



Ordine
degli
INGEGNERI



Ordini degli Ingegneri della Provincia di Udine – Commissione Mista
Università degli Studi di Udine
Consorzio Friuli Formazione

CORSI DI DEONTOLOGIA E PRATICA PROFESSIONALE

Incontri di orientamento alla preparazione dell'esame
di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere

SETTORE INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

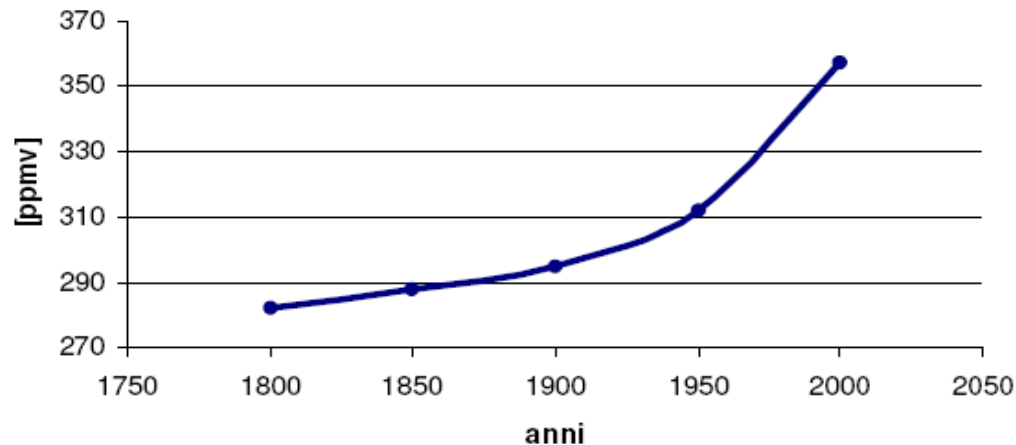
EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

ing. Stefano Barbina

Udine, 23 maggio 2014

I maggiori problemi climatici sono causati dalle emissioni inquinanti
in modo particolare dalle emissioni di CO₂

CO₂ in atmosfera



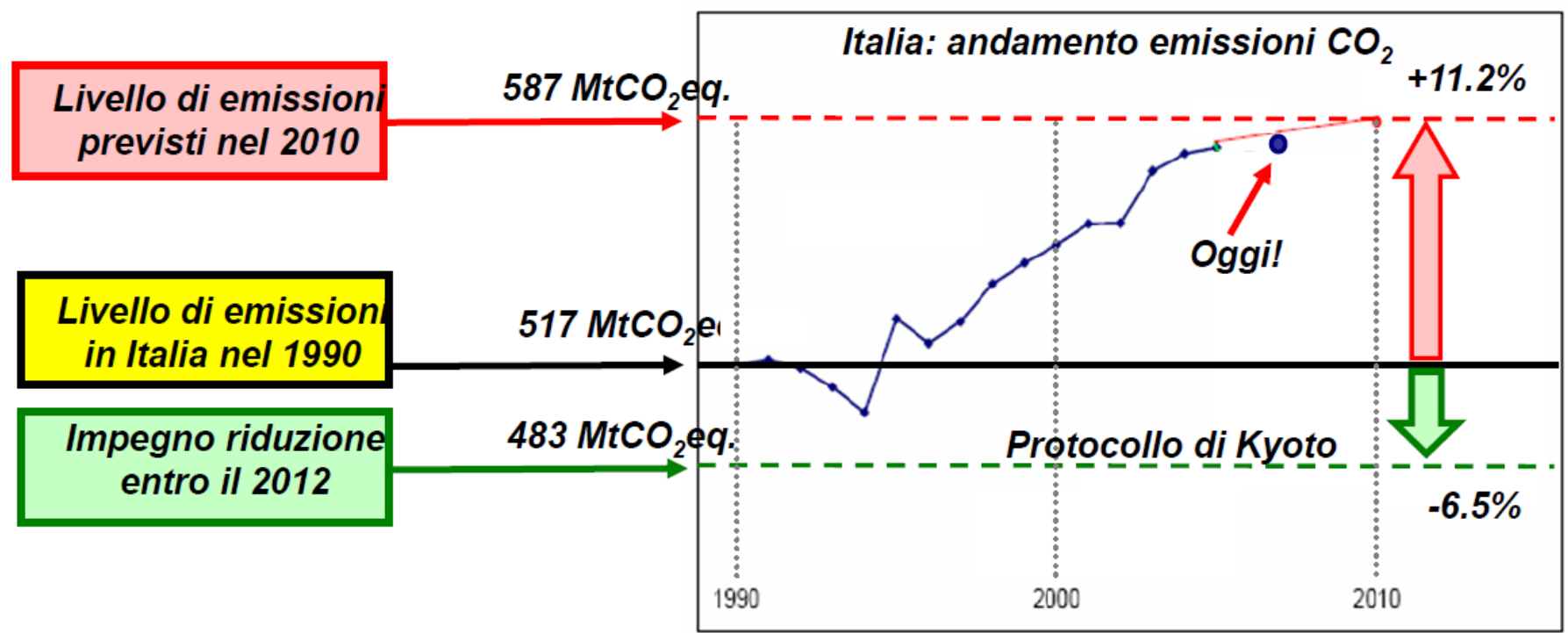
Il 75% delle emissioni di CO₂ proviene dalla combustione di fonti fossili

Protocollo di Kyoto del 11.12.1997

Il 16 Febbraio 2005 il protocollo è entrato in vigore con lo scopo
di ridurre tra il 2008 e il 2012 le emissioni di una misura
non inferiore al 5% rispetto al 1990 (considerato come anno base)

Nota: **fallimento Conferenze sul clima**

3. Problemi climatici



Fonte: Rapporto energia e ambiente 2007 - ENEA

EFFICIENZA ENERGETICA

L'efficienza energetica di un sistema rappresenta la capacità di sfruttare l'energia ad esso fornita per soddisfarne il fabbisogno richiesto. Minori sono i consumi relativi al soddisfacimento di un determinato fabbisogno, maggiore è l'efficienza energetica. Con il termine efficienza energetica, in edilizia, si vuole raggruppare tutte quelle azioni di programmazione, pianificazione, progettazione e realizzazione che consentono di raggiungere l'obiettivo primario del risparmio di energia (l'efficienza è da intendersi riferita al sistema energetico nel suo complesso - sistema edificio/impianto – come capacità di garantire l'erogazione del servizio, ad esempio il riscaldamento, attraverso l'utilizzo della minore quantità di energia possibile).



EFFICIENZA ENERGETICA

Efficienza: è la misura basata sul rapporto tra il livello di efficacia e l'utilizzo di risorse. In fisica e ingegneria l'efficienza energetica di un processo è definita come:

$$\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{L_w}{L_e}$$

dove P_u è la potenza in uscita, P_e la potenza in entrata, L_w è la quantità di lavoro utile eseguito dal processo, L_e è la quantità di energia assorbita dal processo.

L'efficienza energetica di un sistema sia esso di taglia industriale, o sia che ci si riferisca a strutture civili ed abitative, rappresenta dunque la capacità di sfruttare l'energia ad essa fornita per soddisfarne il fabbisogno, e minori sono i consumi relativi al soddisfacimento di un determinato fabbisogno migliore è l'efficienza energetica del sistema.



DIRETTIVE EUROPEE

Direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988

Risparmio energetico e la ritenzione del calore

Direttiva 93/76/CEE del Consiglio del 13 settembre 1993

Miglioramento dell'efficienza energetica

Direttiva 2002/91/CE del Parl.Eur. e del Cons. del 16 dic. 2002

Metodo di calcolo generale per il rendimento degli edifici

Requisiti minimi in materia di rendimento energetico

Certificazione energetica degli edifici

Abrogata dal 1° febbraio 2012 a seguito della nuova Direttiva 2010/31/CE “Energy performance of buildings” approvata dal Parlamento Europeo il 18.05.2010 sulla prestazione energetica nell’edilizia e adottata dal Consiglio Europeo il 14.04. 2010

EPBD Energy Performance of Buildings Directive

Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 (*in vigore dal 04.12.2012*)

Efficienza energetica finalizzata al conseguimento dell’obiettivo principale del pacchetto 20-20-20 (*da recepire a cura degli stati membri entro il 2014*)

DIRETTIVE EUROPEE

La direttiva europea 2010/31/CE stabilisce che i nuovi edifici, costruiti a partire dal 2020, dovranno essere “a energia quasi zero”, cioè edifici ad altissima prestazione energetica, in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo deve essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili.

NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS

<http://www.epbd-ca.eu/>



Dicembre 2002
DIRETTIVA 2002/91/CE Rendimento energetico edifici



Luglio 2010
DIRETTIVA 2010/31/CE Rendimento energetico edifici



Case passive ???

Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere “edifici a energia quasi zero”.

Per gli edifici pubblici questa scadenza è anticipata al 31 dicembre 2018.

NORMATIVA ITALIANA

(dopo la Legge 30.04.1976 n. 373 Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici e la Legge 09.01.1991 n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale e uso razionale dell'energia)

L'Italia ha recepito le indicazioni europee con i seguenti decreti legislativi:

D.Lgs n.192 del 19.08.2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”, **entrato in vigore il 08.10.2005**

D.Lgs 311 del 29.12.2006 “Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo 19.08.05 n.192,” **entrato in vigore il 02.02.2007**

D.Lgs n. 115 del 30.05.2008 “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE), **entrato in vigore il 30.05.2008**

D.P.R. n.59 del 02.04.2009 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”, **entrato in vigore il 25.06.2009**

D.M. del 26.06.2009 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”, **entrato in vigore il 25.07.2009**

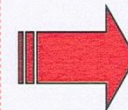
D.Lgs 28/2011 “ Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”, **entrato in vigore il 04.03.2011**

Decreto 22.11.2012 “ Modifica dell'Allegato A del D.Lgs 19.08.2005 n.192”

Decreto Legge 4 giugno 2013 n.63 “Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea ”, **entrato in vigore il 6 giugno 2013**

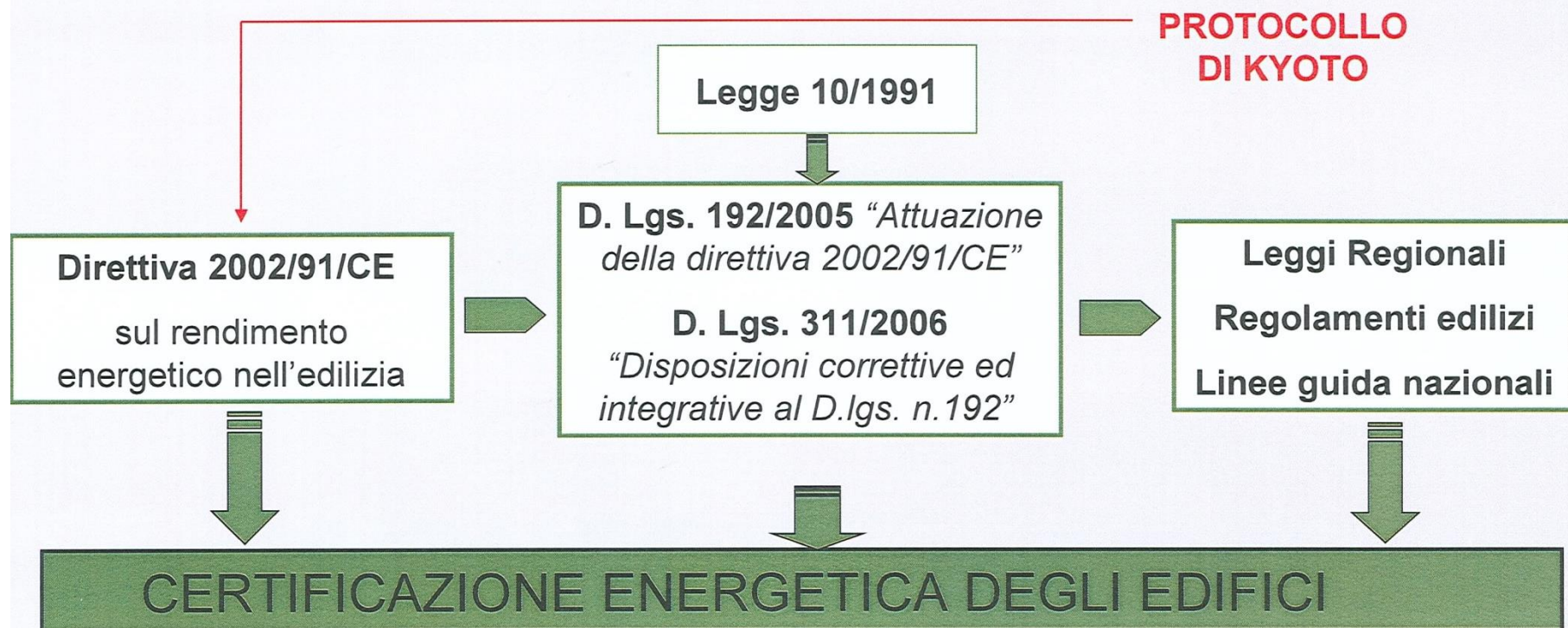
CAUSE:

- fonti di energia non rinnovabili in esaurimento
- inquinamento atmosferico

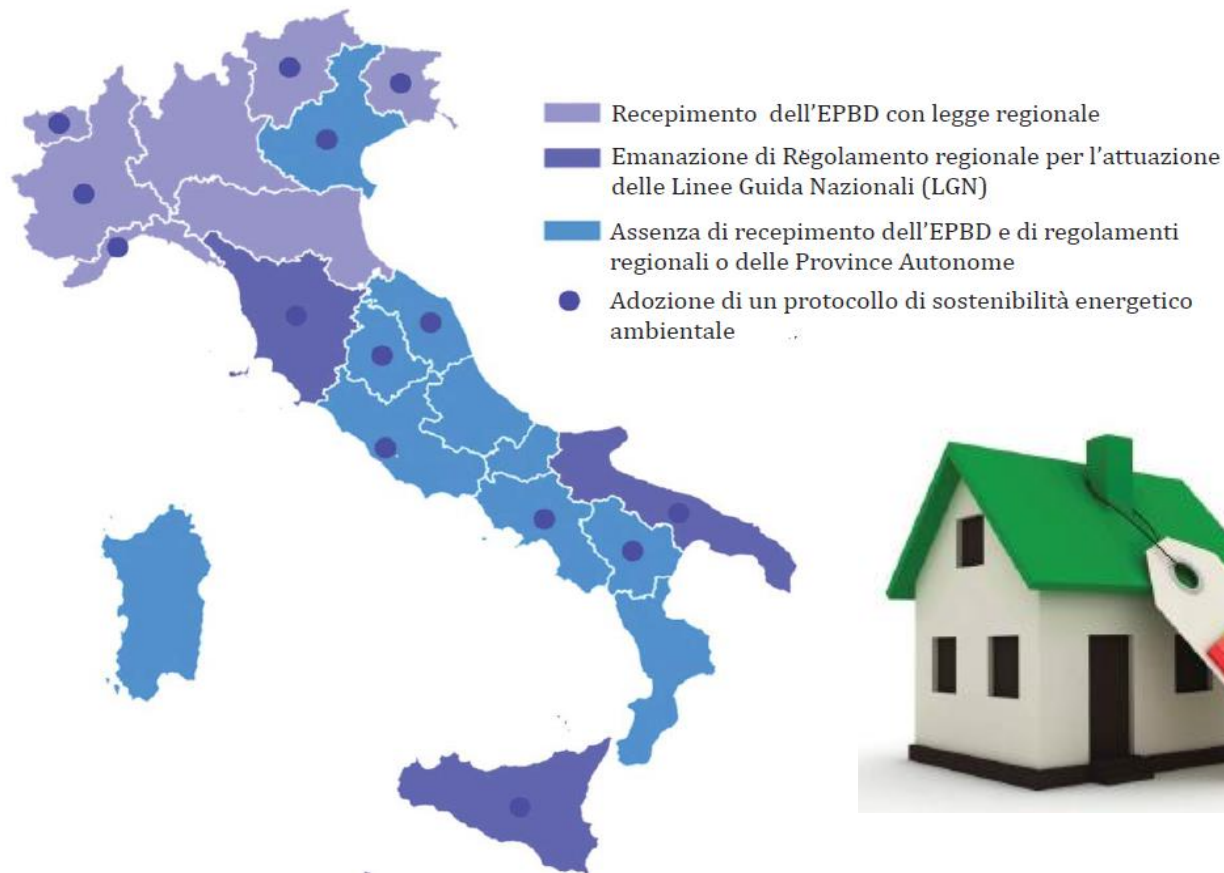


OBIETTIVI:

- risparmio energetico
- riduzione emissioni CO₂

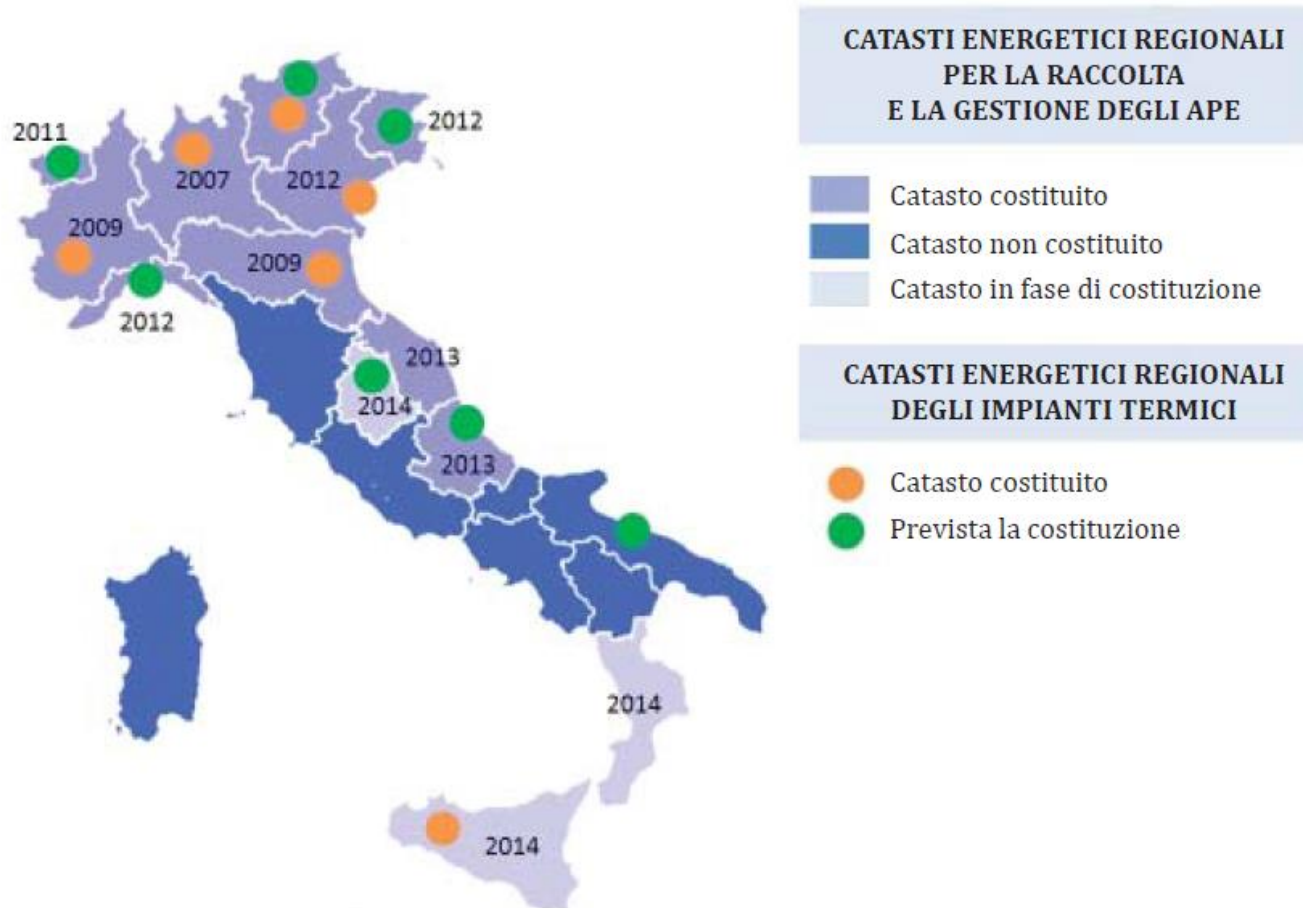


CERTIFICAZIONE ENERGETICA



**CTI – Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente
(Attuazione della Certificazione Energetica in Italia – Rapporto 2013)**

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



CTI – Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente
(Attuazione della Certificazione Energetica in Italia – Rapporto 2013)

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

PROTOCOLLI REGIONALI ITACA (certificazione ambientale)

Protocollo Itaca Marche
Protocollo Itaca Puglia
Protocollo Itaca Umbria (VSA)
Protocollo Itaca Marche
Protocollo Itaca Piemonte
Protocollo Itaca Valle d'Aosta
Protocollo Itaca Friuli Venezia Giulia (VEA)
Protocollo Itaca Veneto (BioVer)
Protocollo Itaca Liguria
Protocollo Itaca Toscana
Protocollo Itaca Lazio
Protocollo Itaca Basilicata
Protocollo Itaca Sicilia



Link:

http://www.itaca.org/speciale_sostenibile.asp

http://www.itaca.org/valutazione_sostenibilita.asp#

<http://www.itaca.org/edilizia+sostenibile+protocollo+itaca.asp>

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

La procedura di calcolo utilizzata per la valutazione degli indicatori energetici non è uguale per tutte le Regioni. In particolare, la Lombardia e la Provincia Autonoma di Bolzano non utilizzano completamente le norme tecniche nazionali del pacchetto UNI/TS 11300.

Certificatori e certificati:

solamente sette tra Regioni e Province autonome (Emilia-Romagna, Liguria, Lombardia, Piemonte, Friuli, Trentino, Veneto, Valle d'Aosta, Marche) hanno istituito un elenco dei tecnici certificatori energetici.

Oltre alla laurea o al diploma, nelle Regioni è obbligatorio seguire un corso specifico, ma solamente per quelle figure tecniche che non rientrano in modo specifico tra i tecnici competenti,

(D.P.R. 16 aprile 2013 n. 75 - Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c) , del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192)

NORME REGIONALI F.V.G.

Legge Regionale n.23 del 18.08.2005

“Disposizioni in materia di edilizia sostenibile”

Delibera DGR 2055 del 27.10.2011 relativa all’approvazione del nuovo Protocollo VEA e all’entrata in vigore della certificazione VEA.

Questa è la gradualità dell’entrata in vigore della certificazione VEA:

a) applicazione, per gli interventi di cui all’articolo 1 bis lettere a), b) e c) della **legge regionale n.23/2005** e limitatamente alle destinazioni d’uso direzionale e residenziale , alle nuove domande di rilascio del titolo abilitativo edilizio presentate a partire dal 31 ottobre 2011:

a) nuova costruzione, nel caso in cui la superficie netta totale sia superiore a 50 metri quadrati;

b) ampliamento, nel caso in cui il volume a temperatura controllata della nuova porzione di costruzione risulti superiore al 20 per cento rispetto a quello esistente e, comunque, nei casi in cui la superficie netta dell’ampliamento sia superiore a 50 metri quadrati;

c) ristrutturazione edilizia;

Schede criteri

Protocollo Regionale VEA
per la Valutazione della qualità
Energetica e Ambientale dell’edificio



basate su Protocollo ITACA 2011 – SB Tool 2007

NORME REGIONALI F.V.G.

Legge Regionale n.23 del 18.08.2005

“Disposizioni in materia di edilizia sostenibile”

Da gennaio 2013 in Friuli Venezia Giulia tutte le certificazioni energetiche e VEA
devono essere inviate a:

ARES Agenzia Regionale per l'Edilizia Sostenibile

viale della Vittoria, 9 - 33085 Maniago (PN)

**trasmesse attraverso
il portale telematico**



RECENTI NORMATIVE



DECRETO LEGISLATIVO n.28 del 3 marzo 2011: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE (in vigore dal 29.03.2011 – cosiddetto *Decreto rinnovabili*)

Art.11 (Obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e negli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti)

1. I progetti di edifici di nuova costruzione ed i progetti di ristrutturazioni rilevanti degli edifici esistenti prevedono l'utilizzo di fonti rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione e le decorrenze di cui all'allegato 3.

3. L'inosservanza dell'obbligo di cui al comma 1 comporta il diniego del rilascio del titolo edilizio.

ULTIME NOVITÀ NORMATIVE

ALLEGATO 3 D.Lgs n.28 del 3 marzo 2011 (art. 9, comma 1)

Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) il 20 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
 - b) il 35 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
 - c) il 50 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.
2. Gli obblighi di cui al comma 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

ULTIME NOVITÀ NORMATIVE

3. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli **impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze**, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = 1/K \times S$$

dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori:

- a) K = 80, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) K = 65, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) K = 50, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017.

MIGLIORARE L'EFFICIENZA

I consumi del settore civile sono spesso dovuti ad un alto grado di inefficienza energetica delle utenze per ciò che riguarda il fabbisogno termico.

Il fabbisogno termico è dovuto principalmente alla necessità di riscaldamento degli ambienti abitativi ed alla produzione di acqua calda sanitaria.

Pur mantenendo un alto livello di comfort è possibile diminuire drasticamente i consumi termici attraverso interventi che rendano più efficiente l'involucro dei fabbricati. Altri interventi di miglioramento riguardano la sostituzione di utenze termiche con sistemi a fonte rinnovabile come il solare termico, oppure l'utilizzo di pompe di calore e di caldaie a condensazione, sistemi geotermici ...



Livello di energia consumata in un edificio

INDICE TERMICO DELL'EDIFICIO Categoria di consumo di calore		Paese	Consumi (litri combustibile/mq anno)	classe
basso fabbisogno di calore A B C D E F G alto fabbisogno di calore	scala			
	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Danimarca	= 5	B
	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Francia	= 7	C
	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Bolzano		
	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$			
	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$			
	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Italia	= 20	> G
$HWB_{NGF} > 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$				

Indice Termico = indica il livello di energia consumata in un edificio per il riscaldamento: **efficienza massima classe (A), efficienza minima classe (G)**

Stima dei consumi di energia in un'abitazione

Sono evidenti i settori su cui intervenire



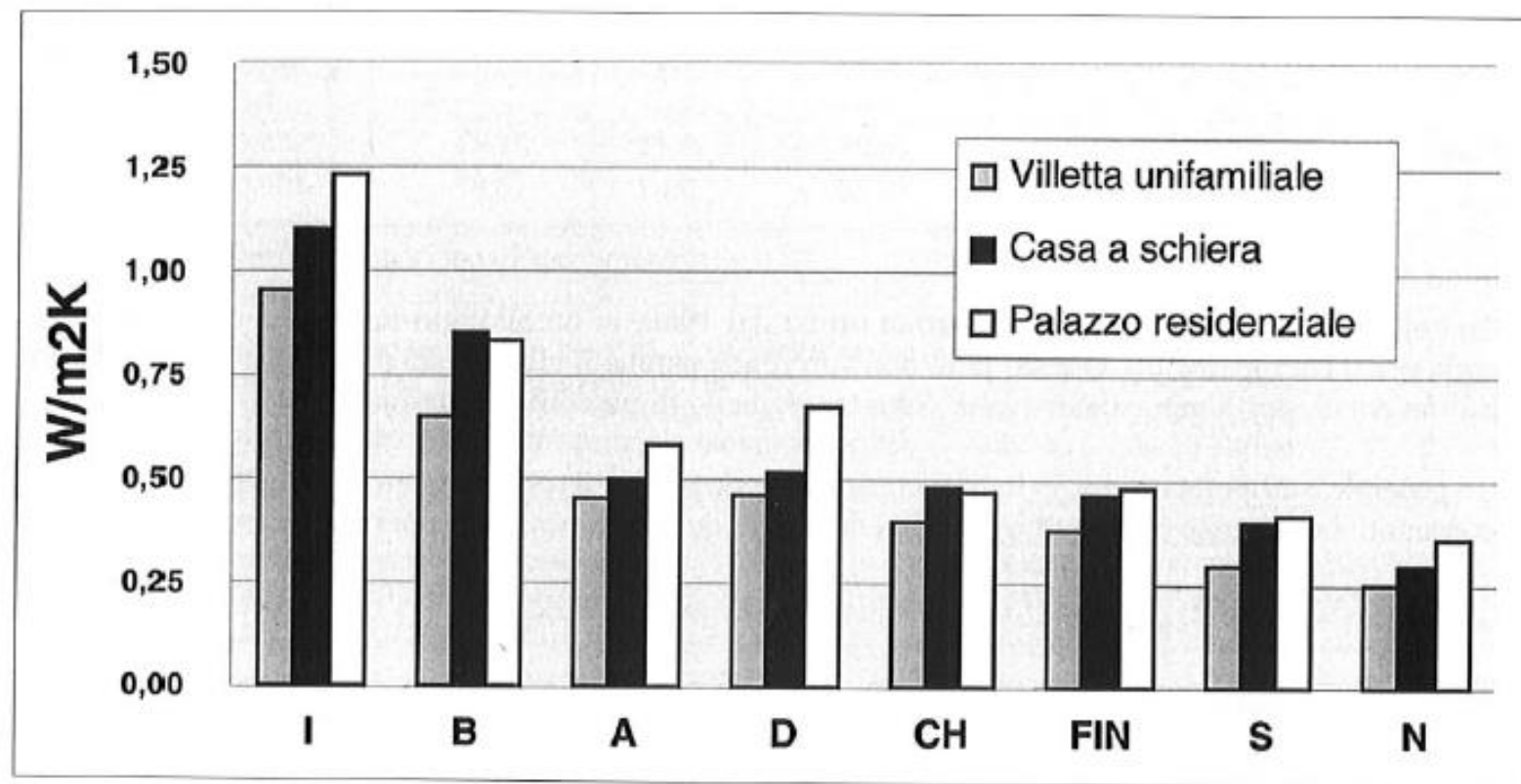
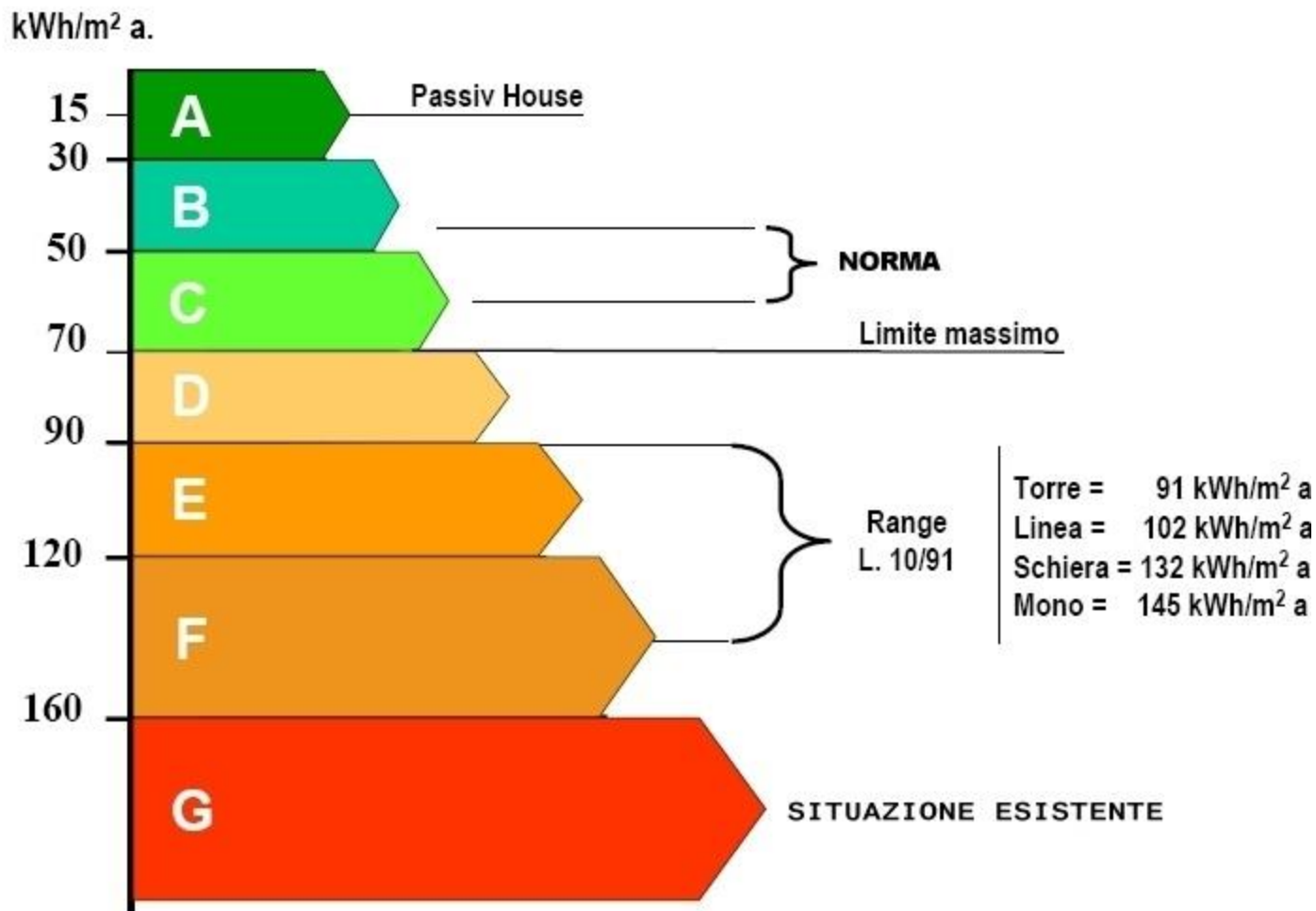


Figura 2 – Caratteristiche termiche minime degli edifici richieste in alcuni paesi europei

da Uwe Wienke – *L'edificio Passivo*

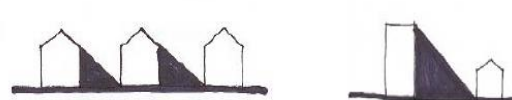


Fabbisogno di Calore per nuove costruzioni

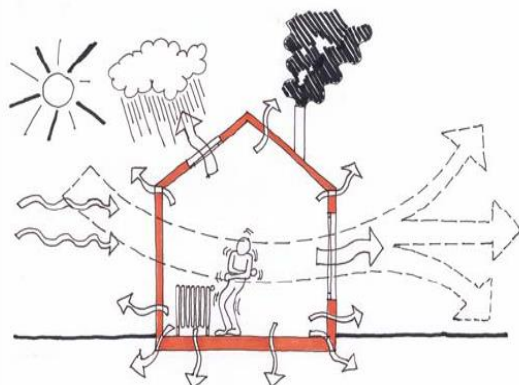
INSUFFICIENTI SPAZI TRA EDIFICI



DIRITTO AL SOLE



LA COSTRUZIONE COMUNE

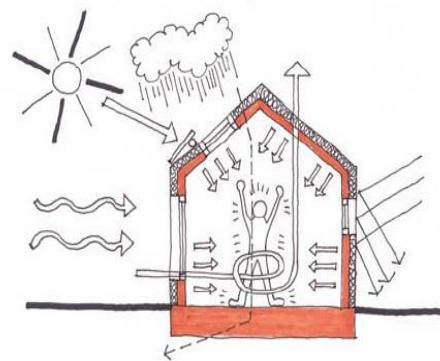


- SCARSO ISOLAMENTO
- PRESENZA DI PONTI TERMICI
- FORTI DISPERSIONI VERSO L'ESTERNO
- EMISSIONI NOCIVE
- INQUINANTI NASCOSTI (INDOOR)
- ALTI CONSUMI ENERGETICI



Una costruzione comune consuma da **14 a 21 litri** combustibile/mq anno

LA CASA A BASSO CONSUMO



- PERFETTO ISOLAMENTO TERMICO
- PERFETTO ISOLAMENTO ACUSTICO
- BASSE EMISSIONI IN ATMOSFERA
- SFRUTTAMENTO DELLE RISORSE NATURALI
- PERFETTO ISOLAMENTO DELLE SUPERFICI FINESTRATE
- ALTO LIVELLO DI COMFORT ABITATIVO
- RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA
- CONSUMI ENERGETICI CONTENUTI

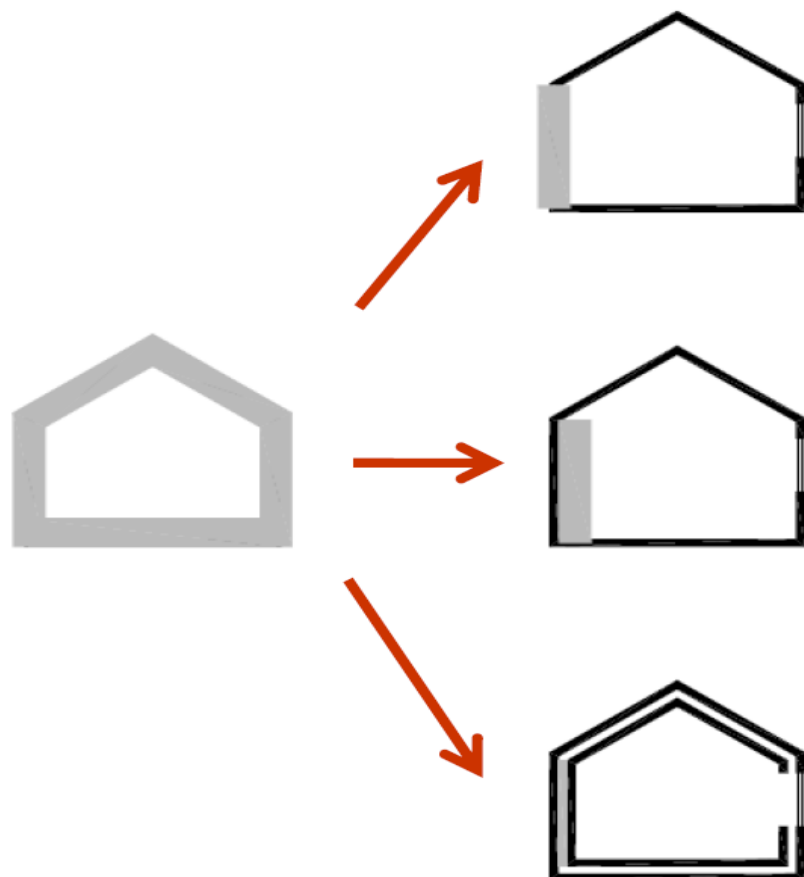


La casa a basso consumo consuma da **3 a 7 litri** combustibile/mq anno



ISOLAMENTO TERMICO

ISOLAMENTO DELLE PARETI



Isolamento a cappotto esterno

L'isolamento dall'esterno o a cappotto consiste nell'incollare e tassellare i pannelli di isolante sulla struttura edilizia presente. Sui pannelli viene applicato il rasante e annegata la rete portaintonaco per effettuare la finitura. E' importante che la posa in opera sia effettuata da personale specializzato, scegliendo il "sistema a cappotto".

Isolamento dall'interno

Questo tipo di isolamento si ottiene foderando le pareti (e anche soffitti) dall'interno, riguarda essenzialmente interventi di riqualificazione energetica in cui non è possibile intervenire con l'isolamento all'esterno o nell'intercapedine, in quanto sottrae superficie utile agli ambienti ed è più soggetto a fenomeni di condensa.

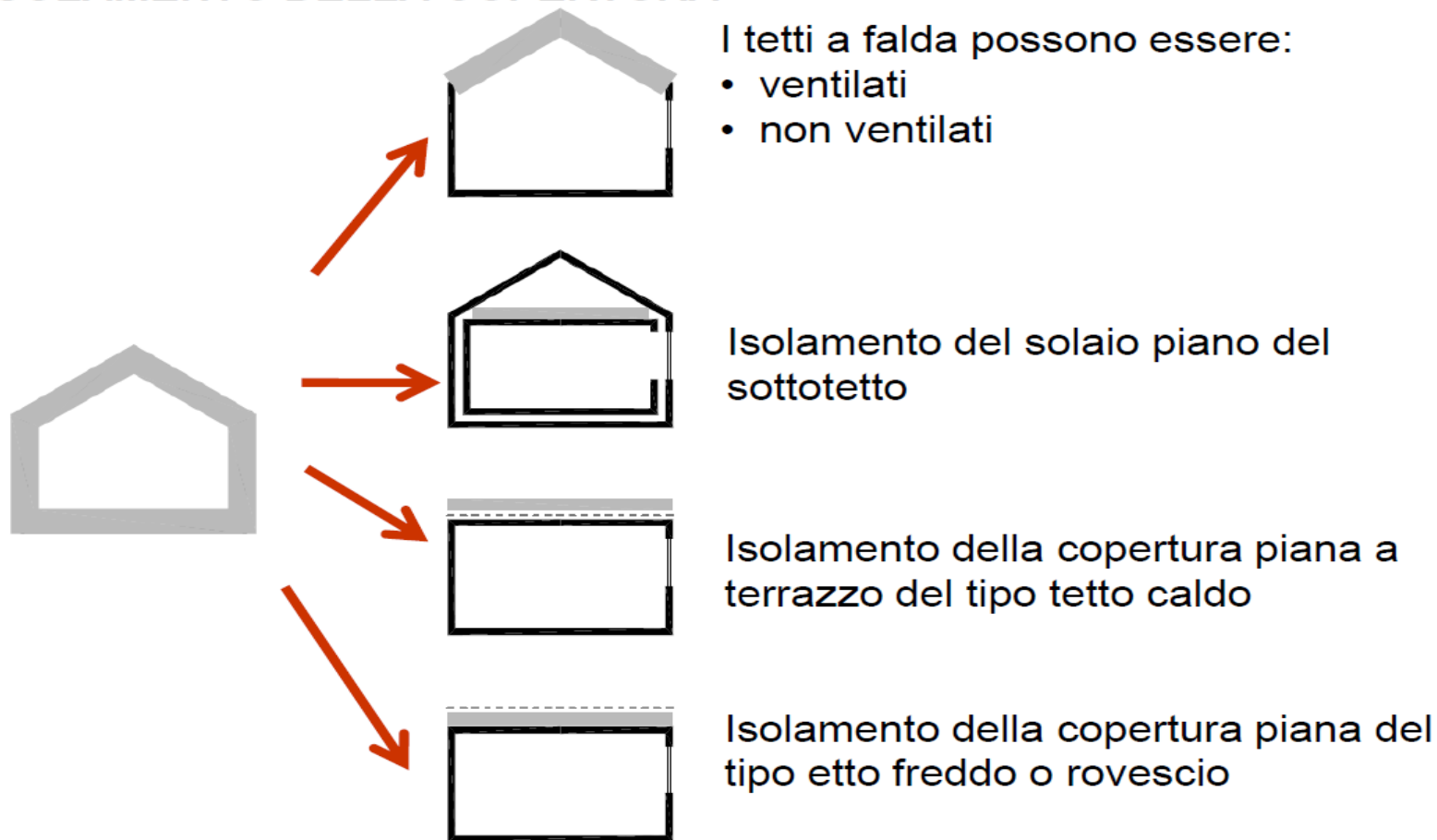
Isolamento in intercapedine

L'isolamento in intercapedine prevede l'inserimento dell'isolante all'interno della cortina edilizia, in questo modo possono essere utilizzati sia isolanti sfusi o fibrosi di bassa densità che isolanti in lastre rigide.

Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT – Bolzano 28.01.2011

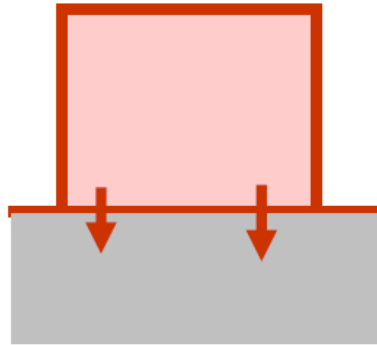
ISOLAMENTO TERMICO

ISOLAMENTO DELLA COPERTURA

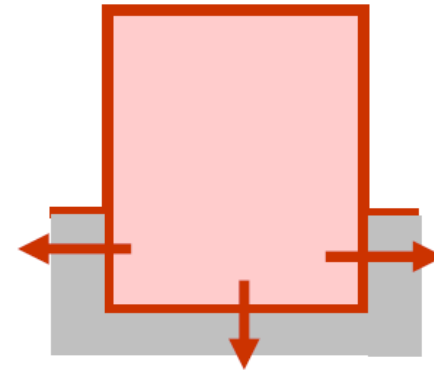


Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT – Bolzano 28.01.2011

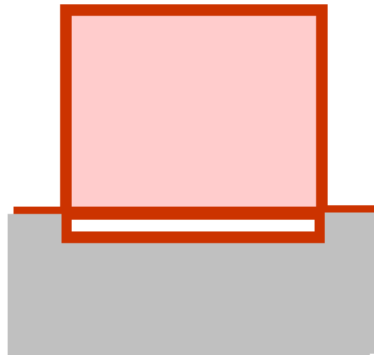
ISOLAMENTO TERMICO



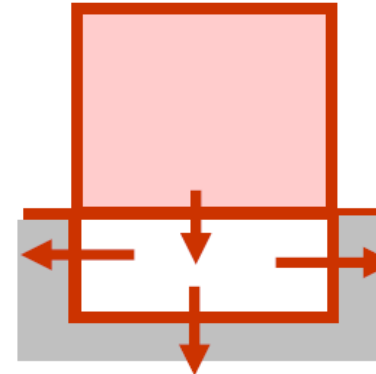
PAVIMENTO CONTROTERRA



PIANO INTERRATO RISCALDATO



PAVIMENTO SU INTERCAPEDINE



PAVIMENTO SU PIANO INTERRATO NON RISCALDATO

Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT – Bolzano 28.01.2011

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo (μ adimensionale: esprime di quanto la resistenza al passaggio del vapore di un certo materiale è superiore a quella dell'aria a parità di spessore e temperatura, tenuto conto per l'aria un valore $\mu=1$)

Resistenza alla diffusione del vapore acqueo in m^2/hPa

Permeabilità al vapore in kg/msPa (quantità di vapore che passa nell'unità di tempo attraverso uno spessore unitario a causa di una differenza unitaria di pressione)

La permeabilità al vapore di uno strato di materiale viene definita anche indicando lo spessore equivalente S_d , corrispondente allo spessore di uno strato d'aria che ha la stessa resistenza alla diffusione del vapore acqueo di uno strato di materiale di spessore d e fattore di resistenza μ .

La relazione tra i parametri è $S_d = \mu \cdot d$

$S_d < 0,1 \text{ ml}$: alta traspirazione

$1 \text{ ml} < S_d < 20 \text{ ml}$: freno al vapore (materiale “semitrasparente “al vapore)

$S_d > 20 \text{ ml}$: barriera al vapore

Massa volumica in Kg/m^3

Calore Specifico in $\text{J}/\text{kg}^\circ\text{C}$

La conducibilità o conduttività termica (indicata con λ o K) in W/mK

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

La conducibilità o conduttività termica (indicata con λ) è il rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore. In altri termini, la conducibilità termica è una misura dell'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore e dipende solo dalla natura del materiale (non dalla sua forma).

La conducibilità termica non va confusa con la diffusività termica (o conducibilità termometrica), che è il rapporto fra la conducibilità termica e il prodotto fra densità e calore specifico della data sostanza (espressa nel Sistema internazionale in m^2/s , analogamente a tutte le "diffusività") e misura l'attitudine di una sostanza a trasmettere, non il calore, bensì una variazione di temperatura.

In formula, supponendo che un elemento lungo d e di sezione S , abbia i suoi due estremi a contatto con due sorgenti di calore a temperature diverse:

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{S \cdot (T_2 - T_1)}$$

dove:

Q è il tasso di trasferimento di calore, misurato in watt, cioè la quantità di energia termica (calore) che transita nell'unità di tempo attraverso la sezione S ;

d è la lunghezza, misurata in metri, (ovvero la distanza tra i punti a temperatura T_1 e T_2), che si suppone omogenea;

S è l'area, misurata in metri quadri, della sezione trasversale rispetto alla direzione del gradiente di temperatura, ovvero alla direzione attraverso la quale viene misurata la lunghezza d ;

T_1 e T_2 sono le temperature, misurate in gradi kelvin, assunte agli estremi.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

L'isolamento termico di un determinato materiale è la stessa cosa della conducibilità termica ed ha la stessa unità di misura: il λ espresso in W/mK.

Se invece consideriamo un elemento costruttivo nel suo insieme parliamo del coefficiente totale di trasmittanza termica U (espresso in W/m²K):

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}}$$

dove:

h_i e h_e sono i coefficienti di convezione termica o di adduzione liminare con l'ambiente (resistenze superficiali);

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ sono i coefficienti di conducibilità termica dei materiali che compongono l'elemento;

$d_1, d_2 \dots d_n$ sono i rispettivi spessori;

R_g è la resistenza al passaggio termico di strati di aria immobili.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

UNI EN 12831 - Metodo di calcolo del carico termico di progetto

prospetto 3 Parametri per il calcolo dei valori U

Simbolo e unità di misura	Definizione del parametro	Riferimento alla norma (pr)EN corrispondente
R_{si} ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica superficiale interna	EN ISO 6946
R_{se} ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica superficiale esterna	EN ISO 6946
λ ($W/m \times K$)	Conducibilità termica (materiali omogenei): - determinazione dei valori dichiarati e di progetto (procedimento) - valori di progetto tabulati (valori cautelativi)	EN ISO 10456 EN 12524
	- posizione e condizioni di umidità locali (in funzione del Paese)	norme nazionali
R ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica di materiali (non) omogenei	EN ISO 6946
R_a ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica di strati d'aria o cavità: - strati d'aria non ventilati, leggermente ventilati e ben ventilati - in finestre accoppiate e doppie	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1
U ($W/m^2 \times K$)	Trasmittanza termica: - metodo generale di calcolo - finestre, porte (valori calcolati e tabulati) - telai (metodo numerico) - vetrate	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1 prEN ISO 10077-2 EN 673
Ψ ($W/m \times K$)	Trasmittanza termica lineare (ponti termici): - calcolo dettagliato (numerico - 3D) - calcolo dettagliato (2D) - calcolo semplificato	EN ISO 10211-1 EN ISO 10211-2 EN ISO 14683
χ (W/K)	Trasmittanza termica puntiforme (ponti termici 3D)	EN ISO 10211-1

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

La conducibilità termica di una sostanza dipende dalla temperatura (per alcuni materiali aumenta all'aumentare della temperatura, per altri diminuisce), dall'induzione magnetica, e da fattori fisici come la porosità, e dipende anche dalla pressione nel caso di aeriformi.

UNI EN ISO 10456 - Materiali e prodotti per edilizia – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto

$$\lambda_1 = \lambda_2 \cdot F_t \cdot F_m$$

7.2 Conversion for temperature

The factor F_T for temperature is determined by

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)}$$

where

f_T is the temperature conversion coefficient;

T_1 is the temperature of the first set of conditions;

T_2 is the temperature of the second set of conditions.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

EN ISO 6946 - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

5.1 Resistenza termica di strati omogenei

I valori termici di progetto possono essere espressi sia sotto forma di conduttività termica di progetto che di resistenza termica di progetto. Se è nota la conduttività termica, determinare la resistenza termica dello strato con la formula:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

dove:

d è lo spessore dello strato di materiale nel componente;

λ è la conduttività termica di progetto del materiale, calcolata in conformità alla ISO 10456 oppure ricavata da valori tabulati.

I produttori dei materiali, però, si scordano di citare (e di fornire i dati necessari) la norma 10456, che tratta dei valori di conduttività dichiarati λ (DI LABORATORIO) e dei valori di PROGETTO.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Conducibilità dichiarata:

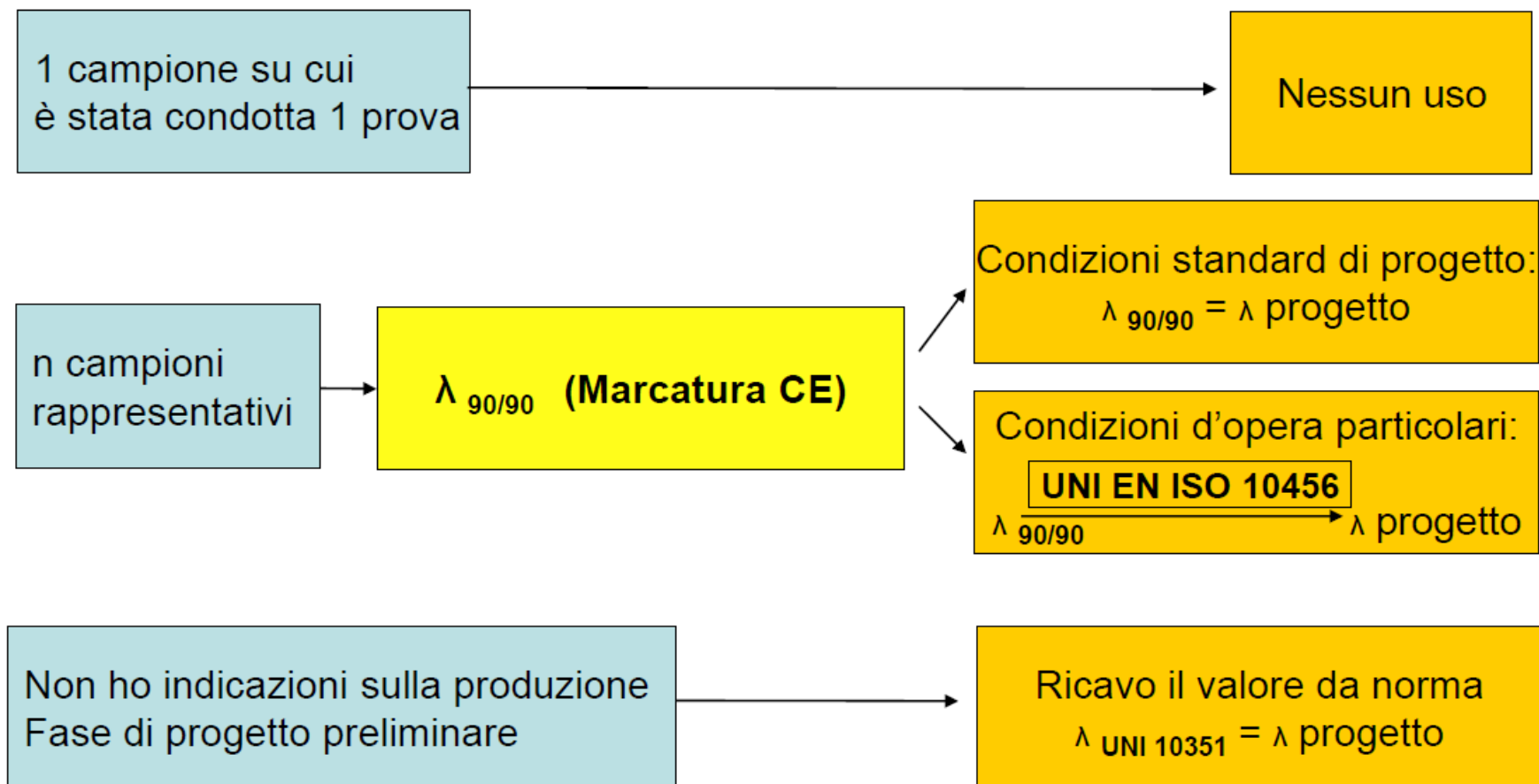
$$\lambda_{90,90} = \lambda_m + k s_\lambda = \text{conducibilità termica dichiarata (90\% frattile con livello di confidenza del 90\%)},$$

λ_m = conducibilità termica media dei valori misurati,


k = fattore funzionale del numero n di misurazioni disponibili,

s_λ = deviazione standard delle n misurazioni disponibili:

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Format / size / formato / méret	mm	2515 x 615
Dicke / thickness / spessore / vastagság	mm	80
Stück / pieces / pezzi / darab		5
Paket / package / pacco / csomag	m ²	7,50
Bestell-Nr.		0393680
XPS-EN13164		
T1-CS(10\Y)250-DS(TH)-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)100-WL(T)0,7-WD(V)3-MU10\Y-FT2		
$R_D = 2,30 \text{ m}^2\text{K/W}$	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	
Brandverhalten Klasse / fire class / classe del fuoco / Tűzállósági osztály = E		

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Esempio: pannello isolante per impianti radianti a pavimento con conducibilità termica dichiarata λ_D pari a 0,034 W/m·K (UNI EN 13163)

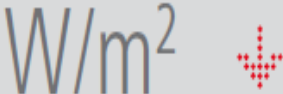
150 kPa (EN 826); reazione al fuoco: Euroclasse F (EN 13501-1) solo isolante: euroclasse E; rigidità dinamica apparente pari a $s'_t=112$ MN/m³ (UNI EN 29052-1), corrispondente a ca. 20 dB di riduzione del rumore da calpestio secondo UNI EN 12354-2 ($B^*=140$ Kg/m²) (NB! solo per lo spessore 27 mm);

spessore: 27 mm, resistenza termica dichiarata 0,80 m²K/W;

spessore: 44 mm, resistenza termica dichiarata 1,30 m²K/W;

spessore: 60 mm, resistenza termica dichiarata 1,75 m²K/W;

spessore: 74 mm, resistenza termica dichiarata 2,15 m²K/W;

	<p>10°C Temperatura sottostante garage aperto</p> <p>1,25 m²K/W Resistenza termica di progetto secondo UNI EN ISO 10456 (europlus-flex 44) alla conducibilità termica dichiarata λ_D del pannello è stato applicato il fattore correttivo $F_T=1,034$ (UNI EN ISO 10456)</p>
---	---

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Esempio: pannello o sandwich costituito da un componente isolante in schiuma poliuretana, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con carta monobitumata, con conducibilità termica dichiarata λ_D pari a 0,024 W/m·K

CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI

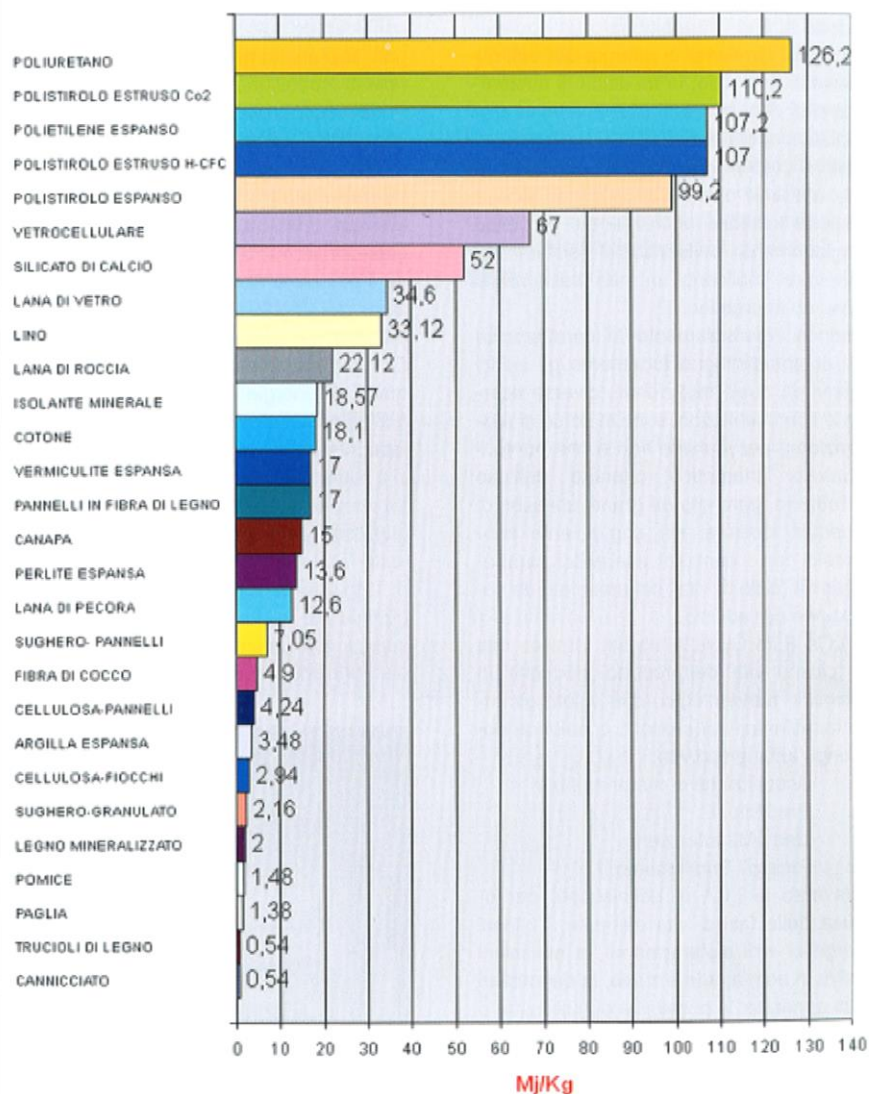
Isolamento Termico

Caratteristica [Norma]	Descrizione	Simbolo [Unità di misura]	Valore Per alcune caratteristiche varia in funzione dello spessore (mm)										
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	-	
Conducibilità Termica media iniziale [EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	$\lambda_{90/90,1}$ [W/mK]	0,024										

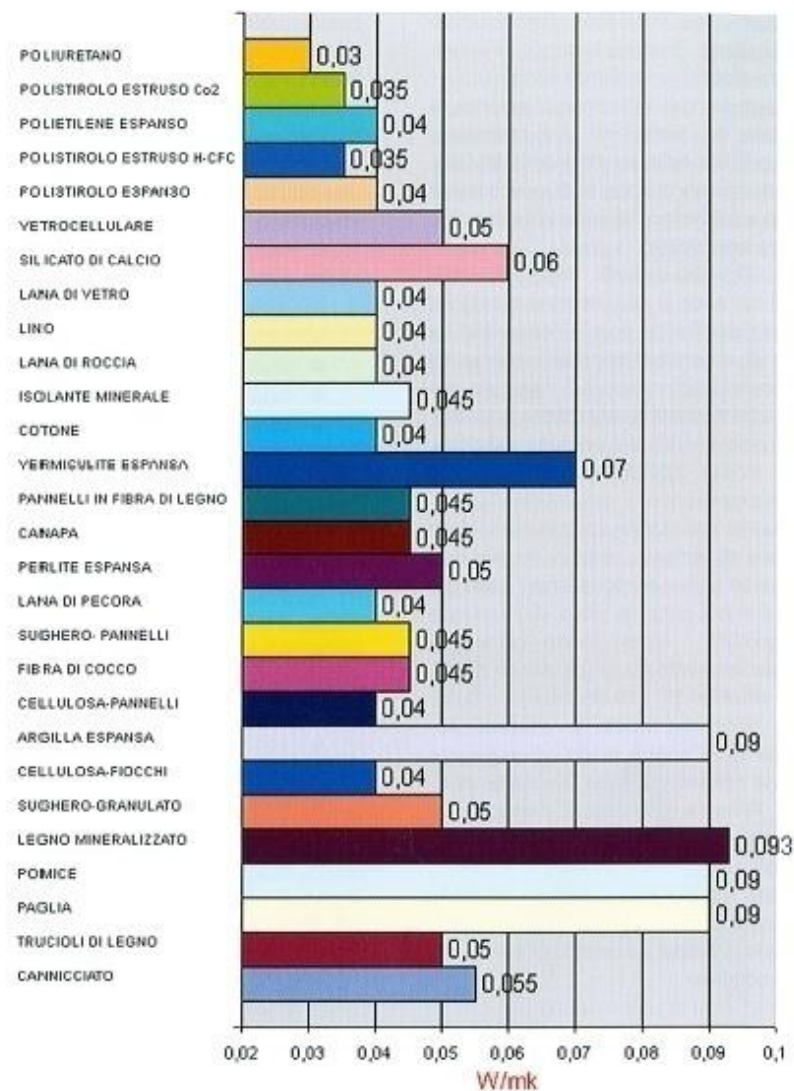
Conducibilità Termica di Progetto [UNI EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 20 °C e umidità relativa 50 %	λ_U [W/mk]	0.026 spessore 80 - 120										
--	--	-----------------------	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

38. Parametri fisici

Valutazione PEI (Dispendio Energia Primaria) tra materiali isolanti



Valori Conduttività Termica



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 2 aprile 2009, n. 59
Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia

Art.2 – Definizioni

...

4. **Trasmittanza termica periodica Y_{IE} (W/m^2K), è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti**

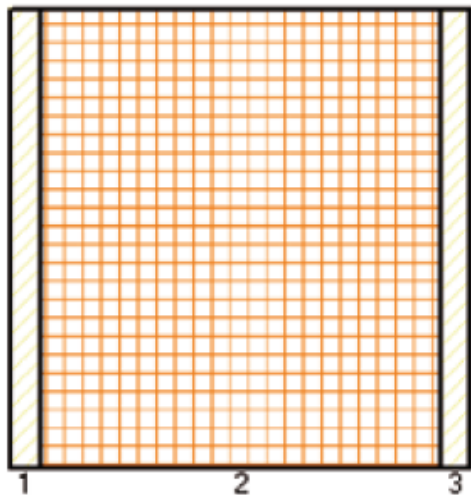
...

$$Y_{i,e} = f \times U_{\text{regime stazionario}}$$

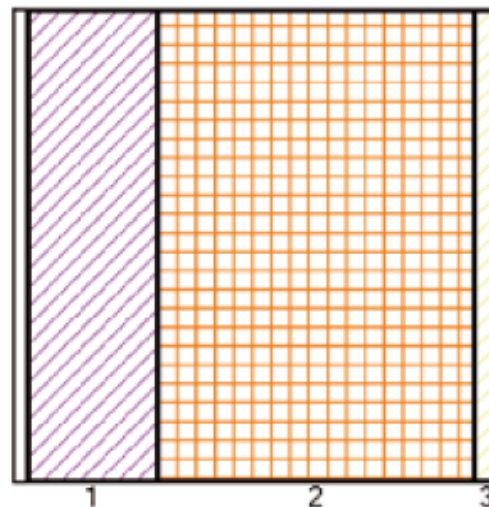
f = fattore di attenuazione

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Caratteristiche parete senza isolamento a cappotto



Caratteristiche parete con isolamento a cappotto



Dati generali

Spessore:	0,230 m
Massa superficiale:	198,00 kg/m ²
Resistenza:	0,8295 m ² K/W
Trasmittanza:	1,2055 W/m ² K

Parametri dinamici

Fattore di attenuazione:	0,4500
Sfasamento:	7h 0'

Dati generali

Spessore:	0,295 m
Massa superficiale:	178,20 kg/m ²
Resistenza:	2,9181 m ² K/W
Trasmittanza:	0,3427 W/m ² K

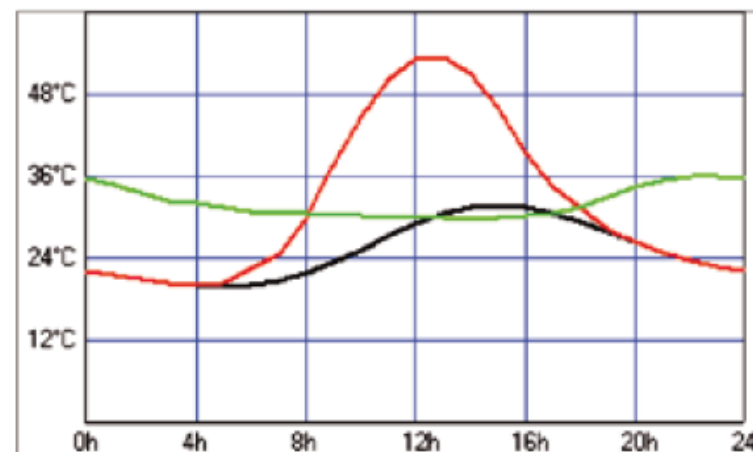
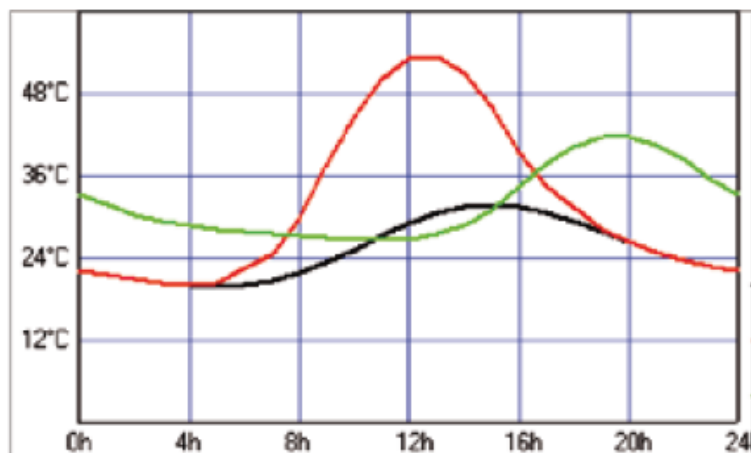
Parametri dinamici

Fattore di attenuazione:	0,1891
Sfasamento:	10h 18'

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Andamento delle temperature superficiali

— Temperatura aria esterna
 — Temperatura superficiale esterna
 — Temperatura superficiale interna



L'isolamento a cappotto determina un maggiore sfasamento temporale (10 h 18' rispetto alle 7 h) e un coefficiente di attenuazione dell'onda termica pari al 19% rispetto al 45% della parete non isolata.

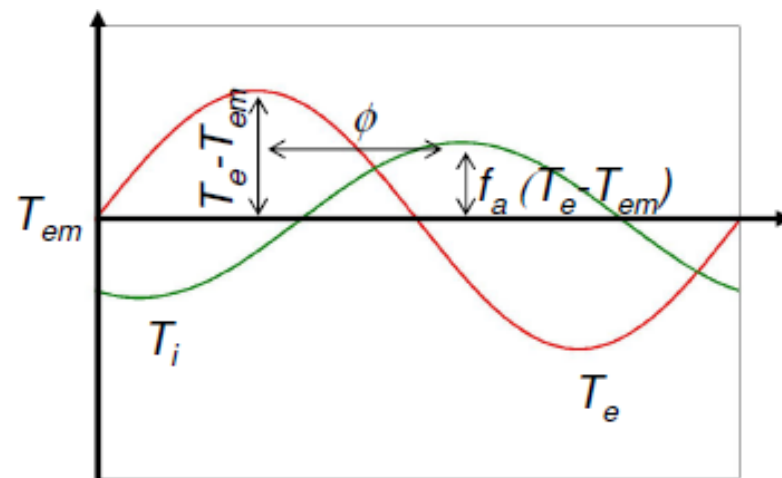
Calcolo di sfasamento e attenuazione dell'onda termica per componenti opachi (da ing. Sergio Mammi – ANIT)

$$T_e(t) = T_{ae}(t) + \alpha I(t) / h_e$$

- | | | | |
|---------------|--|---|-----------------------------|
| ▪ $T_{ae}(t)$ | temperatura dell'aria esterna all'ora t | } | UNI 10349 |
| ▪ $I(t)$ | irradianza solare all'ora t | | |
| ▪ h_e | coefficiente superficiale di scambio termico | | |
| ▪ α | coefficiente di assorbimento | } | Sup. chiara: $\alpha = 0.3$ |
| | | | Sup. media: $\alpha = 0.6$ |
| | | | Sup. scura: $\alpha = 0.9$ |

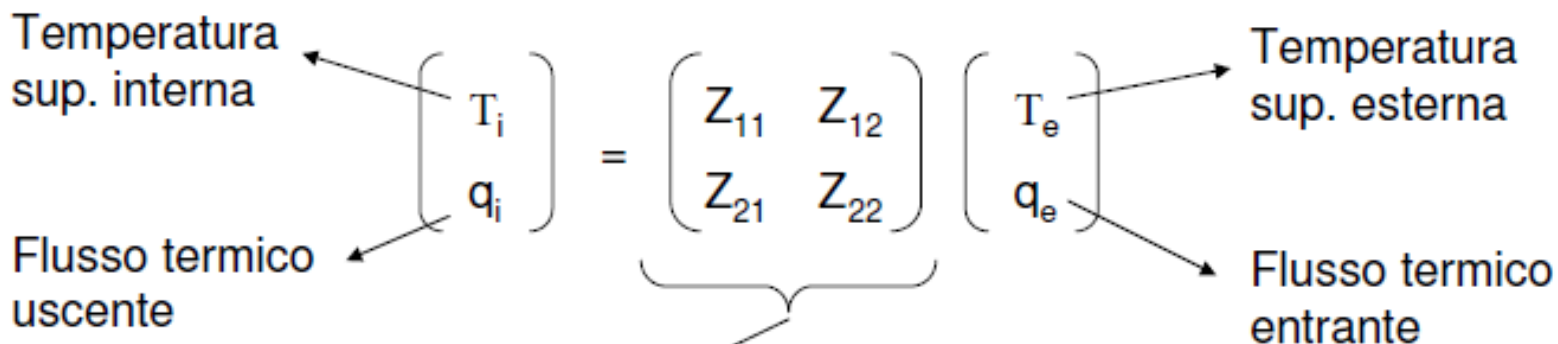
ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

$$T_i(t) = f_a (T_e(t-\phi) - T_{em}) + T_{em}$$



- $T_e(t-\phi)$ temperatura superficiale esterna all'ora $t-\phi$
- T_{em} temperatura superficiale esterna media giornaliera
- ϕ sfasamento dell'onda termica in ore
- f_a fattore di attenuazione del flusso termico

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



Matrice di trasferimento

matrice a coefficienti complessi che dipende dalle caratteristiche del materiale

Caratteristiche termiche dei materiali componenti la struttura:

- ρ densità
- c calore specifico
- s spessore
- λ conduttività termica

$$\rho = \sqrt{\frac{\pi \cdot s^2 \cdot \rho \cdot c}{86400 \cdot \lambda}}$$

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$$

Strato omogeneo

$$Z_{11} = Z_{22} = \cosh(p + i \cdot p)$$

$$Z_{12} = -\frac{s \cdot \sinh(p + i \cdot p)}{\lambda(p + i \cdot p)}$$

$$Z_{21} = -\frac{\lambda \cdot (p + i \cdot p) \sinh(p + i \cdot p)}{s}$$

Intercapedini d'aria e strati liminari

$$Z_{11} = Z_{22} = 1$$

$$Z_{12} = -R$$

$$Z_{21} = 0$$

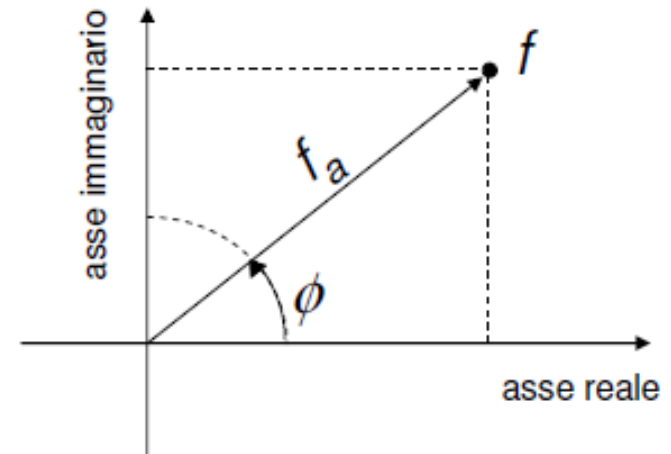
resistenza

Multistrato $Z = Z_1 \cdot Z_2 \cdot \dots \cdot Z_n$

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Coefficiente di attenuazione (complesso) $f = (U Z_{12})^{-1}$ Trasmittanza della parete

- Fattore di attenuazione $f_a = |f|$
- Sfasamento $\phi = \arg(f)$ (in ore)



Decreto Presidente della Repubblica 2.4.2009 n.59

Comma 18:

Per tutte le categorie di edifici, ..., ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, ..., **al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti**, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), numero 1), del decreto legislativo, questo ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali:

...

b) in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :

1) relativamente a tutte le **pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est**, eseguire almeno una delle seguenti verifiche:

il valore della massa superficiale M_s , sia superiore a 230 kg/m^2 ;

il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

2) relativamente a tutte le **pareti opache orizzontali ed inclinate** che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

c) utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica (VMC)....

Decreto Presidente della Repubblica 2.4.2009 n.59

Mappa dei capoluoghi di provincia
con irradianza superiore a 290 W/m²



BENESSERE ESTIVO DEGLI EDIFICI NUOVI E RISTRUTTURATI INTEGRALMENTE

- Efficacia sistemi schermanti
- Verifiche sulle strutture (escluse le categorie E5, E6, E7, E8):
Zone climatiche con irradianza maggiore di 290 W/m² (esclusa la zona F)
 - Pareti verticali (escluse quelle a N, N/O, N/E)
verifiche alternative:
 - 1) massa superficiale > 230 kg/m²
 - 2) trasmittanza termica periodica $Y_{IE} < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Pareti opache orizzontali e inclinate:
trasmittanza termica periodica $Y_{IE} < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Efficacia ventilazione naturale o impiego di sistemi per la ventilazione meccanica
- Obbligo di sistemi schermanti esterni (escluse cat. E6, E8)

NORME - QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE (allegato B, art.7 comma 2 D.M. 26.6.2009)

La metodologia di calcolo adottata dovrà garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche, a tale requisito rispondono le normative UNI vigenti.

NORME PER LA DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEL SISTEMA EDIFICIO/IMPIANTO:

UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

NORME PER LA VENTILAZIONE:

UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere – Generalità, classificazione e requisiti – Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura

UNI EN 13779 Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione

UNI EN 15242 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni

NORME PER LA CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO:

UNI EN ISO 6946 Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo

UNI EN ISO 10077-1 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità

NORME - QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE (D.M. 26.6.2009)

UNI EN ISO 10077-2 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai

UNI EN ISO 13786 Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo

UNI EN ISO 13789 Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo

UNI EN ISO 13370 Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo

UNI EN ISO 10211 Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Calcoli dettagliati

UNI EN ISO 14683 Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento

UNI EN ISO 13788 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale – Metodo di calcolo

UNI EN 13363-1 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 1: Metodo semplificato

UNI EN 13363-2 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato

UNI 11235 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde

NORME - QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE (D.M. 26.6.2009)

BANCHE DATI E NORME DI SUPPORTO

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

UNI 10351 Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore

UNI 10355 Murature e solai – Valori di resistenza termica e metodo di calcolo

UNI EN 410 Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI EN 673 Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica – Metodo di calcolo

UNI EN ISO 7345 Isolamento termico – Grandezze fisiche e definizioni

UNI 8065 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile

UNI EN 303-5 Caldaie per riscaldamento - Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale e automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW - Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura

PROCEDURA DI CALCOLO FONDAMENTALE - UNI/TS 11300

Per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (Ep_i Ep_{acs} $Ep_{e,inv}$...) si fa riferimento alle metodologie di calcolo definite dalla specifiche tecniche della serie UNI/TS 11300:

- a) UNI/TS 11300 – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- b) UNI/TS 11300 – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- c) UNI/TS 11300 – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- d) UNI/TS 11300 – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.

PROCEDIMENTO GENERALE DI CALCOLO

1. Definizione dello spazio riscaldato, delle zone e degli spazi non riscaldati
2. Calcolo dei coefficienti di dispersione termica
3. Definizione della temperatura di progetto e tipo di funzionamento
4. Definizione della durata della stagione di riscaldamento
5. Per ogni periodo calcolare le dispersioni termiche: $Q_{H,tr}$ e $Q_{H,ve}$
6. Calcolo degli apporti gratuiti di calore: interni Q_{int} e solari Q_{sol}
7. Calcolo del fattore di utilizzazione
8. Calcolo del Fabb. Ener. annuale per il riscaldamento e la produzione di a.c.s.
9. Calcolo del contributo da fonti rinnovabili
10. Calcolo del Fabb. Ener. Primaria necessario considerando il rendimento del generatore

RISULTATI

1. Energia annuale e mensile necessaria al riscaldamento e raffrescamento
2. Energia annuale e mensile utilizzata per il riscaldamento e raffrescamento
3. Energia utilizzata dagli ausiliari per il funzionamento dell'intero sistema (per il sistema di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione)
4. Valori mensili dei diversi contributi all'interno del bilancio energetico (trasmissione, ventilazione, sorgenti interne e apporti solari)
5. Contributi dovuti alle fonti rinnovabili
6. Indici di prestazione energetica

PROCEDIMENTO GENERALE DI CALCOLO

Si tenga presente che in un calcolo rigoroso si devono prendere in considerazione i seguenti elementi:

- a) lo scambio termico per trasmissione tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente esterno;
- b) lo scambio termico per ventilazione naturale e meccanica;
- c) lo scambio termico per trasmissione e ventilazione tra zone adiacenti a temperatura diversa;
- d) gli apporti termici interni;
- e) gli apporti termici solari;
- f) l'accumulo del calore nella massa dell'edificio;
- g) l'eventuale controllo dell'umidità negli ambienti climatizzati;
- h) le modalità di emissione del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia;
- i) le modalità di distribuzione del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia;
- l) le modalità di accumulo del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia;
- m) le modalità di generazione del calore e le corrispondenti perdite di energia;
- n) l'effetto di eventuali sistemi impiantistici per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia;
- o) l'influenza dei fenomeni dinamici attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione.

METODO DI CALCOLO – D.M. 26.6.2009 All.A comma 4

Sulla base delle finalità, dell'esperienza e delle opportunità offerte dalla certificazione energetica possono essere usate diverse metodologie di riferimento per la determinazione della prestazione energetica degli edifici, differenti per utilizzo e complessità. Sono pertanto considerati:

1. “Metodo calcolato di progetto”, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di ingresso del progetto energetico dell'edificio come costruito e dei sistemi impiantistici a servizio dell'edificio come realizzati. Questo metodo è di riferimento per gli edifici di nuova costruzione e per quelli completamente ristrutturati, per la predisposizione dell'attestato di qualificazione energetica e della relazione tecnica di rispondenza del progetto alle prescrizioni per il contenimento dei consumi energetici, previsti ai sensi del decreto legislativo fermo restando le relative flessibilità.

Per questo metodo è obbligatorio l'uso di software certificato.



METODO DI CALCOLO – D.M. 26.6.2009 All.A comma 4

2. “Metodo di calcolo da rilievo sull’edificio o standard”, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di ingresso ricavati da indagini svolte direttamente sull’edificio esistente. In questo caso le modalità di approccio possono essere:

i. mediante procedure di rilievo, anche strumentali, sull’edificio e/o sui dispositivi impiantistici effettuate secondo le normative tecniche di riferimento, previste dagli organismi normativi nazionali, europei e internazionali, o, in mancanza di tali norme dalla letteratura tecnico-scientifica;

ii. per analogia costruttiva con altri edifici e sistemi impiantistici coevi, integrata da banche dati o abachi nazionali, regionali o locali (**software nazionale gratuito DOCET**);

iii. sulla base dei principali dati climatici, tipologici, geometrici ed impiantistici (metodo semplificato “manuale” D.M. 26.06.2009).

SOFTWARE DI CALCOLO

Gli strumenti applicativi dei metodi di riferimento nazionali (cioè le specifiche tecniche della serie UNI-TS 11300) devono garantire che i valori degli indici di prestazione energetica, calcolati attraverso il loro utilizzo, abbiano uno scostamento massimo di più o meno il 5% rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dei pertinenti sistemi di riferimento nazionali.

La predetta garanzia è fornita attraverso una verifica e dichiarazione resa da:

- CTI (per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (E_{Pi}) e per la produzione dell'acqua calda sanitaria (E_{Pacs}), attuativo del “Metodo calcolato di progetto o di calcolo standardizzato)
- CNR, ENEA (Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio)

I suddetti enti rendono disponibili i sistemi di riferimento nazionali si cui svolgono le predette verifiche, che possono essere costituiti da raccolte di casi di studio o da fogli di calcolo o da altri strumenti che i predetti istituti ritengono idonei a garantire la qualità dei software commerciali.

L'utilizzo di altri metodi o procedure è disciplinato dal comma 27 dell'articolo 4 del DPR 2.4.2009 n.59:

“ ... l'utilizzo di altri metodi, procedure e specifiche tecniche sviluppati da organismi istituzionali nazionali, quali l'ENEA, le università o gli istituti del CNR, è possibile, motivandone l'uso nella relazione tecnica di progetto ..., purché i risultati conseguiti risultino equivalenti o conservativi rispetto a quelli ottenibili con i metodi di calcolo precedentemente detti ...”

SOFTWARE DI CALCOLO



Ragione Sociale	Software	N. Protocollo	N. Certificato
Acca Software S.p.A. Via M. Cianciulli - 83048 Montella AV	TerMus V.20.00	n. 29	n. 25
Logical Soft S.r.l. Via Garibaldi 253 - 20832 Desio (MB)	TERMOLOG EpiX 3	n. 30	n. 28
MC4Software Italia s.r.l. Via Pio VII, 97 - 10135 Torino	MC4Suite 2012 V. 2	n. 31	n. 27
Namirial S.p.A. Via Caduti sul Lavoro 4 - 60019 Senigallia (AN)	Namirial Clima V. 2	n. 32	n. 30
Namirial S.p.A. Via Caduti sul Lavoro 4 - 60019 Senigallia (AN)	Namirial Termo V. 2	n. 33	n. 29
Edilclima S.r.l. Via Vivaldi 7 - 28021 Borgomanero (NO)	EC700 V. 4	n. 34	n. 31
Aermec S.p.A. Via Roma 996 - 37040 Bevilacqua (VR)	MC11300 V. 1	n. 35	n. 32
Tecnobit S.r.l. Via Bortolo Sacchi, 9 - 36061 Bassano del Grappa (VI)	TERMO_CE V. 9.3	n. 37	n. 35
Watts Industries Italia S.r.l. Via Brenno, 21 - 20853 Biassono (MB)	STIMA10/TFM V. 8	n. 38	n. 36
Geo Network S.r.l. Via Mazzini, 64 - 19038 Sarzana (SP)	Euclide Certificazione Energetica 2013 V. 5	n. 39	n. 34
Analist Group S.r.l. Via Aldo Pini, 10 - 83100 Avellino	TermiPlan 2013 V. 4	n. 40	n. 37
ICMQ S.p.A. Via G. De Castilia, 10 - 20124 Milano	Building Designer V. 1.2	n. 41	n. 38
MC4Software Italia s.r.l. Via Pio VII, 97 - 10135 Torino	WWW.APE-ONLINE.IT	n. 43	n. 40
Topoprogram & Service di Giuseppe Mangione & C. sas Via delle Ville, 5 - 89013 Gioia Tauro (RC)	Energetika 2000 v.12	n. 44	-
Cype Ingenieros, S.A. Avda Eusebio Sempere, 5 - 03003 Alicante	CYPECAD MEP versione 2014 release d	n. 46	-

<http://www.cti2000.it/index.php?controller=sezioni&action=show&subid=34>

**DOCET - Software di diagnosi e certificazione energetica di edifici residenziali
(SOLO EDIFICI RESIDENZIALI ESISTENTI CON SUPERFICIE FINO A 3000 m²)**

Istituto per le Tecnologie della Costruzione del Consiglio Nazionale delle Ricerche



Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente



<http://www.docet.itc.cnr.it/registrati.asp>

ATTENZIONE:

Ai fini delle linee guida sono edifici residenziali gli edifici classificati E1, in base alla destinazione d'uso, all'articolo 3, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, con l'esclusione di collegi, conventi, case di pena e caserme.

Tabella riepilogativa sull'utilizzo delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche in relazione agli edifici interessati e ai servizi energetici da valutare ai fini della certificazione energetica

(*) La determinazione della prestazione energetica estiva dell'involucro edilizio è facoltativa nella certificazione di singole unità immobiliari ad uso residenziale di superficie utile inferiore o uguale a 200 mq.
In assenza della predetta valutazione, all'edificio viene attribuita una qualità prestazionale energetica estiva dell'involucro edilizio corrispondente al livello "V" delle tabelle

	"Metodo di calcolo di progetto" (paragrafo 5.1)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 1)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 2)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 3)
Edifici interessati	Tutte le tipologie di edifici nuovi ed esistenti	Tutte le tipologie di edifici esistenti	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 3000 m ²	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 1000 m ²
Prestazione invernale involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Metodo semplificato (Allegato 2)
Energia primaria prestazione invernale	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Metodo semplificato (Allegato 2)
Energia primaria prestazione acqua calda sanitaria	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Norme UNI/TS 11300 (esistenti)
Prestazione estiva involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Norme UNI/TS 11300 o DOCET o metodologia paragrafo 6.2 (*)

DEFINIZIONI (Decreto 22 novembre 2012, Modifica dell'Allegato A del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia)

fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale è la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo;

indice di prestazione energetica EP parziale esprime il fabbisogno di energia primaria parziale riferito ad un singolo uso energetico dell'edificio (a titolo d'esempio: alla sola climatizzazione invernale e/o alla climatizzazione estiva e/o produzione di acqua calda per usi sanitari e/o illuminazione artificiale) riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo, espresso rispettivamente in kWh/m²anno o kWh/m³anno;

indice di prestazione energetica EP globale esprime il fabbisogno di energia primaria globale riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo riscaldato, espresso rispettivamente in kWh/m²anno o kWh/m³anno;

rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico è il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche, ivi compresa l'energia elettrica dei dispositivi ausiliari, calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio.

VERIFICA DI EP_i

Calcolare l'indice di prestazione energetica

$$EP_i = \frac{Q}{S_{\text{utile}}}$$

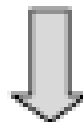
[kWh/m²]

$$EP_i = \frac{Q}{V_{\text{riscaldato}}}$$

[kWh/m³]

Per edifici residenziali

Per tutti gli altri edifici



Verificare che tale parametro sia entro i limiti

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Ai sensi del decreto la certificazione energetica **si applica a tutti gli edifici** delle categorie di cui al D.P.R 26.08.1993 n.412, **indipendentemente dalla presenza o meno di uno o più impianti tecnici esplicitamente o evidentemente dedicati ad uno dei servizi energetici di cui è previsto il calcolo delle prestazioni. Specifiche indicazioni per il calcolo della prestazione energetica di edifici non dotati di impianto di climatizzazione invernale e/o di produzione di acqua calda sanitaria sono riportate nell'allegato 1 del D.M. 26 giugno 2009.** L'attestato di certificazione energetica vale dieci anni ed è aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione, edilizio e impiantistico, che modifica la prestazione energetica dell'edificio.

La validità è confermata solo se sono rispettate le prescrizioni normative vigenti per le operazioni di controllo di efficienza energetica, compreso le eventuali conseguenze di adeguamento degli impianti di climatizzazione asserviti agli edifici. Nel caso di mancato rispetto delle predette disposizioni l'attestato di certificazione decade il 31 dicembre dell'anno successivo a quello in cui è prevista la prima scadenza non rispettata per le predette operazioni di controllo di efficienza energetica.

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

A titolo esemplificativo e non esaustivo, sono esclusi dalla applicazione, a meno delle porzioni eventualmente adibite ad uffici e assimilabili, purché scorporabili agli effetti dell'isolamento termico: box, cantine, autorimesse, parcheggi multipiano, depositi, strutture stagionali a protezione degli impianti sportivi e altri edifici a questi equiparabili in cui non è necessario garantire un comfort abitativo.

Sono altresì esclusi dall'obbligo di certificazione energetica al momento dei passaggi di proprietà:

- a) **i ruderi**, previa esplicita dichiarazione di tale stato dell'edificio nell'atto notarile di trasferimento della proprietà;
- b) **immobili venduti nello stato di «scheletro strutturale»**, cioè privi di tutte le pareti verticali esterne o di elementi dell'involucro edilizio, o **«al rustico»**, cioè privi delle rifiniture e degli impianti tecnologici, previa esplicita dichiarazione di tale stato dell'edificio nell'atto notarile di trasferimento della proprietà.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

La prestazione energetica complessiva dell'edificio è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale EP_{gl}

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill}$$



dove:

EP_i : è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

EP_{acs} : l'indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;

EP_e : l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

EP_{ill} : l'indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale.

Nel caso di edifici residenziali tutti gli indici sono espressi in kWh/m²anno.

Nel caso di altri edifici (residenze collettive, terziario, industria) tutti gli indici sono espressi in kWh/m³anno.

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI

Le “n” classi di riferimento, vedono i limiti inferiori determinati attraverso la seguente espressione:

$$EP_{gl} \text{ (CLASSE)}_n = K_{1n} EPi_{L(2010)} + EP_{acs}_n + K_{2n} EPe_L + EP_{ill}_n$$

dove:

K_{1n} e K_{2n} sono dei parametri adimensionali;

$EPi_{L(2010)}$ è il limite massimo ammissibile dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale in vigore a partire dal 1° gennaio 2010.

Tabella 1.3 Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<i>fino a</i> 600 GG	<i>a</i> 601 GG	<i>a</i> 900 GG	<i>a</i> 901 GG	<i>a</i> 1400 GG	<i>a</i> 1401 GG	<i>a</i> 2100 GG	<i>a</i> 2101 GG	<i>a</i> 3000 GG	<i>oltre</i> 3000 GG
$\leq 0,2$	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
$\geq 0,9$	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

I valori limite riportati nella tabella sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V , dove:

- a) S , espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato V ;
- b) V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare. La formula utilizzata per l'interpolazione lineare è:

$$y = (y_2 - y_1) \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} + y_1$$

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI

La certificazione energetica è avviata limitando la valutazione dell'indice di prestazione EP ai servizi di climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria. La precedente espressione diventa allora:

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs}$$

$$EP_{gl} \text{ (CLASSE) }_n = K_{1n} EP_{iL(2010)} + EP_{acs}_n$$

Il sistema di classificazione nazionale, relativo alla climatizzazione invernale, è dunque definito sulla base dei limiti massimi ammissibili del corrispondente indice di prestazione energetica in vigore a partire dal 1° gennaio 2010 (EP_{iL2010}), di cui alle tabelle 1.3 e 2.3 dell'allegato C al decreto legislativo 192/2005, ed è quindi parametrato al rapporto di forma dell'edificio e ai gradi giorno della località dove lo stesso è ubicato.

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CLASSI ENERGETICHE DELLA PRESTAZIONE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE EP_i

$$\text{Classe } \mathbf{A_i^+} < 0,25 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$0,25 \text{ EPi}_L (2010) \leq \text{Classe } \mathbf{A_i} < 0,50 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$0,50 \text{ EPi}_L (2010) \leq \text{Classe } \mathbf{B_i} < 0,75 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$0,75 \text{ EPi}_L (2010) \leq \text{Classe } \mathbf{C_i} < 1,00 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$1,00 \text{ EPi}_L (2010) \leq \text{Classe } \mathbf{D_i} < 1,25 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$1,25 \text{ EPi}_L (2010) \leq \text{Classe } \mathbf{E_i} < 1,75 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$1,75 \text{ EPi}_L (2010) \leq \text{Classe } \mathbf{F_i} < 2,50 \text{ EPi}_L (2010)$$

$$\text{Classe } \mathbf{G_i} \geq 2,50 \text{ EPi}_L (2010)$$

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CLASSI ENERGETICHE DELLA PRESTAZIONE PER LA PREPARAZIONE DELL'ACQUA CALDA PER USI IGIENICI E SANITARI EP_{acs}

Classe A_{acs} < 9 kWh/m² anno

9 kWh/m² anno ≤ **Classe B_{acs}** < 12 kWh/m² anno

12 kWh/m² anno ≤ **Classe C_{acs}** < 18 kWh/m² anno

18 kWh/m² anno ≤ **Classe D_{acs}** < 21 kWh/m² anno

21 kWh/m² anno ≤ **Classe E_{acs}** < 24 kWh/m² anno

24 kWh/m² anno ≤ **Classe F_{acs}** < 30 kWh/m² anno

Classe G_{acs} ≥ 30 kWh/m² anno

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

SCALA DI CLASSI ENERGETICHE PER LA VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO EP_{gl}

$$\text{Classe A}_{gl}^{+} < 0,25 \text{ EPi}_{L(2010)} + 9 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$0,25 \text{ EPi}_{L(2010)} + 9 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \leq \text{Classe A}_{gl} < 0,50 \text{ EPi}_{L(2010)} + 9 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$0,50 \text{ EPi}_{L(2010)} + 9 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \leq \text{Classe B}_{gl} < 0,75 \text{ EPi}_{L(2010)} + 12 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$0,75 \text{ EPi}_{L(2010)} + 12 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \leq \text{Classe C}_{gl} < 1,00 \text{ EPi}_{L(2010)} + 18 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$1,00 \text{ EPi}_{L(2010)} + 18 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \leq \text{Classe D}_{gl} < 1,25 \text{ EPi}_{L(2010)} + 21 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$1,25 \text{ EPi}_{L(2010)} + 21 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \leq \text{Classe E}_{gl} < 1,75 \text{ EPi}_{L(2010)} + 24 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$1,75 \text{ EPi}_{L(2010)} + 24 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno} \leq \text{Classe F}_{gl} < 2,50 \text{ EPi}_{L(2010)} + 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$\text{Classe G}_{gl} \geq 2,50 \text{ EPi}_{L(2010)} + 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

