

conveniente e
sostenibile è quella che
risparmiamo



ROCKWOOL

Itis “Righi” Chioggia (Ve)

17 Aprile 2009

Relatore: ing. Nicola Vanzetto

La coibentazione termica delle strutture edili

➤ **Cosa Significa Coibentare?**

- **La coibentazione è una tecnica con cui isolare due sistemi aventi differenti condizioni ambientali, in modo che i due sistemi non si scambino calore o vibrazioni tra di loro. In particolare la coibentazione può offrire isolamento acustico, termico o termoacustico**

Premessa

- **Inquinamento → Buco dell'Ozono**
- **Effetto Serra**
- **Trattato di Kyoto - 16 febbraio 2005**

Corriere della Sera - 13 settembre 2007

Primo Piano

**EMERGENZA
AMBIENTE**

GRADI E FIUMI Le temperature crescono a una velocità quadrupla rispetto al resto del mondo. La portata del Po è scesa del 25% in trent'anni

Caldo, crescita record in Italia «Danni per 50 miliardi l'anno»

*Pecoraro Scanio: le temperature salgono più che nel resto del mondo. A rischio i ghiacciai
Napolitano: l'Europa parli con una sola voce. Divergenze politiche sul documento finale*

Premessa

Corriere della Sera - 13 settembre 2007

Corriere della Sera - Giovedì 13 SETTEMBRE 2007

Gli effetti del mutamento

L'EROSIONE DELLE COSTE
-40%
Oltre il 40% delle coste è andata da erosione, contro il 20% delle coste di altri 10 anni fa (2003)

CITTA' SEMPRE PIU' CALDE
+1,4°
Dagli anni 50 la temperatura è aumentata di 1,4 gradi presso le coste e di oltre 2 gradi nell'entroterra (2003)

GRACCIATI IN RITIRATA
-20%
Negli ultimi 20 anni sono riavuti del 20%. Dal 1970, in Sardegna, in Valle d'Aosta, nel 1905 e oggi

IL CALO DELLE PIOGGE
-5%
Il Po al Ponte della Noce aveva tra i 160 e 200 metri cubi di acqua in più ogni anno (2003)

I NUMERI
0,6° **33 anni** **25%** **100...**

L'AUMENTO DELLE TEMPERATURE
La metà del riscaldamento globale negli ultimi 25 anni è causata dall'aumento della temperatura delle acque del Mediterraneo e del 2007. Sono in zona urbana di Roma, secondo lo studio di Longobardi, in più...

14 giorni **22%**

Il calo stimato nella produzione agricola e nei consumi di energia elettrica è del 22%

«Ipotizziamo una copertura oltre il 10%... Che cosa fare il piano? «Chi si sottomette, vorremmo... «Grazie per averci dato una... «Ma certo. Avrebbe costi p...

Il fabbisogno energetico sta cambiando

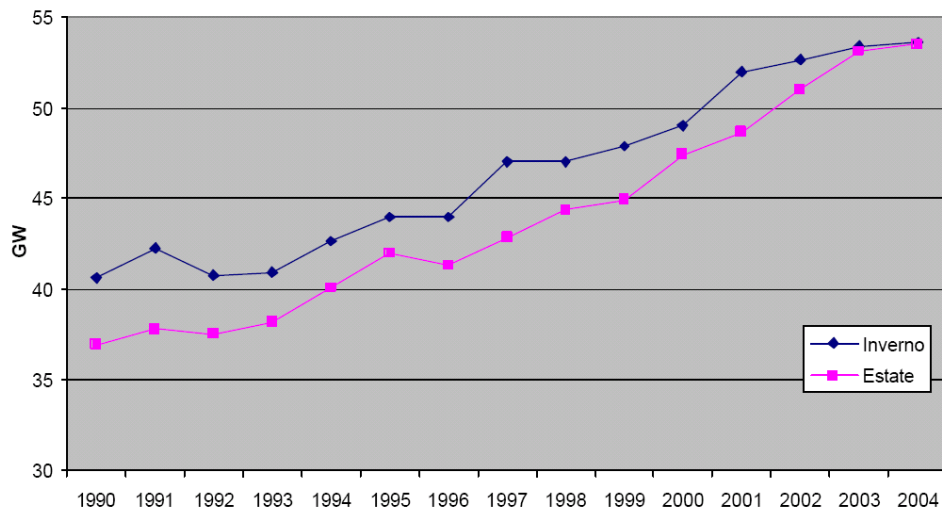


Figura 10 - Evoluzione storica (dal 1990 al 2004) della domanda di picco invernale ed estiva.

Premessa

Il fabbisogno energetico sta cambiando

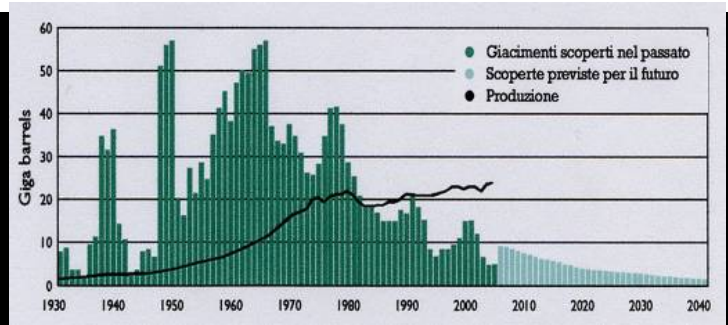
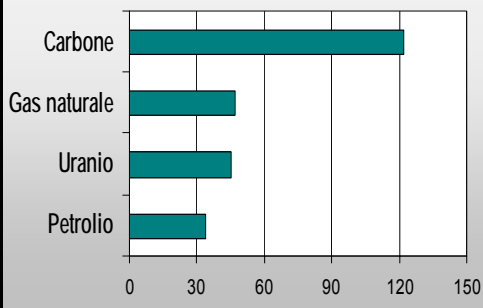
PETROLIO?

NON DURERA' IN ETERNO!!!



*Il mondo consuma 25 miliardi di barili di petrolio "convenzionale" all'anno.
Spesa mondiale: circa 1400 miliardi di dollari, ovvero 1000 miliardi di Euro*

- I consumi di **Petrolio e Gas** sono **3 volte superiori** alla scoperta di nuovi giacimenti e il divario tra consumo e scoperta è in aumento.
- Nuovi paesi emergenti, **demograficamente importanti**, si stanno affacciando sul panorama mondiale seguendo il modello economico occidentale.



Premessa

- L'Europa è responsabile del **15% del consumo** mondiale di energia.
- L'Europa **dipende per il 50-70%** del suo fabbisogno energetico da importazioni.

33%

Energia utilizzata dal settore **trasporti**



26%

Energia utilizzata dal settore **industria**



41%

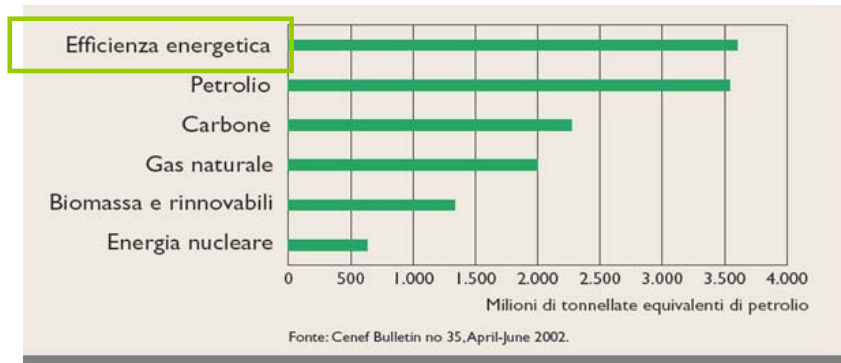
Energia utilizzata dagli **edifici**



Negli edifici i 2/3 dell'energia sono utilizzati per riscaldare e raffreddare

80% del consumo energetico è dovuto ai piccoli edifici < 1000 m²

- Il grafico riportato di seguito rappresenta il **ruolo delle varie risorse** nel bilancio energetico mondiale.
- Il **sesto combustibile**, ovvero **l'efficienza energetica**, è la maggiore fonte di energia nonché la fonte energetica **più pulita**.



Premessa

- Sottoscritto nel 1997 ed entrato in vigore il 16 Febbraio 2005 - misure per contrastare i cambiamenti climatici, (riduzione dei Gas Serra).
- Prevede per il 2012 una riduzione complessiva del 5.3% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990 (6.5% per l'Italia) e delle sanzioni economiche nel caso di mancato rispetto di tali obiettivi.

Proposte UE per la sostenibilità

2020 traguardi prospettati :

- 20% Emissioni GAS Climalteranti Rispetto livelli 1990
- 20% di aumento dell'Efficienza Energetica
- 20% del fabbisogno energetico da Fonti Rinnovabili
- 10% del fabbisogno di carburanti per trasporto coperti da Bio Combustibili



L'energia più
conveniente e
sostenibile è quella che
risparmiamo

ROCKWOOL

Le Linee d'Azione dell'Europa

**LA DIRETTIVA EPBD 2002/91/CE
SUL RENDIMENTO ENERGETICO**

CONTENUTI EPBD

1. Adozione di una metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici (*art. 3*)
2. Fissazione di requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici (*art. 4*)
 - di nuova costruzione (*art. 5*)
 - esistenti di grande metratura sottoposti a ristrutturazione (*art. 6*)
3. Certificazione energetica degli edifici (*art. 7*)
4. Ispezione periodica di caldaie ed impianti di condizionamento d'aria negli edifici, nonché una perizia degli impianti termici di superiore a 15 anni (*art. 8 e 9*)



Le Linee d'Azione dell'Europa

La prestazione energetica di un edificio esprime

la **QUANTITA' DI ENERGIA**

stimata o effettivamente consumata

per soddisfare i diversi bisogni (riscaldamento ambiente, riscaldamento dell'acqua, raffrescamento, ventilazione, illuminazione ...) connessi ad un uso standard dell'edificio.



ASPETTI DA CONSIDERARE NEL CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE

- Caratteristiche termiche dell'edificio
- Impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria
- Impianto di condizionamento dell'aria
- Sistema di ventilazione
- Impianto di illuminazione
- Posizione ed orientamento degli edifici
- Sistemi solari passivi
- Ventilazione naturale
- Condizioni climatiche interne



Le Linee d'Azione dell'Europa

OPZIONI DA VALUTARE NEL CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

- Sistemi solari attivi ed altri impianti di generazione di calore ed elettricità da fonti energetiche rinnovabili
- Energia elettrica prodotta da sistemi di cogenerazione
- Sistemi di riscaldamento e condizionamento a distanza
- Illuminazione naturale



conveniente e
sostenibile è quella che
risparmiamo

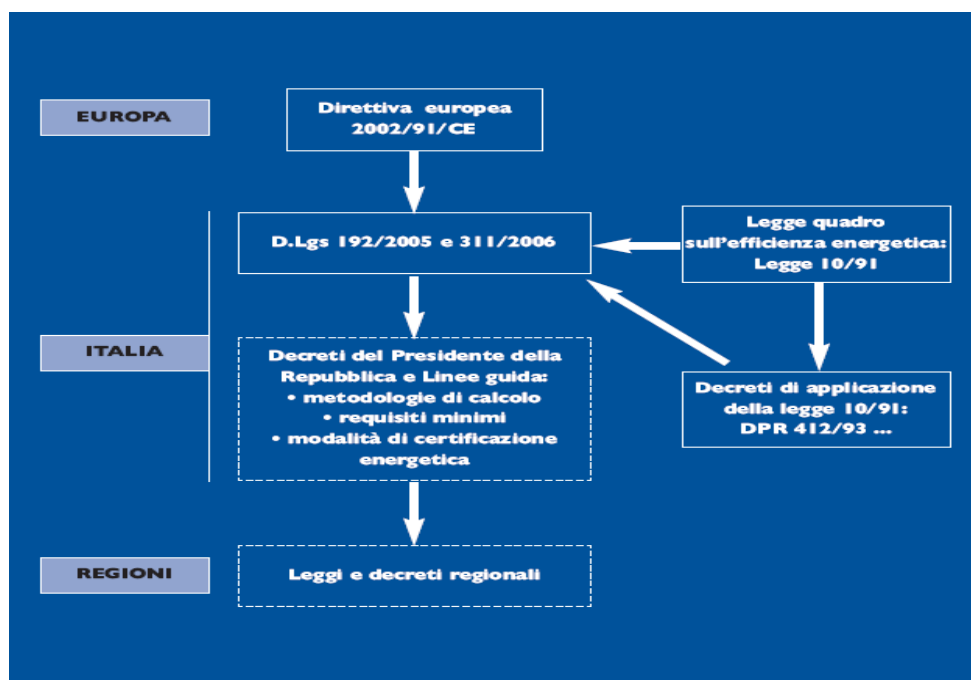


ROCKWOOL

Le Linee d'Azione dell'Italia

Dalla Legge 10/1991 al
D.Lgs. 311/2006

Quadro della legislazione energetica edilizia in ITALIA



Disposti legislativi

- **Legge 10/1991**
 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
- **D.P.R. 412/1993 + D.P.R. 551/1999:**
 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10
- **D.Lgs. 192/2005 + D.Lgs. 311/2005:**
 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia

Le Linee d'Azione dell'Italia

AMBITI D' INTERVENTO DEL DECRETO

- Progettazione e realizzazione di edifici di nuova costruzione e degli impianti in essi installati
- Opere di ristrutturazione degli edifici e degli impianti esistenti
- Esercizio, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici degli edifici
- Nuovi impianti installati in edifici esistenti
- Certificazione energetica degli edifici



ESCLUSIONI DALL'APPLICAZIONE DEL DECRETO

- Immobili che ricadono nella disciplina del codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42)
- Fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono riscaldati:
 - per esigenze del processo produttivo
 - oppure
 - utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili
- Fabbricati isolati con superficie utile totale inferiore a 50 m²
- Impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio

Le Linee d'Azione dell'Italia

GRADI DI APPLICAZIONE DEL DECRETO RIGUARDO AI REQUISITI MINIMI PRESTAZIONALI

■ Applicazione integrale a tutto l'edificio

- Edifici di nuova costruzione
- Edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 m²
 1. Ristrutturazione integrale dell'involucro
 2. Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria

Ampliamento di un edificio volumetricamente superiore al 20% dell'intero edificio esistente (applicazione integrale ma limitata al solo ampliamento)

GRADI DI APPLICAZIONE DEL DECRETO RIGUARDO AI REQUISITI MINIMI PRESTAZIONALI

■ Applicazione limitata al rispetto di specifici parametri

- *Involucro edilizio*
 - Ristrutturazione totale (superficie utile inferiore a 1000 m²)
 - Ristrutturazione parziale
 - Manutenzione straordinaria
 - Ampliamento non superiore al 20% dell'intero edificio
- *Impianti termici*
 - Nuova installazione
 - Ristrutturazione
- *Generatori di calore*
 - Sostituzione

Le Linee d'Azione dell'Italia

PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO IN REGIME DEFINITIVO

- Le metodologie di calcolo e di espressione della prestazione energetica dovranno tenere conto di:
 - clima esterno e interno
 - caratteristiche termiche dell'edificio
 - impianti di riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria, condizionamento dell'aria, ventilazione, illuminazione
 - posizione ed orientamento dell'edificio
 - sistemi solari passivi ed attivi
 - ventilazione naturale
 - utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, di sistemi di cogenerazione e di teleriscaldamento/telecondizionamento

REQUISITI DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Edifici residenziali della classe EI, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

TABELLA 1.3 Ep, limite dal 1 gennaio 2010. Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m² anno

S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000
≤0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Le Linee d'Azione dell'Italia

REQUISITI DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Tutti gli altri edifici

TABELLA 1.6 Ep, limite dal 1 gennaio 2010. Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m³ anno

S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000
≤0,2	2	2	3,6	3,6	6	6	9,6	9,6	12,7	12,7
≥0,9	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31

REQUISITO DI ISOLAMENTO TERMICO GLOBALE DELL'INVOLUCRO

È l'insieme dei requisiti di isolamento termico di tutti i componenti dell'involucro:

- **Isolamento termico delle chiusure orizzontali opache**
 - coperture
 - pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno
- **Isolamento termico delle chiusure verticali opache**
- **Isolamento termico delle chiusure trasparenti**
 - chiusure trasparenti (vetro + telaio)
 - vetri

REQUISITO DI ISOLAMENTO TERMICO DEI COMPONENTI DI INVOLUCRO

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali

Strutture opache verticali. Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m²K (Tabella 2.1, allegato C)

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U(W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,4
D	0,5	0,4	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

Trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali o inclinate

Coperture. Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m²K (Tabella 3.1, allegato C)

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U(W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno. Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m²K (Tabella 3.2, allegato C)

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U(W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti

Chiusure trasparenti. Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^2K (Tabella 4.A, allegato C)

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
A	5:05	5:00	4:06
B	4:00	3:06	3:00
C	3:03	3:00	2:06
D	3:01	2:08	2:04
E	2:08	2:04	2:02
F	2:04	2:02	2:00

Vetri. Valori limite della trasmittanza centrale termica U espressa in W/m^2K (Tabella 4.B, allegato C)

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
A	5:00	4:05	3:07
B	4:00	3:04	2:07
C	3:00	2:03	2:01
D	2:06	2:01	1:09
E	2:04	1:09	1:07
F	2:03	1:07	1:03

Le Linee d'Azione dell'Italia

ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARTIZIONI INTERNE

- Il valore della trasmittanza termica
 - dei divisori verticale e orizzontali tra edifici e unità immobiliari
 - delle strutture opache, verticali e orizzontali, tra ambienti non riscaldati ed ambiente esterno

deve essere inferiore o uguale a $0,8 W/m^2K$

ALTRI REQUISITI DELL'INVOLUCRO

Controllo della condensazione

- Assenza di condensazione superficiale e verifica della condensazione interstiziale delle pareti opache
 - nelle condizioni ambientali di progetto (se controllate)
 - con temperatura interna pari a 20 °C e umidità relativa del 65%

Controllo solare

- Presenza di sistemi schermanti esterni delle superfici vetrate

Controllo dell'inerzia termica

- Massa superficiale delle chiusure opache (verticali, orizzontali, inclinate) superiore a 230 kg/m² oppure
- Tecnologie e materiali innovativi equivalenti (in termini di contenimento delle oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare)

Le Linee d'Azione dell'Italia

UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI

Obbligo di utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica, secondo modalità applicative , prescrizioni minime, caratteristiche tecniche e costruttive degli impianti di produzione che saranno definite nei decreti applicativi del D.Lgs. 192

- Energia termica

L'impianto di produzione di energia termica deve coprire con fonti rinnovabili almeno il 50% del fabbisogno per la produzione di acqua calda sanitaria (20% nei centri storici).

- Energia elettrica

Obbligo d'installazione di impianti fotovoltaici.

Zona Climatica: Suddivisione del territorio nazionale in aree climatiche determinate in funzione dei Gradi-Giorno, indipendentemente dalla ubicazione geografica

Definizione Zone Climatiche			
A:	GG	\leq	600
B:	600	$<$	GG \leq 900
C:	900	$<$	GG \leq 1400
D:	1400	$<$	GG \leq 2100
E:	2100	$<$	GG \leq 3000
F:	GG	$>$	3000

Qualche Definizione

Gradi Giorno di una località: è il parametro convenzionale rappresentativo delle condizioni climatiche locali, utilizzato per stimare al meglio il fabbisogno energetico necessario per mantenere gli ambienti ad una temperatura fissata (misurata in GG)

Gradi Giorno : per una determinata località il parametro “gradi-giorno” (GG) rappresenta la somma delle differenze tra la temperatura dell’ambiente riscaldato, convenzionalmente fissato a 20°C e la temperatura media esterna

N.B. : la differenza tra le due temperature viene conteggiata solo se è positiva e la temperatura esterna è inferiore ai 12°C; questo calcolo viene effettuato per tutti i giorni del periodo annuale convenzionale di riscaldamento

Esempi :

Milano: 2402 GG. periodo di riscaldamento 15 Ottobre - 15 Aprile

Inerzia Termica: Le chiusure opache dotate di una massa accumulano e rilasciano il calore in maniera complessa, non solo smorzando i picchi di temperatura dell'esterno, ma differendoli nel tempo. Questa capacità è detta: "inerzia termica", e influisce in modo rilevante sulle prestazioni energetiche complessive, tanto in estate quanto in inverno.

L'inerzia termica agisce sia attraverso un effetto di **smorzamento** (**attenuazione**) che con lo **sfasamento**, cioè con il ritardo di tempo intercorrente tra l'impatto dell'onda termica sulla superficie esterna del muro ed il suo apparire, con intensità smorzata, sulla faccia interna del muro stesso.

Qualche Definizione



Sfasamento φ : Arco di tempo che serve all'onda termica per fluire dall'esterno all'interno attraverso un materiale edile. Maggiore è lo sfasamento più lungo sarà il passaggio di calore dall'esterno all'interno.

$$\varphi > 8 \text{ h}$$

Attenuazione f_a : Esprime il rapporto tra la variazione massima della temperatura esterna e quella della temperatura interno

$$0 < f_a < 1$$

$F_a = 1 \rightarrow$ Pareti che "non smorzano"

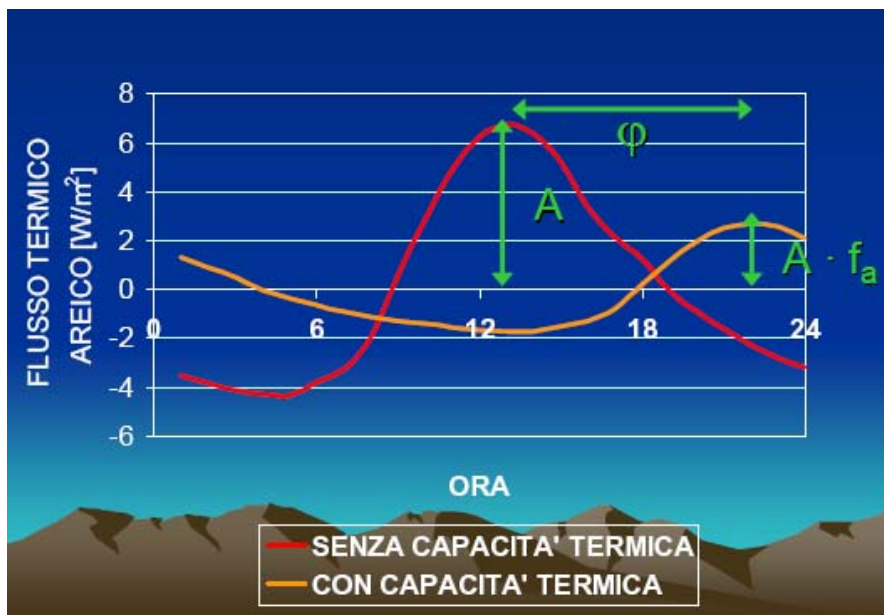
Sfasamento: Flussi termici in ingresso nelle ore serali quando la ventilazione può contribuire al raffrescamento

Attenuazione: Riduzione dei picchi di potenza

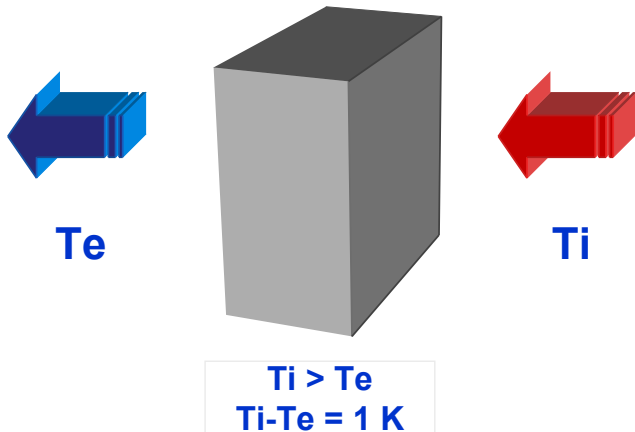
- f_a, φ sono in funzione di
- spessore (s),
 - conducibilità (λ),
 - calore specifico (c),
 - densità (ρ)



Qualche Definizione



Conduttività Termica λ [W/mK]: Indica la QUANTITA' DI CALORE che fluisce ogni secondo attraverso 1 m^2 di materiale dello spessore di 1 m con una differenza di temperatura fra i due lati (interno-esterno) pari a 1 K .



Un materiale può essere definito isolante solo se $\lambda < 0.1 \text{ W/mK}$

Qualche Definizione

Resistenza Termica R [$\text{m}^2\text{K/W}$]: indicare la difficoltà del calore nell'attraversare un mezzo solido, liquido o gassoso.

$$R = d / \lambda$$

d = spessore in m

λ = coefficiente conduttività'

Quale sarà la resistenza termica di un mezzo composto da "n" strati?

Diffusione al Vapore Acqueo μ : Indica la RESISTENZA opposta da 1 m lineare del materiale AL PASSAGGIO DEL VAPORE espressa in m lineari equivalenti di aria.



TRASPIRABILITA'

MATERIALE	μ
Aria	1
Lana di roccia	1.3
Mattoni in laterizio	6
Calcestruzzo	10-30
Legno (Abete)	650
PVC	10000
Membr. impermeabilizzanti Vetro - Metalli	infinito

Qualche Definizione

Trasmittanza Termica U [W/m^2K]: il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta alla differenza di temperatura pari a $1^\circ C$.

$$U = 1/R$$

Quale sarà la trasmittanza di una superficie composta da "n" strati?

Calore Specifico c [J/Kg K]: quantità di calore necessario per innalzare di 1 K la massa di 1 Kg di un determinato materiale, senza che ciò ne alteri lo stato di aggregazione.

Capacità Termica C [J/K]: Rapporto tra la quantità di calore fornito ad un corpo e la variazione di temperatura che ne è derivata.

Permette di determinare quanto calore riesce ad accumulare un corpo, senza che questo alteri il suo stato di aggregazione.

$$C = m c$$

Qualche Definizione

Classe di Reazione al Fuoco: si intende la propensione del materiale ad infiammarsi una volta che si verificano le condizioni per l'innesco di un incendio. Esprime quindi l'attitudine del materiale a propagare o ad alimentare un incendio.

Sono state definite 7 EUROCLASSI

EUROCLASSI individuate in ambito europeo dalla norma armonizzata EN 13501-1

A1

migliori prestazioni di reazione al fuoco - nessun contributo all'incendio non combustibile - assenza di flash over

A2

nessun contributo significativo all'incendio - assenza di flash over

B

contributo all'incendio estremamente limitato - assenza di flash over

C

contributo all'incendio abbastanza limitato - rischio di flash over

D

contributo all'incendio limitato - rischio di flash over

E

scarse prestazioni di reazione al fuoco - rischio di flash over

F

materiali non sottoposti a valutazione delle prestazioni di reazione al fuoco - rischio di flash over

**L'energia più
conveniente e
sostenibile è quella che
risparmiamo**



ROCKWOOL

SEDE RW International Danimarca

• Rockwool R&D Centre – Building 2000



IL GRUPPO ROCKWOOL

■ **Il più grande produttore
Mondiale di lana di roccia**

■ **Con 22 stabilimenti
Produttivi dislocati in 14 paesi
di 3 continenti.**

■ **Organico che conta più
di 7.300 persone**



Business Areas

■ **Pannelli per Isolamento Termico e Acustico**

■ **Pannelli per Protezione Delle Strutture dal Fuoco**

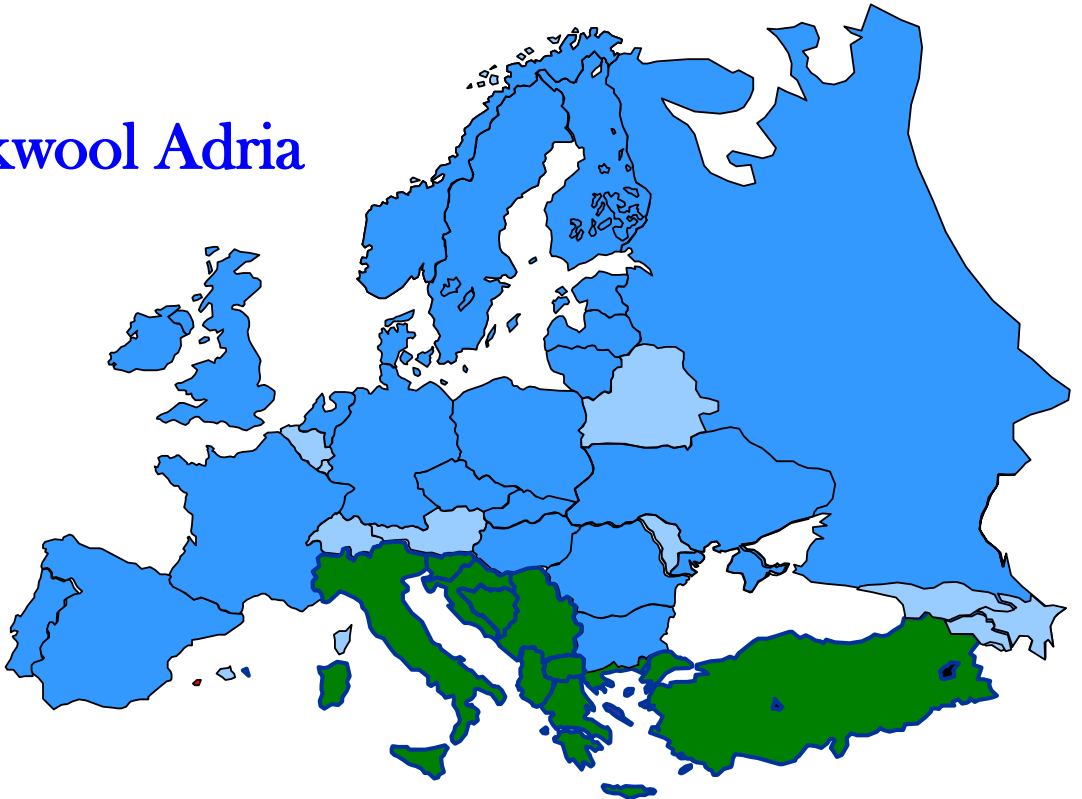
■ **Pannelli per Controsoffitti - Rockfon**

■ **Substrati Per Colture Idroponiche**

■ **Fibre Speciali di Rinforzo**

IL GRUPPO ROCKWOOL

Rockwool Adria





LANA DI ROCCIA: PRODUZIONE

Roccia basaltica



Roccia calcarea

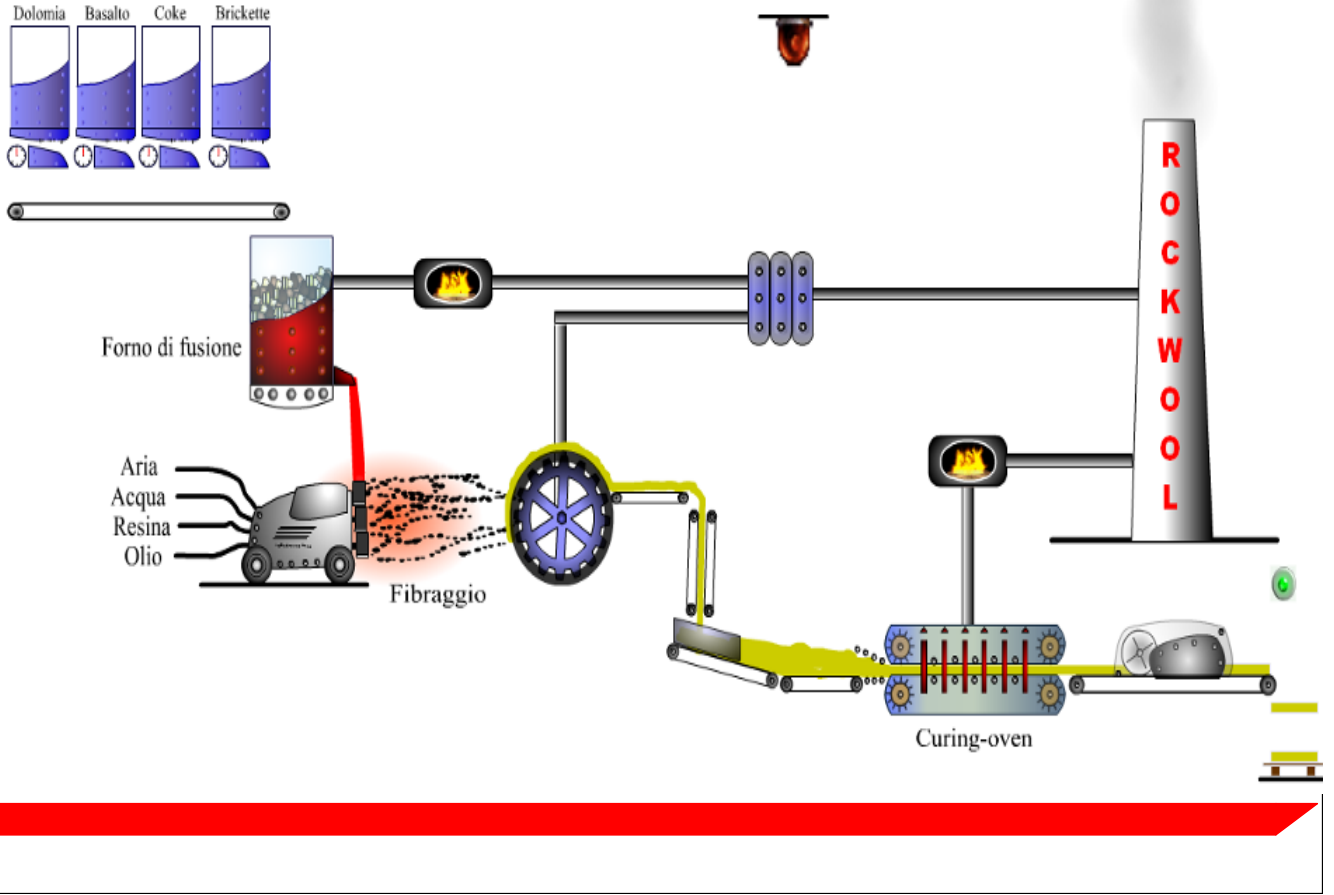


Coke



Bricchette da riciclo





LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

- | | |
|--|---|
| ■ Isolante Termico | 0,034 - 0,040 W/mk |
| ■ Struttura a celle aperte – Fonoassorbente | $\alpha_w = 1$ |
| ■ Idrorepellente | $WS \leq 1\text{Kg/m}^2$ |
| ■ Stabile dimensionalmente | $\Delta\varepsilon_d \Delta\varepsilon_b \leq 1\%$ $\Delta\varepsilon_s \leq 1\text{mm}$ |
| ■ Ottimo comportamento al Fuoco | A1 |
| ■ Trasmissione al vapore d'acqua | $\mu = 1$ |
| ■ Imputrescibile | SI |

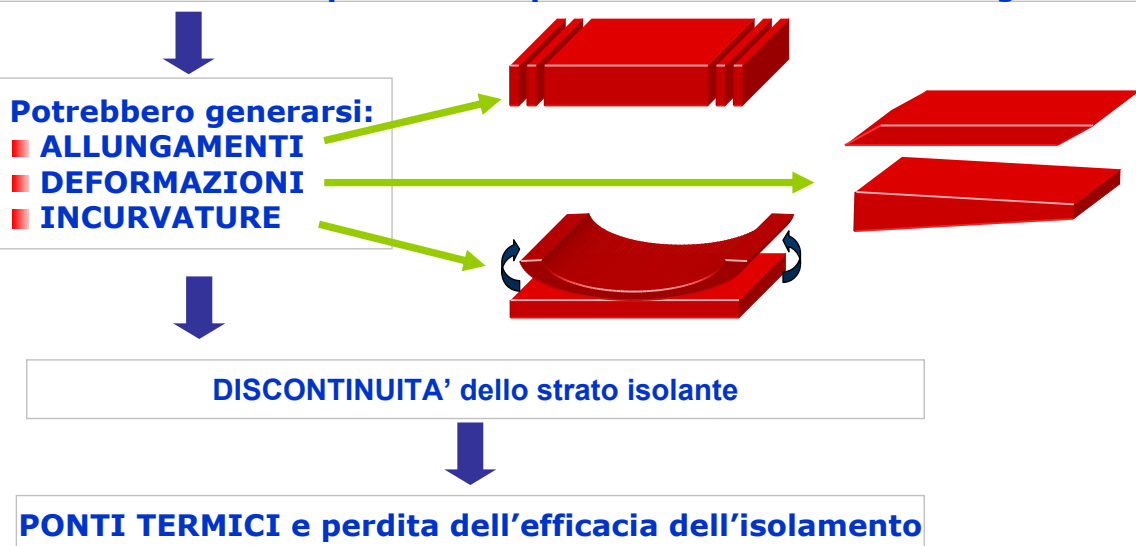
Variabili di produzione

- **Resistenza a compressione e Resistenza a trazione**
- **Orientamento fibre**
- **Densità unica (variabile a seconda del prodotto)**
- **Densità doppia**
- **Pannello nudo o pannello accoppiato con altri materiali**
Strato supplementare:
 - **carta con funzione controllo vapore**
 - **foglio di alluminio**
 - **spalmatura di bitume**
- **Doppia cottura del pannello per prodotti per cappotto**

***CARATTERISTICHE
FISICHE E MECCANICHE
DI PANNELLI ISOLANTI
IN LANA DI ROCCIA***

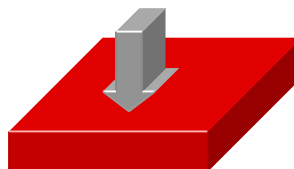
STABILITA' DIMENSIONALE

A seconda del tipo di applicazione in cui viene impiegato, un pannello isolante può operare in condizioni di temperatura che vanno dai + 80 °C a temperature < 0°C, con sbalzi termici in tempi brevi che possono essere di decine di gradi.



LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

Resistenza a COMPRESSIONE

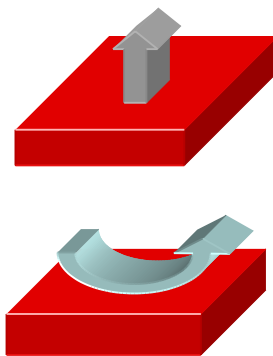


CLASSE	Resist. Compr. (UNI 6350/68)	Utilizzo
A	> 18 KPa	Accessibili per sola manutenzione
B	> 40 KPa	Accessibili per la manutenzione di sovrastrutture tecnologiche presenti
C	> 100 KPa	Pedonabili per uso privato e pubblico
D	> 140 KPa	Carrabili per traffico leggero ≤ 2 ton per asse
E	> 220 KPa	Carrabili per traffico pesante > 2 ton per asse

PRODOTTO	Resist. Compr.	Carico Puntuale
ROCKWOOL T-Rock 70	70 KPa	700 N
ROCKWOOL T-Rock 50	50 KPa	400 N
ROCKWOOL DUROCK C	50 KPa	600 N

Resistenza a TRAZIONE

La resistenza a trazione perpendicolare alle facce indica la resistenza dell'isolante soggetta all'azione del vento. Carico di ESTRAZIONE DEL VENTO (condizioni abbastanza gravose) 5 KPa



PRODOTTO	Resist. Trazione (EN 1607)
ROCKWOOL DACHROCK	15 KPa
ROCKWOOL T-Rock 70	15 KPa
ROCKWOOL T-Rock 50	10 KPa
ROCKWOOL FRONTROCK	10 KPa

FATTORI IMPORTANTI:

- adesione dell'isolante al supporto
- adesione della membrana di impermeabilizzazione all'isolante nelle coperture

LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

Tecnologia a DOPPIA DENSITA'

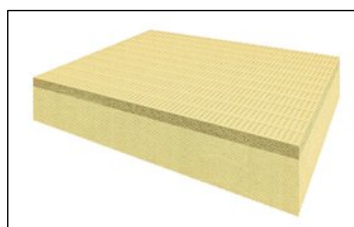
Pannello a singola densità



Mono densità: isolamento monostrato.

Il carico si ripartisce secondo una linea retta

Pannello a doppia densità



Doppia densità: isolamento con strato superiore più rigido integrato.

Lo strato superiore ripartisce il carico concentrato su una superficie più ampia.

DEFINIZIONE LCA

Definizione da: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), congresso di Vermont 1993
Pag 126 – 135

“è un Procedimento Oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un'attività [...]

La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo:

l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale

LCA → ECO-Sostenibilità del Prodotto/Sistema

LCA → Non dipende dalla natura del prodotto

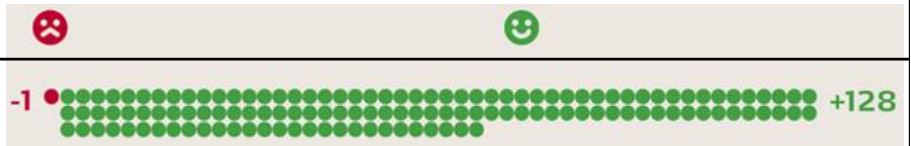
LCA → Considera Tutto il Ciclo di vita e non solo la fase di utilizzo

Un bilancio ambientale in attivo (1:128)

Eco-bilancio Rockwool:

Energia

- Utilizzata nel ciclo di vita
- Risparmiata nel ciclo di vita



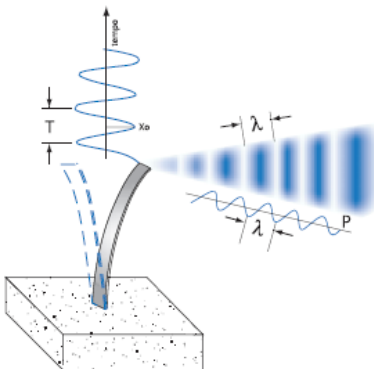
L'isolamento Rockwool rappresenta uno dei sistemi più efficaci per risparmiare energia. In 50 anni, un comune prodotto Rockwool da 250 mm per l'isolamento dei sottotetti, consente di risparmiare più di 128 volte l'energia impiegata per la sua produzione, trasporto e smaltimento. Il bilancio energetico va in attivo dopo soli 5 mesi dall'installazione.



ISOLAMENTO ACUSTICO

Acustica Edilizia

Cosa è il suono?



- Il suono è un qualcosa che si può udire
- Il suono è una variazione di pressione dell'aria nell'intervallo delle frequenze udibili (20-20.000 Hz)
- Infrasuoni ed ultrasuoni sono segnali con frequenze inferiori e superiori rispetto all'intervallo dell'udibile

Suono - Rumore

Qual è la differenza?

Il rumore è un suono indesiderato

- Sala motori
- Treno
- Jet
- Harley
- Sala caldaie
- Ape
- Motore Diesel

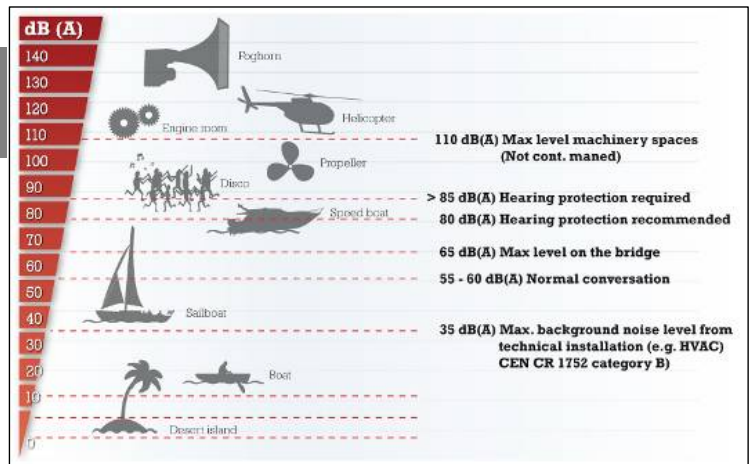
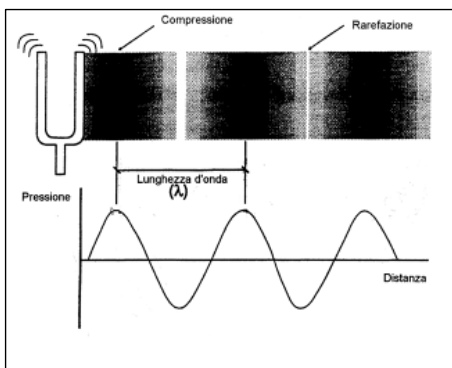
Suono desiderato

- Cinguettio degli uccelli
- Ruscello

Acustica Edilizia

Parametri di misura

Decibel (dB), unità logaritmica utilizzata per esprimere il livello sonoro



Frequenza = numero di variazioni in un secondo [Hz]

$$f = C / \lambda$$

C = velocità del suono nell'aria (1000 Km/h)

f = frequenza in Hz

λ = lunghezza dell'onda

Somma di Livelli Sonori (somma logaritmica)

- Differenze di livello Aggiungere al livello più elevato

0 o 1 dB

+ 3 dB

2 o 3 dB

+ 2 dB

da 4 a 9 dB

+ 1 dB

oltre 10 dB

mantenere il livello più elevato

LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

Isolamento Acustico

**dB scala log: al raddoppio
di energia sonora corrisponde
un aumento di 3 dB**

70 dBA



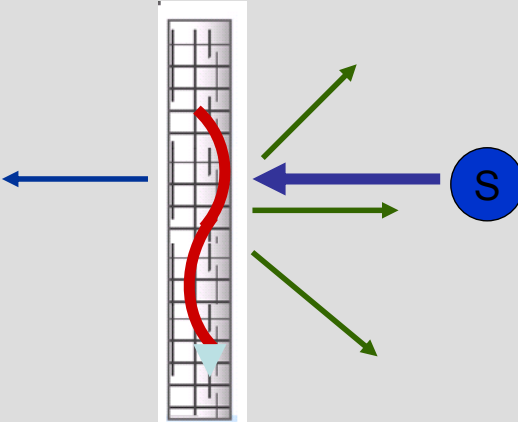
73 dBA



76 dBA



Trasmissione, Riflessione e Assorbimento del Suono



Sorgente sonora S

Il suono può essere:

- Trasmesso
- Riflesso
- Assorbito

• $T + R + A = 1$

• $\tau + \sigma + \alpha = 1$

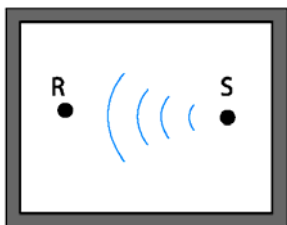
LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

Isolamento Acustico

Una prima grande differenza

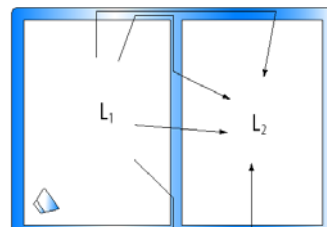
FONOASSORBIMENTO:

Sorgente ed ascoltatore si trovano nello stesso ambiente, pertanto i **Materiali fonoassorbenti** devono ridurre al minimo l'energia riflessa.



FONOISOLAMENTO:

Sorgente ed ascoltatore si trovano in ambienti diversi, pertanto le **Strutture fonoisolanti** devono ridurre al minimo l'energia trasmessa.



Materiali Fonoassorbenti

Sono materiali **fonoassorbenti** quei materiali che **riflettono solo una piccola** parte dell'energia incidente, la restante parte viene **dissipata e/o trasmessa**.

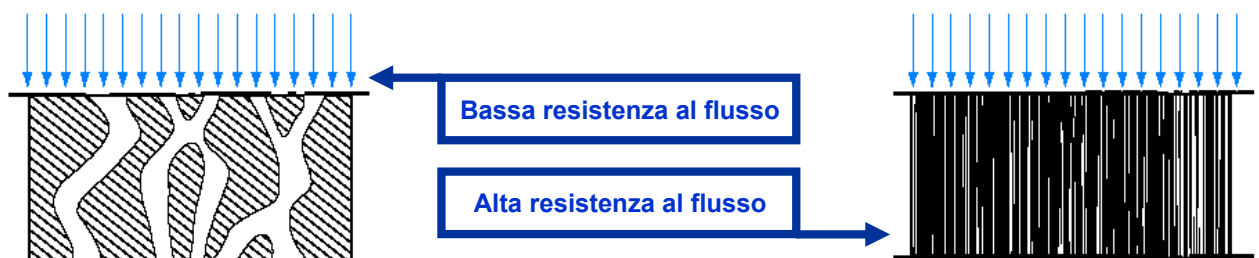
Hanno quindi un valore del **coefficiente di assorbimento** acustico che si avvicina al valore

$$\alpha = 1$$

LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

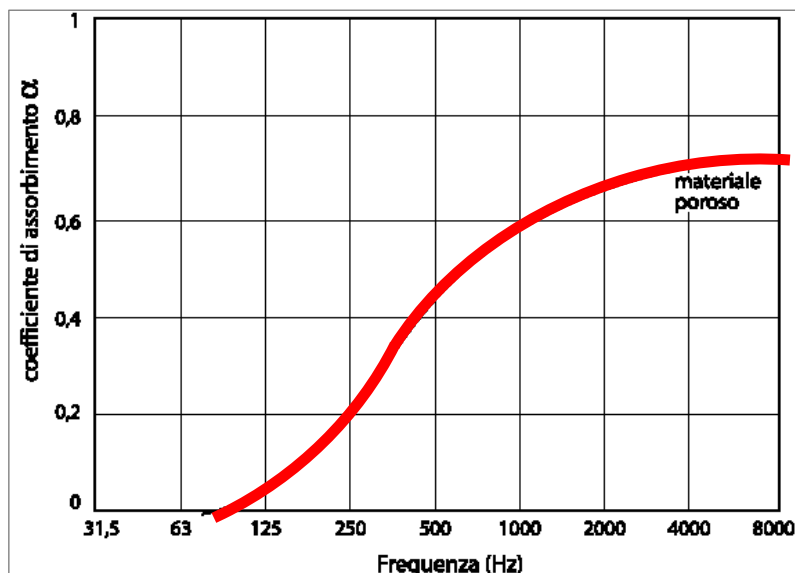
Materiali Porosi a Celle Aperte

La **dissipazione** dell'energia avviene per **Attrito** dell'aria lungo le **pareti delle celle** Presenti nel materiale, che devono **tassativamente** essere **comunicanti fra loro** (a celle aperte)



Isolamento Acustico

Materiali Fonoassorbenti



▪ Materiale poroso a celle aperte.

LANA DI ROCCIA: CARATTERISTICHE

Isolamento Acustico

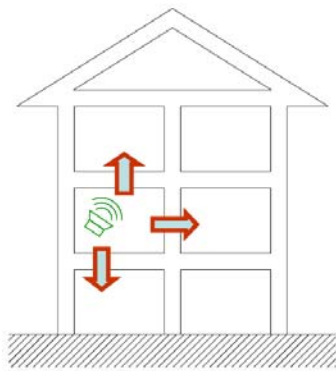
Requisiti acustici passivi degli edifici,
dei loro componenti e degli impianti tecnologici in funzione
della destinazione d'uso DPCM 5.12.1997

Categorie di cui alla tabella A	R'_w [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	L_{ASmax} [dB]	L_{Aeq} [dB]
D: ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
A, C: residenze, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
E: scuole e assimilabili	50	48	58	35	25
B,F,G: uffici, edifici per attività ricreative, per il culto, per il commercio o assimilabili	50	42	55	35	35

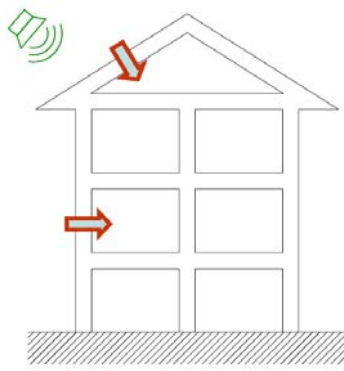
R'_w = Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti

$D_{2m,nT}$ = Isolamento acustico standardizzato di facciata;

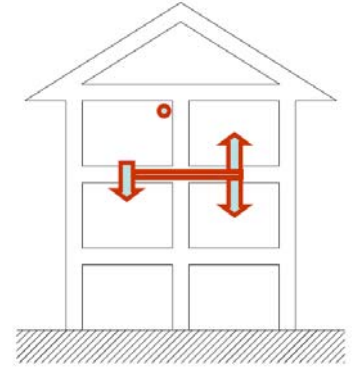
L'_n = Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato



R'_w = Potere fonoisolante
apparente elementi
di separazione fra
ambienti;



$D_{2m,nT}$ = Isolamento acustico
standardizzato di
facciata;



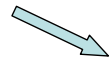
L'_n = Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato

APPLICAZIONI

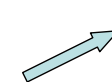
PARTIZIONI VERTICALI:



Esterne (pareti perimetrali)



Interne (pareti divisorie)

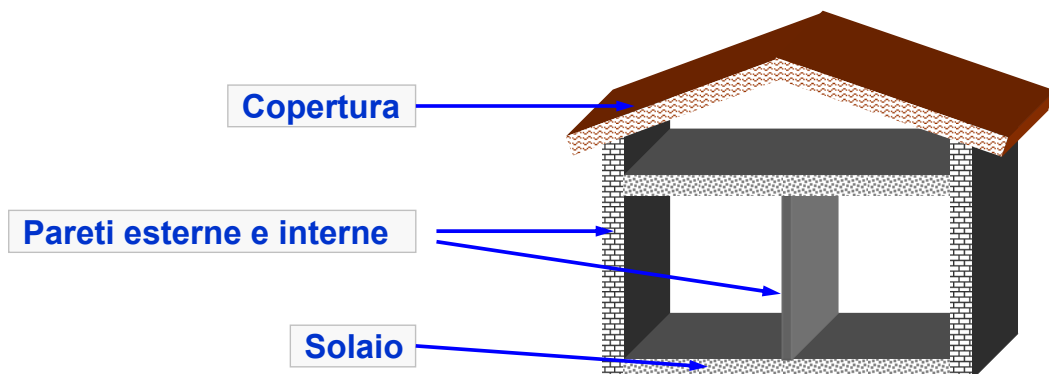


Esterne (coperture)

PARTIZIONI ORIZZONTALI:



Interne (solai)

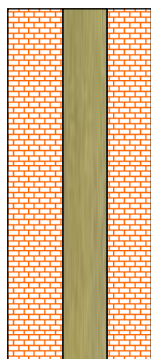


PARETI ESTERNE E INTERNE

APPLICAZIONI: Partizioni Verticali

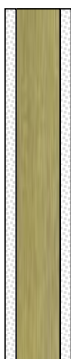
Isolamento – Pareti (Configurazioni)

Isolamento In Intercapedine



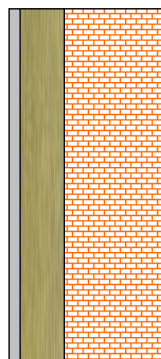
Partizioni Interne e Muri Perimetrali

Isolamento In Intercapedine



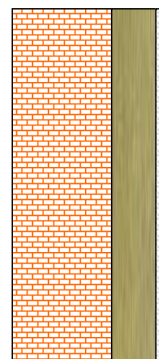
Partizioni Interne

Isolamento a Cappotto



Muri Perimetrali

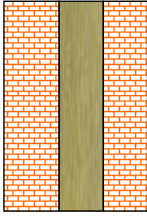
Isolamento Dall'interno



Partizioni Interne e Muri Perimetrali

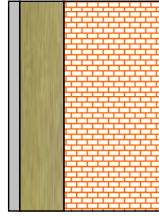
Isolamento – Pareti (Configurazioni)

**Isolamento In
Intercapedine**



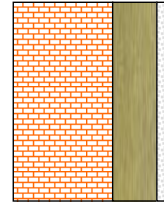
- Buona Inerzia termica
- Elevata resistenza delle Superfici Est. e Int.

**Isolamento a
Cappotto**



- Elevata Inerzia Termica
- Elevata resistenza delle Superfici Interne
- Buona resistenza meccanica delle superfici esterne

**Isolamento
Dall'interno**



- Bassa Inerzia Termica
- Problematico per ponti termici!!
- Nelle ristrutturazioni riduce lo spazio abitabile

MURI PERIMETRALI

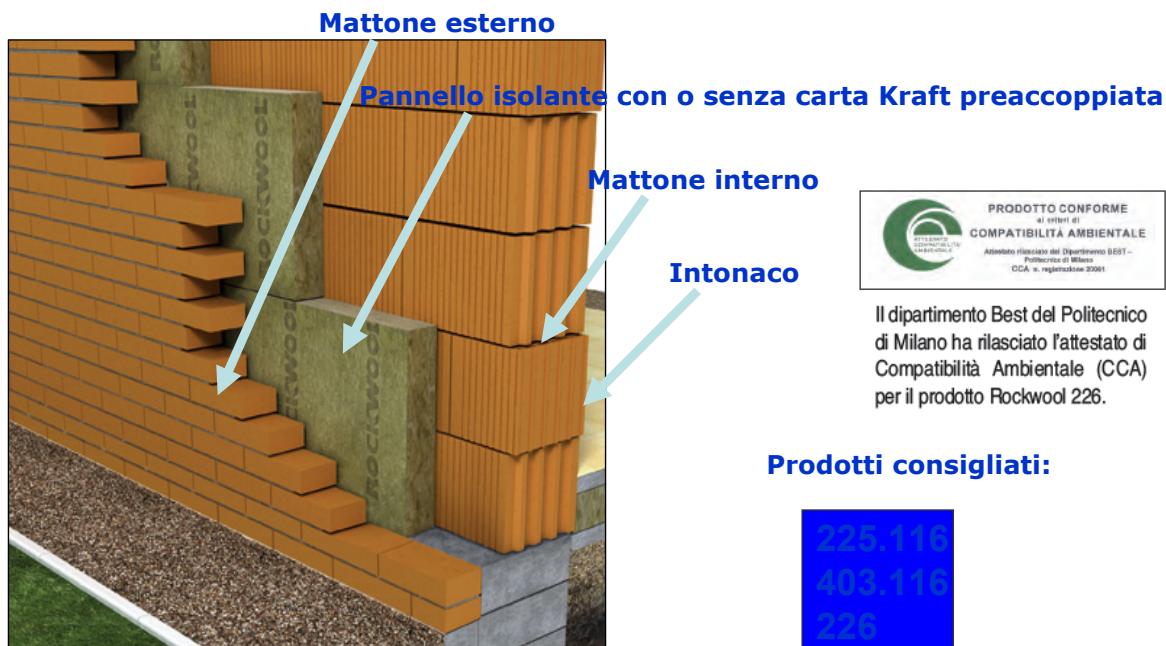
Condensazione

La normativa prevede che si verifichi:

- Assenza di condensazione superficiale e verifica della condensazione interstiziale delle pareti opache
 - nelle condizioni ambientali di progetto (se controllate)
 - con temperatura interna pari a 20 °C e umidità relativa del 65%

APPLICAZIONI: MURI PERIMETRALI

Intercapedine (perimetrali)



Intercapedine (perimetrali)



L'utilizzo del prodotto preaccoppiato con carta Kraft politenata (freno a vapore) rappresenta un'ulteriore garanzia per il rispetto delle verifiche termoigrometriche.

Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo del pannello Rockwool in lana di roccia è $\mu = 1$, il rivestimento di carta Kraft politenata ha un valore di **Sd**, (spessore d'aria equivalente) pari a **0,41 m**

MURI DIVISORI

Intercapedine

Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici in funzione della destinazione d'uso DPCM 5.12.1997

Categorie di cui alla tabella A	R'_w [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	L_{ASmax} [dB]	L_{Aeq} [dB]
D: ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
A, C: residenze, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
E: scuole e assimilabili	50	48	58	35	25
B,F,G: uffici, edifici per attività ricreative, per il culto, per il commercio o assimilabili	50	42	55	35	35

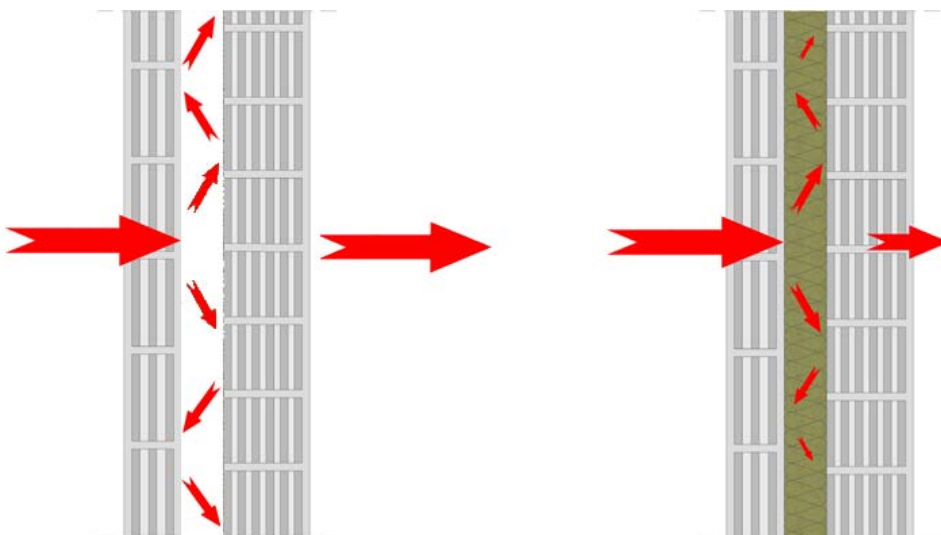
R'_w = Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti

$D_{2m,nT}$ = Isolamento acustico standardizzato di facciata;

L'_n = Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato

APPLICAZIONI: MURI DIVISORI

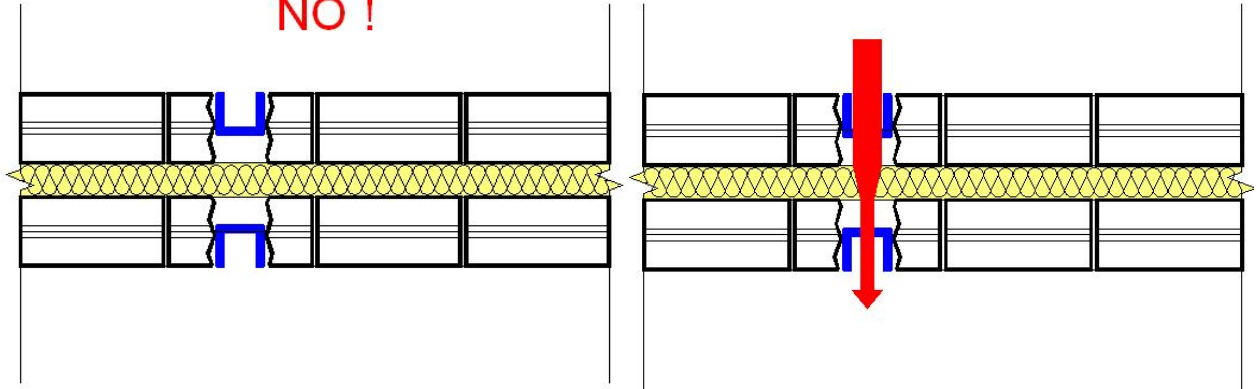
Intercapedine: Isolamento Acustico



Intercapedine: Isolamento Acustico

Desolidarizzare in modo idoneo i lati di contatto

NO !

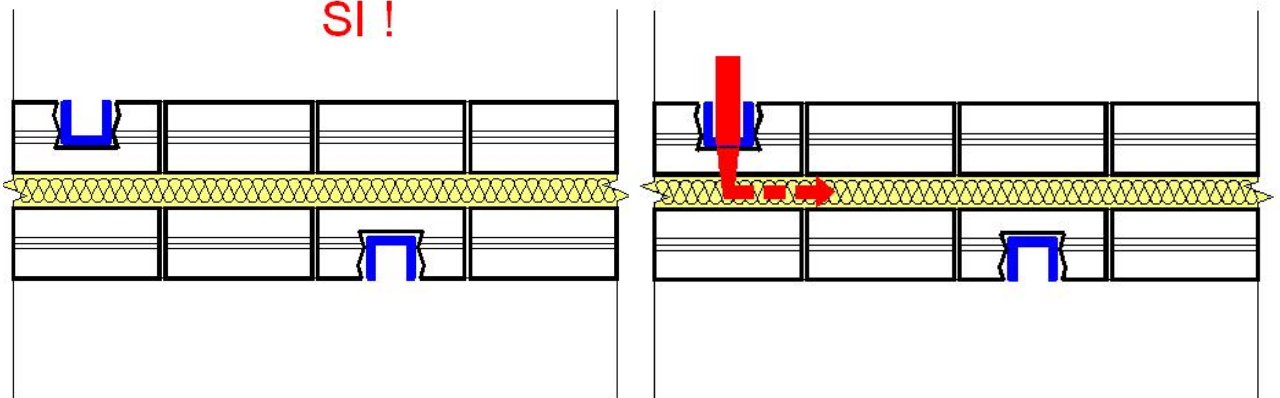


APPLICAZIONI: MURI DIVISORI

Intercapedine: Isolamento Acustico

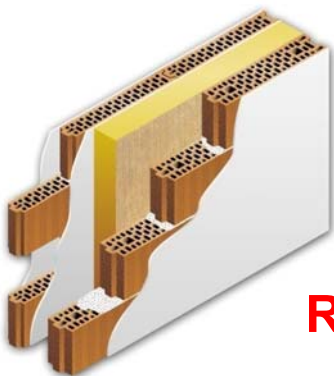
Desolidarizzare in modo idoneo i lati di contatto

SI !



Prove Acustiche

Partizioni ROCKWOOL - ALVEOLATER

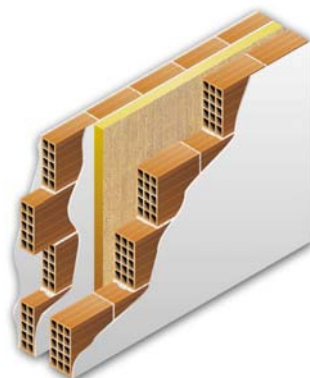


Rw 59

Laterizi semipieni incastro da 8cm + 12 cm
Pannelli ROCKWOOL 225 Sp 100 mm
tre intonaci

Laterizi alleggeriti da 8cm +15 cm
Pannelli ROCKWOOL 211 Sp 50 mm
tre intonaci

Rw 56



APPLICAZIONI: MURI DIVISORI

Prove Acustiche

Soluzioni ROCKWOOL sistemi a secco



Rw 47

W111 12,5 – 75 – 12,5
Lana di roccia
ROCKWOOL 225 (70Kg/m³) Sp 60 mm

W112 12,5+12,5 – 75 – 12,5+12,5
Lana di roccia
ROCKWOOL 211 (40Kg/m³) Sp 60 mm

Rw 54



Prove Acustiche

Soluzioni ROCKWOOL sistemi a secco



Rw 63

W115 12,5+12,5-75-12,5-37-75-12,5+12,5
Lana di roccia
ROCKWOOL 225 (70Kg/m³) Sp 60+60 mm

W115 12,5+12,5-75-12,5-37-75-12,5+12,5
Lana di roccia
ROCKWOOL 225 (70Kg/m³) Sp 60+60 mm
con impianto elettrico

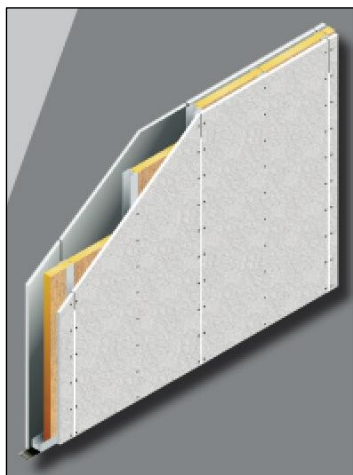
Rw 62



APPLICAZIONI: MURI DIVISORI

Prove Acustiche

Soluzioni ROCKWOOL - FERMACELL

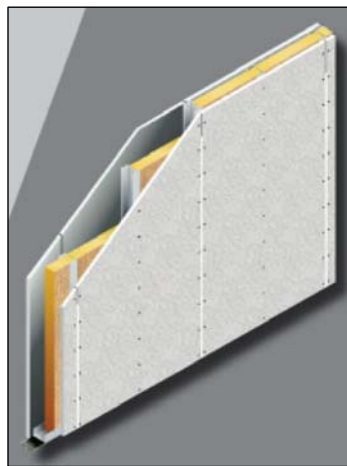


Rw 50

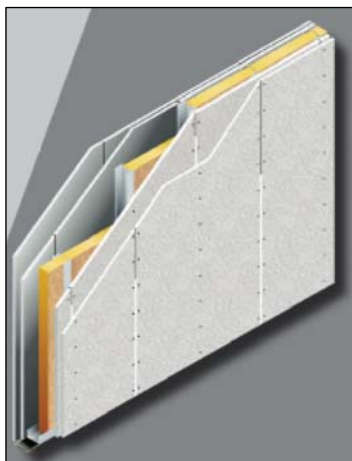
12,5- 40 - 12,5
Lana di roccia
ROCKWOOL 211 (40Kg/m³) Sp 40 mm

12,5- 40 - 12,5
Lana di roccia
ROCKWOOL 226 (60Kg/m³) Sp 40 mm

Rw 51



Soluzioni ROCKWOOL - FERMACELL



12,5 – 60 – 10 – 10 – 40 – 12,5

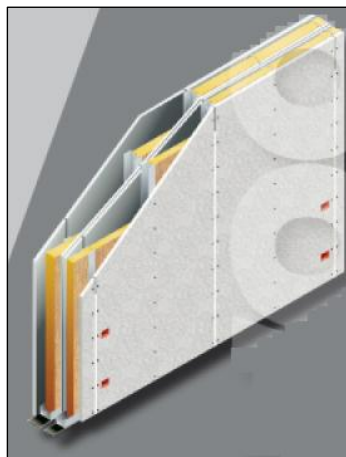
Lana di roccia

ROCKWOOL 226 (60Kg/m³) Sp 60 mm

ROCKWOOL 211 (40Kg/m³) Sp 40 mm

Rw 64

Rw 58

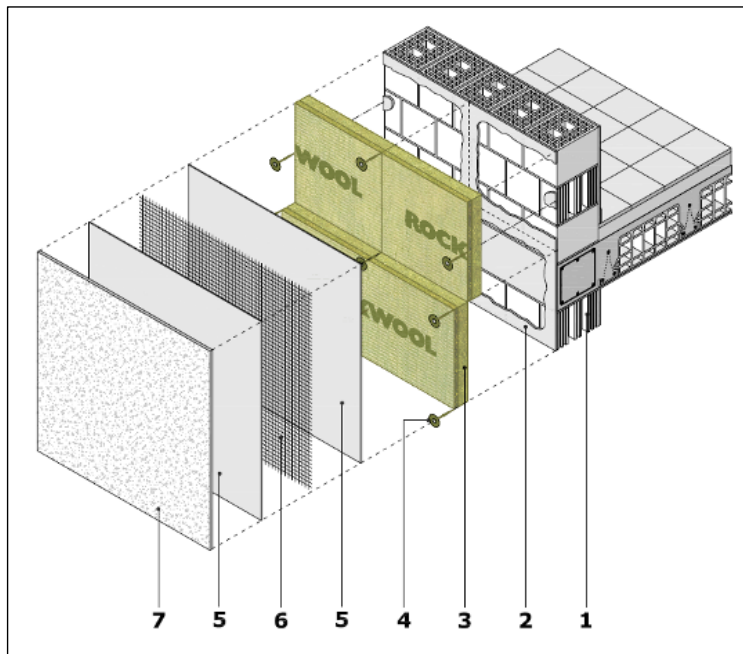


12,5 – 10 – 60 – 10 – 12,5

Lana di roccia

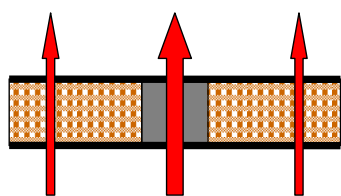
ROCKWOOL 226 (60Kg/m³) Sp 60 mm

CAPPOTTO

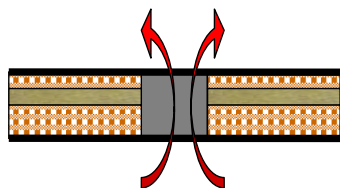


- 1) Supporto
- 2) Incollaggio
- 3) Pannello Rockwool
- 4) Fissaggio meccanico
- 5) Rasatura armata
- 6) Rete di armatura
- 7) Finitura

APPLICAZIONI: CAPPOTTO

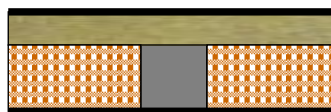


**Ponte termico
Parete non isolata**



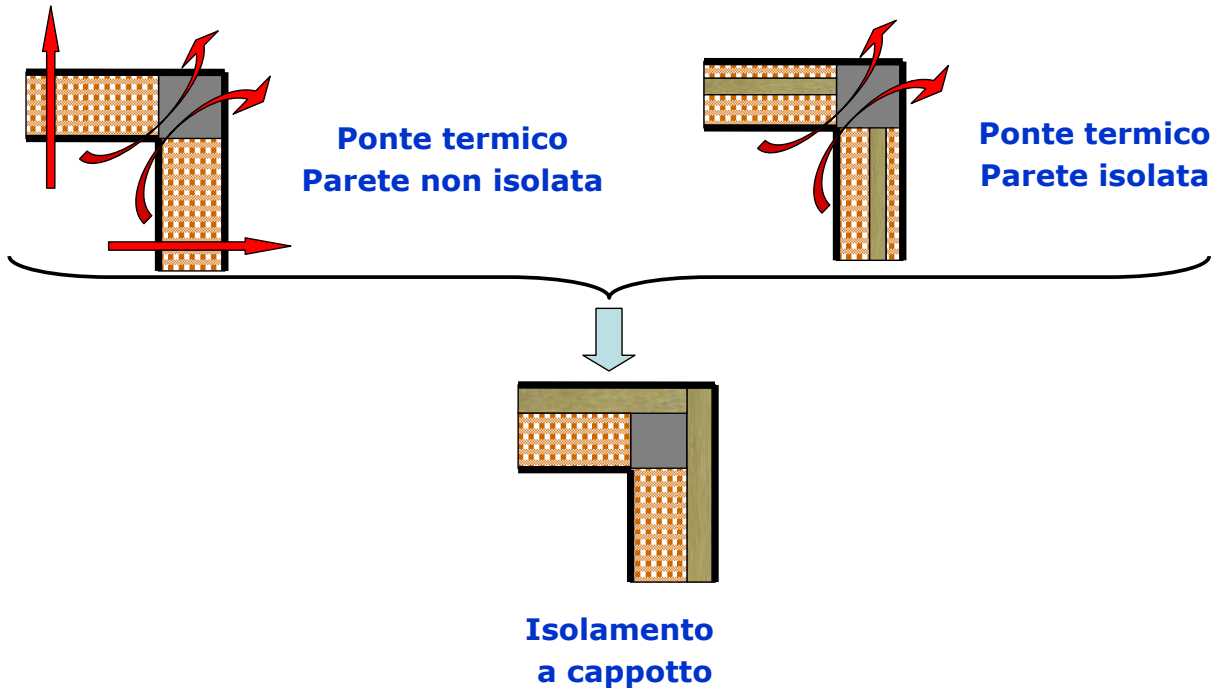
**Ponte termico
Parete isolata**

Eliminazione del ponte termico



**Isolamento
a capotetto**

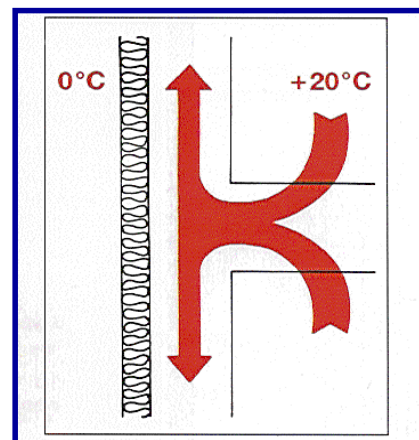
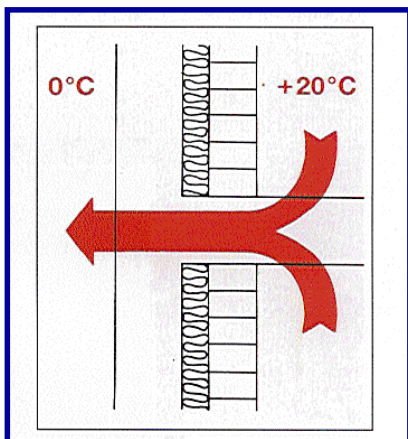
Eliminazione del ponte termico



APPLICAZIONI: CAPPOTTO

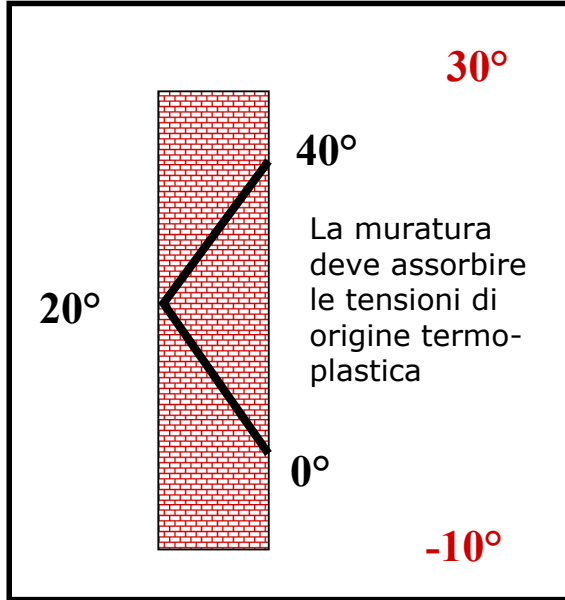
Vantaggi dell'isolamento a Cappotto

- Eliminazione dei ponti termici
- Massima inerzia termica
- Quieté termica

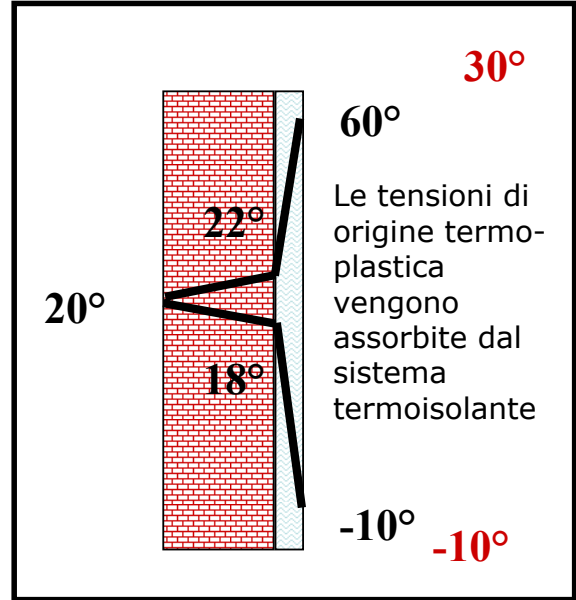


Concetto di Quietè Termica

PARETE NON ISOLATA

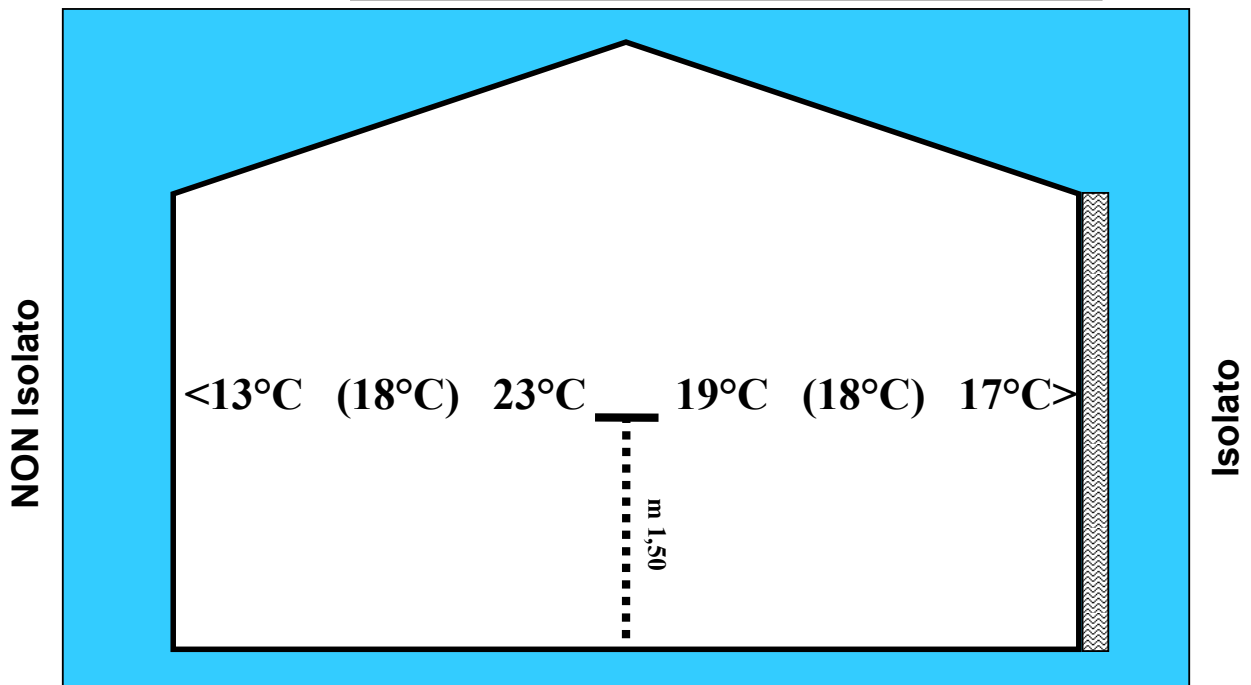


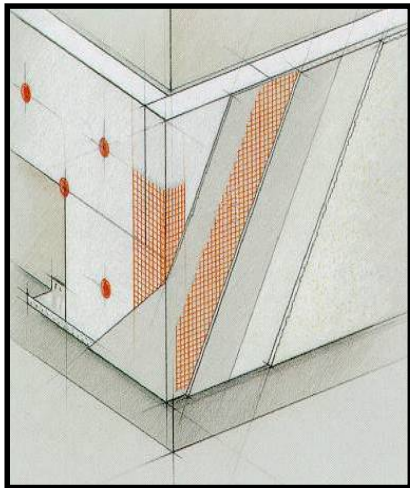
PARETE ISOLATA



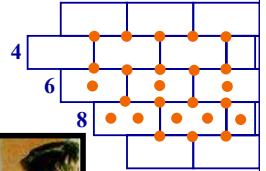
APPLICAZIONI: CAPPOTTO

Temperature Superficiali interne e comfort



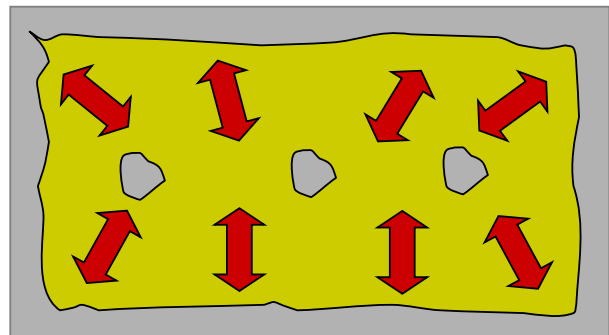
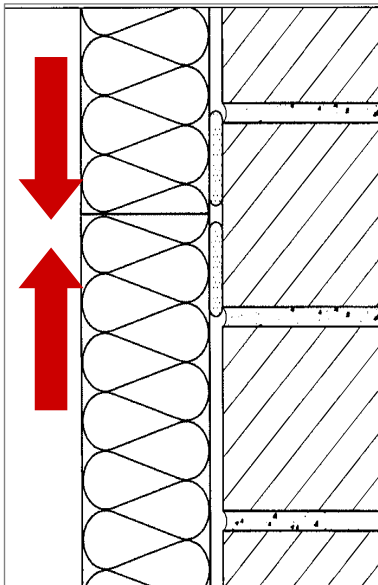


- **Profili di partenza**
- **incollaggio pannelli**
- **posizionamento delle lastre:**
giunti sfalsati anche negli spigoli
- **se necessario 4-6-8 tasselli:**
prima negli angoli, poi al centro
- **applicazione del rasante**
- annegamento della rete
- **finitura**



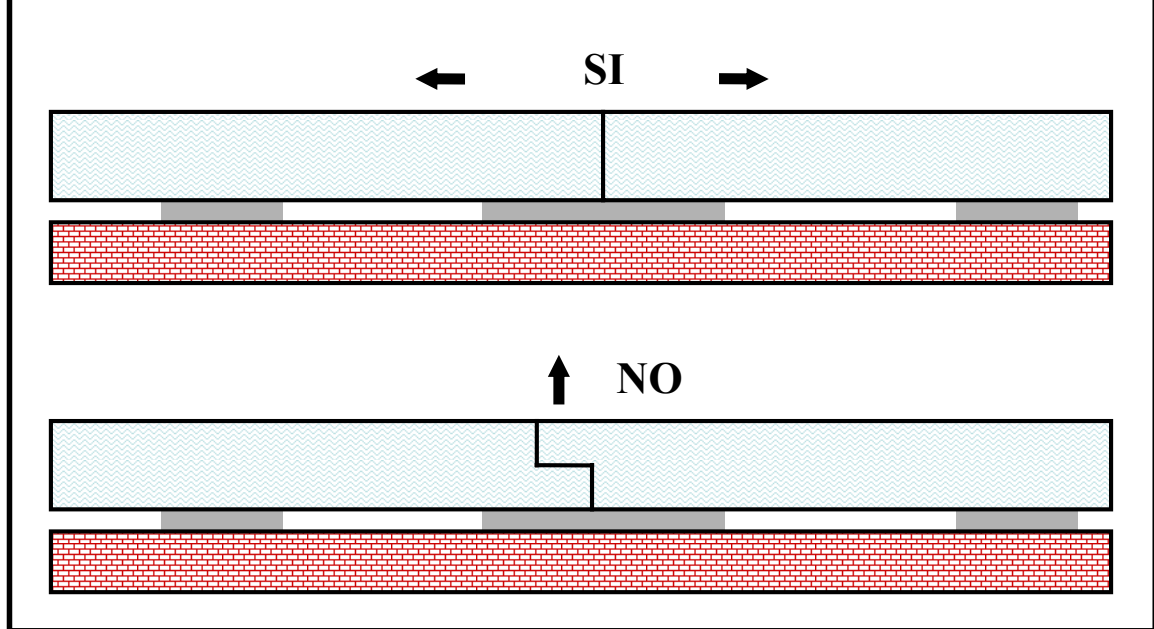
APPLICAZIONI: CAPPOTTO

Incollaggio dei pannelli



l'incollaggio deve bloccare i pannelli lungo i bordi e lasciare una fascia di movimento libera all'interno per poter assecondare i movimenti termoplastici senza produrre lesioni

GIUNTI TRA I PANNELLI RETTI E BEN ACCOSTATI



APPLICAZIONI: CAPPOTTO

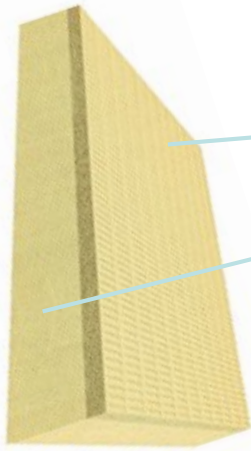
Peculiarità del Cappotto Rockwool



- Netto miglioramento del comfort abitativo (termico ed acustico).
- Assoluta stabilità del rivestimento nel tempo con eliminazione totale di fenomeni negativi come crepe e lesioni che costituiscono le ragioni del degrado delle facciate.
- Eliminazione totale di fenomeni di condense e muffe all'interno dell'edificio.
- Sensibile risparmio delle spese di riscaldamento con conseguente rapido ammortamento delle spese di realizzazione del lavoro.
- Isolamento incombustibile EUROCLASSE A1

Peculiarità del Cappotto Rockwool

Prodotti a doppia densità:



- Caratteristiche peculiari:
 - Acustica
 - Traspirabilità $\mu = 1,4$
 - Fuoco
 - Stabilità dimensionale

Strato esterno ad elevata densità

Strato interno a densità più bassa

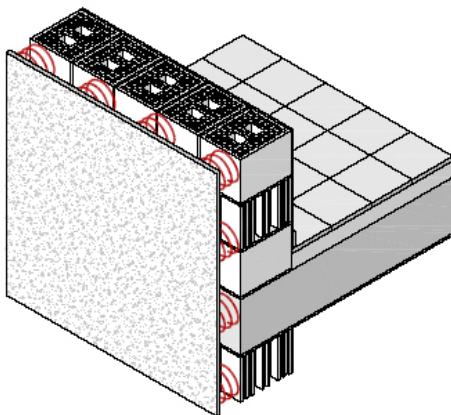
Perché doppia densità:

- Ottima **CONDUCIBILITA'**

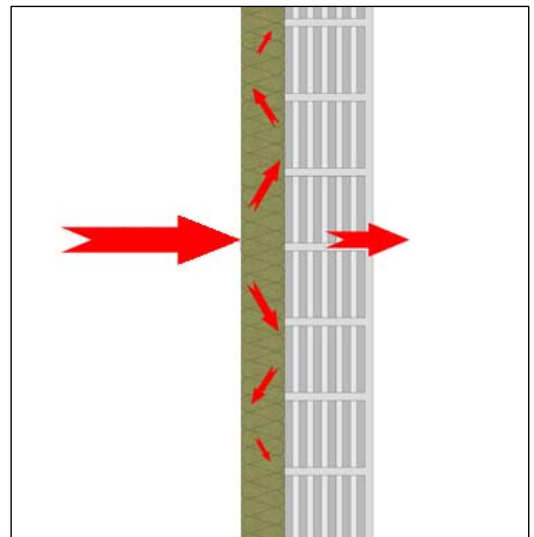
- Buone proprietà meccaniche

APPLICAZIONI: CAPPOTTO

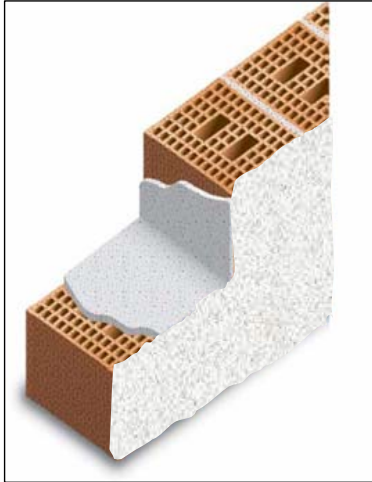
Prove Acustiche



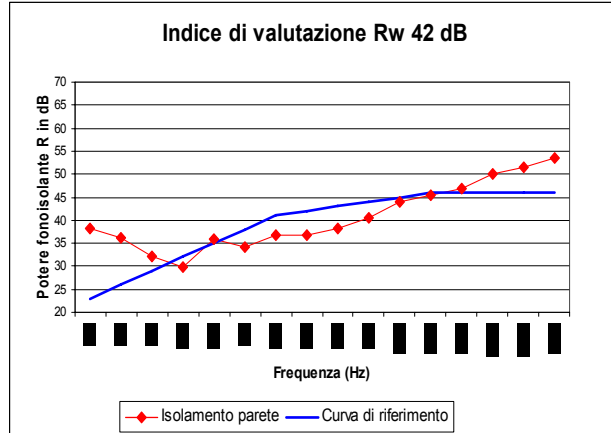
MASSA - MOLLA - MASSA



Prove Acustiche: Parete Senza Cappotto



Rw 42

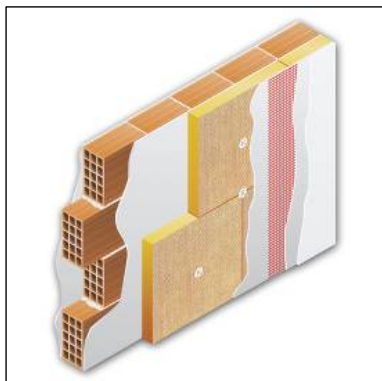


Tramezza da 12 cm con due intonaci

APPLICAZIONI: CAPPOTTO

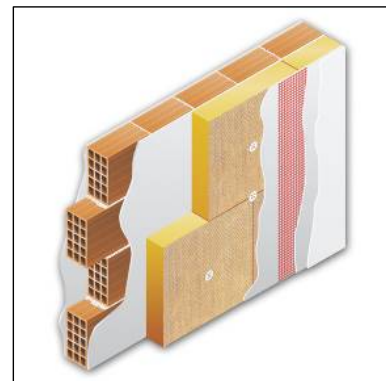
Prove Acustiche: Parete con Sistema a Cappotto Rockwool

Tramezza da 12 cm con due intonaci
Pannello COVERROCK 60 mm



Rw 52
(+10dB)

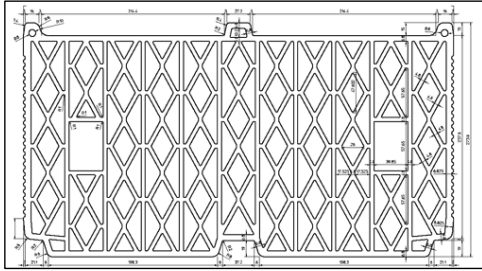
Rw 54
(+12dB)



Tramezza da 12 cm con due intonaci
Pannello COVERROCK 100 mm

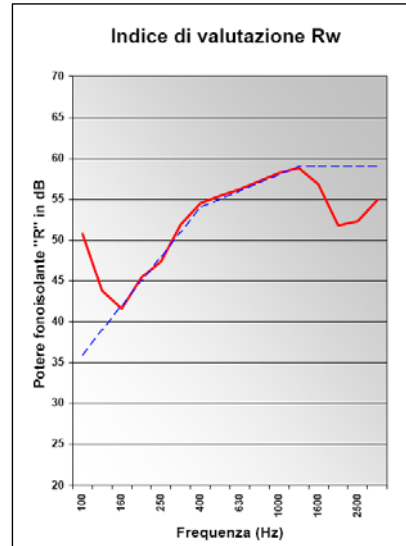
Prove Acustiche: Parete Senza Cappotto

Prova su parete
"pesante" a setti sottili



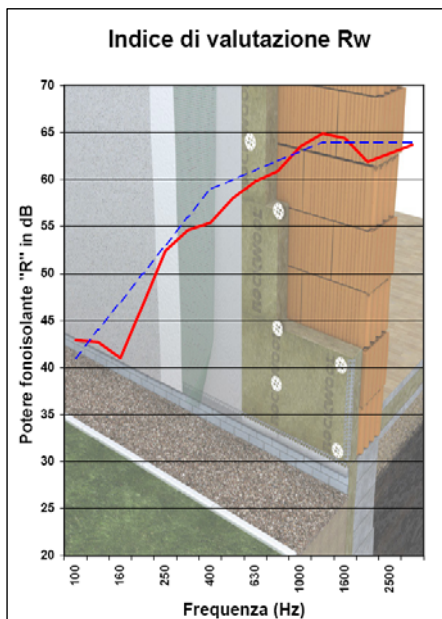
Laterizio da 35 cm con due
intonaci

Rw 55



APPLICAZIONI: CAPPOTTO

Prove Acustiche: Parete con Sistema a Cappotto Rockwool



Prova su parete
"pesante" a setti sottili

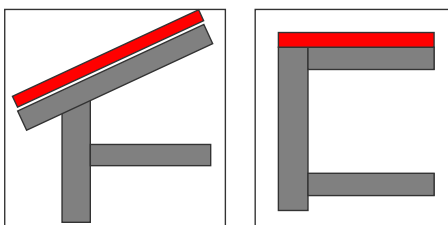
Rw 60
(+5dB)

Laterizio da 35 cm +
Pannello **COVERROCK 60 mm**

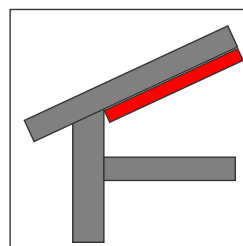
PARTIZIONI ORIZZONTALI

APPLICAZIONI: Partizioni Orizzontali

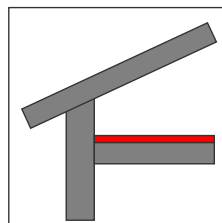
Isolamento - Estradosso



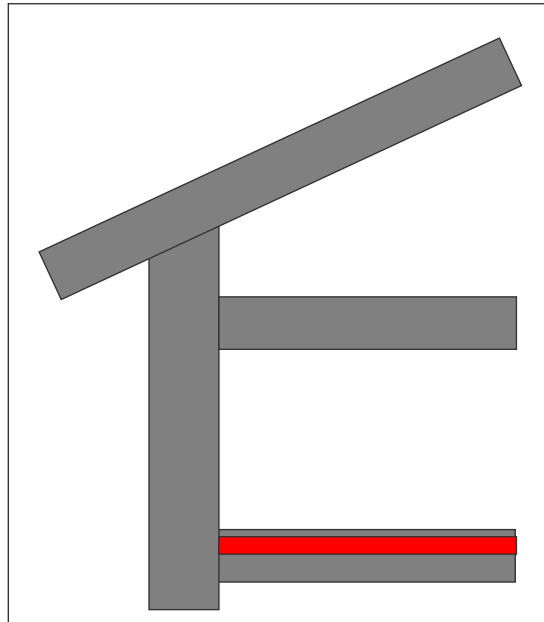
Isolamento - Intradosso



Isolamento - Ultimo Solaio



Isolamento – Solaio Intermedio



APPLICAZIONI: SOLAI INTERMEDI

Pavimento Galleggiante

D. Lgs 311/06: $U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rocksol



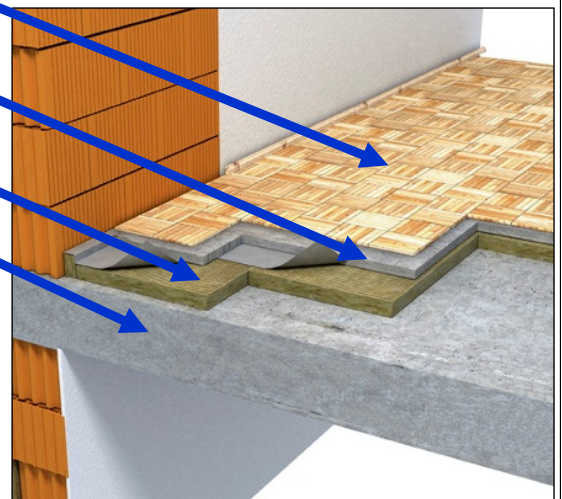
Rivestimento

Massetto

armato

Isolante

Solaio

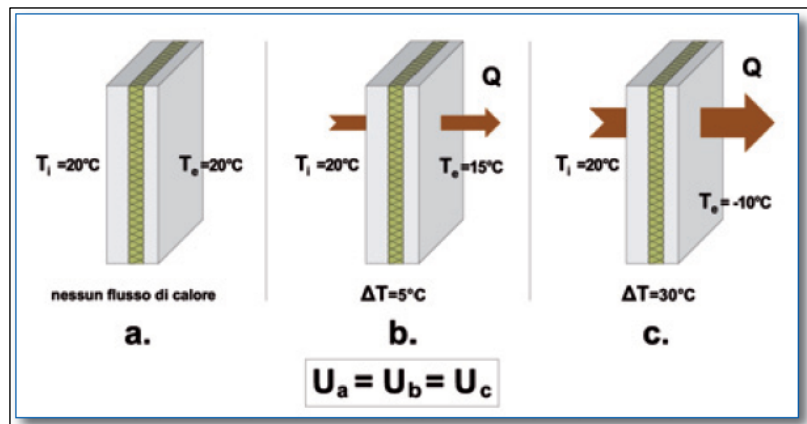


PARTIZIONI ORIZZONTALI ESTERNE

APPLICAZIONI: COPERTURE

Aspetti Termici Invernali

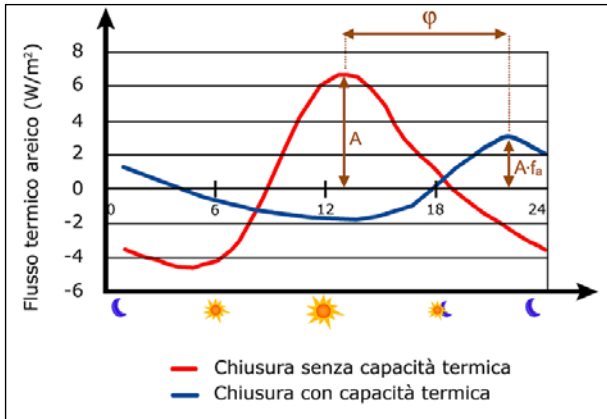
Le coperture, così come ogni altro elemento opaco, sono interessate da un flusso di calore per **conduzione** (trasmissione) che concorre a determinare le perdite per trasmissione del bilancio energetico invernale dell'edificio. Questa voce assume **notevole influenza** soprattutto nel caso di edifici con un numero limitato di piani o **nel caso dell'analisi degli alloggi immediatamente sottostanti la copertura**, sia in termini di bilancio energetico, sia delle temperature di comfort.



Flusso di calore attraverso un elemento di chiusura al variare della differenza di temperatura tra i due ambienti

Aspetti Termici Estivi

Al fine di limitare il fabbisogno per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti è opportuno verificare il **comportamento "inerziale"** della chiusura.

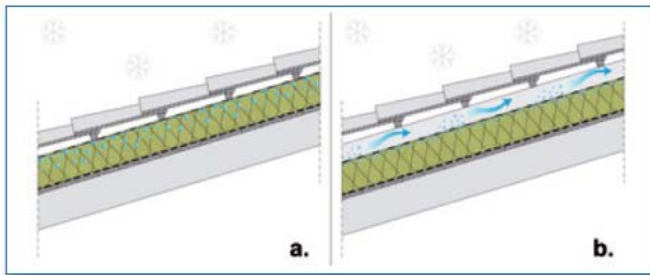


Il comportamento inerziale delle strutture che definiscono l'ambiente in esame può essere verificato attraverso la valutazione di due parametri: il **fattore di attenuazione f_a** ed il **coefficiente di sfasamento Φ** .

È in quest'ottica che va letto il valore del coefficiente di **sfasamento Φ** , che, per le nostre latitudini, si dovrebbe attestare intorno alle **9 ore**, così come il valore del **fattore di attenuazione**, che dovrebbe essere preferibilmente **il più basso possibile**.

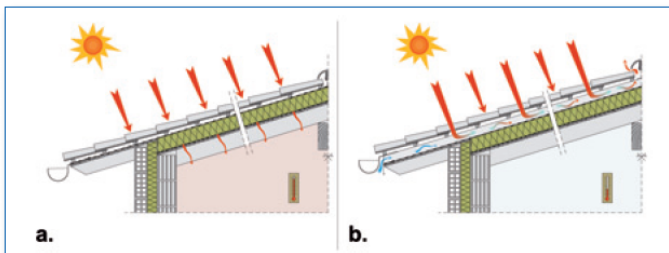
APPLICAZIONI: COPERTURE

Ventilazione



stagione invernale

stagione estiva

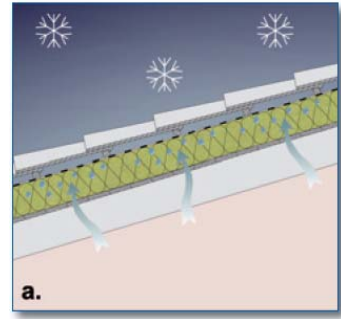


Va però osservato che all'aumentare della resistenza termica della copertura **il contributo della ventilazione si riduce proporzionalmente, fino ad essere **ininfluente nelle coperture iperisolate****.

(Sergio Croce)

Fenomeni Condensativi

Fra gli aspetti principali concernenti la salubrità degli ambienti vi sono senza dubbio i fenomeni di condensazione interstiziale e condensazione superficiale, che hanno conseguenze anche sulla prestazione termica, sulla durabilità e sull'aspetto dei materiali e dei componenti edilizi.



Effetti dei fenomeni condensativi:

Condensazioni superficiali → muffe, funghi
discomfort-termo igrometrico
eventuali processi di corrosione

Condensazioni interstiziali → decadimento prestazioni isolanti
(elevata conducibilità dell'acqua)

APPLICAZIONI: COPERTURE

Fenomeni Condensativi

Spunti progettuali: → Garanzia della tenuta all'acqua (attenzioni in fasi di posa)

Ventilazione degli ambienti interni

Stratigrafia con disposizione degli strati con **diffusione al vapore decrescente** (dall'interno all'esterno)
Es. Barriera al vapore → telo traspirante

Continuità dell'eventuale barriera al vapore

Esterno



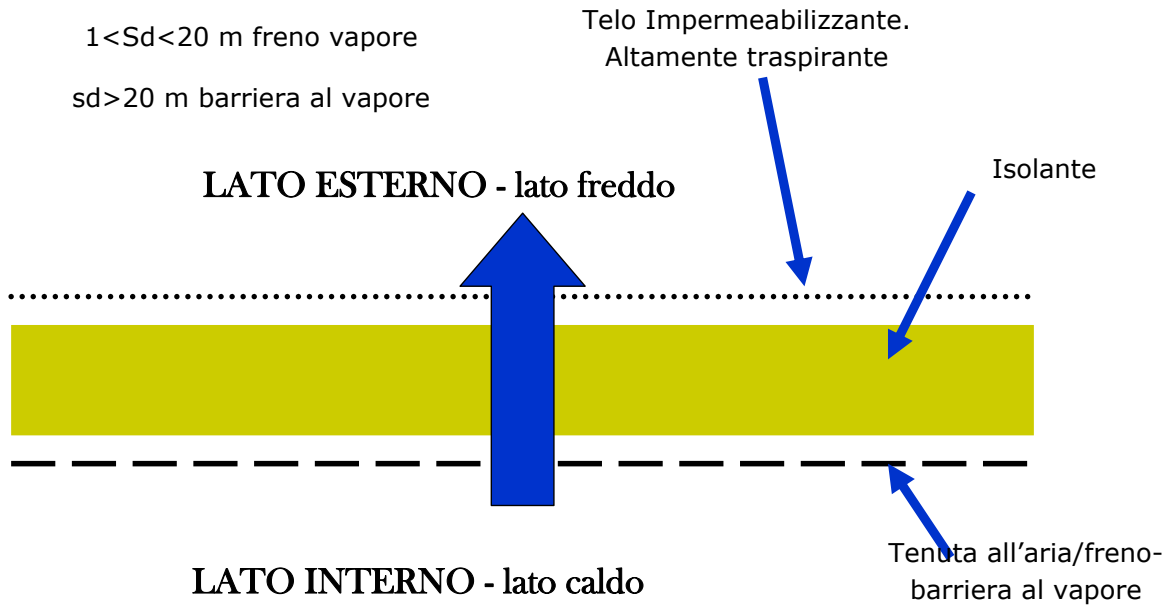
Interno

Corretto Posizionamento delle membrane

$S_d < 0,1$ m telo ad alta traspirazione

$1 < S_d < 20$ m freno vapore

$s_d > 20$ m barriera al vapore



APPLICAZIONI: COPERTURE

Acustica delle Coperture

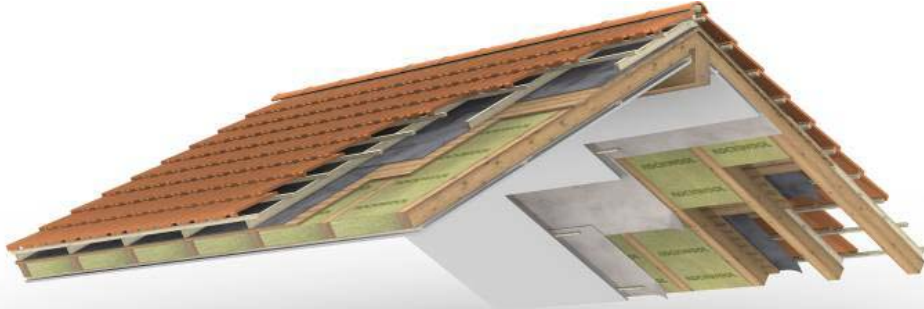
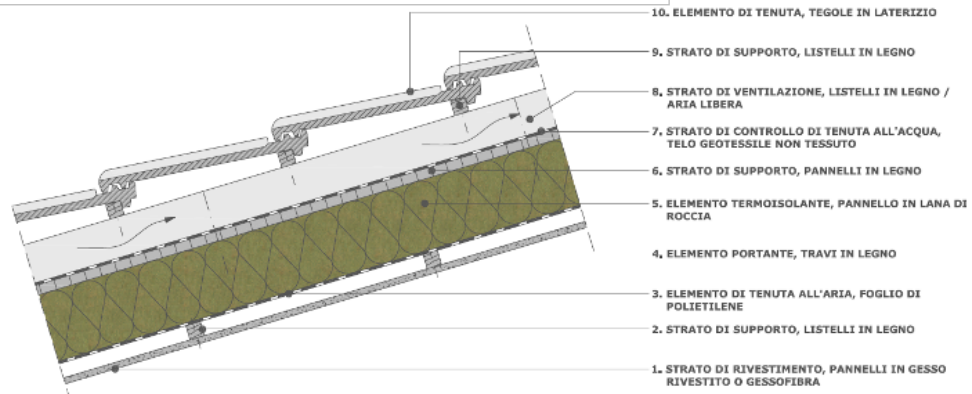
Il D.P.C.M. 05/12/1997, relativo ai requisiti acustici passivi degli edifici, è stato per anni sottovalutato da committenti, costruttori, amministrazioni pubbliche e progettisti; ma nei suoi confronti, in particolar modo nell'ultimo periodo, si è rivalutata la necessaria attenzione da parte dell'intero settore, soprattutto a seguito dell'emanazione di **sentenze giudiziarie** concluse con il **risarcimento** da parte del costruttore verso l'acquirente per un importo **fino al 30% del prezzo di acquisto**.

Ogni anno in Italia si registra l'apertura di circa **500.000 vertenze giudiziarie** legate al rumore.



Punto debole del decreto:
le coperture

Isolamento all'intradosso



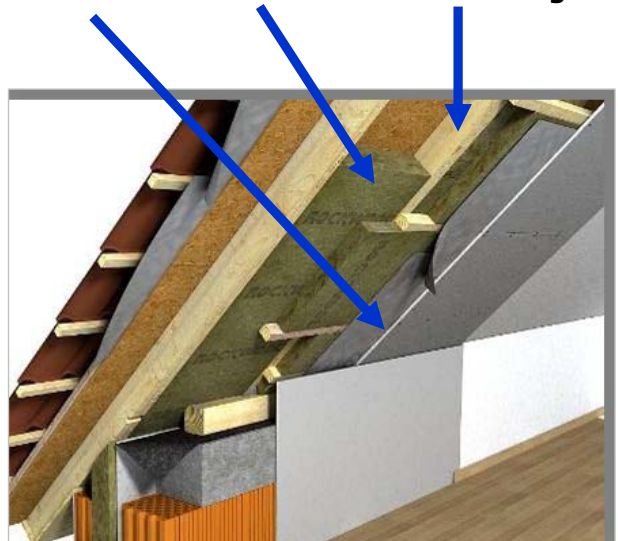
APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento all'intradosso

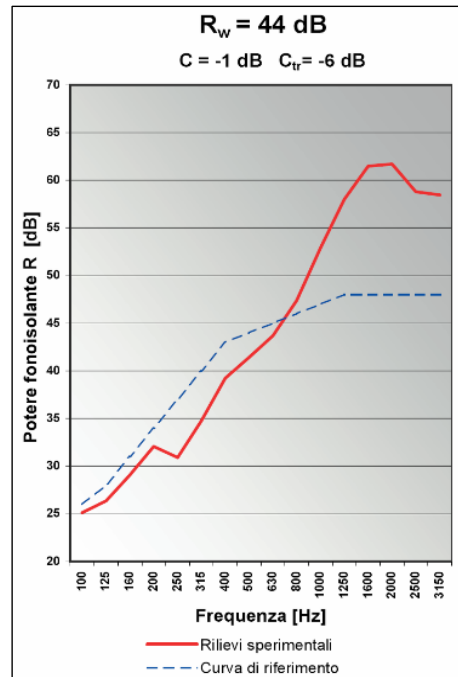
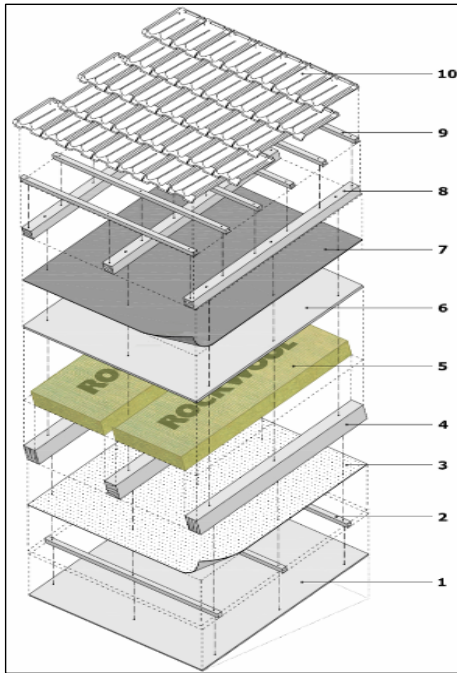
- Rockwool 202
- Rockwool 220
- Densità 50 kg/m³
- $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$
- Nessuna specifica proprietà meccanica



Tenuta all'aria/
Barriera al vapore Isolante Struttura in legno



Prove Acustiche



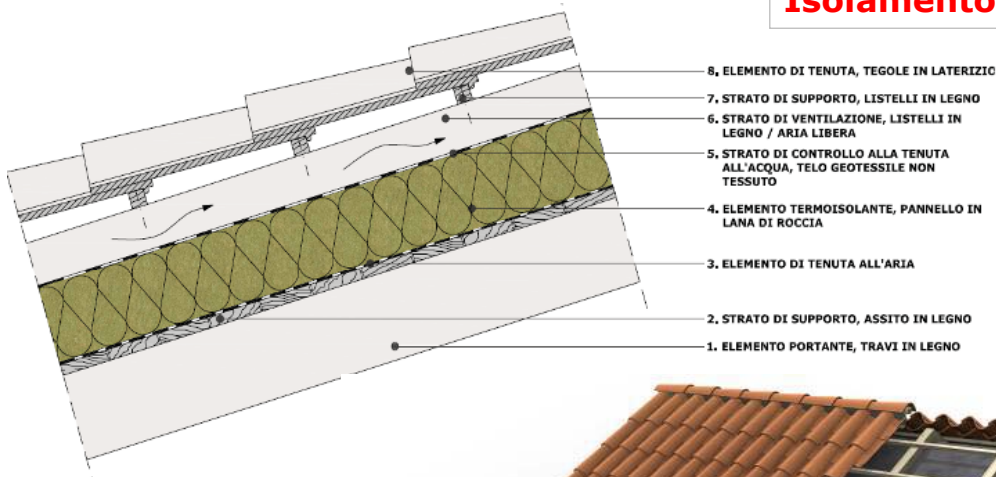
APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento in estradosso

Struttura in legno a vista → qualità ambiente abitativo



Isolamento in estradosso



APPLICAZIONI: COPERTURE

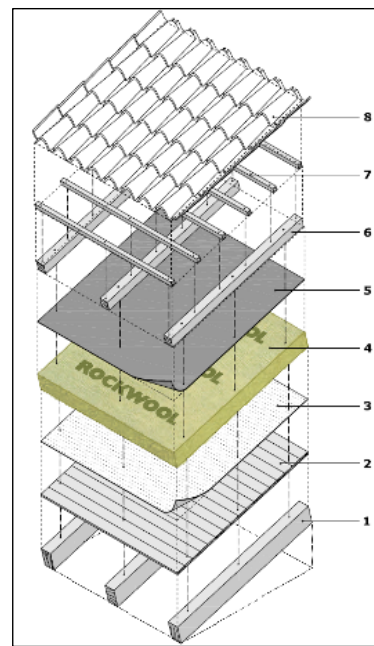
Isolamento in estradosso

Valutazioni analitiche volte ad indicare le prestazioni termiche del pacchetto di copertura

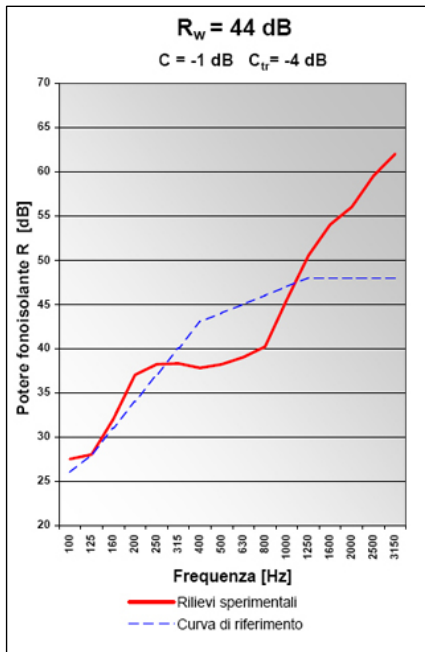
λ_D	Sp. isolante	U
[W/mK]	[cm]	[W/m ² K]
0,040	14	0,282
0,040	16	0,250
0,040	22	0,186
0,040	28	0,149
0,040	34	0,124

Gli elementi superiori allo strato di ventilazione non sono stati considerati nel calcolo della trasmittanza termica.

Il calcolo è stato eseguito a partire dai valori λ_D opportunamente maggiorati in conformità alla UNI EN 10351.



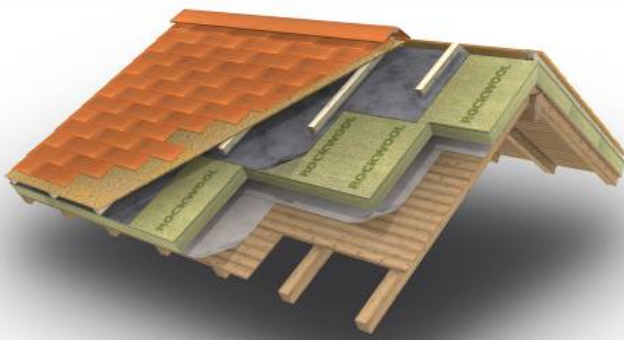
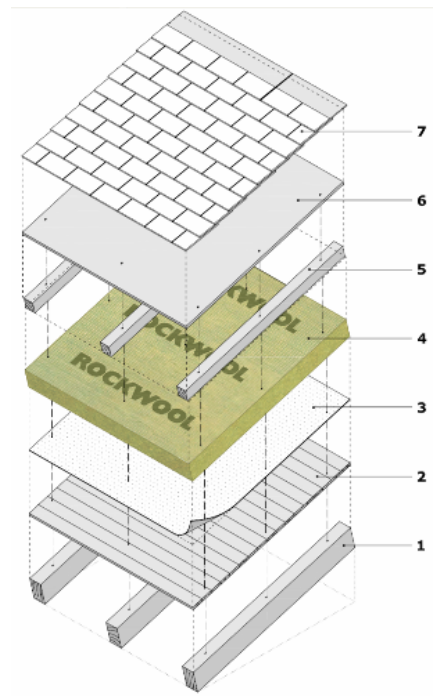
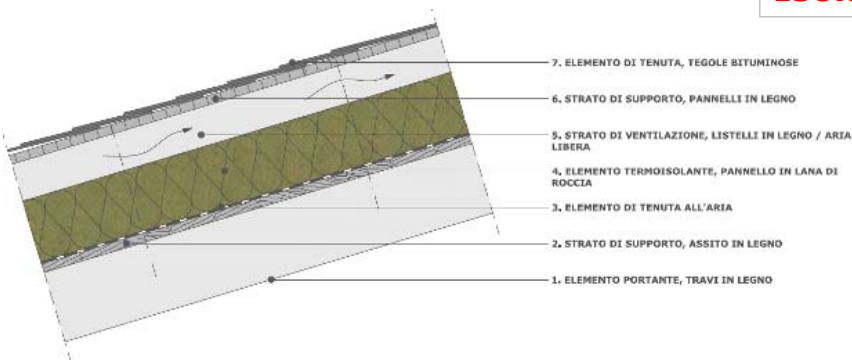
Isolamento in estradosso



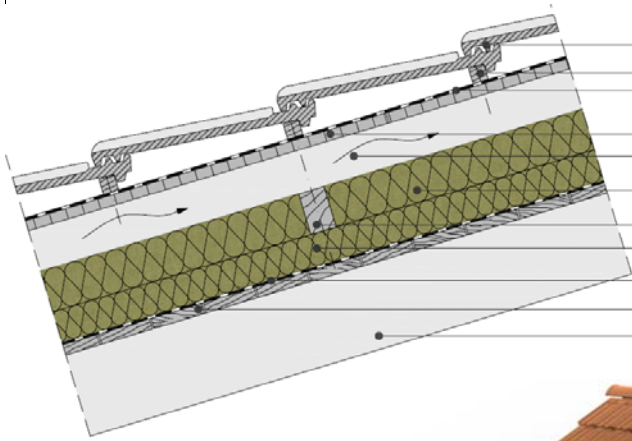
1. Lastra ondulata in fibrocemento
2. Listello di fissaggio in legno di abete, spessore 50 mm
3. Listello di ventilazione in legno di abete, spessore 30 mm.
4. Schermo impermeabile traspirante: strato di tessuto non tessuto
5. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL DUROCK A/C** - spessore nominale 140 mm e densità superficiale 220 kg/m³ densità del corpo 140 kg/m³.
6. Barriera al vapore: strato di tessuto non tessuto in polipropilene
7. Assito in legno: perlina in legno di abete, sezione 150 x 19 mm.
8. Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.

APPLICAZIONI: COPERTURE

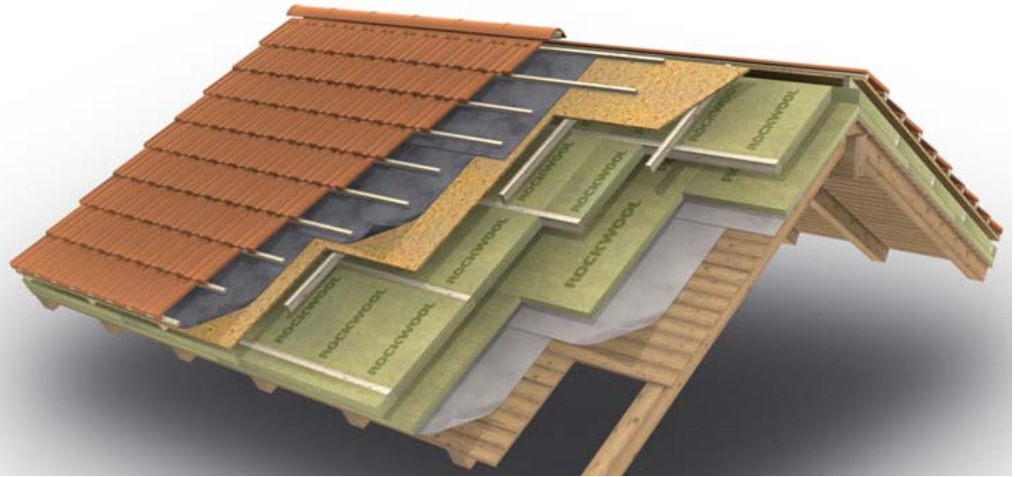
Isolamento in estradosso



Isolamento in estradosso



11. ELEMENTO DI TENUTA, TEGOLE IN LATERIZIO
10. STRATO DI SUPPORTO, LISTELLI IN LEGNO
9. STRATO DI CONTROLLO ALLA TENUTA ALL'ACQUA, TELO GEOTESSILE NON TESSUTO
8. STRATO DI SUPPORTO, PANNELLI IN LEGNO
7. STRATO DI VENTILAZIONE; LISTELLI DI VENTILAZIONE / ARIA LIBERA
6. ELEMENTO TERMOISOLANTE, PANNELLO IN LANA DI ROCCIA
5. STRATO DI SUPPORTO, LISTELLI IN LEGNO
4. ELEMENTO TERMOISOLANTE, PANNELLO IN LANA DI ROCCIA
3. ELEMENTO DI TENUTA ALL'ARIA
2. STRATO DI SUPPORTO, ASSITO IN LEGNO
1. ELEMENTO PORTANTE, TRAVI IN LEGNO



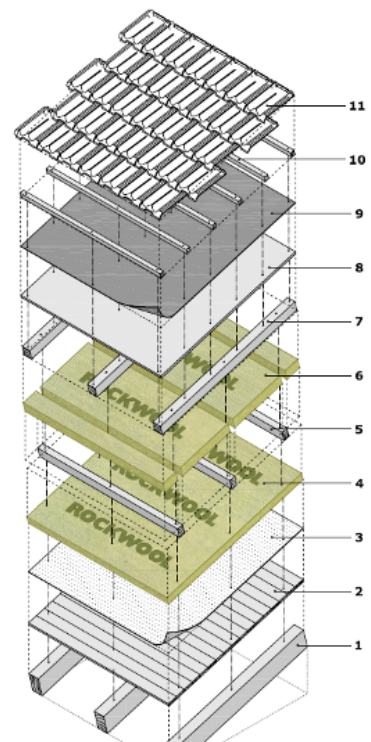
APPLICAZIONI: COPERTURE

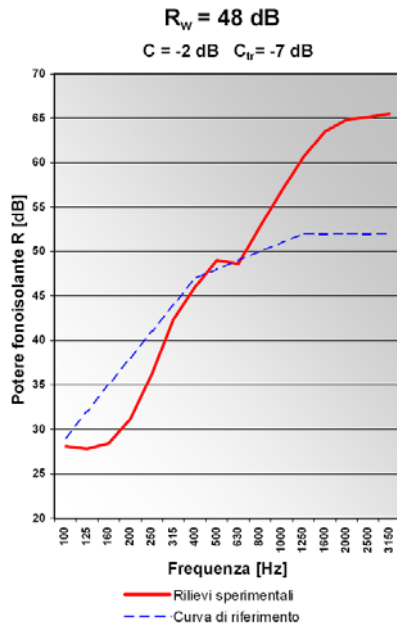
Isolamento in estradosso

λ_D		Sp. isolante		U
[W/mK]		[cm]		[W/m ² K]
isol. sup.	isol. inf.	isol. sup.	isol. inf.	pacchetto
0,035	0,040	8	5	0,264
0,035	0,040	8	6	0,250
0,035	0,040	8	11	0,194
0,035	0,040	8	18	0,148
0,035	0,040	8	23	0,127

Gli elementi superiori allo strato di ventilazione non sono stati considerati nel calcolo della trasmittanza termica.

Il calcolo è stato eseguito a partire dai valori λ_D opportunamente maggiorati in conformità alla UNI EN 10351.

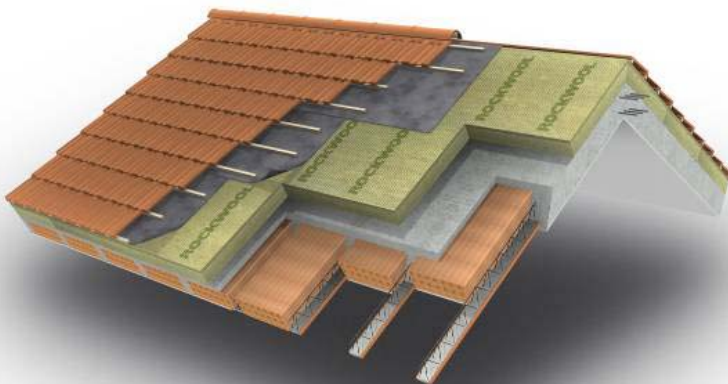
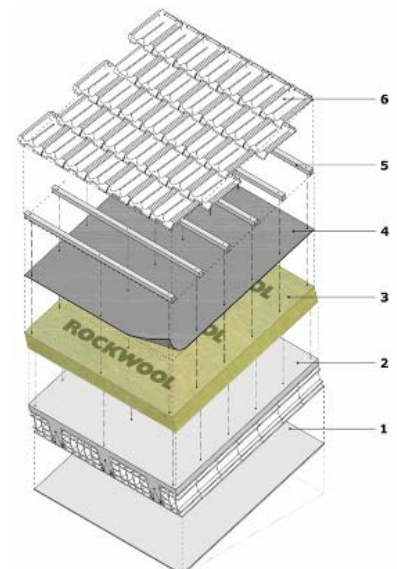
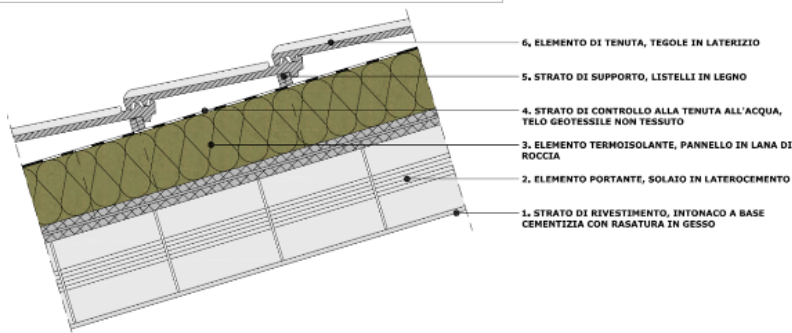




1. Lastra ondulata* in fibrocemento dell'onda 130 mm.
2. Rivestimento esterno: guaina bituminosa
3. Pannello tipo OSB spessore 15 mm e densità 650 kg/m³.
4. Listello di ventilazione in legno di abete
5. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL 234** in lana di roccia, spessore nominale 80 mm e densità 100 kg/m³.
6. Listello di contenimento in legno di abete, sezione 80 x 100 mm.
7. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL T-ROCK 50 N** in lana di roccia, spessore nominale 50 mm e densità 150 kg/m³.
8. Barriera al vapore: strato di tessuto non tessuto in polipropilene
9. Assito in legno: perlina di legno di abete, sezione 130 x 23 mm.
10. Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.

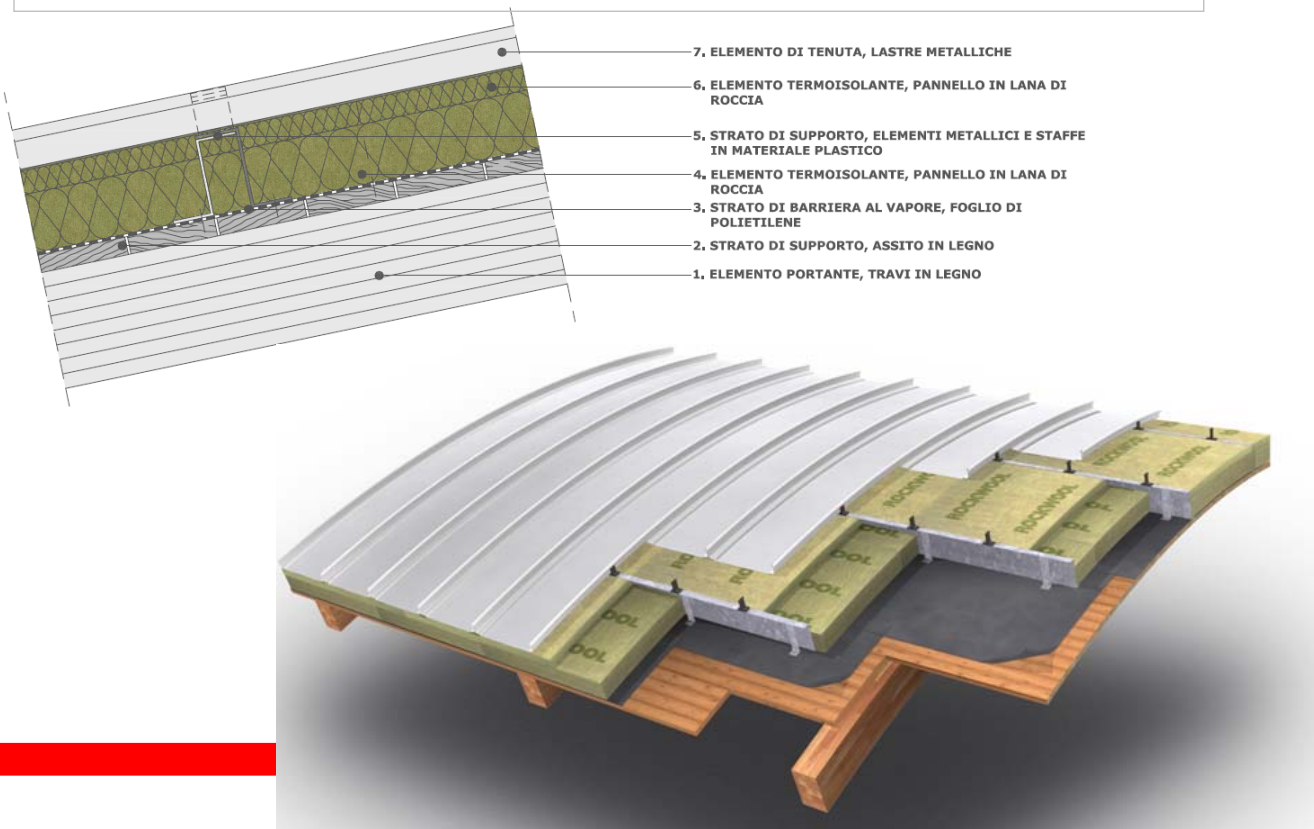
APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento in estradosso



λ_D	Sp. isolante	U
[W/mK]	[cm]	[W/m ² K]
0,040	13	0,284
0,040	16	0,238
0,040	20	0,196
0,040	27	0,149

Isolamento in estradosso: Lamiera Metallica – Tetto Curvo

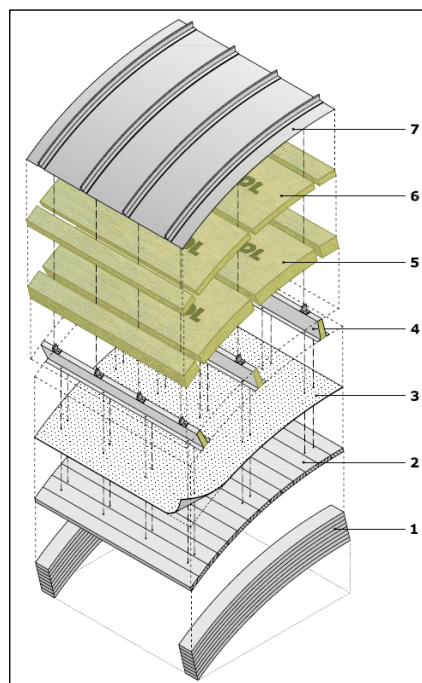


APPLICAZIONI: COPERTURE

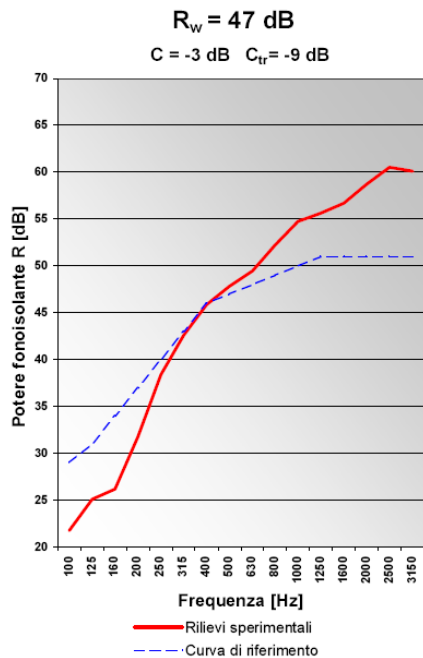
Isolamento in estradosso: Lamiera Metallica – Tetto Curvo

λ_D		Sp.isolante		U
[W/mK]		[cm]		[W/m ² K]
isol. sup.	isol. inf.	isol. sup.	isol. inf.	pacchetto
0,035	0,035	4	8	0,284
0,035	0,035	4	10	0,247
0,0350	0,035	4	14	0,197
0,035	0,035	4	22	0,140
0,035	0,035	4	25	0,126

Al fine di adattarsi al raggio di curvatura vengono impiegati prodotti a media densità non completamente rigidi, caratterizzati da ottimi valori di conducibilità termica ($\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$) e da elevato assorbimento acustico ($\alpha_w = 1$).



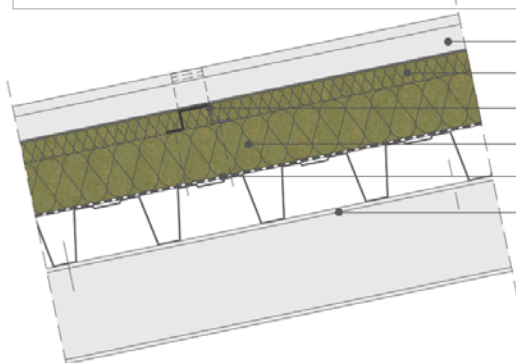
Isolamento in estradosso: Lamiera Metallica – Tetto Curvo



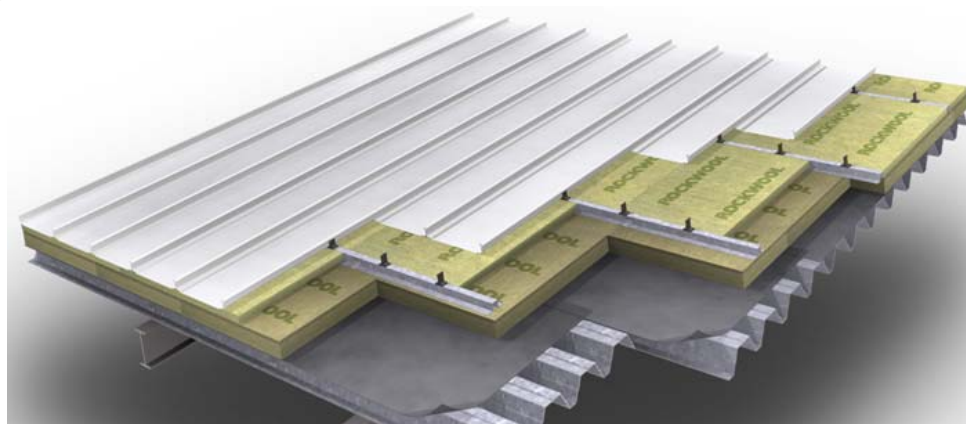
1. Copertura metallica continua in lastre di alluminio pre-verniciato
2. Distanziale a "ZETA" corrente in acciaio zincato
3. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL 211** in lana di roccia, spessore 40 mm e densità 40 Kg/m³.
4. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL 234** in lana di roccia, spessore nominale 100 mm e densità 100 Kg/m³.
5. Barriera al vapore: pellicola multistrato in poliestere con rivestimento in alluminio e pellicola in polietilene,
6. Assito in legno: perlina in legno di abete, sezione 130 x 30 mm.
7. Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm.

APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento in estradosso: Lamiera Metallica – Tetto Curvo



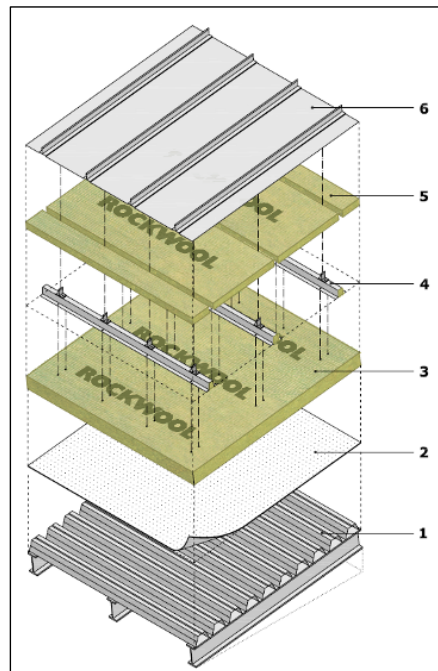
1. ELEMENTO PORTANTE, TRAVI IN LEGNO
2. STRATO DI BARRIERA AL VAPORE, FOGLIO DI POLIETILENE
3. ELEMENTO TERMOISOLANTE, PANNELLO IN LANA DI ROCCIA
4. STRATO DI SUPPORTO, ELEMENTI METALLICI E STAFFE IN MATERIALE PLASTICO
5. ELEMENTO TERMOISOLANTE, PANNELLO IN LANA DI ROCCIA
6. ELEMENTO DI TENUTA, LASTRE METALLICHE



Isolamento in estradosso: Lamiera Metallica – Tetto Curvo

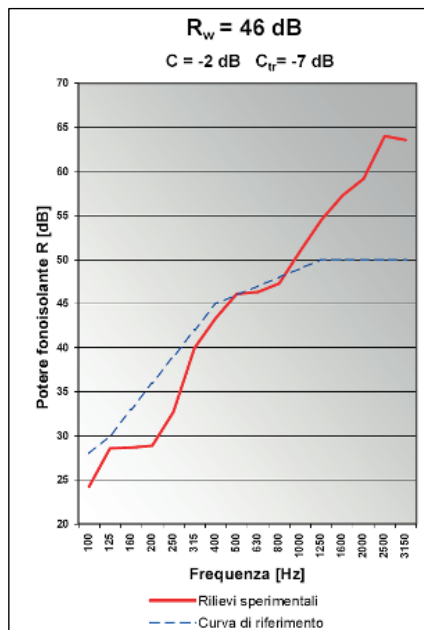
λ_D		Sp. isolante		U
[W/mK]		[cm]		
isol. sup.	isol. inf.	isol. sup.	isol. inf.	pacchetto
0,035	0,040	4,00	10,00	0,284
0,035	0,040	4,00	14,00	0,247
0,035	0,040	4,00	18,00	0,197
0,035	0,040	4,00	26,00	0,140
0,035	0,040	4,00	30,00	0,126

In questa soluzione si è scelto di impiegare un pannello rigido ad alta densità che elimini i ponti termici e acustici, grazie alla continuità dell'isolamento.



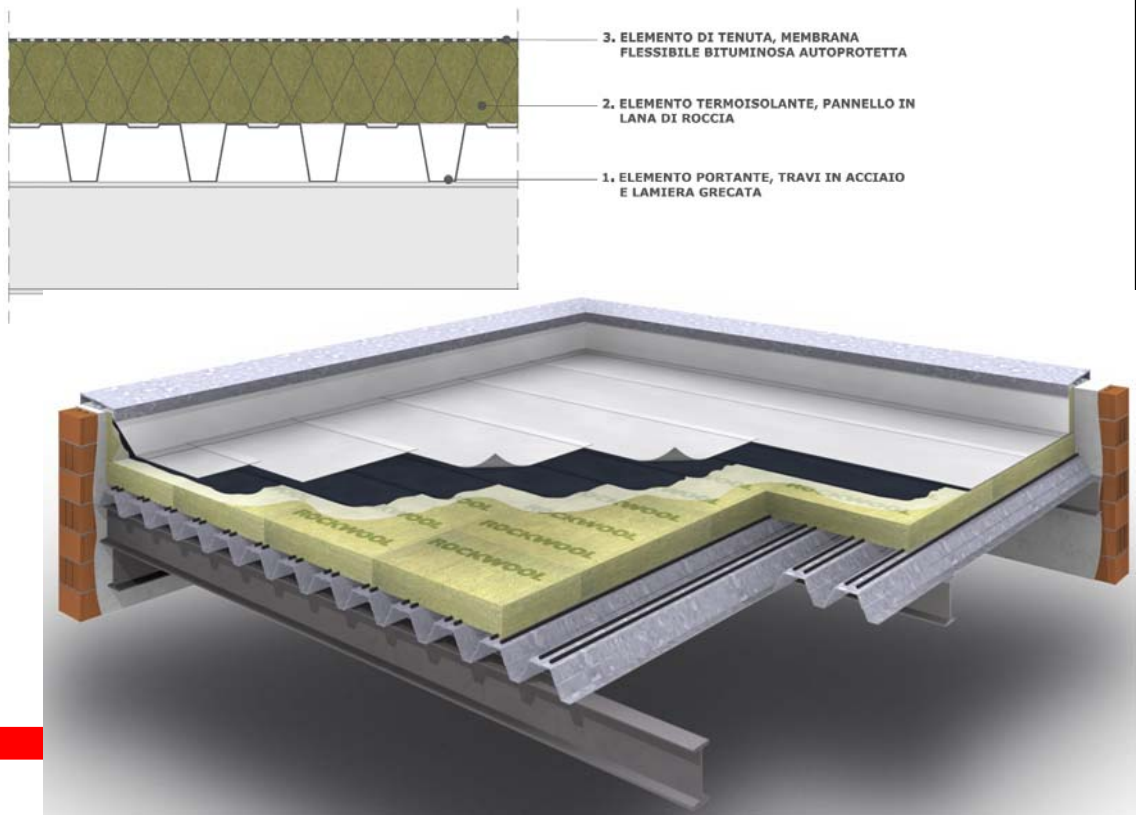
APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento in estradosso: Lamiera Metallica – Tetto Curvo



1. Copertura metallica continua in lastre di alluminio preverniciato
2. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL 211** in lana di roccia, spessore nominale 40 mm e densità 40 kg/m³.
3. Distanziale a "OMEGA" in acciaio zincato.
4. Strato di materiale isolante: pannello rigido portante **ROCKWOOL DUROCK A/C** in lana di roccia, spessore nominale 100 mm a doppia densità costituito da uno strato superficiale di circa 20 mm ad alta densità (220 Kg/m³) e da un corpo di densità inferiore (140 Kg/m³).
5. Barriera al vapore: foglio in polietilene, sp. 0.3 mm.
6. Lamiera grecata portante in acciaio zincato

Isolamento in estradosso: Copertura Continua Piana



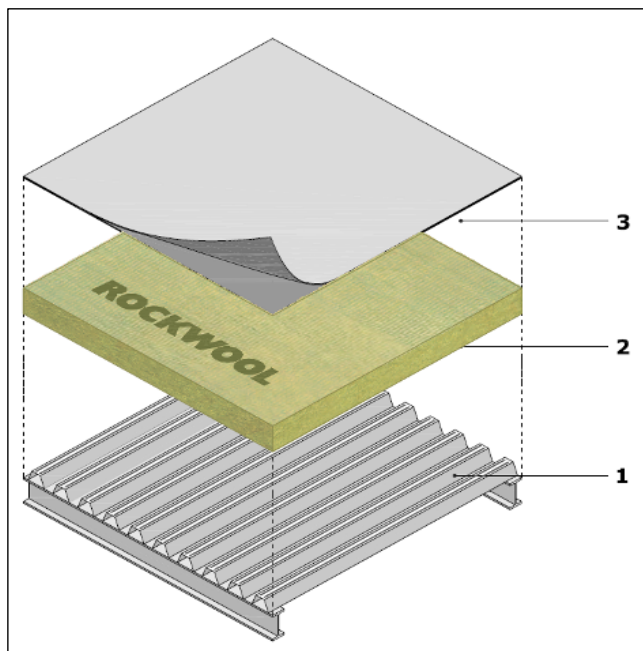
APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento in estradosso: Copertura Continua Piana

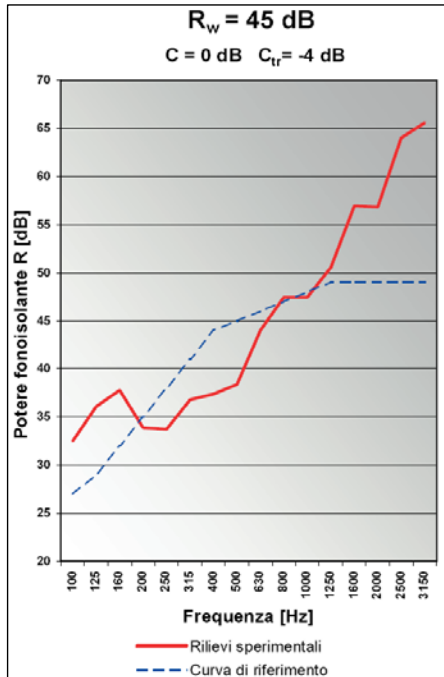
λ_D [W/mK]	Sp.isolante [cm]	U [W/m ² K]
0,040	14	0,292
0,040	18	0,231
0,040	22	0,191
0,040	30	0,142

È importante utilizzare pannelli isolanti in **stratigrafia unica** poiché, in assenza di fissaggi meccanici, è il pannello che assolve alla funzione di vincolo tra la membrana impermeabilizzante e la lamiera grecata.

Resistenza a trazione nel senso dello spessore $\geq 15\text{kPa}$



Isolamento in estradosso: Copertura Continua Piana

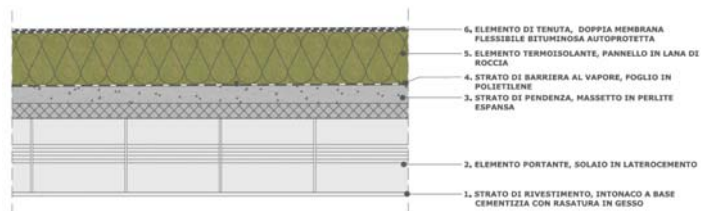


1. Elemento di tenuta Fire resistant e U.V. resistant con coating superficiale altamente riflettente, strato di prima impermeabilizzazione settorizzazione e vincolo, vernice di impregnazione .
2. Strato di materiale isolante: pannello **ROCKWOOL DACHROCK** in lana di roccia ad alta densità (165 Kg/m³), spessore nominale 140 mm.
3. Lamiera grecata portante in acciaio zincato sp. 10/10 mm, H = 150 mm

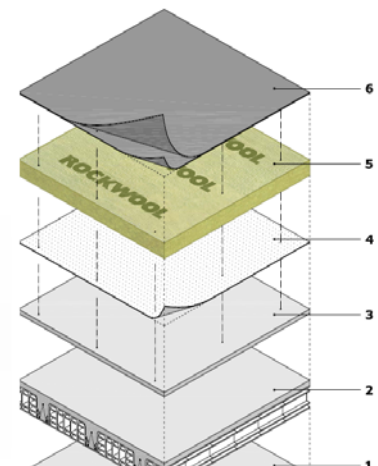
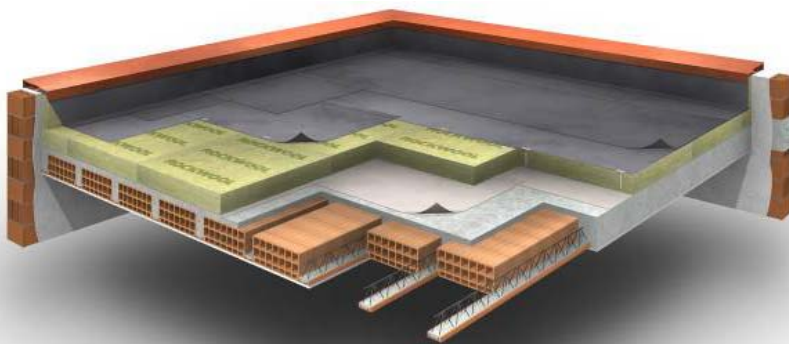
APPLICAZIONI: COPERTURE

Isolamento in estradosso: Copertura Continua Piana

λ_D	Sp. isolante	U
[W/mK]	[cm]	[W/m ² K]
0,040	13	0,284
0,040	16	0,238
0,040	20	0,196
0,040	27	0,149
0,040	32	0,128



variante con fissaggio meccanico



conveniente e
sostenibile è quella che
risparmiamo



ROCKWOOL

CASE HISTORY

Passive House Concept

Requirements: heating energy

• <u>Passive House</u>	15	[kWh/m ² y]
• Low Energy Building	30 - 50	[kWh/m ² y]
• <u>Modern Buildings</u> (last 20 years)	100 - 150	[kWh/m ² y]
• other buildings	~ 200	[kWh/m ² y]

A passive house can save 90% of heating energy



ESEMPI VIRTUOSI DI RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE:

Azienda Autonoma Losi – Moglia (MN) – Progettista energetico Massimo Smerieri



L'edificio soggetto all'intervento e sito in provincia di Mantova, ha superficie utile **500 mq**. Più precisamente 440 mq sono destinati ad abitazioni e ad uso uffici; 60 mq sono la superficie del garage. I committenti, titolari dell'impresa artigianale hanno intrapreso questo percorso, motivati dall'ambizione del progetto in termini di risparmio energetico e da ridotti tempi di ammortamento.

CASE HISTORY

Molte sono le innovazioni introdotte nel progetto di riqualificazione in esame. A cominciare dall'impianto di **solar cooling**:

56 pannelli solari con un sistema di inseguimento per "catturare" al meglio l'energia del sole.

Ognuna delle 7 file è provvista di un sistema meccanico per orientare al meglio i pannelli ruotandoli fino ad un massimo di 70°.



L'impianto di solar cooling utilizza l'acqua calda prodotta dai pannelli solari per riscaldare in inverno e l'acqua fredda prodotta per raffrescare in estate. Questo sistema consente, rispetto ai pannelli solari termici, di sfruttare tutta l'energia termica del periodo estivo (quando la produzione è massima) per il raffrescamento.

L'edificio inoltre è dotato di **impianto di ventilazione meccanica controllata** con recuperatore di calore ad alta efficienza.

120 m lineari di condotte, che si sviluppano 1,5 m sotto l'edificio.



CASE HISTORY

L'involucro dell'edificio è iperisolato.

A cominciare dalla copertura:

Il tetto piano che "ospita" i pannelli solari è isolato con 42 cm di lana di roccia Rockwool Durock a doppia densità ed elevata resistenza a compressione. Densità di circa 155 kg/m³

Trasmittanza termica della copertura (circa **0,10 W/m²K**).



L'involucro dell'edificio è iperisolato.

L'isolamento delle chiusure verticali opache esistenti (laterizio tradizionale di spessore 25 cm) è stato isolato con un sistema a cappotto in lana di roccia Rockwool **Frontrock Max E** da 20 e 24 cm. *Sfruttando il D.Lgs. 115, è stato possibile esercitare le deroghe alle norme sulle distanze minime tra edifici, nella misura (massima) di 20 centimetri per il maggiore spessore delle pareti esterne.*

Trasmittanza termica della parete isolata con cappotto da 20 cm (circa **0,16 W/m²K**).

Trasmittanza termica della parete isolata con cappotto da 24 cm (circa **0,136 W/m²K**).



CASE HISTORY

L'involucro dell'edificio è iperisolato.

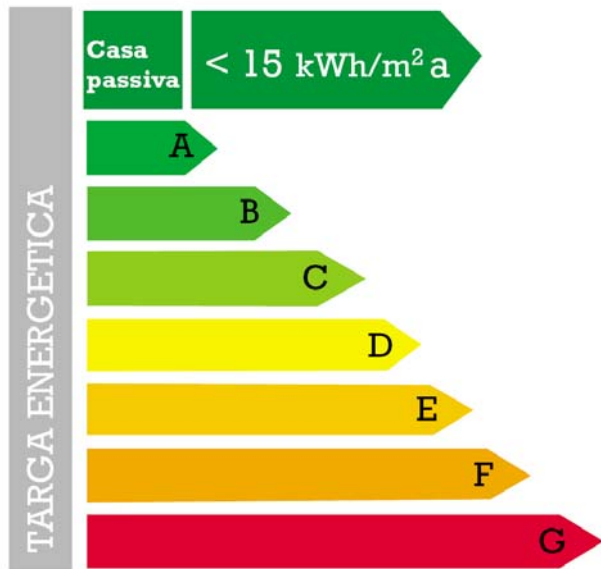
I serramenti sono a quadrupli vetri (U = 0,63 W/m²K).

L'impiego di serramenti con telai maggiorati (prodotti su richiesta in Germania) ha consentito di ridurre al minimo il problema del ponte termico andando a coibentare il telaio, risvoltandolo con il cappotto.



EPI 10 kWh/mq anno

Moglia (MN)



CASE HISTORY

Edificio Originario



- la casa si trova nella fraz. di S. Bartolomeo – Cherasco (CN).
- è possibile osservare i successivi ampliamenti (anni: metà '800, metà del '900)

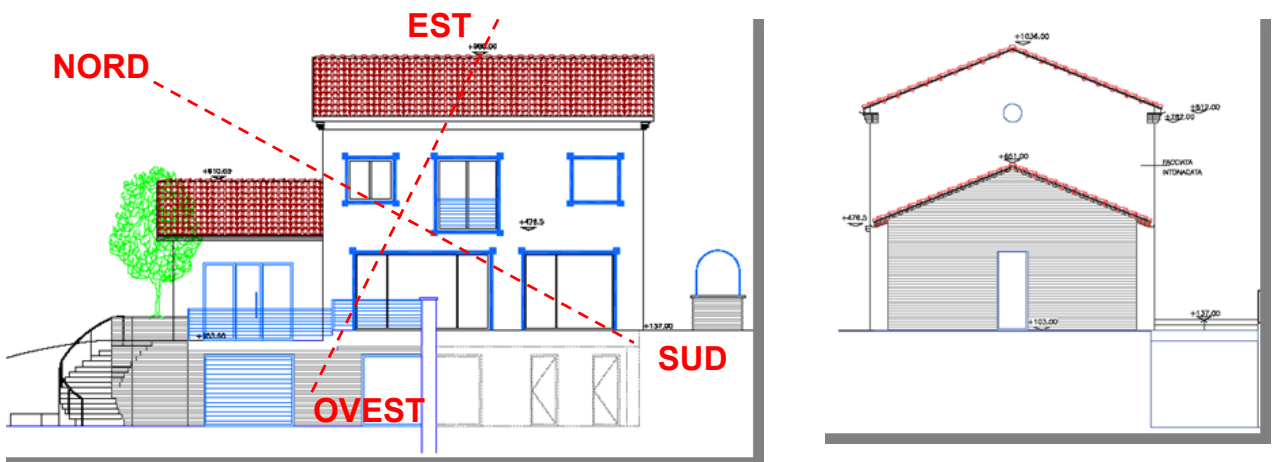
Approccio Progettuale



- Sensibilità personale alle problematiche ambientali
- Necessità tecniche (mancanza della rete GAS)
- Conservazione dello stile architettonico

CASE HISTORY

Caratteristiche dell'Edificio



- Vincoli nell'orientamento dell'edificio
- Predisposizione per successivi interventi ottimizzazione consumo energetico (scalabilità del progetto)

Fasi realizzative – Isolamento pareti



- “cappotto” da 24 cm per isolamento pareti (Pannello Rockwool 225)
- facciata in parte realizzata con mattoni recuperati
- fissaggio meccanico del muro di facciata

CASE HISTORY

Fasi realizzative – Isolamento pareti



- dettaglio isolamento involucro esterno
- fissaggi meccanici isolamento
- dettaglio muro di facciata

Fasi realizzative – Isolamento copertura



- copertura in legno con doppio "assito"
- isolamento in doppio strato, spessore totale 30 cm
- primo strato 15 Cm Rockwool 234 + secondo strato 15 Cm Rockwool DD 444

CASE HISTORY

Fasi realizzative – Isol. copertura – Nodo parete



- continuità isolamento pareti-copertura
- eliminazione ponti termici
- involucro interno disgiunto da quello esterno

Fasi realizzative – Ventilazione copertura



- copertura ventilata
- primo assito appoggiato al muro interno
- secondo "assito" appoggiato sul muro esterno di facciata

CASE HISTORY

Fasi realizzative – Serramenti



- Vetri tripli
- Assenza controtelaio

Fasi realizzative – Impianto pompa di calore



- Pompa di calore ad aria
- Riscaldamento, raffrescamento e acqua sanitaria con accumulo
- Sistema di distribuzione ramificato su pavimento

CASE HISTORY

Fasi realizzative – Impianto pompa di calore



- Sistema presa aria con filtraggio
- Ricambio di aria (0.3 – 0.5 ricambi/ora)
- Sistema di recupero calore (efficienza 85-90%)

Predisposizioni (scalabilità del progetto)



- Assenza di sistemi di ombreggiamento
- Isolamento minimo solaio piano terra
- Predisposizione solare termico/fotovoltaico

**Grazie per
l'attenzione?**

www.rockwool.it

Arrivederci