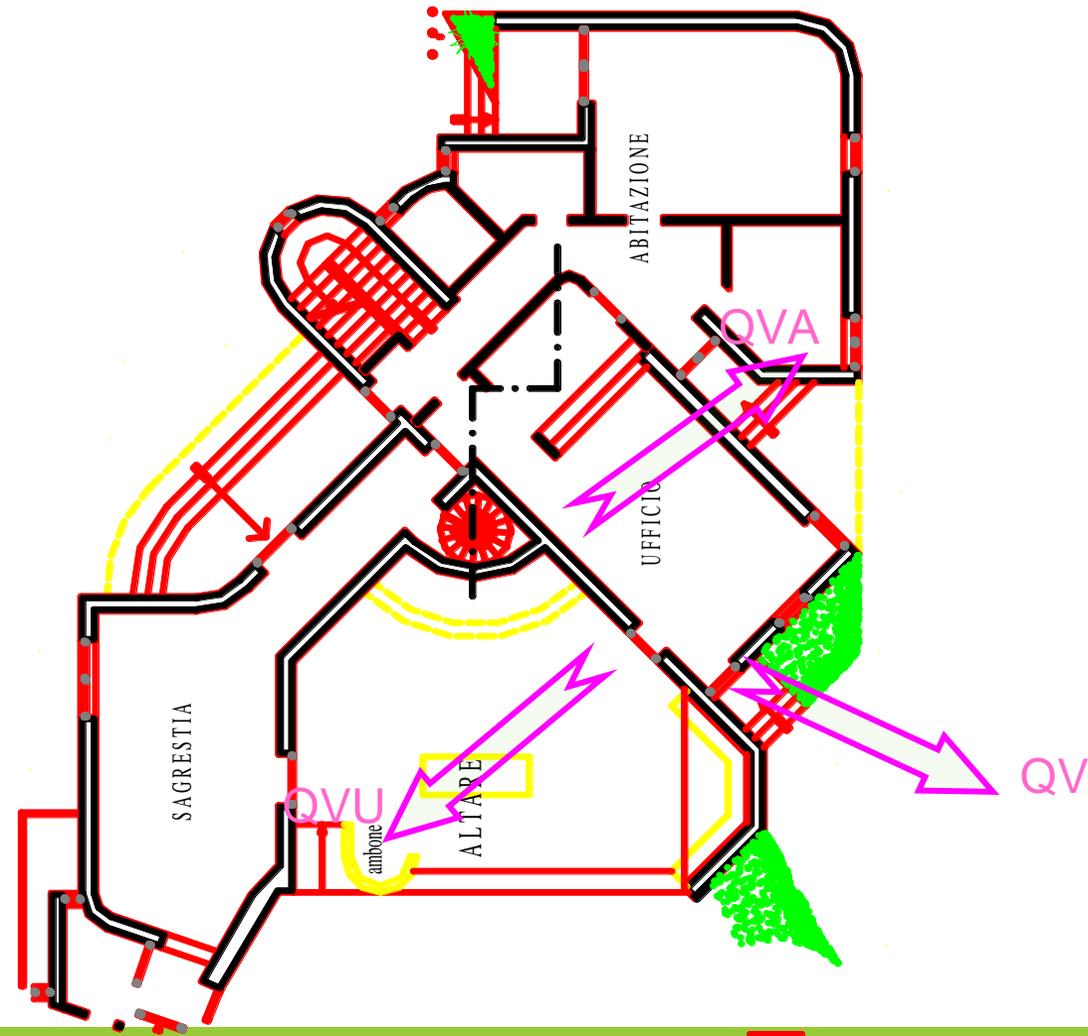
# Le dispersioni per trasmissione



# Le dispersioni termiche per ventilazione

- ✘ L'energia dispersa per ventilazione è imputabile alle infiltrazioni di aria a temperatura minore, proveniente:
  - dall'esterno ( $Q_v$ )
  - da ambienti adiacenti non riscaldati ( $Q_{vU}$ )
  - da ambienti adiacenti a temperatura fissa, ma minore ( $Q_{vA}$ )

# Le dispersioni per VENTILAZIONE



# Le dispersioni termiche

- ✘ L'energia termica dispersa ( $Q_T + Q_V$ ) è bilanciata in parte dall'energia fornita dall'impianto ( $Q_{H,nd}$ ), con conseguente consumo di energia primaria ( $Q_{H,EP}$ ), ed in parte dagli apporti gratuiti interni, dovuti a fonti di calore interne, quali luci e persone, ed all'energia solare che passa attraverso le superfici trasparenti e le superfici opache.
- ✘ I suddetti apporti gratuiti  $Q_g$  non sono integralmente utilizzabili. Il loro fattore di utilizzazione ( $\eta_u$ ) varia tra zero ed 1 e dipende a sua volta da diversi parametri (tra cui l'inerzia termica dell'involucro edilizio).

# Bilancio energetico invernale di un edificio (UNI TS 11300)

$$Q_{RISC,INVOL} = (Q_{TRASSMISS} + Q_{VENTIL}) - (Q_{ENDOGENI} + Q_{SOLARI}) \cdot \eta_{UTILIZZAZ}$$

$$Q_{trasm} = U \cdot A \cdot (\overline{T_{int}} - \overline{T_{est}}) \cdot \tau$$

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{int} + Q_{sol})$$

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \times t$$

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t$$

$$Q_{RISCALDAMENTO,IMPIANTO} = (Q_{RISC,INVOL}) / (\eta_{IMPIANTO-RISC})$$

Per i metodi di valutazione “**standard**” e “**di progetto**”, la **Norma UNI TS 11300-1** prevede una serie di condizioni al contorno convenzionali. Ad esempio:

- I calcoli sono effettuati in **semi-stazionario**, considerando temperature esterne mediate rispetto al mese.
- Le temperature interne agli ambienti sono considerate stabili, e quindi pari a 20 °C nella stagione invernale, 26 °C nella stagione estiva.

*In generale (semplificando rispetto a ponti termici ed extra-flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste), il calcolo delle dispersioni per trasmissione attraverso l'involucro edilizio è semplicemente basato sul prodotto di trasmittanza termica U (corretta per tenere in considerazione i ponti termici), area A dell'involucro, differenza di temperatura e tempo  $\tau$  (il mese, tipicamente).*

FONTE: diapositiva preparata dal prof. Fabrizio Ascione.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 7) Verifica che $EP_{H,nd}$ e $EP_{C,nd}$ siano minori dei corrispondenti valori limite (valutati per l'edificio di riferimento)

**$EP_{H,nd}$  (kWh/m<sup>2</sup>\*anno) = indice di prestazione termica utile per riscaldamento;**

- rappresenta l'energia termica per unità di superficie che occorre fornire all'edificio in regime invernale per mantenere all'interno la T di progetto (=  $Q_{H,nd}$ /superficie utile di calpestio);
- dipende soprattutto dalle trasmittanze stazionarie U dei componenti di involucro edilizio e dagli apporti termici interni e solari;

**$EP_{C,nd}$  (kWh/m<sup>2</sup>\*anno) = indice di prestazione termica utile per raffrescamento;**

- rappresenta l'energia termica per unità di superficie che occorre sottrarre all'edificio in regime estivo per mantenere all'interno la T di progetto (=  $Q_{C,nd}$ /superficie utile di calpestio);
- dipende soprattutto da: fattore di trasmissione solare  $g_{gl+sh}$  dei componenti vetrati; trasmittanze periodiche  $Y_{ie}$  dei componenti opachi di involucro edilizio.

**Entrambi  $EP_{H,nd}$  e  $EP_{C,nd}$  non dipendono dai rispettivi impianti (di riscaldamento e raffrescamento) ma solo dall'involucro edilizio.**

# Impianto di riscaldamento: rendimento (oggi efficienza) globale medio stagionale

- ✘ In base all'energia utile  $Q_{H,nd}$  che l'impianto di riscaldamento fornisce all'edificio, si può calcolare il fabbisogno di energia primaria ( $Q_{H,EP}$ ), sommando a  $Q_{H,nd}$  le perdite (di produzione o generazione, distribuzione, regolazione o controllo ed emissione), considerando anche l'energia necessaria ad azionare gli ausiliari, ed infine effettuando il passaggio in energia primaria (tramite i fattori riportati nella slide 30).
- ✘ Si deve anche valutare il rendimento (oggi efficienza) globale medio stagionale dell'impianto, dato dal rapporto tra  $Q_{H,nd}$  e  $Q_{H,EP}$ .
- ✘ In alcuni casi semplificati esso risulta essere il prodotto di:
  - rendimento di produzione
  - rendimento di distribuzione
  - rendimento di regolazione
  - rendimento di emissione

## DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

**8) Verifica che le efficienze (rendimenti) degli impianti di riscaldamento ( $\eta_H$ ), raffreddamento ( $\eta_C$ ) e produzione di acqua calda sanitaria ( $\eta_W$ ) siano maggiori dei corrispondenti valori limite**

Tali valori limite sono calcolati in base ai parametri indicati per l'edificio di riferimento (riportati nelle due diapositive successive a questa).

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Allegato 1 – Appendice A

Parametri caratteristici degli impianti dell'edificio di riferimento:  
efficienze medie dei sottosistemi di utilizzazione

Tabella 7 – Efficienze medie  $\eta_u$  dei sottosistemi di utilizzazione dell'edificio di riferimento per i servizi di H, C, W

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione $\eta_u$ :	H	C	W
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aeraulica	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

### LEGENDA:

- $\eta_u$  è il prodotto delle efficienze (rendimenti) di distribuzione, regolazione ed emissione
- H = Heating = riscaldamento = climatizzazione invernale
- C = Cooling = raffreddamento = climatizzazione estiva
- W = Water = acqua (calda sanitaria)

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Tabella 8 – Efficienze medie  $\eta_{gen}$  dei sottosistemi di generazione dell'edificio di riferimento per la produzione di energia termica per i servizi di H, C, W e per la produzione di energia elettrica in situ.

## Allegato 1 – Appendice A

### Parametri caratteristici degli impianti dell'edificio di riferimento: efficienze medie dei sottosistemi di generazione (o produzione)

Le efficienze indicate nelle tabelle 7 ed 8 sono comprensive dell'effetto dei consumi di energia elettrica ausiliaria.

	Produzione di energia termica			Produzione di energia elettrica in situ
	H	C	W	
<b>Sottosistemi di generazione:</b>				
- Generatore a combustibile liquido	0,82	-	0,80	-
- Generatore a combustibile gassoso	0,95	-	0,85	-
- Generatore a combustibile solido	0,72	-	0,70	-
- Generatore a biomassa solida	0,72	-	0,65	-
- Generatore a biomassa liquida	0,82	-	0,75	-
- Pompa di calore a compressione di vapore con motore elettrico	3,00	(*)	2,50	-
- Macchina frigorifera a compressione di vapore a motore elettrico	-	2,50	-	-
- Pompa di calore ad assorbimento	1,20	(*)	1,10	-
- Macchina frigorifera a fiamma indiretta	-	$0,60 \times \eta_{gen}$ (**)	-	-
- Macchina frigorifera a fiamma diretta	-	0,60	-	-
- Pompa di calore a compressione di vapore a motore endotermico	1,15	1,00	1,05	-
- Cogeneratore	0,33	-	0,33	0,25
- Riscaldamento con resistenza elettrica	1,00	-	-	-
- Teleriscaldamento	0,97	-	-	-
- Teleraffrescamento	-	0,97	-	-
- Solare termico	0,3	-	0,3	-
- Solare fotovoltaico	-	-	-	0,1
- Mini eolico e mini idroelettrico	-	-	-	(**)
NOTA: Per i combustibili tutti i dati fanno riferimento al potere calorifico inferiore				
(*) Per pompe di calore che prevedono la funzione di raffrescamento di considera lo stesso valore delle macchine frigorifere della stessa tipologia				
(**) si assume l'efficienza media del sistema installato nell'edificio reale				

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 9) Verifica che $EP_{gl,tot}$ sia minore del corrispondente valore limite (valutato per l'edificio di riferimento)

$EP_{gl,tot}$  (kWh/m<sup>2</sup>\*anno) indice di prestazione energetica globale, somma di:

- $EP_{H,tot}$  energia primaria (per unità di superficie calpestabile) utilizzata per la climatizzazione invernale,
- $EP_{C,tot}$  energia primaria (per u. sup.) utilizzata per la climatizzazione estiva,
- $EP_{W,tot}$  energia primaria (per u. sup.) utilizzata per la produzione di ACS,
- $EP_{V,tot}$  energia primaria (per u. sup.) per eventuale ventilazione meccanica;

nel caso di settore non residenziale,  $EP_{gl,tot}$  comprende anche:

- $EP_{L,tot}$  energia primaria (per u. sup.) utilizzata per l'illuminazione artificiale,
- $EP_{T,tot}$  energia primaria (per u. sup.) utilizzata per il trasporto di persone (fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili).

*Il pedice gl (globale) evidenzia che si considerano tutti gli impianti sopra citati, mentre il pedice tot (totale) evidenzia che si tratta della somma dell'energia da fonte rinnovabile (pedice: ren) e da fonte non rinnovabile (pedice: nren).*

**$EP_{gl,tot}$  dipende sia dall'involucro edilizio che dagli impianti sopra citati.**

## DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

**10) Rispettare gli obblighi di installazione di impianti di produzione di energia termica e di energia elettrica da fonti rinnovabili, in base a quanto previsto dal D.lgs 28/2011 («Decreto rinnovabili») poi modificato dal D.lgs 199/2021:**

**Tali obblighi non sono riportati in questa presentazione.**

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 11) Altri obblighi relativi soprattutto agli impianti:

- In caso di presenza di reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento in prossimità dell'edificio (distanza minore di 1000 m), obbligatorio predisporre nel progetto degli impianti i collegamenti a tali reti.
- Per impianti di climatizzazione invernale, obbligatoria la regolazione automatica della T ambiente per singolo locale o zona termica.
- Sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata.
- Per impianti termici centralizzati, è obbligatoria la contabilizzazione dell'energia termica necessaria per riscaldamento, raffrescamento e ACS (come da D. lgs 102/2014).
- Per edifici non residenziali, è obbligatorio un livello minimo di automazione per le tecnologie dell'edificio e per gli impianti termici (classe B, come da UNI EN 15232).

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## 11) Altri obblighi relativi agli impianti:

Inoltre, anche nel caso di ristrutturazione importante di secondo livello e di riqualificazione energetica (per interventi sugli impianti):

- **obbligatorio trattamento (di condizionamento chimico) dell'acqua di impianto per la climatizzazione invernale;**
- **nel caso di impianti di climatizzazione invernale di nuova installazione con generatore di  $P_{\text{utile}} > 35$  kW, obbligatori contatore del volume di ACS prodotta e contatore del volume di acqua di reintegro per l'impianto di riscaldamento;**
- **eventuali impianti di micro-cogenerazione: deve risultare  $PES \geq 0$  (PES = «Primary Energy Saving», o, in italiano, REP = Risparmio di Energia Primaria);**
- **vincoli su efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili.**

## DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

### Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a «ristrutturazione importante di secondo livello» o a «riqualificazione energetica»

#### Interventi sull'involucro edilizio – obblighi:

- 1) verifica a condensa interstiziale e rischio di formazione di muffe (solo per pareti opache che dividono il volume riscaldato dall'esterno e che sono oggetto di intervento);
- 2) per i componenti opachi e/o trasparenti disperdenti soggetti all'intervento, trasmittanza termica unitaria stazionaria, comprensiva dei ponti termici,  $U < U_{max}$  (valori di  $U_{max}$  riportati nelle diapositive seguenti);

*Nota: in caso di isolamento termico dall'interno o in intercapedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori di  $U_{max}$  sono incrementati del 30% (ma attenzione al maggior rischio di condensa!!).*

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI SECONDO LIVELLO O DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 1- Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
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

Tabella 2 - Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI SECONDO LIVELLO O DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 3 - Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	0,48	0,42
C	0,42	0,38
D	0,36	0,32
E	0,31	0,29
F	0,30	0,28

Tabella 4 - Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

*N.B.: i valori massimi di  $U_{window}$  per accedere agli sgravi fiscali («ecobonus», «super-eco-bonus 110%») sono diversi da questi qui riportati e sono indicati in altri decreti.*

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a ristrutturazione importante di secondo livello o a riqualificazione energetica: interventi sull'involucro edilizio – obblighi:

- 3) per i componenti vetrati con orientamento da est a ovest passando per sud, se oggetto di intervento, verifica sul fattore (di trasmissione) solare totale ( $g_{gl+sh} \leq 0,35$ );
- 4) per edifici dotati di impianto termico non a servizio di singola unità immobiliare residenziale (quindi per edifici dotati di impianto di riscaldamento centralizzato) , in caso di riqualificazione energetica dell'involucro edilizio, coibentazioni delle pareti o installazione di nuove chiusure tecniche trasparenti, è anche obbligatoria l'installazione di valvole termostatiche o di altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare, assistita da compensazione climatica del generatore (che può essere omessa in presenza di sistemi di controllo equivalenti o nel caso non sia tecnicamente realizzabile).

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI SECONDO LIVELLO O DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 5- Valore del fattore di trasmissione solare totale  $g_{gl+sh}$  per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud, in presenza di una schermatura mobile.

Zona climatica	$g_{gl+sh}$	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
Tutte le zone	0,35	0,35

<sup>(1)</sup> dal 1 luglio 2015 per tutti gli edifici

<sup>(2)</sup> dal 1 gennaio 2021 per tutti gli edifici

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Prescrizioni per i soli interventi di ristrutturazioni importanti di secondo livello

Oltre a quanto riportato nelle 5 diapositive precedenti (riqualificazione energetica – interventi su involucro edilizio), per le parti dell'involucro edilizio su cui si interviene:

- il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ( $H'_{T}$ ), determinato per l'intera porzione dell'involucro oggetto dell'intervento (parete verticale, copertura, solaio, serramenti, ecc.), comprensiva di tutti i componenti (*anche quelli che non sono stati modificati? Si veda FAQ MISE Agosto 2016, FAQ 2.15*), deve risultare inferiore al corrispondente valore limite di legge, per tutte le categorie di edifici.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a riqualificazione energetica: interventi sugli impianti

- Obblighi nel caso di ristrutturazione di impianto di riscaldamento o raffrescamento, o nuovo impianto :
  - . verifica che l'efficienza media stagionale dell'impianto ( $\eta_H$  e  $\eta_C$ ) risulti superiore al corrispondente valore limite (calcolato usando i valori delle efficienze dell'edificio di riferimento riportati in diapositive precedenti);
  - . installazione di sistemi di regolazione per singolo ambiente o per singola unità immobiliare (assistita da compensazione climatica, nel solo caso di impianto di riscaldamento);
  - . nel caso di impianti centralizzati, obbligatoria la contabilizzazione diretta o indiretta del calore per la ripartizione dei consumi;
  - . per impianti di riscaldamento di potenza termica nominale del generatore  $\geq 100$  kW, diagnosi energetica e confronto tecnico-economico tra diverse soluzioni.

# DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

## Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a riqualificazione energetica:

### interventi sugli impianti di climatizzazione invernale

#### - Obblighi nel caso di sola sostituzione del generatore di calore:

. **verifica che l'efficienza di generazione del nuovo generatore (rendimento termico utile nel caso di caldaie, COP/EER o GUE – Gas Utilization Efficiency - nel caso di pompe di calore) sia non inferiore ai valori minimi (riportati nelle diapositive successive);**

. **nel caso di installazione di generatore con potenza nominale al focolare maggiore di oltre il 10% rispetto al valore preesistente, l'aumento di potenza deve essere motivato con verifica dimensionale dell'impianto di riscaldamento effettuata secondo norma UNI EN 12831;**

. **nel caso di installazione di generatori di calore in impianti a servizio di più unità immobiliari, o di edifici non residenziali, sono obbligatori:**

- **sistema di regolazione automatica per singolo ambiente o per singola unità immobiliare, assistita da compensazione climatica;**
- **contabilizzazione diretta o indiretta del calore per la ripartizione dei consumi.**

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

### 1.3.1 Requisiti per generatore di calore a combustibile liquido e gassoso

1. Il rendimento di generazione utile minimo, riferito al potere calorifico inferiore, per caldaie a combustibile liquido e gassoso è pari a  $90 + 2 \log P_n$ , dove  $\log P_n$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore, espressa in kW. Per valori di  $P_n$  maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.

$$\eta_{u,\min} = 90 + 2 \log_{10} P_n$$

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

### 1.3.2 Requisiti per pompe di calore e macchine frigorifere

Tabella 6 – Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore elettriche servizio riscaldamento (macchine reversibili e non)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP
<b>aria/aria</b>	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	3,5
<b>aria/acqua</b> potenza termica utile riscaldamento $\leq 35$ kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,8
<b>aria/acqua</b> potenza termica utile riscaldamento $\geq 35$ kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,5
<b>salamoia/aria</b>	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	4,0
<b>salamoia/ acqua</b>	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,0
<b>acqua/aria</b>	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,2
<b>acqua/acqua</b>	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,2

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 7 – Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore elettriche servizio raffrescamento (macchine reversibili e non)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	EER
<b>aria/aria</b>	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	3,0
<b>aria/acqua</b> potenza termica utile riscaldamento $\leq 35$ kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,5
<b>aria/acqua</b> potenza termica utile riscaldamento $\geq 35$ kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,0
<b>salamoia/aria</b>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,0
<b>salamoia/ acqua</b>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,0
<b>acqua/aria</b>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,0
<b>acqua/acqua</b>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,2

## Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 8 – Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore ad assorbimento ed endotermiche servizio riscaldamento (macchine reversibili e non)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C] (*)	GUE
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,38
aria/acqua	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura all'entrata:30 °C (*)	1,30
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,45
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura all'entrata:30 °C (*)	1,40
acqua/aria	Temperatura entrata: 10	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,50
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura all'entrata:30 °C (*)	1,45

(\*)  $\Delta t$  : pompe di calore ad assorbimento 30-40°C - pompe di calore a motore endotermico 30-35°C

Tabella 9 – Requisiti di efficienza energetica per pompe di calore ad assorbimento ed endotermiche per il servizio di raffrescamento, per tutte le tipologie.

Tipo di pompa di calore	EER
Assorbimento ed endotermiche	0,6

I valori di cui alle Tabelle del paragrafo 1.3.2 possono essere ridotti del 5% per macchine elettriche con azionamento a velocità variabile.

## DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Prescrizioni per gli edifici esistenti sottoposti a **riqualificazione energetica nel caso di riqualificazione degli impianti tecnologici idrico-sanitari, o di riqualificazione di impianti di illuminazione, o di impianti di ventilazione :**

**nei casi suddetti occorre rispettare requisiti specifici non riportati in questa presentazione.**

**Direttiva europea 2010/31/UE (“EPBD recast”), recepita a livello nazionale mediante D.L. 63/13 e L. 90/13:**

- **A partire dal 31 dicembre 2018** gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi dovranno essere edifici a energia quasi zero (**nZEB**).
- **A partire dal 31 dicembre 2020** tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero (**nZEB**).

Tutti gli edifici, siano essi di nuova costruzione o esistenti, possono essere definiti **ad energia quasi zero, in base al DM 26.06.15**, se sono contemporaneamente rispettati i seguenti requisiti:

- $H'_t$  inferiore ai valori limite tabellati
- $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ , inferiore ai valori limite tabellari
- $EP_{H,nd} - EP_{C,nd} - EP_{gl,tot}$  inferiori ai limiti calcolati con l'edificio di riferimento determinato con i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici
- $\eta_H$ ,  $\eta_W$  e  $\eta_C$ , superiori ai valori indicati per l'edificio di riferimento ( $\eta_{H,limite}$ ,  $\eta_{W,limite}$  e  $\eta_{C,limite}$ )
- rispetto degli obblighi di utilizzo di fonti rinnovabili FER (o RES) come da D.lgs. 28/2011 (poi modificato dal D.lgs. 199/2021)

## OBBLIGHI DI LEGGE SPECIFICI NEL CASO DI «SUPER-ECO-BONUS 110%»

### TRA I PRINCIPALI REQUISITI TECNICI PER POTER ACCEDERE AL COSIDDETTO SUPER-ECO-BONUS 110%, SI SEGNALANO:

- L'EDIFICIO/UNITÀ IMMOBILIARE DEVE ESSERE DOTATO/A DI «IMPIANTO TERMICO»;
- GLI INTERVENTI PROPOSTI DEVONO COMPORTARE IL MIGLIORAMENTO DI ALMENO DUE CLASSI ENERGETICHE (O IL RAGGIUNGIMENTO DELLA CLASSE PIÙ ALTA), EFFETTUANDO ALMENO UN “INTERVENTO TRAINANTE”, MIGLIORAMENTO DA VERIFICARE CONFRONTANDO L'APE CONVENZIONALE PRE-INTERVENTO CON L'APE CONVENZIONALE POST-INTERVENTO;

## OBBLIGHI DI LEGGE SPECIFICI NEL CASO DI «SUPER-ECO-BONUS 110%»

### TRA I PRINCIPALI REQUISITI TECNICI PER POTER ACCEDERE AL COSIDDETTO SUPER-ECO-BONUS 110%, SI SEGNALANO:

- NEL CASO IN CUI UNO DEGLI INTERVENTI PROPOSTI SIA L'ISOLAMENTO TERMICO DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO (*INTERVENTO «TRAINANTE»*), ESSO DEVE INTERESSARE PIÙ DEL 25% DELLA SUPERFICIE DISPERDENTE LORDA DELL'EDIFICIO; INOLTRE, LA U DELLA PARETE PRIMA DELL'INTERVENTO DEVE ESSERE MAGGIORE DI UN VALORE TABELLATO (TABELLA NELLA DIAPOSITIVA SUCCESSIVA), MENTRE LA U DELLA PARETE DOPO L'INTERVENTO DEVE ESSERE MINORE DELLO STESSO VALORE TABELLATO. TALI **DUE VERIFICHE SULLA TRASMITTANZA TERMICA UNITARIA U** VANNO SODDISFATTE ANCHE NEL CASO DI INTERVENTO SUI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO (*INTERVENTO «TRAINATO»*);
- PER GLI INTERVENTI DI ISOLAMENTO TERMICO, I MATERIALI ISOLANTI UTILIZZATI DEVONO RISPETTARE I **CAM (CRITERI AMBIENTALI MINIMI)** RIPORTATI NEL DECRETO 11 OTTOBRE 2017.

# Tabella 1 dell'allegato E del D.M. 6 Agosto 2020

I COMPONENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO OGGETTO DI INTERVENTO DEVONO RISPETTARE I LIMITI DI TRASMITTANZA U DEL DECRETO SUPERBONUS

Tipologia di intervento	Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia	
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**LIMITI  
PIU' STRINGENTI,  
almeno  
apparentemente,  
RISPETTO AL DECRETO  
26.06.2015 «REQUISITI  
MINIMI»!!!!**

## Tabella 1 dell'allegato E del D.M. 6 Agosto 2020

I COMPONENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO OGGETTO DI INTERVENTO DEVONO RISPETTARE I LIMITI DI TRASMITTANZA U DEL DECRETO SUPERBONUS

Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Sostituzione di finestre comprensive di infissi (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 10077-1)	Zona climatica A	$\leq 2,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 2,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 1,75 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 1,67 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**LIMITI  
PIU' STRINGENTI,  
almeno  
apparentemente,  
RISPETTO AL DECRETO  
26.06.2015 «REQUISITI  
MINIMI»!!!!**

# Criteria Ambientali Minimi CAM (DM 11 gen. 2017 e DM 11 ottobre 2017)

(il Decreto 23 giugno 2022 n. 256 sostituirà il DM 11.10.2017 a partire dal 04.12.2022)

Per tutte le **gare di appalto di edifici pubblici**, i CAM hanno introdotto ulteriori requisiti energetici ed ambientali, obbligatori per legge.

Inoltre, il rispetto dei CAM, riguardo ai materiali isolanti proposti, è obbligatorio per poter usufruire delle detrazioni del **Super-eco-bonus 110%**.

- Garanzia di sostenibilità
- Riduzione dell'impatto dell'uomo sul territorio

# MATERIALI ISOLANTI E CRITERI AMBIENTALI MINIMI

I CAM, NEL CRITERIO 2.4.2.9 “MATERIALI ISOLANTI”, RIPORTANO I REQUISITI COMUNI PER TUTTI I MATERIALI ISOLANTI E QUELLI SPECIFICI PER ALCUNE TIPOLOGIE.

## REQUISITI VALIDI PER TUTTI I MATERIALI ISOLANTI:

- NON DEVONO ESSERE PRODOTTI UTILIZZANDO **RITARDANTI DI FIAMMA** OGGETTO DI RESTRIZIONI O PROIBIZIONI PREVISTE DA NORMATIVE SPECIFICHE NAZIONALI O COMUNITARIE;
- NON DEVONO ESSERE PRODOTTI CON **AGENTI ESPANDENTI** CON UN POTENZIALE DI RIDUZIONE DELL'OZONO SUPERIORE A ZERO;
- NON DEVONO ESSERE PRODOTTI O FORMULATI UTILIZZANDO **CATALIZZATORI AL PIOMBO** QUANDO SPRUZZATI O NEL CORSO DELLA FORMAZIONE DELLA SCHIUMA DI PLASTICA;
- SE PRODOTTI DA UNA RESINA DI POLISTIRENE ESPANDIBILE, GLI AGENTI ESPANDENTI DEVONO ESSERE INFERIORI AL 6% DEL PESO DEL PRODOTTO FINITO
- SE COSTITUITI DA **LANE MINERALI**, QUESTE DEVONO ESSERE CONFORMI ALLA NOTA Q O ALLA NOTA R DI CUI AL REGOLAMENTO (CE) N. 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO, E S.M.I., RIGUARDO ALLA CLASSIFICAZIONE, ALL'ETICHETTATURA E ALL'IMBALLAGGIO DELLE SOSTANZE E DELLE MISCELE.

# MATERIALI ISOLANTI E CRITERI AMBIENTALI MINIMI

AI CRITERI CITATI SI AGGIUNGE UN SESTO CRITERIO CHE RIGUARDA LA VERIFICA DI UNA PERCENTUALE DI RICICLATO MINIMA **PER ALCUNI MATERIALI ISOLANTI** (CELLULOSA, LANA DI VETRO, LANA DI ROCCIA, PERLITE ESPANSA, FIBRE IN POLIESTERE, POLISTIRENE ESPANSO, POLISTIRENE ESTRUSO, POLIURETANO ESPANSO, AGGLOMERATO IN POLIURETANO, AGGLOMERATI IN GOMMA, SISTEMI RIFLETTENTI IN ALLUMINIO).

IL CONTENUTO DI **MATERIALE RICICLATO E/O RECUPERATO** DEV'ESSERE PARI ALMENO ALLE SEGUENTI PERCENTUALI:

Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Poliuretano espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%

# Criteria Ambientali Minimi CAM edilizia – novità introdotte dal Decreto 23 giugno 2022 n. 256, che sostituirà il DM 11.10.2017 a partire dal 04.12.2022

Alcune delle principali novità:

- **inserimento del paragrafo “Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova”.** Per agevolare l’attività di verifica di conformità ai criteri ambientali, per ciascun criterio è stata introdotta una descrizione con le informazioni, i metodi e la documentazione necessari per accertarne la conformità;
- **obbligo della marcatura CE dei materiali isolanti;**
- **introduzione del capitolo “Capacità tecnica dei posatori” tra i criteri premianti per l’affidamento dei lavori.**

## Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova

Tra le novità introdotte, il nuovo decreto sui **CAM-Edilizia** aggiunge varie opzioni per dimostrare il valore percentuale del contenuto di materia riciclata/recuperata/di sottoprodotti:

- **certificazione di prodotto basata sul criterio 4.1c** del marchio VinylPlus Product Label, con attestato della specifica fornitura;
- **certificazione di prodotto**, basata sulla tracciabilità dei materiali o sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità accreditato a norma del regolamento (UE) n. 765/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio secondo la norma ISO 17065, con l'indicazione, sul certificato, della percentuale di materiale riciclato;
- **certificazione di prodotto**, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità accreditato a norma del regolamento (UE) n. 765/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, in conformità alla prassi UNI/PdR 88:2020 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", se il materiale rientra nel campo di applicazione di tale prassi.

## Obbligo della marcatura CE dei materiali isolanti

Nel nuovo decreto è stato **introdotto l'obbligo della marcatura CE** tra i requisiti dei materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro edilizio, esclusi, quindi, i materiali usati per l'isolamento degli impianti.

## Introduzione del capitolo “Capacità tecnica dei posatori” tra i criteri premianti per l'affidamento dei lavori

Tra i criteri premianti per l'affidamento dei lavori, è stato inserito il capitolo: “Capacità tecnica dei posatori”, che prevede un punteggio premiante all'impresa di costruzioni che si avvale di posatori qualificati, esperti nella posa dei materiali da installare.

Ci si riferisce a professionisti operanti come posatori di sistemi di isolamento termico a cappotto, posatori di pavimenti, posatori di serramenti, ecc.. Ma questi sono solo degli esempi; **in realtà tutte le figure di professionisti operanti come posatori possono essere certificate.**

L'iter di certificazione prevede una verifica del possesso, da parte del candidato, di requisiti di esperienza e formazione e il superamento di un esame, a valle del quale il candidato ottiene il certificato di qualifica come “posatore/installatore di...”, usualmente chiamato «patentino».

# Requisiti di legge sui parametri termici dei componenti opachi e trasparenti dell'involucro edilizio

**prof. ing. Francesco Minichiello**  
Email: [minichie@unina.it](mailto:minichie@unina.it)

**Dipartimento di Ingegneria Industriale, Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, Università degli Studi di Napoli Federico II**