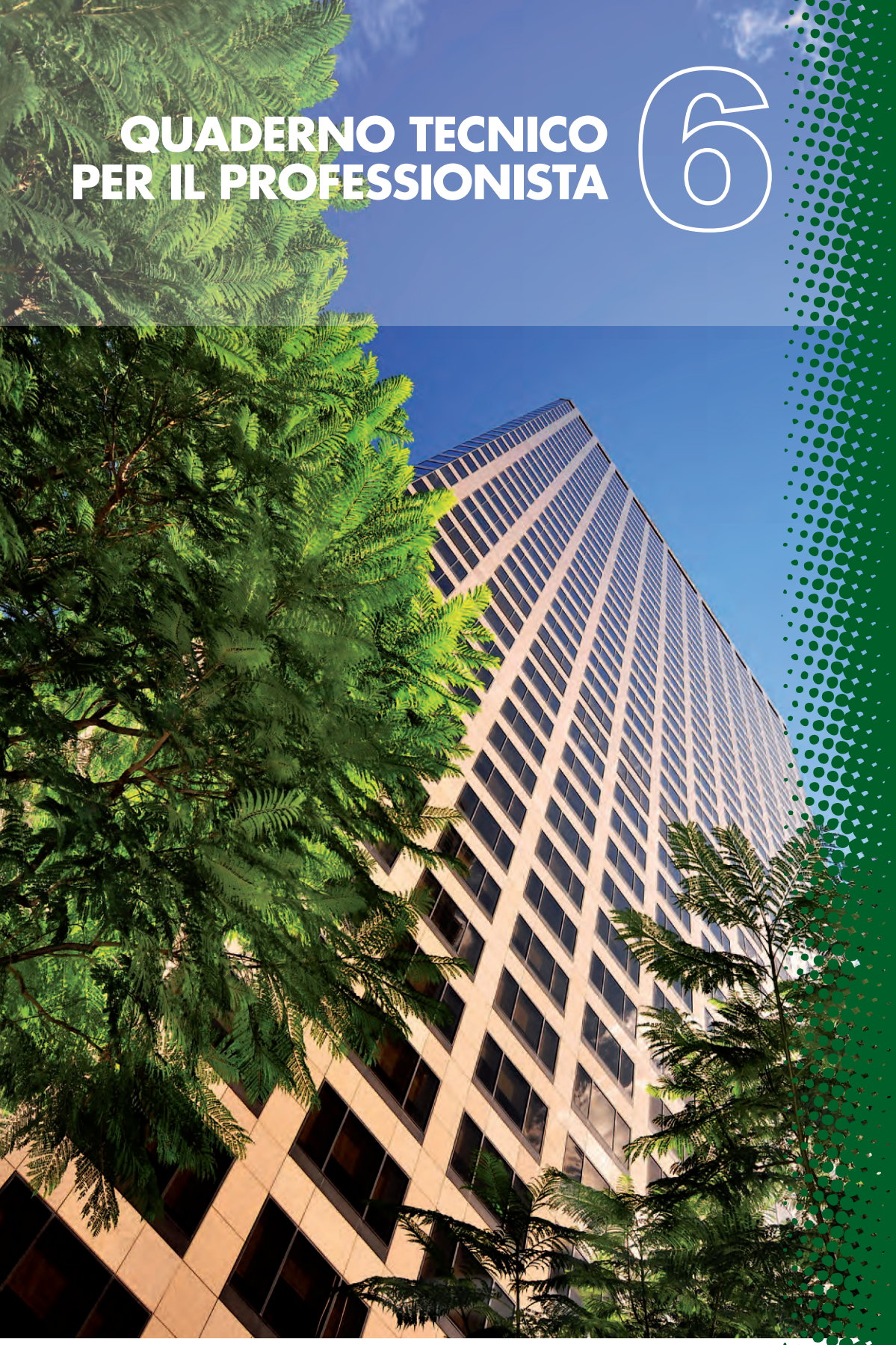
QUADERNO TECNICO
PER IL PROFESSIONISTA

6



Bioedilizia

QUADERNI TECNICI

BigMat

CONSIGLI PROFESSIONALI E MATERIALI EDILI

QUADERNO TECNICO
PER IL PROFESSIONISTA

6

BigMat
www.bigmat.it
CONSIGLI PROFESSIONALI E MATERIALI EDILI

In questo numero

La Bioedilizia è il tema di questo sesto fascicolo della collana "I quaderni tecnici BigMat", collana che affronta le tematiche più importanti per la costruzione, realizzata dai distributori BigMat per offrire uno strumento utile, completo e facilmente consultabile, ideale per il professionista dell'edilizia. In queste pagine troverete informazioni utili sui principi della Bioarchitettura, sui parametri che influiscono sull'efficienza energetica e sull'evoluzione dei sistemi costruttivi con riguardo alle costruzioni a secco e in legno.

INDICE

PROGETTARE L'EDIFICIO IN BASE ALL'ENERGIA 04

PROSPETTIVA DEI CONSUMI ENERGETICI 04

FATTORI CHE INFLUENZANO LA PERFORMANCE ENERGETICA DELL'EDIFICIO 06

GLI EDIFICI ALTI 15

I DUE APPROCCI PER L'ISOLAMENTO 16

- Sistemi massivi: l'evoluzione del laterizio 16
- Sistemi stratificati a secco 18

TETTO GIARDINO 22

- Vantaggi dei tetti verdi 23
- Tipologie di tetti verdi 24
- Sistemi protettivi e drenanti per tetti verdi 26
- Tetto rovescio a giardino 28

BIOARCHITETTURA 30

OBIETTIVI DELLA BIOARCHITETTURA 30

L'EDIFICIO BIOECOLOGICO: I 6 CRITERI CARDINI 30

SINDROME DA EDIFICIO MALATO E QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA 33

VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ BIO-ECOSOSTENIBILE 36

UMIDITÀ: DEGRADO E MANCANZA DI COMFORT 37

RISANAMENTO DEI MURI UMIDI 38

LEGNO COME RISORSA SOSTENIBILE 44

CARATTERISTICHE DEL LEGNO 45

- Tipologie di strutture in legno 47

UNA FONTE DI RISPARMIO ENERGETICO E BENESSERE 48

ISOLAMENTO TERMICO ED ACUSTICO DELLE COSTRUZIONI IN LEGNO 49

- Isolamento delle coperture in legno 53

COMPORTAMENTO AL FUOCO DELLE STRUTTURE IN LEGNO 56

- La resistenza al fuoco secondo le nuove normative 58
- Euroclassi di reazione al fuoco 59

GLOSSARIO TECNICO 60

Bioedilizia

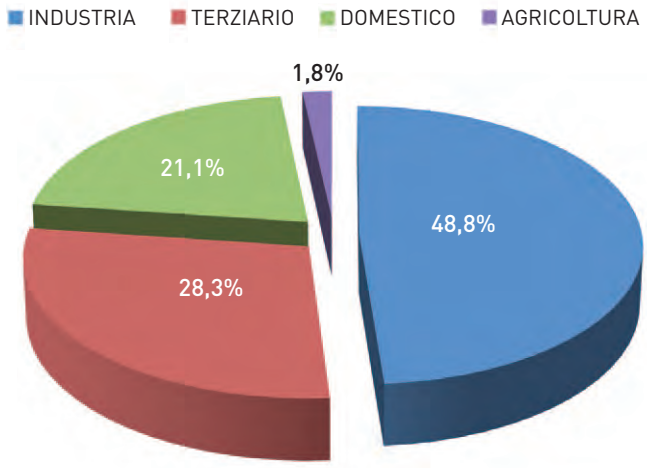
PROGETTARE L'EDIFICIO IN BASE ALL'ENERGIA

"Il progetto è nel cuore, nella testa, nelle mani. Permane in tutti il bisogno di riferimenti, reso consapevole solo al momento della privazione, di mettere radici, di appartenza. Giungiamo ad un nuovo umanesimo di un'architettura conciliata con l'uomo e con l'ambiente."

Ugo Sasso - fondatore "INBAR"
Istituto Nazionale di Bioarchiotettura®

PROSPETTIVA DEI CONSUMI ENERGETICI

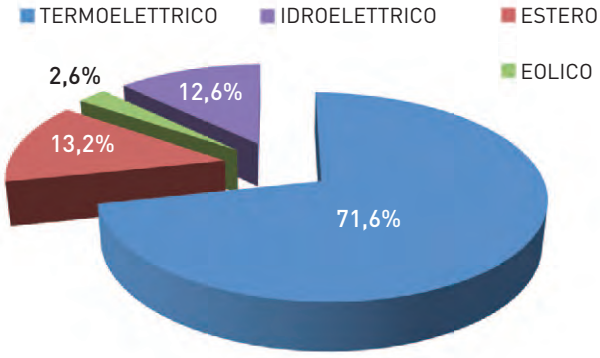
Il consumo mondiale di energia ha registrato incrementi significativi a partire dal 1992 e si prevede una crescita costante del 2% l'anno fino al 2020. I consumi sono legati alla ricchezza del Paese e fortemente correlati al tasso di variazione del Prodotto interno lordo (PIL): quando la linea del PIL aumenta o diminuisce, il tasso di variazione annua dell'elettricità segue un andamento del tutto simile.
Nel panorama energetico italiano, diviso per settore di attività, l'industria si conferma al primo posto con una quota pari al 48,8%, seguita dal terziario e dal domestico.
La produzione di energia in Italia è ricavata per oltre il 70% dalle centrali termoelettriche che utilizzano combustibili fossili di importazione (il 60% delle centrali è alimentato a gas naturale



• Consumi energetici in Italia per settore (fonte TERNA – anno 2007)

di provenienza russa e algerina). Solo il 15,2% della copertura del fabbisogno è ottenuto da fonti rinnovabili (di cui le centrali idroelettriche danno il maggiore contributo, al contrario

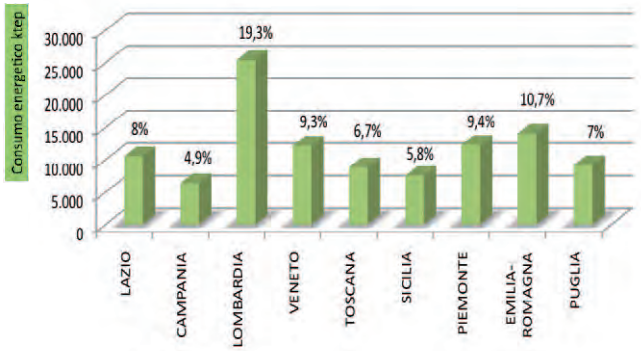
quelle fotovoltaiche ne danno il minore), mentre la rimanente quota viene importata dal territorio francese e svizzero.



• Composizione % produzione energia in Italia (fonte GRTN Gestore Rete Trasmissione Nazionale – anno 2006)

La Lombardia è la regione italiana con la domanda d'energia più alta: i consumi hanno raggiunto i 25 milioni di tep (1 tep = 10 milioni di kilocalorie, ovvero il calore sviluppato bruciando 1 tonnellata di petrolio) determinando l'emissione di circa 76 milioni di tonnellate di CO_2 in atmosfera.
L'incremento del fabbisogno energetico porta con sé una domanda crescente di idrocarburi. Questa a sua volta è causa dell'aumento di gas serra nell'atmosfera e delle mutazioni climatiche.
In una visione a lungo termine lo sfruttamento delle fonti rinnovabili potrebbe essere una soluzione, tuttavia si rende necessaria una mitigazione dei processi antropici in tutti i settori (trasporto, industriale e civile).

Il più strategico tra questi è certamente quello dell'edilizia, dove la migliore soluzione è il risparmio energetico incentrato sulla riduzione dei fabbisogni.
A livello normativo, l'Unione Europea, sensibile agli obiettivi del protocollo di Kyoto, si è prefissata, con l'emanazione della **Direttiva 2010/31/CE nota come Direttiva 20/20/20**, la riduzione del 20% delle emissioni di gas serra entro il 2020 rispetto ai livelli del 1990, il raggiungimento della quota di fonti rinnovabili pari al 20% rispetto al consumo finale lordo, il miglioramento del 20% dell'efficienza degli usi finali dell'energia.



• Consumi energetici per regioni (fonte APAT Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – anno 2006)

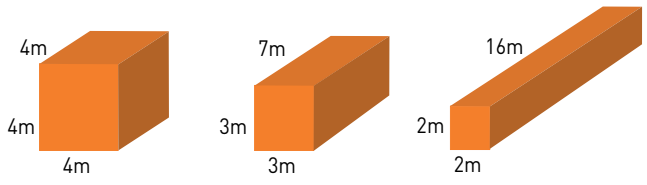
Per l'Italia l'adempimento alla suddetta Direttiva impone il decremento del 14% dei gas serra rispetto al 2005 e il raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari al 17% del consumo finale lordo (nel 2005 tale consumo è stato del 5,2%).

FATTORI CHE INFLUENZANO LA PERFORMANCE ENERGETICA DELL'EDIFICIO

Al fine di conseguire l'efficienza energetica dell'edificio, spesso, la progettazione della sua forma e del suo orientamento passano in secondo piano. Più facilmente, si richiede il raggiungimento di tale obiettivo agli impianti, ignorando il contributo che una corretta concezione dell'edificio può offrire per la riduzione dei consumi ed il miglioramento del comfort ambientale. Una progettazione energeticamente efficiente si basa sul controllo di alcuni parametri.

1. Fattore di forma S/V

La geometria dell'edificio incide particolarmente sulle prestazioni energetiche. Il fattore di forma è il rapporto tra il totale delle superfici disperdenti (S) ed il volume lordo (V) riscaldato. **Un edificio energeticamente efficiente deve registrare un fattore di forma basso.** Non a caso gli edifici passivi sono compatti, caratterizzati da un S/V < 0,6m^{-1}, privi di rientranze nelle volumetrie e con vani scala (ambienti non riscaldati) esterni al volume riscaldato.
Il fattore di forma non deve tuttavia essere valutato in assoluto, ma va associato alle condizioni geografiche locali. La compattezza è un requisito favorevole in caso di climi estremi: se freddi, riduce le dispersioni dall'interno verso l'esterno, se caldo-aridi limita l'irraggiamento dall'esterno verso l'interno. In Italia la forma compatta è indicata nelle regioni settentrionali dagli inverni rigidi. Al contrario, le regioni meridionali, caratterizzate da estati calde, richiedono la modellazione della forma dell'edificio idonea a creare una diversità ambientale favorevole (più zone d'ombra, microclimi differenziati) e a favorire la ventilazione dei locali.



96	103.2	136	**Superficie [m²]**
64	64	64	**Volume [m³]**
1.50	1.61	2.13	**Rapporto S/V**

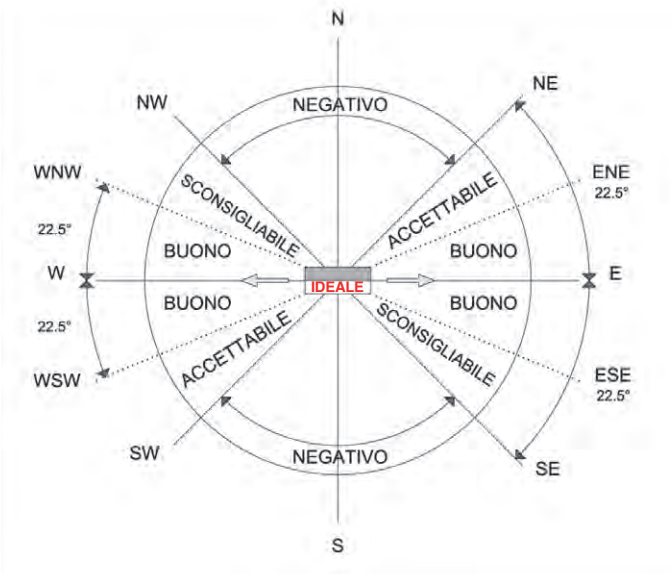
• Rapporti S/V di diverse forme geometriche di ugual volume

La rientranza determina un aumento della superficie disperdente e diminuizione del volume da riscaldare, pertanto il fattore di forma aumenta.

• Influenza delle rientranze sul fattore di forma S/V

2. Orientamento e distribuzione dei locali

La localizzazione dell'edificio svolge un ruolo fondamentale nell'agevolare lo sfruttamento dell'irraggiamento solare e nel massimizzare i contributi "passivi", specie nella stagione fredda. Alle latitudini italiane ciò avviene se si espone il lato maggiore dell'edificio verso sud (nella stagione invernale il sole sorge a sud-est e tramonta a sud-ovest) ossia **si dispone l'asse longitudinale principale lungo la direttrice est-ovest.** In questo modo il lato sud riceve la massima radiazione invernale anche in presenza di aggetti orizzontali (il sole infatti è più inclinato). D'estate, invece, le parti più colpite sono la copertura e le superfici ad est ed ovest dove è opportuno limitare gli elementi vetrati per evitare problemi di surriscaldamento.

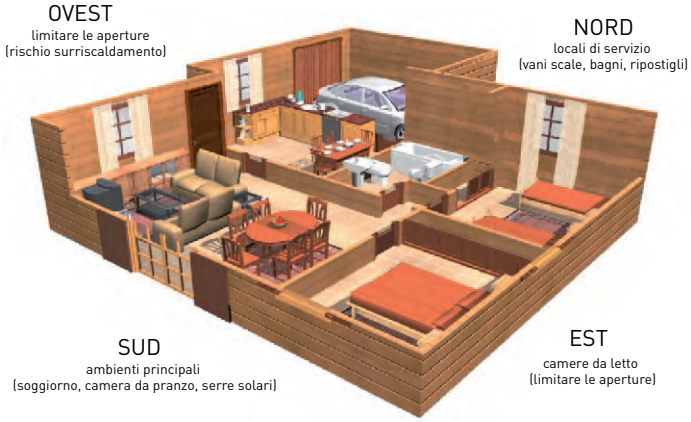


• Orientamento edificio rispetto all'irraggiamento

Un secondo fattore da tener presente è la **direzione dei venti** e la presenza di edifici adiacenti. Gli edifici possono schermarsi reciprocamente: trovarsi in condizioni "di ombra di vento" può essere un beneficio nei mesi invernali, ma impedisce la ventilazione naturale nei mesi caldi. Per beneficiare della ventilazione sono da evitare i regimi di flusso a scia interferente, che inducono una riduzione significativa della velocità dell'aria a valle della fila di edifici che incontra per prima il vento. Ciò implica una distanza tra gli edifici considerevole, che, soprattutto in aree urbane, può risultare eccessivamente penalizzante rispetto al volume costruibile. In alternativa si può ottenere un risultato soddisfacente, a parità di densità del costruito, collocando gli edifici a scacchiera o in diagonale rispetto alla direzione del vento. In caso di venti di forte intensità e di clima freddo, al contrario, è preferibile favorire la schermatura degli edifici. Questa può essere ottenuta con una disposizione che crei ombre di vento diffuse o con l'impiego di barriere naturali o di schermi appositamente costruiti.

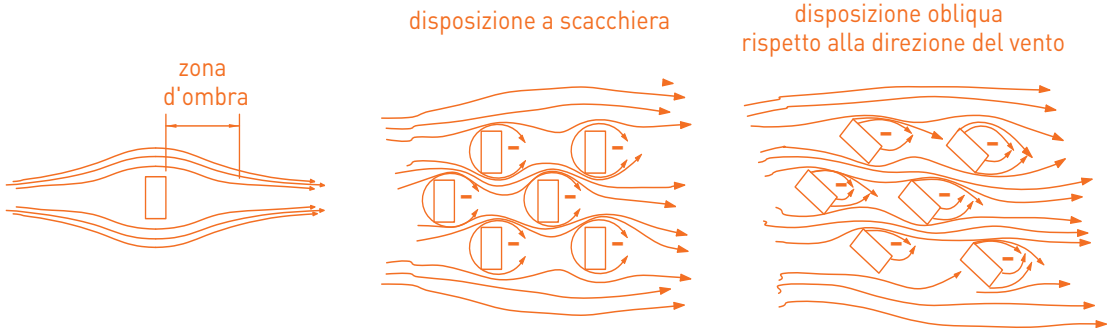
In linea generale, si dovrebbero esporre piccole superfici, con piccole aperture, ai venti freddi invernali; ampie aperture alle brezze rinfrescanti estive. Disporre le aperture su pareti opposte aiuta a sfruttare i venti dominanti favorendo la circolazione naturale ed il ricambio d'aria all'interno dei locali.

Oltre alla corretta disposizione del fabbricato rispetto al contesto climatico, è altrettanto importante **distribuire in maniera opportuna l'affaccio degli ambienti** a seconda della destinazione d'uso.



• Disposizione dei locali

I locali abitati di giorno, come soggiorno, studio, camera da pranzo, dovrebbero affacciare a sud per godere di irraggiamento diretto e illuminazione naturale. I locali di servizio (bagni, cucine, corridoi, lavanderie, ripostigli), invece, dovrebbero essere collocati a nord.



• Orientamento degli edifici rispetto ai venti

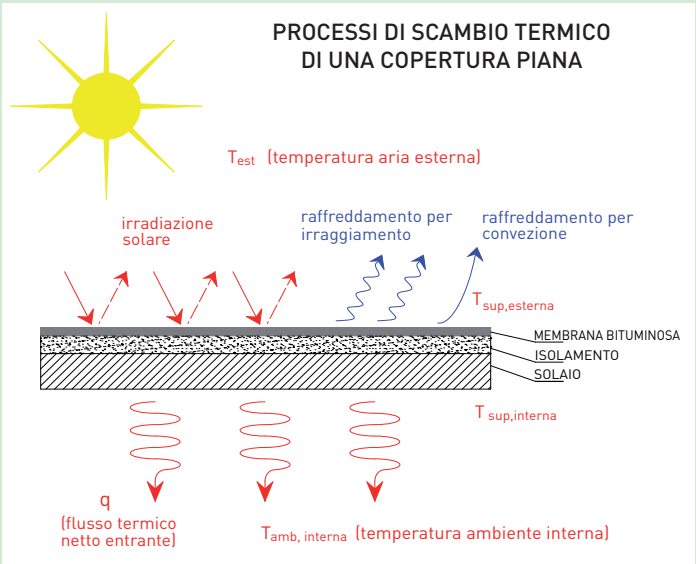
3. Scambi attraverso la copertura: "i cool roofs"
Nelle grandi città la temperatura, sia in estate che in inverno, è più alta rispetto alle zone rurali vicine. Per una città di medie dimensioni si calcola che tra centro e zone rurali, ci siano tra gli 0,5°C e i 3°C di differenza, con rilevanti variazioni del microclima.
Il fenomeno, noto con il nome di "**ISOLA DI CALORE URBANA**" (Urban Heat Island), è dovuto soprattutto al maggior assorbimento di energia solare da parte delle superfici asfaltate e del cemento degli edifici. In estate, nelle ore più assolate, le strade e i tetti delle case possono superare temperature di 60-90°C.
L'effetto "isola di calore" rende sempre più invivibili ed "energivore" le abitazioni cittadine, spingendo all'utilizzo dei climatizzatori, che se da un lato rinfrescano la casa, dall'altro rigettano all'esterno aria calda ostacolando il raffrescamento notturno dell'aria.
Circa metà della popolazione mondiale attualmente vive nelle città, con proiezioni di ulteriore crescita (si prevede che nel 2030 la percentuale salga al 63%, fonte: United Nations Population Fund. 1999. The State of World Population 1999). Ciò significa che nel futuro un sempre maggior numero di persone sarà esposta al fenomeno dell'isola di calore urbana.
Questo può essere efficacemente contrastato attraverso la realizzazione di **"Cool Roofs"** (Tetti Freddi) e **"Green Roofs"** (Tetti Verdi) che saranno trattati a pagina 22.
I Cool Roofs ("tetti freddi") sono tetti che si scaldano poco, grazie ad un'elevata capacità di riflettere l'irradiazione solare incidente (valore elevato di albedo) e, al contempo, di emettere energia termica nell'infrarosso (valore elevato di emissività).
In modo semplice ed efficace, un "cool roof" può essere ottenuto applicando sulla superficie del tetto uno strato di ricopertura esterno con colore molto chiaro, meglio se bianco, e con carattere non metallico.

Bilancio termico di una copertura

Il calore irradiato dal sole viene in parte riflesso ed in parte assorbito dalla copertura. La frazione assorbita è successivamente ceduta all'ambiente esterno per convezione (ovvero per i moti dell'aria) e per irraggiamento termico nell'infrarosso.
L'apporto energetico assorbito e non riemesso verso l'atmosfera riscalda la copertura ed il locale sottostante. Al fine di evitare il surriscaldamento estivo dell'edificio è necessario che la sua superficie esterna possieda un'elevata capacità sia di riflettere l'irradiazione solare, sia di cedere energia all'atmosfera esterna per irraggiamento termico. Ciò porta ad individuare alcune proprietà della superficie su cui intervenire:

- **RIFLETTANZA SOLARE (ALBEDO),** la frazione riflessa dell'irradiazione solare (λ ‹2.5μm); è un valore compreso tra 0 e 1 (valore percentuale).

- **EMISSIVITÀ TERMICA**, il rapporto tra l'emissione di calore della superficie per irraggiamento termico nell'infrarosso (λ ›2.5μm) e la massima emissione teorica (anche questa espressa come valore percentuale).



- **INDICE DI RIFLESSIONE SOLARE SRI** (Solar Reflectance Index), il parametro che esprime la capacità di un materiale di respingere il calore solare. È definito in modo che il colore nero standard sia pari a 0 e che il bianco standard sia pari a 100 (esprime in sintesi la capacità di ridurre la temperatura superficiale; tuttavia tetti molto caldi possono avere valori negativi e tetti freschi maggiori di 100).

ELASTOSINT PU TOP COLOR BIANCO REFLECTA

È una pittura monocomponente a base di resine poliuretaniche in solventi alifatici che, grazie alle elevatissime caratteristiche di riflettanza solare ed emissività termica, raggiunge valori di **SRI=110%**, classificandosi tra i migliori prodotti esistenti sul mercato. Tale prodotto è in grado di rispettare le specifiche per Cool Roofs più severe, garantendo un raffrescamento passivo dell'edificio.

I prodotti della serie **BIANCO REFLECTA** della IMPER ITALIA sono in grado di ridurre notevolmente la temperatura superficiale del tetto grazie a valori di albedo ed emissività termica particolarmente elevati e contribuiscono a:

- proteggere ed aumentare la durata della guaina bituminosa. Questa, infatti, è caratterizzata da un valore molto basso di albedo e sebbene l'emissività sia elevata non riesce a cedere all'esterno tutto il calore assorbito andando incontro ad un degrado anticipato
- migliorare il rendimento dei sistemi fotovoltaici. È noto che la riduzione della temperatura superficiale su cui i pannelli sono installati aumenta l'efficienza dei pannelli stesi.

CAMPI D'IMPIEGO

- manti impermeabili bituminosi
- coperture metalliche
- membrane sintetiche in TPO
- finitura del sistema impermeabilizzante liquido ELASTOSINT PU

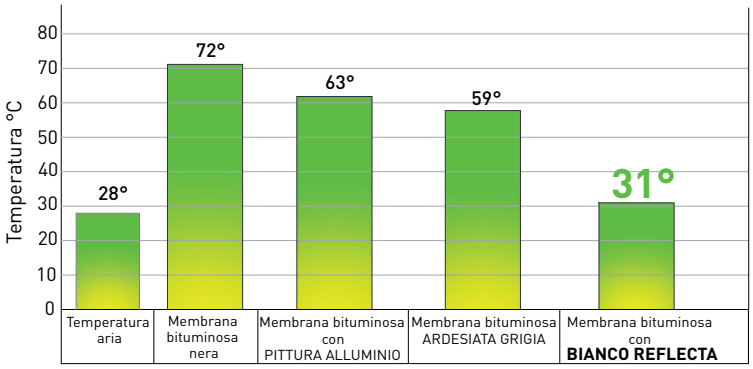
CONSUMI

- circa 200gr/mq per strato

STRATI PRESCRITTI

- uno o due

VERIFICA TEMPERATURE IN AMBIENTE NATURALE - Nord Italia - Cielo ofuscato



I prodotti BIANCO REFLECTA consentono di ottenere importanti crediti ai fini della certificazione LEED degli edifici, come definita dagli standard del Green Building Council Italia (GBC Italia) di cui la IMPER ITALIA SpA è socio. Tali prodotti, infatti, permettono di conseguire una riduzione dell'effetto isola di calore ed una migliore efficienza dei pannelli fotovoltaici, impiegando, in alcuni casi, quantità superiori al 10% di materiale riciclato.
Nello specifico delle coperture, gli standard del LEED prescrivono di utilizzare materiali che abbiano definiti valori minimi di SRI favorendo, inoltre, la valutazione di prodotti fabbricati con materie prime di riciclo e di provenienza locale. In linea con tali requisiti, i prodotti BIANCO REFLECTA della IMPER ITALIA, dotati di SRI ben superiori ai minimi richiesti, e derivati dall'impiego di materie prime a basso impatto ambientale, consentono di ottenere importanti crediti relativamente alle realizzazione di "edifici verdi".

IMPER	Riflettanza (500-1000 mm)	Emissività termica	SRI (max)
ELASTOMUL G BIANCO	88	93	101
ELASTOSINT PU TOP COLOR BIANCO REFLECTA	95	93	110
SINTOFOIL BIANCO REFLECTA	91	94	102

COOL ROOFS Vantaggi diretti (per l'utenza)	COOL ROOFS Vantaggi indiretti (per la collettività)
Minori costi di condizionamento termico nel periodo estivo	Minor riscaldamento dell'ambiente urbano circostante (isola di calore)
Maggiore benessere all'nterno degli edifici (minore temperatura percepita)	Minor rilascio di inquinanti per degrado fisico-chimico dei materiali
Minori sollecitazioni strutturali e a fatica del tetto (no shock termico)	Riduzione dello smog foto-chimico
Minore degrado chimico-fisico dei materiali (isolanti, impermeabilizzanti)	Riduzione dei consumi elettrici e del rilascio di anidride carbonica

Soluzione non consigliata e miglioramenti:
Per ottenere una superficie riflettente si potrebbe pensare di rivestire superiormente la copertura con una lastra metallica lucida. Eppure tale soluzione non è efficace a causa del basso valore di emissività delle superfici metalliche che annullano gli alti valori di albedo. La situazione migliora radicalmente se la copertura metallica viene trattata con un strato di vernice bianca, in modo da privare la superficie del carattere metallico ed incrementarne l'emissività, senza modificare il valore dell'albedo.

Conclusione:
È opportuno scegliere materiali con valori appropriati di albedo ed emissività, senza trascurare le condizioni climatiche locali.
L'adozione di un cool roof presenta i massimi benefici in situazioni climatiche prevalentemente calde o, quantomeno, caratterizzate da estati aridi ed afose come su gran parte del nostro territorio nazionale.

4. Parametri delle superfici verticali
L'involucro agisce da filtro sulle oscillazioni della temperatura esterna, consentendo il mantenimento di una temperatura costante all'interno dell'edificio. Il controllo delle caratteristiche tecniche delle chiusure esterne può essere calcolato sia in regime stazionario, sia in regime dinamico.
La prima procedura si basa sulla verifica della trasmittanza termica (U) definita come la potenza termica che attraversa la parete per unità di superficie e per unità di gradiente termico fra i due ambienti da essa separati. Il valore della trasmittanza, misurata in W/m^2K, dipende unicamente dallo spessore e dalla conducibilità termica dei materiali che costituiscono la parete, ma non dall'ordine in cui essi si presentano.
Le grandezze suddette sono influenzate dal contenuto igrometrico dei materiali che costituiscono la chiusura esterna. Pertanto in regime stazionario, al fine di evitare la formazione di umidità superficiale e la possibile condensa interstiziale, è necessario verificare la temperatura superficiale interna tramite il diagramma di Glaser.
Tale approccio, ormai accettato nei calcoli della trasmissione del calore nel periodo invernale, è, però, molto approssimativo, poiché non tiene conto della capacità di accumulare il calore e cederlo all'ambiente con un certo ritardo ed una determinata attenuazione.
Caratteristiche, queste, tipiche dei materiali ad elevata capacità termica ed inerzia termica, ovvero di quei materiali ad elevata massa frontale.
Una certa pesantezza unita ad una ridotta conduttività termica consentono di ottenere buoni risultati.
Le prestazioni termiche in regime dinamico (estivo) sono influenzate dalle seguenti proprietà: fattore d'attenuazione o di smorzamento, sfasamento, trasmittanza termica periodica Yie, diffusività termica e la effusività termica.

5. Dispersioni attraverso il solaio controterra

La realizzazione di una struttura posta contro terra richiede un'attenta fase progettuale che deve soddisfare i seguenti obiettivi prioritari:

- preservare l'edificio dalla risalita di umidità capillare
- assicurare un idoneo isolamento termico (Legge 311/06)
- creare una barriera alla risalita di gas radon (se) presente nel sottosuolo
- assicurare un'adeguata resistenza meccanica e stabilità dimensionale

Il sistema attualmente più diffuso, è costituito dal vespaio areato realizzato con casseri a perdere in plastica riciclata (tecnica che ha sostituito quella dei vespai areati mediante muretti in muratura di sostegno del solaio con il vantaggio di essere posati a secco a favore di un minore impatto sull'ambiente).

Una tecnica alternativa, ecologicamente sostenibile ed energeticamente efficiente è realizzare il vespaio sfruttando le proprietà dell'argilla espansa.

LECA TERMOPIÙ

Laterlite

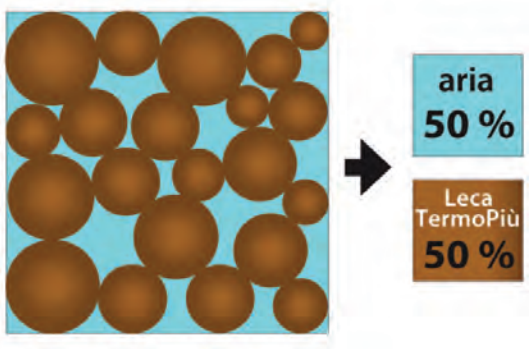
Leca TermoPiù è un'argilla espansa. L'origine naturale, unitamente ad un processo produttivo rispettoso dell'ambiente, permette a Leca TermoPiù di essere un prodotto ecobiocompatibile e certificato per applicazioni in Bioedilizia. È certificato **Anab** (Associazione Nazionale per l'Architettura Ecologica) e **Icea** (Istituto per la Certificazione Etica ed Ambientale) dal 2006. Nel 2002 ha conseguito la certificazione da **Anab-Ibo-Ibn** come prodotto da costruzione naturale ed orientato ad impieghi in costruzioni che rispettino l'ambiente.

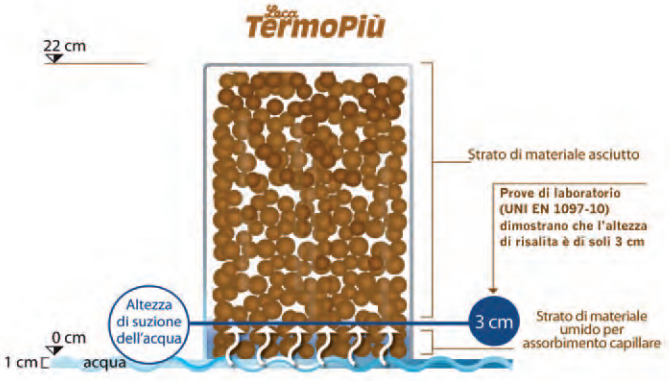
Per il proprio ciclo produttivo risulta un materiale leggero, isolante e molto resistente a compressione.

Selezionando opportunamente forma (tonda) e diametro dei granuli è possibile realizzare una struttura composta dal 50% di vuoti intergranulari tale da conferire caratteristiche drenanti elevate e permeabilità all'aria.

Uno specifico trattamento del granulo lo rende "idrorepellente con prestazioni di antirisalita di umidità" facendo sì che l'acqua non sia "adsorbita" dalla sua superficie esterna. In questo modo, sono evitati i fenomeni di risalita capillare.

LECA TERMOPIÙ	
Dimensione del granulo	10-20 mm
Conducibilità termica certificata λ	0,09 W/mK
Densità in mucchio, materiale sfuso	300 kg/m³ ca.
Resistenza alla frantumazione dei granuli	≥ 1,0 N/mm²
Carico ammissibile distribuito	(100 KN/m², 10.000 Kg/m²)
Permeabilità all'aria	~ 50% tra granulo e granulo
Angolo di attrito	≥ 40°
Resistenza al gelo e disgelo	non gelivo
Dimensione del sacco	ca. 70 x 48 x 17 cm ca. 3 sacchi/m²



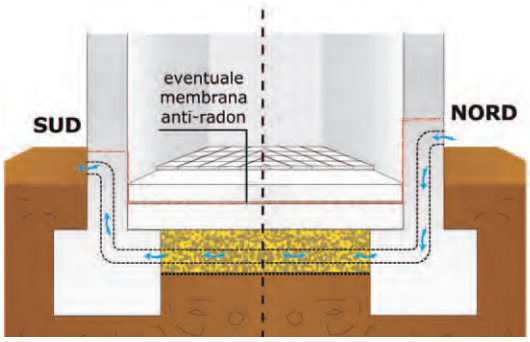


- Struttura porosa dell'argilla espansa e caratteristica di idrorepellenza di Leca TermoPiù

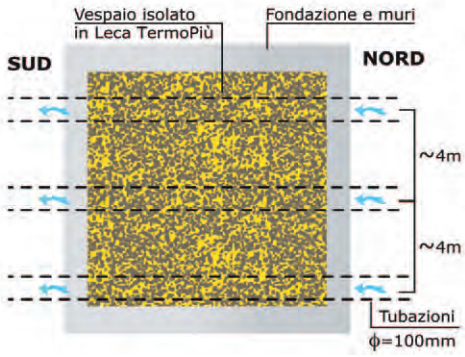
REALIZZAZIONE DELL' AERAZIONE

La struttura "permeabile" all'aria dell'argilla espansa Leca TermoPiù cosente la formazione di un "vespaio areato". È possibile posizionare bocchette di areazione sul perimetro dell'intervento o tubazioni passanti nello strato posto a diretto contatto con il terreno. Si consiglia l'impiego di tubi tipo PVC del diametro di 100 mm, orientati in direzione nord-sud ad interasse planimetrico di 4 m e con una differenza di quote di almeno 15 cm. Per proteggere l'edificio dal gas radon, eventualmente presente nel sottosuolo, è possibile posizionare l'idonea membrana impermeabile sulla superficie del getto in calcestruzzo, sovrastante il vespaio in argilla espansa.

AERAZIONE: SEZIONE SCHEMATICA



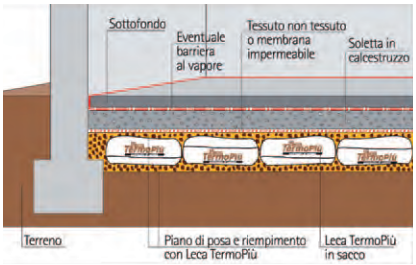
AERAZIONE: PLANIMETRIA SCHEMATICA



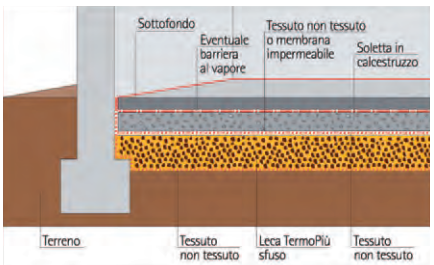
MODALITÀ ESECUTIVE

- Per interventi su superfici limitate, la formazione del vespaio contro terra con funzione di isolamento termico, può essere realizzata con argilla espansa Leca TermoPiù in sacco.
- L'impiego dell'argilla espansa sfusa è l'applicazione che massimizza i benefici di isolamento termico del pavimento contro terra ed ottimizza le tempistiche esecutive. É particolarmente indicata per la realizzazione di vespai isolati di grandi superfici e alti spessori.
- Il vespaio contro terra può essere realizzato anche con la tecnica del "Leca TermoPiù sfuso imboiaccato"; tale tecnologia prevede la formazione dello strato in argilla espansa sfusa, successivamente livellato e stabilizzato con una boiacca di cemento ed acqua che penetra nello strato in Leca TermoPiù per uno spessore medio di circa 5 cm. Questa soluzione è da preferire quando l'intera struttura di pavimento deve supportare importanti carichi di esercizio (edifici a destinazione commerciale/industriale), o in presenza di specifiche esigenze cantieristiche (pedonabilità provvisoria).

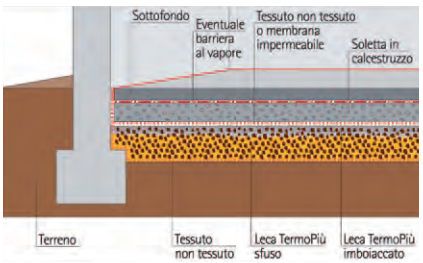
posa in sacchi



posa sfusa



posa imboiaccata



CONFRONTO CON GLI IGLOO

La soluzione del vespaio isolato areato controterra, realizzato con argilla espansa, è più vantaggiosa rispetto a quella con gli igloo. Con spessori inferiori e soli due strati, si soddisfano esigenze di isolamento termico, di barriera alla risalita di umidità, salubrità, resistenza e stabilità dimensionale.

SOLUZIONI TECNICHE A CONFRONTO (superficie in pianta = 200 m²)

• Vespaio isolato in Leca TermoPiù

ISOLATE A NORMA DI LEGGE

Trasmittanza termica U (W/m²K) 0,27

Spessore soluzione cm 30

Numero strati 2

1) Soletta in calcestruzzo
2) Vespaio isolato in Leca TermoPiù (sp. 20 cm)

TRASMITTANZE TERMICHE (U) LIMITE

TABELLA 3.2 STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO

Zona climatica	Dall' 1/01/2010 U (W/m²K)
A	0,65
B	0,49
C	0,42
D	0,36
E	0,33
F	0,32

Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m²K (esclusa categoria E8)

Pavimenti contro terra, su locali non riscaldati e di locali interrati riscaldati

• Casseri tipo igloo con isolante

Trasmittanza termica U (W/m²K) 0,29

Spessore soluzione cm 50

Numero strati 4

1) Pannello isolante (sp. 10 cm)
2) Soletta in calcestruzzo armato
3) Casseri areati tipo igloo
4) Soletta in calcestruzzo magro

6. Apporti solari indiretti: serre solari

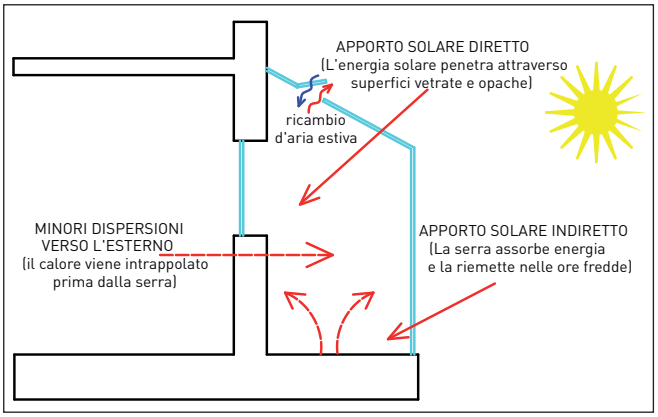
I sistemi per la captazione dell'energia solare si distinguono in **sistemi attivi**, quando utilizzano impianti meccanici e/o elettrici (ad esempio pannelli solari termici, fotovoltaici), e **sistemi passivi** quando non necessitano di sistemi impiantistici ma consentono di ridurre il fabbisogno energetico sfruttando gli apporti solari.

Un esempio caratteristico di sistema passivo impiegato nella costruzione di "edifici passivi" è la serra solare.

La serra solare è uno spazio, chiuso e vetrato, addossato all'edificio, collegato ad esso mediante una o due aperture (porte che all'occorrenza possono essere aperte o chiuse), privo di impianto di riscaldamento. **La serra si comporta come un accumulatore di calore, con i seguenti vantaggi:**

- **minor dispersioni di calore:** l'edificio confina con un ambiente a temperatura maggiore
- **apporti solari diretti:** l'energia solare penetra direttamente nell'ambiente riscaldato attraverso le superfici vetrate e gli elementi opachi
- **apporti solari indiretti:** l'energia solare penetra all'interno delle serra e viene assorbita dagli elementi opachi, quali il pavimento, le pareti di separazione, etc. Il calore intrappolato all'interno della serra viene ceduto all'ambiente climatizzato nelle ore più fredde.

Per evitare surriscaldamenti nei mesi estivi, la copertura deve prevedere aperture che favoriscano il ricambio d'aria; se possibile, le superfici vetrate devono presentare schermature mobili.



• Scambi energetici dell'edificio attraverso la serra e immagine di una serra solare

7. Schermature

La forma e l'orientamento dell'edificio non sono in grado, da soli, di controllare la radiazione solare, specie nella stagione estiva. In caso di nuove costruzioni o ristrutturazioni di edifici esistenti, **il Dl 311/06 introduce l'obbligo di sistemi schermanti esterni per gli immobili di superficie utile superiore a 1000 m².** Viene così limitato il fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva e contenuta la temperatura interna degli ambienti.

La scelta del sistema di schermatura dipende dal tipo di superficie da proteggere: mobile è in genere adottata per superfici vetrate, fisso per superfici opache.

La tecnologia con aggetti orizzontali (es. prolungamento del solai oltre il tamponamento esterno) può essere impiegata per le facciate esposte a sud, generando benefici in estate con il sole alto sull'orizzonte. In presenza di superfici esposte ad est e ovest, dove il sole è basso sull'orizzonte, conviene servirsi di schermature verticali. Considerato il basso angolo di incidenza dei raggi solari, è richiesto un sistema di oscuramento a lamelle ravvicinate, che, se fisse, possono ridurre la visuale (va opportunamente studiata l'inclinazione).

È sempre più consigliabile l'adozione di sistemi mobili, rispetto ai fissi. Si adattano meglio alle condizioni locali e consentono di beneficiare della radiazione solare in inverno.

La posizione dei sistemi di protezione ha un'influenza decisiva sui consumi energetici di un edificio. **I sistemi esterni, rispetto a quelli interni, consentono di incrementare del 30% l'efficacia della schermatura.**

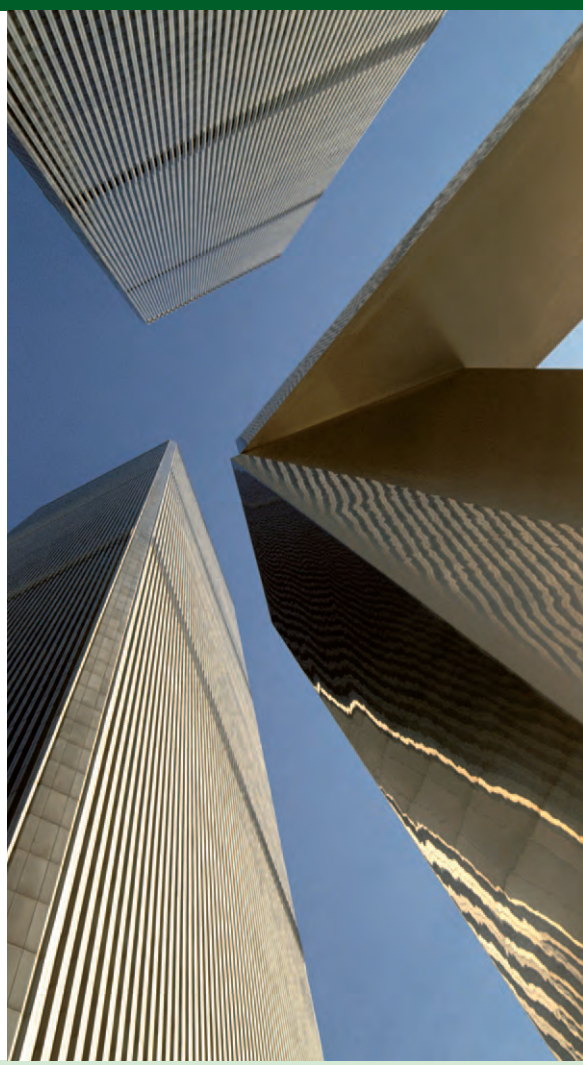
• Brise solail (modello: veneziane esterne)

GLI EDIFICI ALTI

Gli edifici alti, destinati in particolar modo ad uso ufficio, rappresentano un esempio negativo di efficienza energetica. Sebbene caratterizzati da un basso rapporto S/V, le ragioni dell'inefficienza risiedono tanto nella forma quanto nella struttura.

La forma
Spesso a base quadrata o rettangolare, con un elevato numero di partizioni interne, rende impraticabile qualunque caratterizzazione del fabbricato in funzione delle condizioni esterne (irraggiamento solare, illuminazione naturale, venti dominanti).

La struttura
La necessità di avere strutture leggere fa sì che l'involucro sia realizzato con ampie superfici vetrate e/o con pannelli metallici prefabbricati, che lo rendono sensibile alle variazioni termiche.
Nella valutazione dei flussi di energia, gli apporti interni (gratuiti), dovuti a persone, illuminazione artificiale e apparecchiature elettriche ed elettroniche (complessivamente circa 45W/m^2) rendono più importante l'impianto di climatizzazione estiva rispetto a quello invernale e l'edificio alto equivale ad una scatola interamente dipendente dalla climatizzazione artificiale.



Come migliorare l'efficienza energetica degli edifici alti

Ai fini di un corretto controllo del bilancio energetico è opportuno, sin dalla fase progettuale, condurre una attenta analisi del sito (presenza di edifici adiacenti, fonti di rumore che si trasmette con più facilità attraverso le superfici trasparenti, ecc.) ed effettuare alcune scelte:

SCELTE TECNOLOGICHE

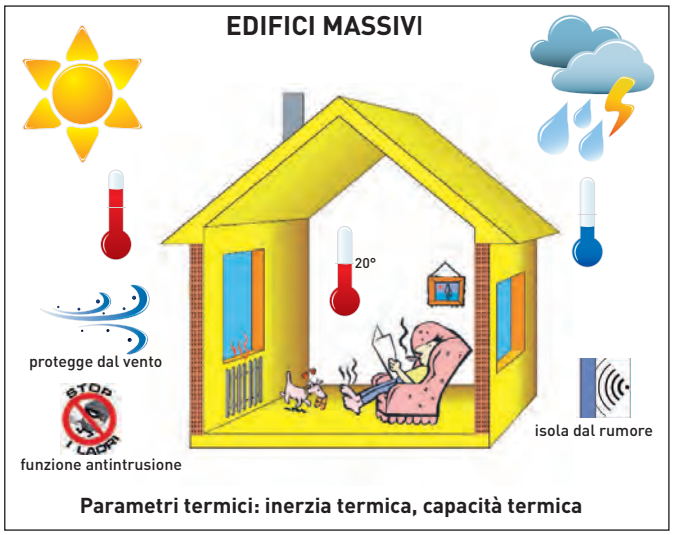
- utilizzare vetri selettivi o basso emissivi differenziati su ogni facciata al fine di controllare la trasmittanza e l'ingresso della radiazione solare
- **realizzare facciate ventilate o facciate doppia pelle** al fine di attenuare le dispersioni energetiche e limitare il surriscaldamento estivo
- adottare, a seconda della superficie verticale, trasparente o opaca, sistemi schermanti mobili, quali "brise solail", o fissi.

SCELTE ARCHITETTONICHE

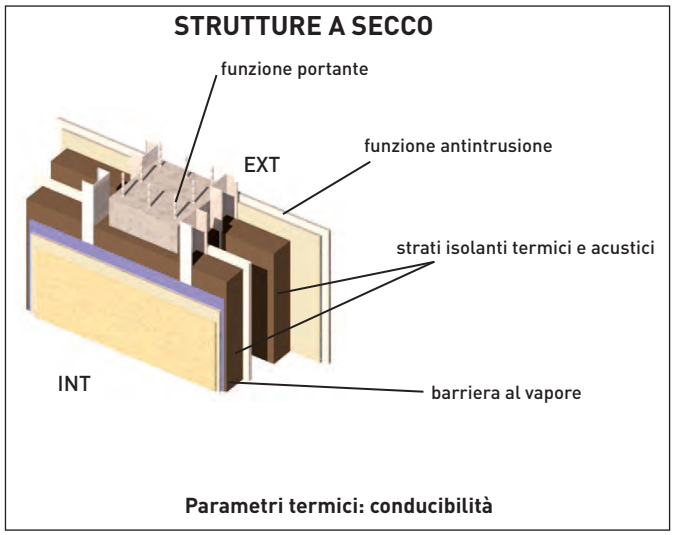
- modificare opportunamente la volumetria e la forma dell'edificio alto al fine di sfruttare vantaggiosamente le caratteristiche climatiche del sito (la ventilazione naturale tramite realizzazione di cavedi, l'illuminazione naturale con aperture interne consentendo al tempo stesso la possibilità di maggiori ricambi d'aria, la realizzazione di tetti pensili per migliorare l'isolamento delle coperture).

I DUE APPROCCI PER L'ISOLAMENTO

Rispetto a questo tema, è possibile individuare due distinti approcci, uno in cui l'isolamento è ottenuto per massa e l'altro in cui l'isolamento è ricavato attraverso l'impiego di uno o più strati di materiali aventi particolari proprietà. Essi fanno riferimento a due diverse concezioni costruttive del fabbricato e a due diverse espressioni architettoniche. La prima corrisponde alla maggior parte dei sistemi tradizionali a umido ovvero agli edifici pesanti in muratura. La seconda al sistema stratificato a secco, cioè alle strutture leggere.
Analizzando i due sistemi costruttivi è possibile rilevare una prima sostanziale differenza: in quello a umido un solo elemento assolve, nello stesso tempo, più funzioni; in quello a secco è la specializzazione degli "strati" impiegati a soddisfare una determinata prestazione.
Un involucro in muratura portante risponde, in primo luogo, a esigenze strutturali, ma deve anche garantire la chiusura verso l'esterno, l'isolamento termico e quello acustico. Il tutto attraverso un determinato spessore della parete. Nelle strutture a secco invece, a ciascun strato è assegnato un compito e l'isolamento non è ottenuto attraverso l'inerzia termica, ma tramite materiali a bassa conducibilità termica



Parametri termici: inerzia termica, capacità termica



Parametri termici: conducibilità

Sistemi massivi: l'evoluzione del laterizio

Ai fini del comfort termico, il benessere abitativo è legato non solo alla temperatura dell'aria interna, ma anche alla temperatura superficiale delle pareti. In tal senso, di tutto rilievo, è il ruolo dell'inerzia termica, e quindi della massa della parete dell'involucro che permette di attenuare i picchi di temperatura, sia interni che esterni. La capacità termica, infatti, stabilizza la temperatura interna, permette di proteggere dagli effetti dell'irraggiamento estivo e contribuisce alla captazione e all'accumulo dell'irraggiamento invernale.

Tuttavia, una parete in muratura deve poter offrire anche una sufficiente resistenza al passaggio di calore. Questa caratteristica appartiene in generale ai materiali leggeri o a struttura porosa.
Nel dualismo "leggero" e "massivo", il prodotto migliore dal punto di vista della resistenza termica diventa il peggiore dal punto di vista della massa capacitiva. È importante, dunque, coniugare isolamento e inerzia termica, senza che sia preferito o, per contro, penalizzato l'uno o l'altro aspetto.

POROTHERM PLANA+

Wienerberger

Il nuovo Porotherm PlanA+ di Wienerberger è in grado di riunire tutte le caratteristiche performanti in un unico prodotto. **Porotherm PlanA+ è un blocco porizzato, rettificato e riempito con lana di roccia.**
L'alleggerimento è ottenuto tramite aggiunta di polistirolo all'impasto crudo: la combustione del polistirolo produce un'infinità di microcavità vuote contenenti solo aria che alleggeriscono il blocco e migliorano l'isolamento termico.
È un prodotto naturale poiché ottenuto solo con prodotti naturali e privi di additivi chimici.
Il processo di rettifica permette di ottenere facce di allettamento perfettamente piane e parallele e consente di eseguire murature con giunti orizzontali di 1 mm di spessore grazie anche all'impiego di malta speciale (contro i 10-15 necessari per i normali blocchi).
Il sistema di posa ad incastro permette di eliminare completamente i giunti verticali e annullare i ponti termici causati dai giunti di malta a beneficio di un migliore isolamento termico.
Il cantiere risulta più pulito, la posa più semplice e rapida con risparmio di acqua, malta ed energia elettrica (non sono più necessarie betoniere e silos).

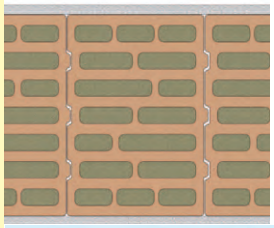
• Porotherm PlanA+

• Il supporto ideale per l'intonaco: la muratura è omogenea e priva di giunti di malta. La sagoma dei blocchi permette un migliore attacco dell'intonaco.

Perché la lana di roccia?

La scelta del tipo di riempimento è stata determinata dalla necessità di individuare un materiale compatibile con il laterizio, che fosse perciò resistente al fuoco (materiale inerte: classe A1), durevole nel tempo, traspirante ed ecocompatibile. In termini di permeabilità al vapore, la lana di roccia si comporta in maniera analoga al laterizio. Ha, infatti, un coefficiente di resistenza al passaggio del vapore "μ" inferiore a 5 (si lascia facilmente attraversare dal vapore).
Il processo di lavorazione che conduce al blocco finito consiste nel riempimento e costipamento della lana di roccia in modo automatizzato nelle cavità del blocco. Nei fori, la lana minerale può raggiungere una densità di 80-100 kg/m^3, valori che conferiscono buoni proprietà isolanti sia termiche che acustiche.
Il riempimento dei fori con lana di roccia è in grado di garantire un elevato isolamento termico senza ricorrere ad ulteriori strati di materiale isolante. Ad esempio con PlanA+ 30 si ottiene, per pareti di 30 cm di spessore senza intonaco, un valore di trasmittanza U pari a 0,31 W/m^{2}K. Per ottenere lo stesso valore di trasmittanza in una muratura tradizionale di 30 cm è necessario applicare alla parete un pannello isolante di 8 cm con uno spessore complessivo di 38 cm.

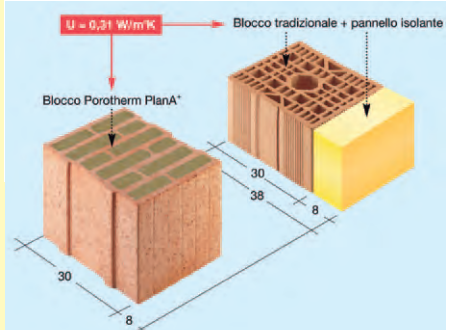
POROTHERM	Plana+ 49-0,07	Plana+ 42,5-0,07	Plana+ 36,5-0,07	Plana+ 36,5-0,10	Plana+ 30-0,10
Densità [kg/m3]	650	550	600	800	750
U [W/m2K] (con malta speciale)	**0,14**	**0,16**	**0,18**	**0,26**	**0,31**
Yie [W/m2k]	0,001	0,002	0,004	0,05	0,02
Sfasamento [ore]	$24^{+9,29}$	$24^{+2,29}$	23,49	23,36	18,47
Attenuazione	0,02	0,01	0,02	0,02	0,06
Resistenza al fuoco	EI240	EI240	EI240	EI240	EI240
Potere fonoisolante R'w [dB]	50	49	48	49	50
Muratura in zona sismica	No	No	No	Si	Si
Muro di tamponamento	Si	Si	Si	Si	Si



U=0,18 W/m^{2}K

1. Intonaco interno (1,5 cm)
2. Porotherm PlanA+ (36 cm)
3. Intonaco esterno (1,5 cm)

R'$_w$=48 dB



Sistemi stratificati a secco

La tecnologia stratificata a secco si fonda sul principio **"S/R: struttura e rivestimento"**, basato sull'impiego di pannelli o lastre, costituiti da più materiali leggeri, sottili, di alte prestazioni, montati su strutture metalliche, o di legno, tramite fissaggio meccanico e senza ricorrere a malte di varia natura.

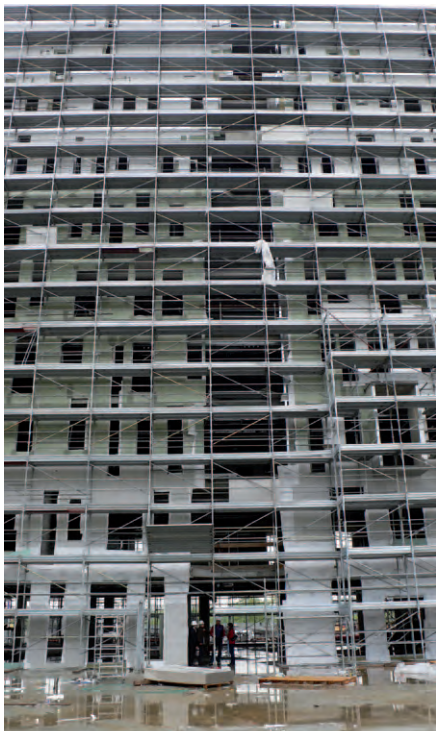
Con la tecnica S/R si propende verso un'edilizia industrializzata, in cui gli elementi sono realizzati in serie e le attività cantieristiche si limitano alla posa e assemblaggio degli stessi. Le fondazioni sono le uniche attività da realizzare in opera. Ne consegue una riduzione dei tempi di durata del cantiere (i tempi di realizzazione non risentono più delle fasi di maturazione del calcestruzzo, ma solo della complessità dell'assemblaggio), un basso impatto ambientale, un'estensione più contenuta delle aree di cantiere e un minore consumo di acqua. Gli edifici costruiti a secco si prestano più facilmente alla demolizione selettiva e, nella maggioranza dei casi, i vari elementi possono essere riciclati, comportando minori costi di smaltimento. A differenza delle costruzioni tradizionali che, per loro natura, sono caratterizzate da una geometria definitiva, le costruzioni a secco risultano molto flessibili potendo agire direttamente sui collegamenti meccanici per variare la distribuzione dei locali o per modificare la stratigrafia della parete al fine di migliorarne le prestazioni.

Un sistema stratificato è caratterizzato da:

Struttura, generalmente un telaio in legno o acciaio opportunamente controventato con funzione portante.

Rivestimento, pannelli di gesso rivestito, gesso fibra, blocchi di gesso, fibrocemento che permettono di realizzare:

- involucro esterno, costituito da una serie di strati formati da materiali che devono assolvere alla funzione antintrusione, resistenza alle azioni degli agenti atmosferici e di isolamento
- involucro interno, costituito da un'ulteriore stratificazione di materiali di coibentazione, da barriera al vapore e da lastre di rivestimento in gesso rivestito o in gesso fibra, con caratteristiche di resistenza meccanica e di idrorepellenza diverse a secondo degli ambienti interni con cui devono interagire, sempre supportate da un'orditura metallica, all'interno della quale trovano posto gli impianti tecnologici.

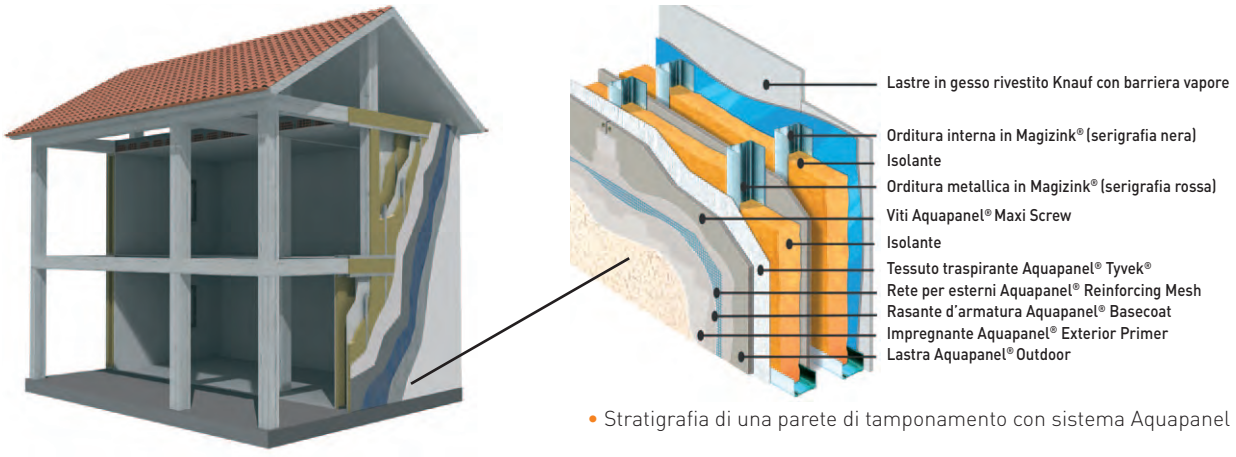


• Centro direzionale di Assago realizzato con il sistema Aquapanel (da sinistra: in costruzione, completato, e particolare rifinituta esterna)

SISTEMA AQUAPANEL

KNAUF

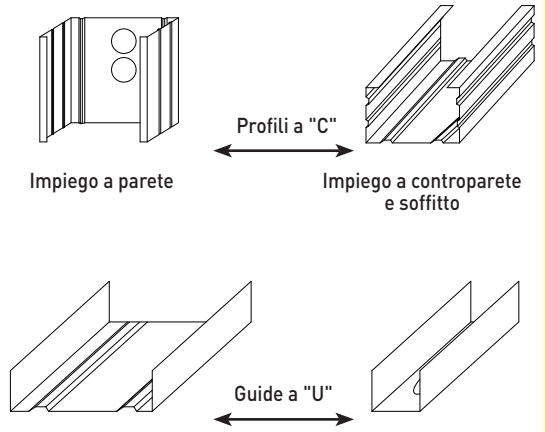
Con il sistema Aquapanel è possibile realizzare pareti esterne di tamponamento autoportanti in edifici con un'ossatura a telaio (in legno, o acciaio, o calcestruzzo): una doppia orditura metallica rivestita sul lato interno di lastre in gesso rivestito e/o gesso-fibra(*) Vidiwall e sul lato esterno con lastre in cemento fibrorinforzato Aquapanel.



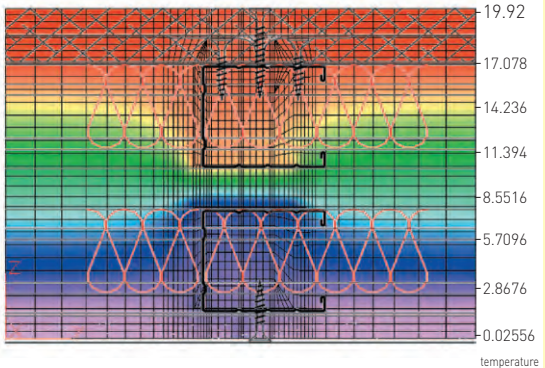
• Stratigrafia di una parete di tamponamento con sistema Aquapanel

L'orditura metallica viene calcolata in base all'altezza della parete e ai carichi agenti, secondo la NTC2008. È costituita da profilati dello spessore non inferiore a 0,8 mm, adatti per tutti gli esterni e/o ambienti umidi, ottenuti da un laminato a freddo in acciaio, rivestito in continuo per immersione a caldo in lega di zinco, alluminio e magnesio (Magizink). Il magnesio conferisce maggiore resistenza alla corrosione, fino a 5 volte in più di quella fornita dalla sola zincatura.
I profilati sono serigrafati sulle ali con indicazioni riportanti dati che definiscono in maniera univoca il profilato (data di produzione, stabilimento, produttore, norma di riferimento, ecc.). Per facilitare la posa la serigrafia è in due colorazioni: rossa per l'orditura esterna, nera per quella interna.
I profili sono del tipo:
- guide U da posizionare a pavimento e soffitto
- montanti verticali C, inseriti nelle guide, posti ad interasse non superiore a 400 mm (calcolati ad hoc per ogni singolo cantiere)

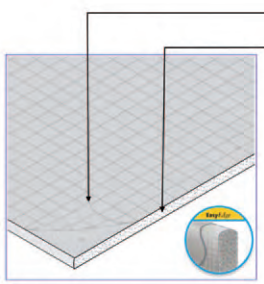
La doppia orditura metallica è importante perché:
- **annulla i ponti termici** causati dai profilati stessi, (come confermato dall'andamento delle isoterme entro lo spessore mediante analisi agli elementi finiti). L'intercapedine d'aria crea un taglio termico evitando le dispersioni del calore che, al contrario, si avrebbero ricorrendo ad un solo profilato della dimensione dell'intero tamponamento.
- **annulla i ponti acustici** e migliora ulteriormente il potere fonoassorbente
- **permette di gestire lo spessore del tamponamento** semplicemente distanziando le orditure e potendo eventualmente inglobare nel tamponamento stesso i pilastri dell'edificio
- l'intercapedine offre tutto lo spazio continuo necessario per apporre il materiale isolante e gli impianti.



• Orditure metalliche



• Andamento delle isoterme entro lo spessore del tamponamento (ponte termico corretto)



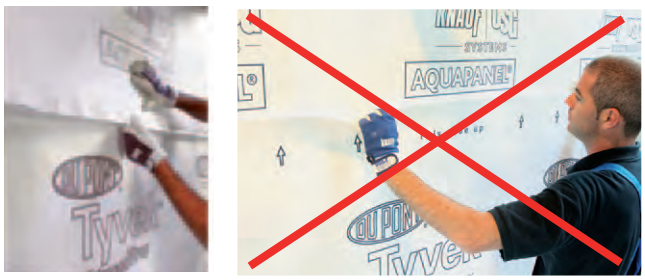
LE LASTRE AQUAPANEL® OUTDOOR

Rete in fibra di vetro

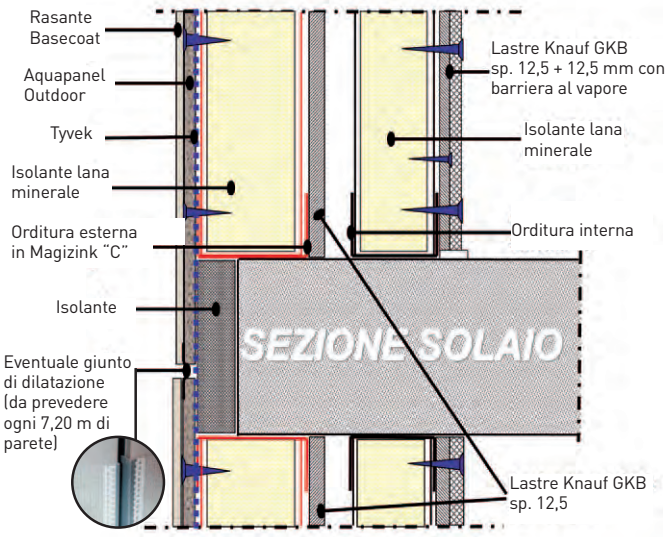
Nucleo in cemento Portland ed inerti minerali

- Resistenza ad acqua e umidità
- Stabilità e resistenza ad urti e sollecitazioni
- Certificazione Institute für Baubiologie Rosenheim Gmbr – IBR): non contiene sostanze nocive
- Libertà di progettazione, anche superfici curve
- Non combustibile: A1 in accordo con EN 13501
- Bordi arrotondati il bordo EasyEdge migliora l'aderenza tra le lastre

- Posizionamento corretto delle lastre: spaziatura di 3-4 mm lungo il bordo longitudinale



- Applicazione del tessuto Tyvek, partendo dalla base della parete



Il rivestimento esterno è realizzato con le lastre Aquapanel Outdoor, di spessore 12,5 mm larghezza 900 mm e lunghezza 2400 mm, avvitate con viti Maxi Screws resistenti alla nebbia salina sull'orditura metallica seguendo il principio dei giunti sfalsati con le lastre disposte orizzontalmente, ovvero trasversali rispetto alla struttura metallica.

Aquapanel® Cement Board è una lastra composta da inerti e cemento Portland, armata con rete in fibra di vetro sulle superfici, resistente agli agenti atmosferici e all'acqua, stabile, robusto, resistente agli urti e non combustibile (classe A1 in accordo con EN13501).

Prima del posizionamento delle lastre è necessario posizionare il tessuto impermeabile all'acqua e traspirante al vapore Aquapanel Tyvek Stucco Wrap al fine di realizzare una superficie continua e impermeabile sul retro delle lastre e garantire a lungo l'efficienza del materiale isolante posto nelle intercapedini delle pareti.

Particolare cura deve essere posta alla posa delle lastre: devono essere posate lasciando una distanza di 3-4 mm tra una lastra e l'altra lungo i bordi longitudinali (ovvero sul lato lungo), ad esempio mediante una vite da rimuovere successivamente alla posa, in modo che lo stucco (stucco Aquapanel Basecoat) possa penetrare a sufficienza sul retro della superficie per garantire adeguata resistenza meccanica ed evitare fessurazioni e cavillature lungo le giunzioni stesse. Successivamente alla stuccatura si procede alla rasatura e finitura previa applicazione del primer Aquapanel.

Il rivestimento con le lastre Aquapanel sarà continuo in corrispondenza degli elementi strutturali.

L'interposizione di un materiale isolante contribuisce al contenimento del ponte termico strutturale.

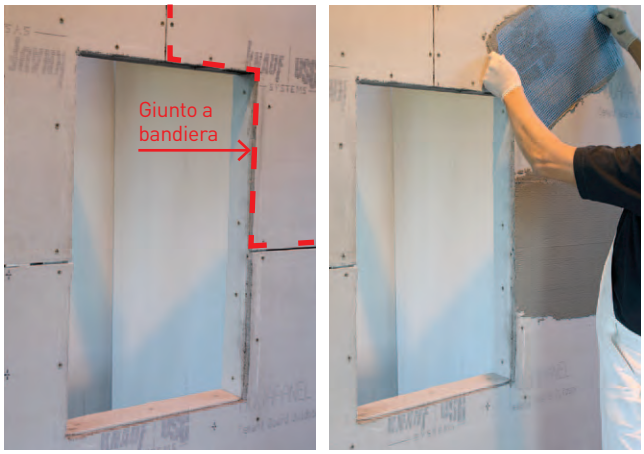
La correzione del ponte può essere realizzata posizionando le guide U a sbalzo rispetto al filo struttura di circa 1/3 della loro dimensione. Si crea, così, un'intercapedine dove inserire l'isolante. Eventualmente possono essere previsti speciali supporti metallici per aumentare lo sbalzo.

Il rivestimento interno è costituito da un doppio strato di lastre in gesso rivestito. Viene fissato il primo strato di lastre a contatto con l'orditura, e successivamente, sfalsando i giunti sia in orizzontale che in verticale, il secondo strato. La tecnica di posa delle lastre a giunti sfalsati realizza di fatto una controventatura della struttura di sostegno, conferendo adeguata stabilità al tamponamento. Per evitare fenomeni di condensa interstiziale che possano determinare una perdita di prestazioni termiche degli isolanti inseriti nell'intercapedine, si consiglia di utilizzare lastre in gesso rivestito accoppiate sul retro con un foglio in

Alluminio 15 µ con funzione di barriera al vapore.
In alternativa alle lastre di gesso rivestito, possono essere utilizzate anche lastre di gesso-fibra Vidiwall XL (costituite da una miscela di gesso di elevata qualità e fibre di cellulosa addizionata con acqua e compressa ad alta pressione così da formare una lastra resistente e monolitica) per una particolare resistenza meccanica e agli urti. Con le lastre Vidiwall XL è possibile incrementare i carichi concentrati. Inoltre la maggiore densità permette di aumentare la massa superficiale del rivestimento migliorando la prestazione fonoisolante della parete.
Le aperture si realizzano posizionando correttamente i profili a C nelle guide. È di fondamentale importanza applicare le lastre di rivestimento con giunto "a bandiera", ovvero sfalsando le lastre e senza far coincidere i giunti delle lastre con la linea del montante dell'apertura. Nelle operazioni di rasatura e posa della rete di rinforzo è consigliabile prevedere dei rinforzi agli angoli.

Materiale isolante nell'intercapedine:
Le prestazioni di isolamento termico e acustico richieste vengono raggiunte scegliendo e dimensionando (tipologia, densità e spessore), in maniera opportuna, il materiale isolante. L'impiego di materiali fibrosi (lana di roccia, lana di vetro) permette di ottenere stratigrafie di tamponamento conformi alle richieste normative sia dal punto di vista termico che acustico.
Con questa tecnologia costruttiva è possibile realizzare involucri leggeri e ben stratificati. Spessori contenuti entro i 25-30 cm forniscono buone prestazioni isolanti – termiche ed acustiche – e buoni parametri di sfasamento termico, pertanto applicabili anche in contesti climatici temperati-caldi. L'impiego di materiali isolanti con maggiore massa, ad es. pannelli in lana di legno, e/o l'interposizione di ulteriori strati in lastre in gesso rivestito nell'intercapedine permette di innalzare i valori di sfasamento termico ben oltre le 8 ore, inteso quale valore minimo ammissibile per lo sfasamento di una parete perimetrale.
La doppia lastra in posizione centrale, tra le orditure metalliche, aumenta la massa del sistema ed esalta le prestazioni termoacustiche della parete.

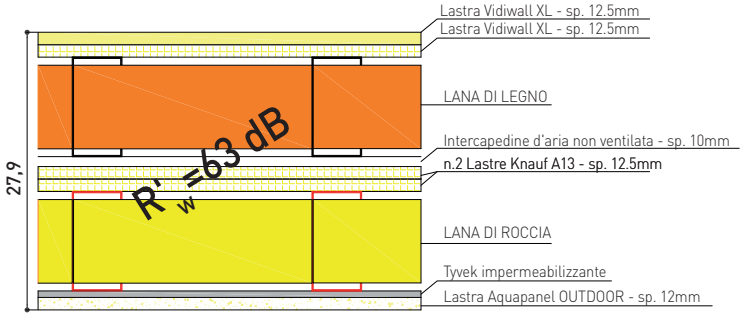
Nota!
Per contenere le trasmissioni acustiche laterali da calpestio è necessario applicare il nastro mono/biadesivo di guarnizione isolante in polietilene espanso sull'anima delle guide ad U alla base e alla sommità della parete.



• Realizzazione finestre: "giunto a bandiera" e rete di rinforzo

U=0,19 W/m²K

Sfasamento termico 8h 7'
Classi soddisfatte A-B-C-D-E-F



• Parete ad elevato potere fonoisolante

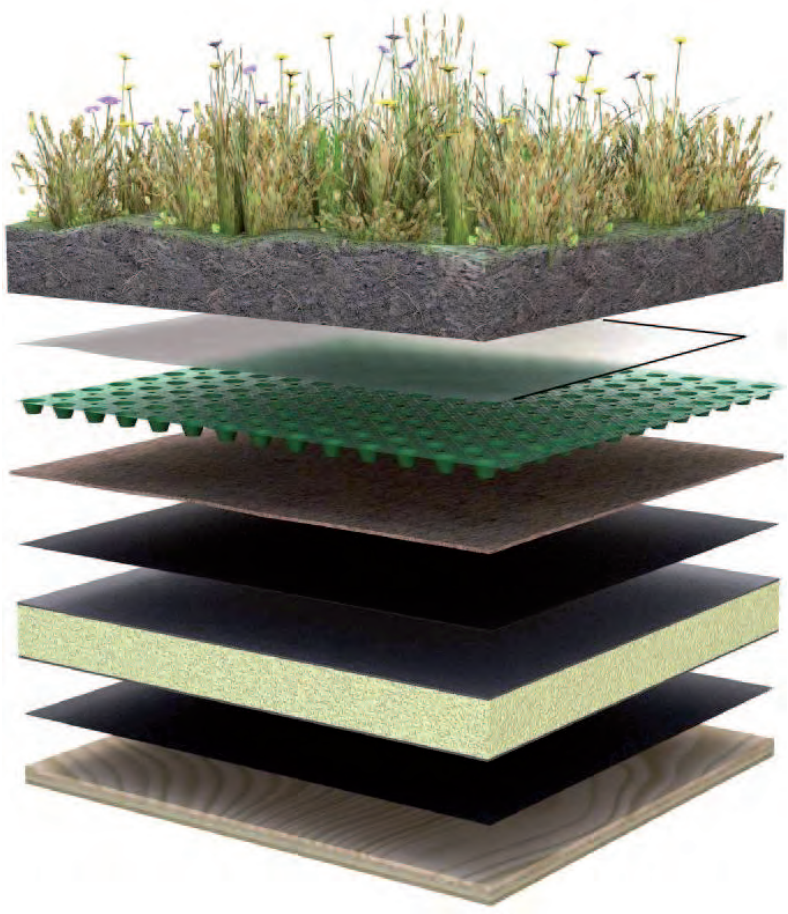
• Accessori per la realizzazione del tamponamento esterno

IL TETTO GIARDINO

La destinazione a verde della copertura degli edifici è una delle principali strategie impiegate in bioarchitettura per limitare l'impatto ambientale ricreando parzialmente lo status esistente prima dell'edificazione. Si restituisce all'ambiente quello che la costruzione ha eliminato e si fornisce agli abitanti uno spazio di socializzazione spesso poco considerato ma caratterizzato da un contesto panoramico sicuramente interessante.
Il tetto giardino è molto più che un elemento decorativo: la presenza di essenze vegetali incide positivamente sulle interazioni energetiche tra l'edificio e l'ambiente esterno.
I vantaggi collegati all'impiego di coperture verdi sono tali da avere indotto diversi comuni a introdurre nei propri regolamenti edilizi strumenti a favore di queste scelte.

Normativa tetti verdi: UNI 11235
La **UNI 11235** è la norma di riferimento per la corretta realizzazione dei tetti verdi e specifica gli strati che devono essere sempre presenti ed i requisiti funzionali.

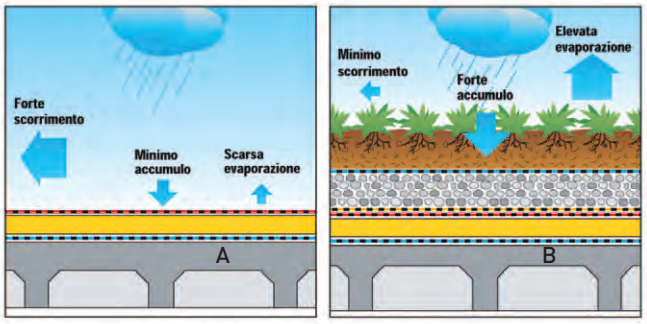
- Strato di vegetazione.
- Strato di coltura,
- Strato filtrante, a protezione dello strato drenante.
- Elemento di accumulo idrico.
- Strato drenante.
- Strato di protezione e scorrimento (protegge la membrana impermeabilizzante durante le fasi di cantiere).
- Barriera antiradice (protegge lo strato impermeabilizzante);
- Strato impermeabilizzante;
- Elemento portante.



Vantaggi dei tetti verdi

1. Regolazione del deflusso delle acque piovane

La pioggia che cade sulla superficie della copertura non viene immediatamente convogliata nei sistemi di raccolta e smaltimento dell'acqua (come avviene per tutte le altre coperture) ma assorbita ed eventualmente anche accumulata. Questo permette carichi idrici minori per tutto il sistema territoriale di raccolta dell'acqua, compreso le vasche di prima pioggia che potranno essere di dimensioni minori.



Regolazione del deflusso delle acque: confronto tra copertura senza tetto giardino (fig. A) e con tetto giardino (fig. B)

2. Riduzione dell'inquinamento ambientale e benessere microclimatico

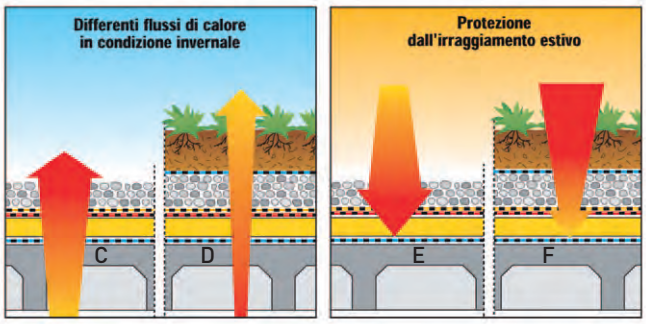
Le foglie possono fissare fino al 20% delle polveri sottili dell'atmosfera e grazie alla fotosintesi riducono le emissioni di CO_2. Trattenendo l'acqua piovana un tetto giardino umidifica l'aria e complessivamente la rende più salubre.

3. Riduzione dell'effetto isola di calore

La vegetazione diminuisce la temperatura aria-sole durante la stagione estiva riducendo l'effetto "isola di calore": un abbassamento della temperatura di pochi gradi permette di ottenere grandi risparmi sul condizionamento estivo.

4. Isolamento termico della copertura

Lo strato di coltura e vegetazione migliora l'isolamento termico della copertura. L'aumento complessivo della massa comporta, nella stagione estiva, uno sfasamento dell'onda termica (in funzione dello spessore) ritardando il picco massimo di energia in ingresso. Sono ridotte anche le dispersioni termiche in inverno consentendo costi di impianto di riscaldamento e raffrescamento minori.



Isolamento termico invernale ed estivo: confronto tra copertura senza tetto giardino (fig. C e E) e con tetto giardino (fig. D e F)

5. Isolamento acustico della copertura

Aumentando la massa della copertura si ha un aumento del potere fonoisolante ed una conseguente riduzione dei rumori aerei e di impatto. Negli ambienti interni si può ottenere una riduzione fino a 8dB (decibel).

6. Maggiore durata della copertura

Le tensioni dovute agli sbalzi termici sono notevolmente ridotte e lo strato di impermeabilizzazione viene efficacemente protetto dai raggi ultravioletti, dalla grandine e dalle intemperie. Su una copertura a verde le temperature massime estive si aggirano intorno ai 25° (su una copertura tradizionale possono superare i 60°).

Tipologie di tetti verdi

Le coperture verdi ("green roof") si suddividono in due tipologie in base agli interventi di manutenzione (elevati o limitati):

1. TETTO VERDE INTENSIVO

Tipologia di vegetazione:
giardino con cespugli, fiori e alberi (il classico giardino da terra portato in copertura)

Spessore terreno:
30-100 cm

Sovraccarico indotto sulla struttura:
maggiore di 350 kg/m^2

Irrigazione:
necessaria

Manutenzione:
elevata (un intervento alla settimana)

Pedonabilità:
sì (rappresenta uno spazio fruibile per l'abitante)

Strato termoisolante della copertura:
non sempre necessario dato l'elevato spessore della terra

2. TETTO VERDE ESTENSIVO

Tipologia vegetazione:
piante erbacee di piccole dimensioni facilmente adattabili alle condizioni climatiche del posto (sedum, erbacee perenni, aromatiche e muschi)

Spessore terreno:
5-15 cm

Sovraccarico indotto sulla struttura:
60-250 kg/m^2

Irrigazione:
necessaria solo per la fase di attecchimento e in casi di emergenza

Manutenzione:
limitata (uno o due interventi all'anno)

Pedonabilità:
no (solo per usi manutentivi)

Strato termoisolante della copertura:
necessario

AGRILECA: STRATO DI COLTURA E DI DRENAGGIO

Uno dei requisiti fondamentali di un tetto verde è la leggerezza al fine di sovraccaricare il meno possibile l'ultimo solaio. A questo scopo è possibile sfruttare le caratteristiche dell'argilla espansa tanto per lo strato di coltura quanto per lo strato drenante nelle opportune classi granulometriche.

Lo strato di coltura dipende dell'inverdimento desiderato ed è lo strato di maggior peso e spessore. È necessario un giusto rapporto fra la frazione organica (torba) e quella minerale per evitare fenomeni di costipazione nel tempo, assorbimenti eccessivi d'acqua e per dare lunga vita a radici e vegetazione.

Grazie alla forma tondeggiante e alla scorza esterna resistente, impiegata in una composizione granulometrica assortita (3-8 oppure 8-20) l'argilla espansa evita gli assestamenti successivi alla posa.

È buona prassi realizzare un terriccio in composizione 50% in volume di torba bruna e bionda e 50% di Agrileca.

Grazie alla sua struttura cellulare e porosa il peso risulta molto contenuto (un terriccio siffatto pesa 1200 kg/m^3). La ritenzione idrica è molto modesta, per cui l'argilla si lascia attraversare dall'acqua e non si sbriciola sotto l'effetto del carico. Nella granulometria 8-20 viene impiegata come strato drenante con un peso contenuto (circa 650 kg/m^3 per lo strato saturo).

Tra strato drenante e terriccio si interpone un tessuto non tessuto di 150 g/m^2 come elemento filtrante che trattiene la frazione fine dilavata dall'acqua dallo strato colturale.

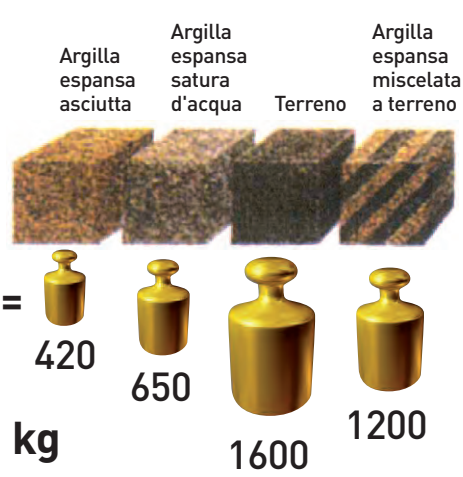
Il ph neutro (leggermente acido) di agrileca fa sì che le radici non si spingano oltre lo strato di drenaggio preservando la struttura sottostante. La membrana impermeabilizzante deve comunque essere protetta dall'azione delle radici. È possibile usare una guaina in pvc (spessore 0,8 mm) protetta superiormente e inferiormente da un tessuto non tessuto di 250 g/m^2.

La riserva d'acqua può essere realizzata tenendo sollevati i bocchettoni di scarico delle acque di almeno 5 cm rispetto alla guaina impermeabilizzante.

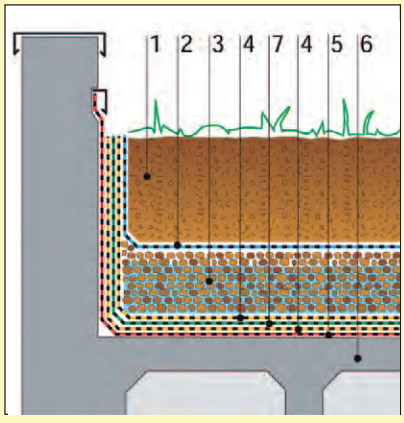
Ø 3-8 380 kg/m^3

Ø 8-20 330 kg/m^3

- Euroclasse A1 incombustibile
- Confezione in sacchi da 50 lt/cad.

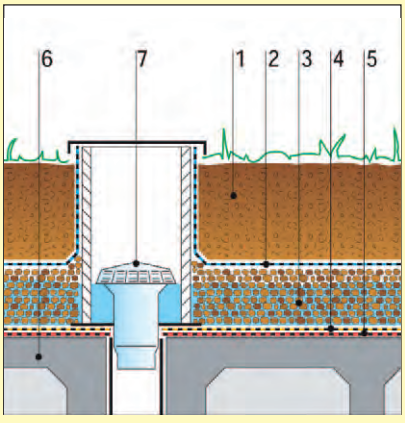


- Peso di differenti composizioni di terreno



1 Strato di coltura (50% torba - 50% Agrileca 3-8 mm)
2 Strato filtro in TNT da 150 gr/m^2
3 Strato drenante AgriLeca 8-20 (spessore ›20 cm; ph 6-7 leggermente acido)
4 Protezione guaina con TNT da 250 gr/m^2
5 Guaina impermeabile
6 Struttura
7 Membrana in PVC

- Stratigrafia tetto verde con Agrileca



1 Strato di coltura
2 Strato filtro in TNT da 150 gr/m^2
3 Strato drenante in Leca o AgriLeca
4 Protezione guaina con TNT da 250 gr/m^2
5 Membrana in PVC
6 Struttura
7 Bocchettone di scarico alto per riserva d'acqua

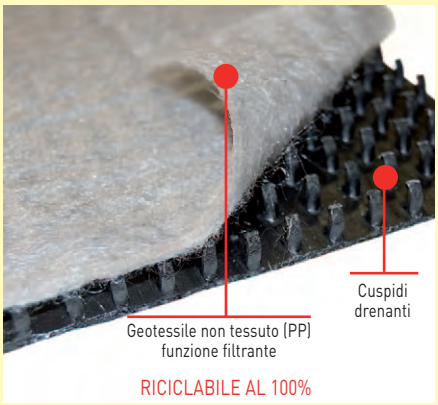
- Stratigrafia tetto verde con Agrileca e riserva d'acqua

Sistemi protettivi e drenanti per tetti verdi

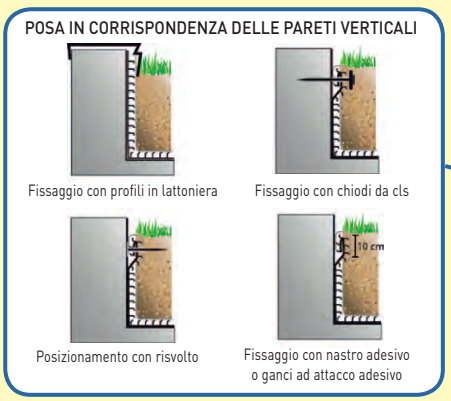
Quando sono richieste elevate prestazioni dello strato drenante ma non è possibile realizzare spessori elevati con i comuni materiali naturali quali la ghiaia, si possono impiegare materiali, generalmente plastici, che assolvono contemporaneamente a più funzioni riducendo, inoltre, il carico gravante sulla struttura.

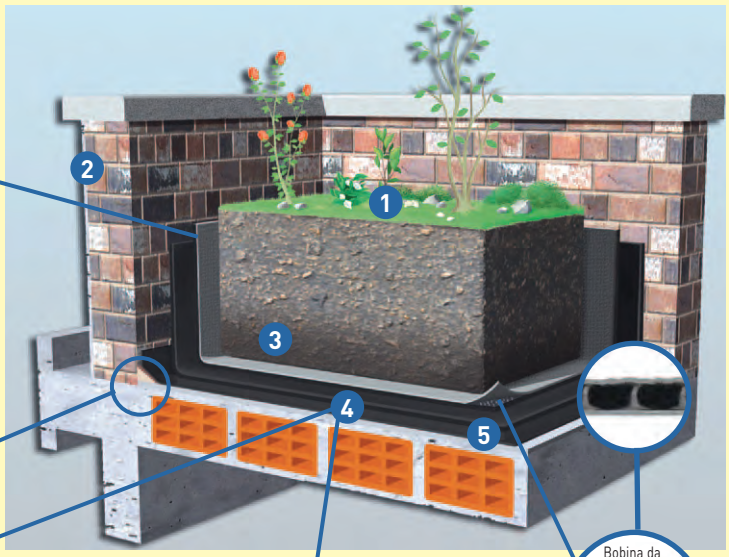
TENAX DP1

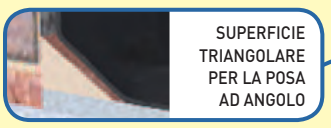
Tenax DP1 è un materiale composito con funzioni filtrante, drenante e antiradice, costituito da due strutture distinte e solidali accoppiate per termosaldatura:
1) una membrana protettiva e drenante estrusa in polietilene ad alta densità (HDPE), ad elevata resistenza a compressione ed impenetrabile alle radici, caratterizzata da una faccia piana destinata al contatto con l'impermeabilizzazione ed una faccia cuspidata in cui le cuspidi sono disposte a maglia quadrangolare di dimensioni non superiori a 10x12 mm
2) un geotessile non tessuto filtrante in polipropilene (PP) accoppiato alla membrana sulla sommità delle cuspidi.
Poiché il materiale è in poliolefine è riciclabile al 100%.



Nella stratigrafia, il **Tenax DP1** va posizionato con il non tessuto rivolto verso l'alto e si rende necessario proteggere ed impermeabilizzare anche le pareti verticali di contenimento.







1) Strato di vegetazione
2) Contenimento verticale
3) Strato di accumulo
4) Tenax DP1 strato filtrante drenante e barriera antiradice
5) Impermeabilizzazione

SPECIFICHE TECNICHE TENAX DP1

L'elemento drenante è efficace quando impedisce l'accumulo d'acqua evacuandola anche in caso di intense piogge. In generale la portata idraulica Q del composito dipende dallo spessore di terreno sovrastante, cioè dalla pressione verticale Pv. Grazie alla elevata resistenza a compressione e alla particolare struttura interna che limita i fenomeni di turbolenza dell'acqua, **la capacità drenante di Tenax DP1 resta pressoché invariata anche con spessori di terreno elevati.**

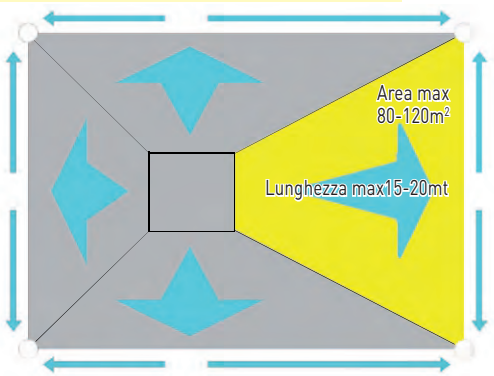
PRESSIONE VERTICALE		PORTATA IDRULIC (ASTM D4716) [1]							
kPa	kg/cm²	l/min x m				$m^2/s = 10^3$ l/m x s			
		i=1	i=0,03	i=0,02	i=0,01	i=1	i=0,03	i=0,02	i=0,01
10	0,1	249	35	28,6	16,5	4,15 E -03	5,83 E -04	4,77 E -04	2,75 E -04
20	0,2	246	34,6	28,3	16,3	4,10 E -03	5,77 E -04	4,71 E -04	2,72 E -04
50	0,5	242,4	33,8	27,6	15,9	4,04 E -03	5,63 E -04	4,60 E -04	2,65 E -04
100	1	238,2	32,9	26,8	15,5	3,97 E -03	5,48 E -04	4,47 E -04	2,58 E -04
200	2	231	32,5	26,5	15,3	3,85 E -03	5,41 E -04	4,42 E -04	2,55 E -04

[1] i = gradiente idraulico (pendenza del pelo libero dell'acqua, che nel caso di moto uniforme coincide con la pendenza del sistema drenante)
i = 1 equivale alla condizione di prodotto in opera in verticale; i = 0,01 equivale alla posa in orizzontale

LUNGHEZZA DELL'ELEMENTO

Per garantire lo smaltimento, ed evitare ristagni, è necessario che la lunghezza della pendenza non superi un certo valore limite. Poiché nel verde pensile lo strato drenante è parte integrante del sistema di deflusso della copertura, si dovrà definire il numero dei piani di scorrimento dell'acqua e la loro pendenza, il numero e la dimensione dei canali di gronda.
È consigliabile pertanto:

- suddividere la copertura in aree di drenaggio non molto estese (80-120 m²) per non sovraccaricare i punti di scarico
- adottare pendenze maggiori di 1,5% convergenti verso i bocchettoni di pertinenza
- evitare lunghezze di pendenza maggiori a 15 - 20 m.



• Dimensioni strato drenante con DP1

CONFRONTO TENAX-GHIAIA

La portata idraulica Q si calcola mediante la nota

LEGGE DI DARCY: $Q = k \cdot A \cdot i$ $[m^3/sec]$

Dove: k = coefficiente di permeabilità dello strato drenante [m/sec]
A = sezione drenante ortogonale alla direzione del moto dell'acqua [m²]
i = gradiente idraulico (possiamo assumere pari alla pendenza % della copertura)

Con uno spessore di terreno di 0,5m e peso specifico 2 t/m³, la pressione verticale agente sullo strato drenante è:

$Pv = 0{,}5m \cdot 2\ t/m^3 = 1\ t/m^2 = 0{,}1\ kg/cm^2$

Ipotizzando una pendenza della copertura del 3%, dalle specifiche tecniche del Tenax DP1 si ha che la portata riferita ad una superficie drenante di larghezza unitaria è pari a:

$Q_{tenax\ (3\%)} = 35\ l/min \cdot m = 5{,}83 \cdot 10^{-4}\ m^3/sec \cdot m^2$

Assumendo come valore medio della permeabilità della ghiaia 0,1 m/sec, lo spessore equivalente dello strato di ghiaia lo si ricava dall'uguaglianza delle portate attraverso i due differenti materiali:

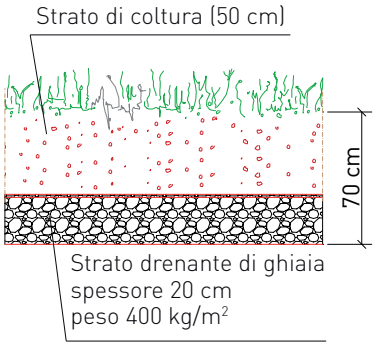
$k_{ghiaia} = 0{,}1 m/sec$

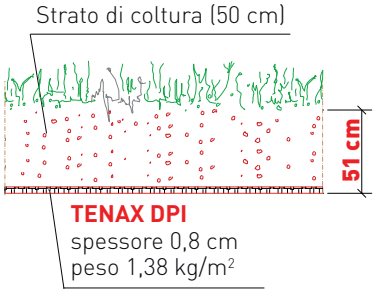
$A_{ghiaia} = H_g \cdot L_g = H_g \cdot 1$ (si ipotizza anche per la ghiaia una larghezza unitaria)

$Q_{ghiaia\ (3\%)} = Q_{tenax\ (3\%)}$

$k_g \cdot H_g \cdot i = Q_{tenax\ (3\%)}$

$$H_g = \frac{5{,}83 \cdot 10^{-4}\ m^3/sec \cdot m^2}{0{,}1\ m/sec \cdot 0{,}03} = 0{,}2m$$





CONCLUSIONE: Per avere la stessa portata del Tenax con uno strato di coltura di 50 cm sono necessari 20 cm di ghiaia il cui peso di circa 400 kg grava ulteriormente sulla struttura. Tenax DP1 riduce il carico a soli 1,38 kg.

Tetto rovescio a giardino

Un discorso a parte merita l'elemento termoisolante, non necessariamente presente visto che lo strato colturale e lo strato vegetale possono assolvere a tale funzione. Tuttavia è un elemento irrinunciabile dati gli attuali problemi energetici.
In generale l'isolante è posizionato al di sotto del manto impermeabile ("tetto caldo"). Eppure questa soluzione presenta costi elevati: barriere al vapore sotto l'isolante, diffusori per l'evacuazione del vapore e una protezione meccanica del manto impermeabile dal sovrastante strato drenante.

Più efficace e di semplice realizzazione è la soluzione del tetto alla rovescia con l'isolante termico al di sopra del manto impermeabile che ha anche il vantaggio di proteggerlo termicamente e meccanicamente allungandone la durabilità.
È necessario però separare l'isolante dal sovrastante strato di drenaggio per mezzo di un tessuto-non-tessuto oppure un foglio di polietilene (PVC) al fine di evitare eventuali infiltrazioni di particelle fini nelle giunzioni dei pannelli isolanti. Queste potrebbero causare eventuali ponti termici e ridurre l'efficacia dell'isolamento.

Per questo tipo di intervento occorre usare un isolante che presenti le seguenti caratteristiche:

Elevata resistenza a compressione a lungo termine ("scorrimento viscoso a compressione"):
la riduzione di spessore per effetto di carichi permanenti influenza negativamente la resistenza termica del materiale (proporzionale allo spessore) e quindi provoca un aumento delle dispersioni termiche.

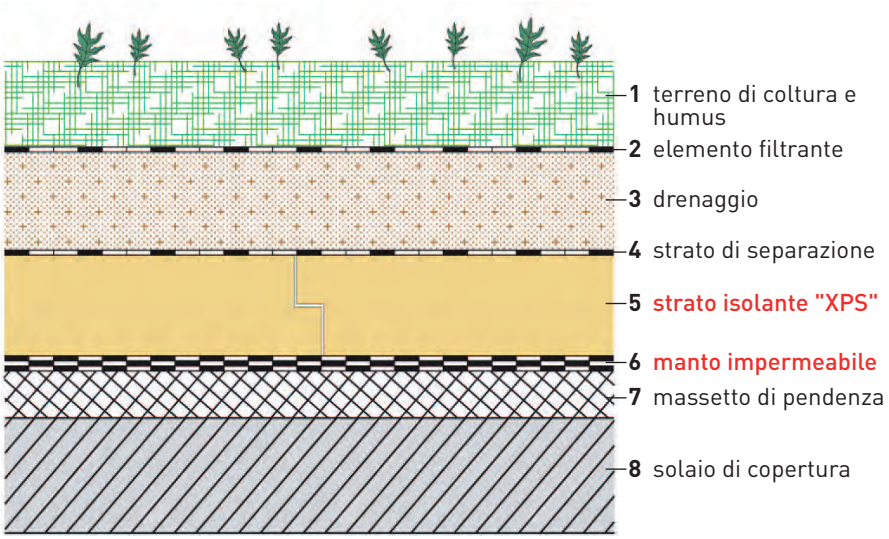
Resistenza all'assorbimento d'acqua:
poiché l'umidità ha una conducibilità 10-20 volte maggiore dell'isolante, l'eventuale assorbimento di acqua contenuta nel vapore aqueo può inficiare negativamente le performances dell'isolante.

Resistenza ai cicli di gelo/disgelo:
a causa del freddo, l'eventuale umidità assorbita dall'isolante può congelare e congelando si espande.
Nel lungo termine i cicli di gelo/disgelo influenzano negativamente la resistenza a compressione e la resistenza all'assorbimento d'acqua.

Essere resistente al degrado:
non deve fare muffa e resistere agli attacchi di micro organismi.

Un solo materiale è in grado di soddisfare questi requisiti, il polistirene estruso XPS.

STRATIGRAFIA DI TETTO ROVESCIO A GIARDINO



• Isolante termico consigliato: polistirene XPS

POLISTIRENE ESTRUSO URSA XPS® NV-L

URSA uralita

La struttura a celle chiuse (› del 95%) e l'assenza di cavità interne fanno sì che il pannello abbia elevata resistenza a compressione, sia a breve che lungo termine, e resista molto bene alla penetrazione dell'umidità con una quasi totale impermeabilizzazione all'acqua. Inoltre, anche dopo un lunghissimo contatto con l'acqua, le caratteristiche isolanti restano pressoché invariate (figura XPS URSA). Mediamente gli spessori dell'XPS usati per queste applicazioni sono di almeno 6-8 cm.

TIPOLOGIA DI COMPORTAMENTO	CARATTERISTICA	CODICE DESIGNAZIONE	VALORE	DESCRIZIONE
MECCANICO	Resistenza a compressione per carichi istantanei (es passaggi autoveicoli) metodo di prova EN 806	CS (10/Y) 500	500kPa	Riduzione del 10% di spesore per effetto di un carico di 500kPa breve termine
MECCANICO	Scorrimento a compressione (resistenza per carichi permanenti) metodo di prova EN 1606	CC(2/1,5/50)180	Carico massimo: 180kPa Deformazione massima: ‹ 2%	Dopo 50 anni sotto un carico costante di 180kPa il pannello ha una riduzione di spessore massima del 2% di cui 1,5% dovuto a scorrimenti viscosi.
ALL' ACQUA	Assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione totale Metodo di prova EN12087 immersione in un bagno d'acqua a 23°C per 28 giorni	WL(T)0,7	‹0,7% in volume	È la capacità di conservare a lungo termine le proprietà isolanti anche dopo lungo contatto con l'acqua. URSA XPS assorbe solo lo 0,7% in volume e mantiene inalterate le proprietà isolanti.
ALL' ACQUA	Assorbimento d'acqua a lungo termine per diffusione. Metodo di prova EN12088 Pannello posto in ambiente umido per 28giorni con gradiente di pressione alterno tra le due facce di 50°C e umidità del 100%	WD(V)3	‹3% in volume	Indica l'assorbimento % d'acqua quando entrambe le facce del pannello sono esposte in ambienti umidi. La struttura a celle chiuse fa sì che l'assorbimento sia inferiore al 3%
GELO/DISGELO	Resistenza ai cicli gelo/disgelo Metodo di prova EN12091 Pannello sottoposto a 300cicli di assorbimento d'acqua per immersione tra -20°C e +20°C	FT2	‹1% in volume	URSA XPS raggiunge il livello 2, che significa una riduzione della resistenza a compressione minore del 10% ed un aumento dell'assorbimento d'acqua minore dell'1% dopo 300 cicli

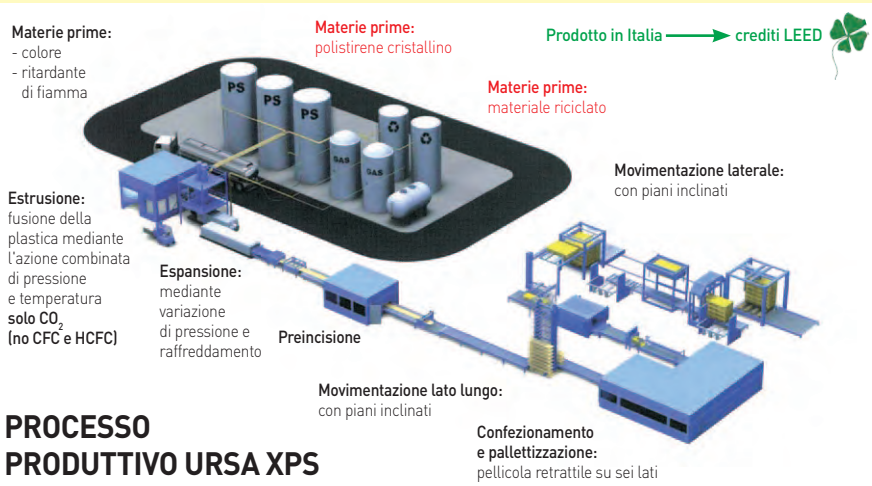
CONFRONTO URSA XPS E ALTRI MATERIALI

Solo il vetro multicellulare offre prestazioni superiori all'XPS a fronte di costi molto più elevati. **Pertanto per rapporto prestazioni/prezzo l'XPS è il materiale migliore esistente.**

CARATTERISTICHE	MATERIALE	RESIST. A COMPRESSIONE MASSIMA	WLT	WD(V)	ASSORBIM. ACQUA (GELO/DISGELO)	VARIAZ. RESIST. A COMPRESSIONE (GELO/DISGELO)
	XPS	**700KPa**	**0,7%**	**‹3%**	**‹1%**	**‹10%**
	EPSh	350KPa	2%	‹5%	‹10%	‹20%
	PUR	175KPa	2-3%	‹8%	‹15%	‹20%
	EPS	190KPa	3-5%	5-20%	10-20%	‹20%
	VETRO CELLULARE	1200KPa	0%	0%	0%	0%

L'XPS E L'AMBIENTE:

L'XPS viene prodotto da resina polistirenica, che è un materiale termoplastico.
Ciò significa che può essere fuso e reinserito nel processo di fabbricazione per produrre nuovo materiale XPS isolante, pertanto è riciclabile al 100%. Tuttavia si osserva che all'aumentare della percentuale di riciclato nell'XPS la resistenza a compressione diminuisce. L'XPS NV –L contiene una percentuale di riciclato fino al 14%.
Nella produzione non vengono utilizzati gas serra quali CFC o HCFC e nella fase di estrusione si usa esclusivamente CO_2 che resta intrappolata nella struttura a cella chiusa. Facendo l'analisi dell'energia utilizzata e delle emissioni di CO_2 generate durante la produzione del materiale, queste sono di gran lunga compensate (più di 100 volte) dall'energia e dalle emissioni risparmiate durante il tempo di servizio dell'XPS installato.



PROCESSO PRODUTTIVO URSA XPS

• Lay-out produzione XPS

BIOARCHITETTURA®

La Bioarchitettura® è l'insieme delle discipline che attuano e presuppongono un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema ambientale.
Fornisce una visione olistica della sostenibilità in cui il progetto non si esaurisce nell'edificio eco-sostenibile, ma sceglie, come fulcro, l'uomo, la qualità del suo vivere, la sua appartenenza al luogo geografico e sociale, la salvaguardia delle sue relazioni.

OBIETTIVI DELLA BIOARCHITETTURA

La bioarchitettura ha come obiettivi:

1 - Un rapporto sostenibile con l'ambiente

Nella determinazione della qualità bioecologica dell'edilizia è necessario valutare il rapporto fra l'uomo e l'ambiente esterno all'edificio.

2 - Un'attività progettuale ed un'edilizia improntata al risparmio energetico

Fondamentale è che il progettista conosca il comportamento dell'edificio in relazione al clima e alle abitudini della popolazione, le tecniche costruttive orientate alla sostenibilità sin dalla fase di cantiere, l'uso di fonti rinnovabili di energia.
Si evidenzia la necessità di una normativa di riferimento certa. La legge 10/91 è la prima sul risparmio energetico, ma ad oggi non esaustiva (carente ad esempio sul comportamento estivo).

3 - Un uso salubre di tecnologie e materiali naturali

La costruzione di edifici sani, ossia il più possibile privi di fattori d'inquinamento biologico e chimico, ambientalmente compatibili, si traduce nell'uso razionale dei materiali e delle tecnologie costruttive. Anche se è possibile analizzare i singoli materiali grazie alle informazioni circa la loro natura, il modo di essere messi in opera, le caratteristiche di manutenzione ed il loro rapporto con l'ambiente (produzione di rifiuti, riciclabilità, ecc.), alcuni problemi di salubrità sono legati al loro comportamento in fase di montaggio e di compatibilità con altri prodotti. Nasce pertanto l'esigenza di valutare il pacchetto tecnologico nella sua interezza.

L'EDIFICIO BIOECOLOGICO: I 6 CRITERI CARDINE

Sei sono i temi fondamentali, che, relazionati alla loro percettibilità di indicatori bioecologici, risultano variamente determinati nella progettazione degli edifici:

1. **Ubicazione sul terreno**
   La collocazione geografica e topografica di un edificio è spesso condizionata da contingenze esterne, quali norme, vincoli, collegamenti viari che esulano dalle competenze del progettista, difficoltà di espressione degli intenti ecologici.

2. **Strutturazione formale**
   La forma di un edificio può dare all'esterno la sensazione di una costruzione realizzata secondo precetti ecologici, ma di fatto non fornisce segnali oggettivi.

3. **Rapporto progettuale in sintonia con le caratteristiche degli spazi esterni**
   Il giardino, il prato, il cosiddetto cortile sono di solito elementi di costruzione più facili da configurare in modo ecologico. Pertanto più leggibili e fonti di segnali.

4. **Articolazione planimetrica**
   La zonizzazione delle piante, ovvero la distribuzione interna e la destinazione d'uso degli spazi nella realtà, è intellegibile solo mediante astrazione. Appare pertanto come un segnale debole e scarsamente capace di trasmettere informazioni.

5. **Scelta dei materiali**
   Nella misura in cui traspare, la scelta dei materiali fornisce indicazioni attendibili sulla ecologicità della costruzione. È bene, tuttavia, prestare attenzione alle facciate di legno o di altri materiali naturali che potrebbero celare strutture completamente differenti.

6. **Installazioni tecniche**
   L'impiantistica, in primo luogo gli impianti di trasformazione energetica, rappresenta uno dei campi dove le scelte estetiche subiscono il maggior condizionamento, ma anche dove, nella maggior parte dei casi, si è in grado di segnalare la presenza di criteri di progettazione attenti all'ecologia.

Il grado di considerazione riservato ai criteri cardini suddetti, in fase di progettazione dell'edificio, dà luogo a tre diverse categorie di scelta:

A. Le scelte nel progetto di bioarchitettura che non si proiettano direttamente sull'immagine progettuale e che riguardano la posizione dell'edificio e la distribuzione interna.
B. Le scelte nel progetto di bioarchitettura che possono influenzare in maniera evidente

l'aspetto architettonico e che riguardano la strutturazione e la definizione formale dell'edificio, nonché i materiali edili utilizzati.

C. Le scelte nel progetto di bioarchitettura che si rispecchiano con chiarezza nella definizione progettuale e che riguardano l'organizzazione dello spazio esterno e le installazioni tecniche dell'edificio.

Le ultime due categorie, la prima riguardante le scelte dei materiali e della strutturazione dell'edificio, la seconda relativa all'installazione tecnica di misure bioecologiche, sono le più interessanti.

In particolare, le scelte degli impianti tecnici (gas, acqua, energia) danno una facile valutazione delle caratteristiche bioarchitettoniche di un'abitazione. Tale aspetto, nella consuetudine progettuale, catalizza l'attenzione del progettista, che, tuttavia, riesce spesso a considerare in ugual misura gli altri cinque dei sei criteri cardine di un progetto di bioarchitettura:

- posizionamento dell'edificio
- configurazione degli spazi esterni
- zonizzazione interna
- strutturazione formale
- scelta dei materiali da costruzione.

Perché realizzare un edificio eco-sostenibile

L'impatto ambientale della progettazione, della costruzione e dell'esercizio degli edifici é enorme. **In Europa gli edifici sono, direttamente o indirettamente, responsabili di circa il 40% delle emissioni di CO_2, dell'utilizzo del 35% delle risorse ambientali, del 38% di produzione dei rifiuti.** Hanno altresì un impatto sulla salute umana: **secondo stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, il 20% della popolazione occidentale soffre della Sindrome da Edificio Malato (cefalee, nausee, irritazioni).**

Un progetto realizzato con criteri di sostenibilità ambientale può minimizzare o eliminare del tutto gli impatti ambientali negativi mediante una scelta consapevole di pratiche progettuali, costruttive e di esercizio migliorative rispetto a quelle comunemente in uso, in grado di posizionarsi nella fascia più alta del mercato edilizio. Un progetto sostenibile consente di ridurre i costi operativi ed aumentare il valore dell'immobile nel mercato.

Ricerche su edifici progettati con criteri di sostenibilità ambientale suggeriscono un aumento della produttività degli utenti del 16%, contestualmente alla riduzione delle assenze e ad una migliore vivibilità. Diversi studi hanno dimostrato che gli studenti delle scuole che ottimizzano l'utilizzo dell'illuminazione naturale hanno ottenuto risultati migliori rispetto a quelli frequentanti le scuole dove sono in funzione sistemi di illuminazione convenzionale. L'introduzione di misure di efficienza energetica in edifici commerciali può ridurre sensibilmente i costi annui di esercizio e il riutilizzo o il riciclo dei materiali consente di minimizzare l'impatto sulle risorse naturali per la costruzione di nuovi edifici. In sintesi, l'adozione di pratiche sostenibili nella progettazione edilizia permette di conseguire benefici ambientali, economici e sociali, locali e globali, con ovvie vantaggiose ricadute su tutti gli utenti dell'edificio, inclusi i proprietari, gli occupanti e la popolazione in generale.

SINDROME DA EDIFICIO MALATO E QUALITA' INTERNA DELL'ARIA

Ridotta capacità di concentrazione, cefalea, bruciore agli occhi, lacrimazione, irritazione delle vie aeree, delle mucose e della superficie epidermica sono i disturbi di salute attribuibili alla Sindrome da Edificio Malato (SBS "Sick Building Syndrome"). Questi malesseri sono causati dalla scarsa qualità dell'aria ("inquinamento indoor") degli ambienti confinati, quali uffici, scuole, centri commerciali e sono avvertibili, solo ed esclusivamente, durante la permanenza all'interno degli edifici; scompaiono o si attenuano in uscita da essi e non sono accompagnati da reperti obiettivi rilevanti.

L'aria che respiriamo nelle abitazioni è quella esterna, che entra da finestre, infiltrazioni, dispositivi meccanici (aspiratori), pareti. Essa si miscela con le sostanze prodotte all'interno dell'ambiente e, in molti casi, non è adeguatamente ricambiata da ventilazione naturale o artificiale.
Questo accade, soprattutto oggi, nei nuovi edifici, che, concepiti per essere energeticamente efficienti, diventano scatole chiuse prive di dispersioni verso l'esterno. Se in più consideriamo l'impiego di prodotti di finitura (vernici, pitture, adesivi) che emettono sostanze chimiche inquinanti e le cattive abitudini della popolazione, sempre meno attenta alle normali attività di pulizia e ai ricambi d'aria, sempre più ricorrente all'uso di prodotti spray deodoranti dell'ambiente, il risultato è una qualità dell'aria interna notevolmente peggiorata e dalle 2 alle 5 volte più inquinata rispetto a quella esterna. Un dato allarmante se si pensa che trascorriamo circa il 90% della nostra giornata in ambienti interni.
Le fonti inquinanti derivano direttamente ed indirettamente dall'uomo, dall'arredamento, dai materiali di costruzione.

I materiali ed i prodotti edilizi possono rilasciare i seguenti inquinanti:

1. **Inquinanti di natura fisica: radon e prodotti di decadimento**
2. **Inquinanti biologici: funghi, muffe, batteri**
3. **Fibre minerali naturali ed artificiali, quali ad esempio fibre di amianto**
4. **Composti organici volatili e semivolatili, in particolare formaldeide e antiparassitari.**

1. La presenza di radon e dei suoi prodotti da decadimento è attribuibile in gran parte al suolo e alle acque. I materiali da costruzione partecipano alla dose per una piccola percentuale, tranne nei casi in cui gli edifici siano costruiti con materiali di origine vulcanica (tufo). Molto importante è valutare la quantità di superficie esposta potenzialmente pericolosa in relazione alla cubatura e ai volumi di ventilazione.
2. La crescita di colonie di microrganismi dipende dal tipo di prodotto (naturale o sintetico), dalla percentuale di umidità contenuta, dalla qualità della superficie (porosità), dalle condizioni d'uso (attività svolte, presenza di altri prodotti), dalle condizioni microclimatiche. I prodotti di origine naturale non trattati in superficie, come per esempio il legno massello o le fibre tessili vegetali o animali, tendono a predisporre un ottimo habitat per la crescita di colonie di microrganismi.
3. La presenza di polveri e fibre nell'aria interna è normalmente legata al grado di usura dei prodotti come pavimentazioni, tappezzerie, intonaci, pitturazioni o alla possibilità che materiali fibrosi (come alcuni tipi di isolanti) entrino in contatto con l'aria interna. È questo il caso degli isolanti fibrosi utilizzati in controsoffitti o nelle tubazioni del condizionamento.
   I fattori influenzanti il rilascio di polveri e fibre sono:
   - la composizione del prodotto
   - la validità del legante (matrice in cui sono contenute le fibre)

AGENTI INQUINANTI	FONTI
PARTICELLE (PM10)	Fumo di tabacco, aria esterna, forni a legna e camini, carte autocopianti, materiali da rivestimento, fotocopiatrici e stampanti
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Fumo di tabacco, fornelli a gas, forni a legna e camini, riscaldamento a gas e riscaldamento a kerosene
COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOCS)	Fumo di tabacco, prodotti chimici per la pulizia degli ambienti e disinfettanti, mobili e prodotti per la casa, materiali da costruzione, materiali di finitura, materiali isolanti, arredamento, acqua sanitaria, fotocopiatrici e stampanti
BIOSSIDO DI AZOTO (NO2)	Fornelli a gas, riscaldamento a gas, riscaldamento a kerosene e scarichi degli autoveicoli
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)	Scarichi degli autoveicoli, fumo di tabacco, forni a legna e camini
OZONO (O3)	Scarichi degli autoveicoli, fotocopiatrici e stampanti
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO2)	Riscaldamento a kerosene
RADON (GAS RADIOATTIVO)	Materiali da costruzione, suolo sottostante l'edificio e acqua sanitaria
CLORO	Acqua sanitaria
PIOMBO	Acqua sanitaria
FORMALDEIDE	Materiali da costruzione, materiali da rivestimento, arredamento, mobili e prodotti per la casa
ASBESTO (AMIANTO)	Materiali isolanti, materiali da costruzione e acqua sanitaria
FIBRE MINERALI	Materiali da costruzione e materiali isolanti
AGENTI BIOLOGICI (FUNGHI, MUFFE, VIRUS, POLLINI,...);	Condizionatori, materiali da rivestimento, uomo, animali e piante Umidità nelle costruzioni
IONI NEGATIVI	Infissi ermetici, condizionatori e lampade fluorescenti
TOLUENE	Pennarelli, evidenziatori e inchiostri
ALCOOL	Prodotti chimici per la pulizia degli ambienti e disinfettanti
FLUOROCARBURI	Prodotti chimici per la pulizia degli ambienti e disinfettanti
FENOLO (PENTACLOROFENOLO)	Rivestimenti in legno, prodotti chimici per la pulizia degli ambienti e disinfettanti
ALTRI GAS NOCIVI	Resine, colle, vernici per i rivestimenti
ANTIPARASSITARI	Rivestimenti in legno, piante e aria esterna
TRIELINA (SMACCHIATORI) E BENZENE (SOLVENTI)	Abiti appena ritirati dalle tintorie

• Inquinanti caratteristici negli edifici

- il tipo e lo stato della finitura superficiale
- l'età del materiale e lo stato di manutenzione
- gli interventi sul prodotto (manipolazione, lavorazione).

La pericolosità è funzione delle caratteristiche fisiche di polveri e fibre (dimensioni e quindi inalabilità), della concentrazione nell'aria e del tempo di esposizione.

4. L'emissione di composti organici volatili "VOC" (evaporano facilmente) è più alta all'inizio della vita del prodotto e tende a diminuire in tempi brevi, ad eccezione della formaldeide che presenta rilasci costanti per molti anni.

L'eliminazione degli inquinanti non è esclusivamente legata all'efficienza del ricambio d'aria, ma anche al tasso di umidità e alla temperatura interne.
Tutti i composti volatili VOC si diffondono con più facilità all'aumentare della temperatura. Un elevato tasso di umidità agevola la propagazione degli inquinanti solubili in acqua (formaldeide). Temperatura bassa e umidità elevata favoriscono la crescita di muffe ed acari. Ambienti molto secchi sono un ottimo terreno di coltura per altri agenti biologici.

Il progettista, riferendosi ai criteri cardini della bioarchitettura, ha la responsabilità precisa di soddisfare gli obiettivi di progetto mirati a generare una buona qualità dell'aria.

OBBIETTIVI DI PROGETTO	ELEMENTI COINVOLTI
Fare in modo che l'aria esterna immessa sia la migliore possibile	Localizzazione, posizione delle prese d'aria e delle finestre
Minimizzare il carico inquinante dovuto a materiali e prodotti	Scelta dei materiali e della loro compatibilità
Minimizzare il carico inquinante dovuto ad attività	Separazione funzionale delle attività inquinanti
Diluire gli inquinanti presenti	Progetto della ventilazione. Doppio affaccio. Canne di ventilazione
Allontanare gli inquinanti alla fonte	Estrazione localizzata
Controllare i fattori di rischio: umidità, temperatura, rumore	Progetto dell'edificio. Tecniche di protezione

• Obiettivi da perseguire

La formaldeide

Cosa è
La Formaldeide, aldeide dell'acido formico, è un gas incolore, dall'odore acre e irritante. Molto solubile in acqua, reattivo in molte sintesi e utilizzato per le più varie lavorazioni, trova larghissimo impiego nella fabbricazione di resine sintetiche, colle, solventi, conservanti, disinfettanti e deodoranti, detergenti, cosmetici, tessuti. Costituisce il composto organico volatile (VOC) più diffuso e più noto.

Fonti
Adesivi, vernici, impregnanti, resine. Numerosi materiali da costruzione, per finitura e per arredamento (pannelli di legno compositi, truciolari, carte, tessuti sintetici, moquettes, rivestimenti plastici, isolanti, schiume poliuretaniche e altri). Prodotti per l'igiene e per la manutenzione della casa. Insetticidi, antitarme, tarlicidi. Prodotti per il bricolage. Evaporazione di derivati del petrolio (benzine). Processi di combustione, fumo di sigaretta.

Effetti
Il gas è irritante per le mucose e potenzialmente cancerogeno. Gli effetti sul breve periodo sono irritazioni, infiammazioni, in particolare delle vie respiratorie e delle mucose, disturbi della vista, nausea, eczemi. L'assorbimento prolungato può dare effetti genotossici e forme tumorali (la sperimentazione ha dimostrato che è cancerogena per inalazione per gli animali).

VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ BIO-ECOSOSTENIBILE

In Italia non esiste un sistema certificato per la valutazione della qualità bio-eco-sostenibile degli edifici. Va diffondendosi la **Certificazione LEED**, nata negli Stati Uniti e promossa in Italia dal GBC, al fine di introdurre un controllo qualitativo delle prestazioni ambientali degli edifici da un punto di vista olistico, incentivando politiche sostenibili e puntando su risparmio energetico e qualità della vita all'interno degli edifici.

Si applica ad edifici commerciali, scuole, edifici residenziali, di nuova costruzione ed esistenti. Il protocollo di certificazione è articolato in sette sezioni organizzate in prerequisiti e in crediti a seconda delle scelte e metodologie costruttive adottate. **Per conseguire la certificazione è obbligatorio il rispetto dei prerequisiti ed il conseguimento di un minimo di 40 crediti sul totale dei 110 disponibili.**

SOSTENIBILITÀ DEL SITO
Valuta e assegna un punteggio per tutte quelle attività cantieristiche volte a limitare l'impatto sull'ambiente e mantenere gli equilibri degli ecosistemi

GESTIONE DELLE ACQUE
Promuove le tecnologie volte ad un uso razionale dell'acqua negli edifici con l'obiettivo di ridurre i consumi di acqua potabile

ENERGIA ED ATMOSFERA
Promuove l'uso di fonti rinnovabili di energia ed esalta i sistemi impiegati per migliorare le prestazioni energetiche

MATERIALI E RISORSE
Sono promossi i materiali che non derivano da materie prime vergini, quindi materiali sostenibili, riciclati e riciclabili

QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA
Assegna un punteggio per i sistemi che migliorano le condizioni di comfort ambientale interno

INNOVAZIONE NELLA PROGETTAZIONE
Sono valutate quelle tecniche di progettazione che si distinguono per le caratteristiche di innovazione e sostenibilità

PRIORITÀ REGIONALE
Dà la possibilità di conseguire punteggi se il progetto persegue quei crediti che sono stati identificati prioritari per quel luogo

Base	Argento	Oro	Platino
(40-49 punti)	(50-59 punti)	(60-79 punti)	(80 punti e oltre)

• Crediti e rating della certificazione Leed

UMIDITÀ: DEGRADO E MANCANZA DI COMFORT

Una delle principali fonti di degrado delle strutture e della qualità dell'aria è rappresentata dall'umidità. Essa può presentarsi sotto forme differenti, tra le quali si distinguono:

- **Umidità da condensazione superficiale,** riscontrabile nei punti più freddi e poco ventilati delle strutture, quando il vapore, raggiungendo la temperatura di rugiada, condensa all'interno della struttura (bagni e cucine principalmente)
- **Umidità ascendente (o di risalita capillare),** che si verifica per effetto dell'assorbimento per capillarità dell'acqua contenuta nel sottosuolo.

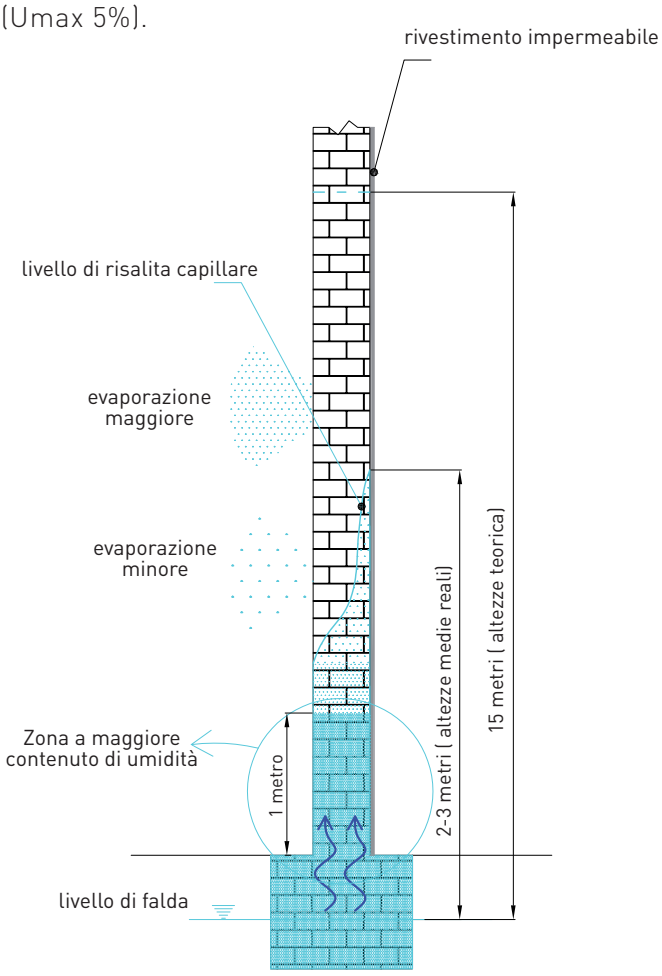
In particolare, **l'umidità ascendente è un fenomeno naturale dovuto alla porosità dei materiali da costruzione** che sono in grado di assorbire l'acqua e lasciarsi attraversare da essa. L'acqua viene sospinta da una pressione (forza di adesione dell'acqua sulle pareti dei pori), diretta dal basso verso l'alto, tanto maggiore quanto minore è il diametro dei pori.

Nelle murature la dimensione dei pori è dell'ordine del µm (1µm è pari ad 1 millesimo di millimetro) e **l'altezza teorica massima a cui l'umidità può arrivare è di 15 m.** In realtà questa non viene mai raggiunta ma presenta valori variabili (mediamente intorno a 2-3 m) in funzione della tipologia del materiale da costruzione, delle condizioni climatiche esterne che possono favorire o meno l'evaporazione e dalla presenza di un eventuale rivestimento impermeabile che ostacola l'evaporazione.

Il contenuto d'acqua è maggiore nella parte bassa della muratura (0-1 m) ed è dell'ordine del 20-30%, mentre nelle parti più alte cala drasticamente per effetto dell'evaporazione (Umax 5%).

• Muro con risalita di umidità (1)

• Muro con risalita di umidità (2)



• Livelli della risalita capillare

RISANAMENTO DEI MURI UMIDI

Gli **effetti dell'umidità** sono quelli devastanti che ben conosciamo:

- **peggioramento del microclima negli ambienti**
- **degrado della struttura** per effetto dei fenomeni di gelo e disgelo dell'acqua stessa nei mesi invernali
- **trasporto di sali** (specie i solfati) che possono innescare delle reazioni chimiche e solidificare con conseguente generazione di tensioni interne, per effetto dall'aumento del volume fino a 12 volte maggiore, dannose per le malte di allettamento e per gli intonaci (effetto visibile come "efflorescenze" quando i depositi avvengono sulla superficie esterna, ovvero distacco della tinteggiatura e dell'intonaco, o "sub-florescenze" in caso di deposito interno)
- **crescita di microrganismi vegetali** (muffe, funghi, licheni) con visibili macchie sui muri.

Esistono diverse tecniche di risanamento: da metodi meccanici, che prevedono un taglio alla base della parete con inserimento di una guaina impermeabilizzante, a metodi elettrofisici, che invertono il moto dell'acqua spingendola verso il basso. Il primo è un metodo invasivo, costoso e richiede l'esecuzione di opere murarie per il sostegno della parete. Il secondo richiede l'uso di apparecchiature elettriche che generano un campo magnetico continuo e costante in tutta la casa. Pertanto, valutata l'entità degli effetti causati dall'umidità, è preferibile intervenire con metodi semplici e naturali attraverso l'applicazione di intonaci macroporosi o microporosi.

Risanamento con intonaci macroporosi

Un metodo molto efficace consiste nel ridurre il carico di umidità attraverso l'applicazione di intonaci macroporosi, che grazie alla loro elevata porosità (dimensione dei pori fino a 20 volte più grandi) **favoriscono l'evaporazione nei periodi asciutti.**

Gli stessi macropori sono inoltre in grado di contrastare efficacemente l'attacco salino intrappolando le cristallizzazioni al loro interno.

C'è da tenere presente che un intonaco macroporoso, sulla superficie esterna della muratura, non impedisce l'ingresso dell'acqua piovana.

Per evitare questo inconveniente deve avere tra le altre caratteristiche quella di essere impermeabile ma traspirante al vapore in modo da creare una via obbligata all'umidità.

• Effetti dell'umidità di risalita

Risanamento con intonaci microporosi

Le cause stesse del degrado vengono trasformate in fattori di risanamento.

Si sfruttano i principi naturali di saturazione delle soluzioni saline e di evaporazione dell'acqua agendo, con sistemi naturali, esclusivamente sulle cristallizzazioni saline e sui tempi di evaporazione.

Utilizzando materiali traspiranti, mediante l'applicazione di intonaci microporosi, a base di calce idraulica naturale e aggiunta di pozzolana, che incrementano la superficie specifica creata dai pori all'interno dell'intonaco deumidificante, si facilita l'innesco di un'evaporazione fortemente accelerata. La superficie specifica di questo intonaco risulta enormemente maggiore rispetto alla superficie specifica di un intonaco tradizionale. Questa condizione permette all'intonaco di far esaurire tutta l'umidità di risalita capillare, evaporando all'esterno più acqua di quanta ne possano rifornire i capillari del materiale da costruzione. Il principio di funzionamento si basa, dunque, sulla velocità d'evaporazione rispetto a quella di umidificazione e garantisce, anche nei casi più gravosi, lo spostamento del fronte umido sempre più all'interno e alla radice del muro umido. La contemporaneità di funzionamento delle due fasi provoca una sottrazione di acqua dal muro, che si deumidifica, e una cristallizzazione per saturazione della soluzione salina resa anidra, che realizza un consolidamento interno alla muratura.

Calce idraulica naturale (NHL)

La calce idraulica è un legante idraulico cioè può far presa e indurimento sia all'aria sia in acqua.
La produzione della calce idraulica avviene per cottura in forni verticali di particolari calcari argillosi ("marne") contenenti una percentuale variabile di argilla dal 5% al 22%. Questa differisce dalla calce aerea (legante aereo) per la presenza d'argilla che conferisce il carattere di idraulicità, determina un aumento della temperatura di cottura e rende più delicata la fase di spegnimento. Infatti, mentre la calce aerea è spenta in vasche d'acqua, quella idraulica è spenta per nebulizzazione con una quantità d'acqua necessaria e sufficiente a trasformare l'ossido di calcio in idrossido di calcio. Se la quantità d'acqua fosse maggiore la calce perderebbe le sua idraulicità in fase di impiego. Dopo l'aspersione con acqua, si lascia stagionare per 15/20 giorni. Si setaccia e si ottiene la calce in polvere pronta per l'uso.
I fenomeni di presa ed indurimento avvengono per effetto dei processi di idratazione e carbonatazione in misura minore (nella calce aerea avviene solo la carbonatazione).
Le calci idrauliche possono essere ottenute anche per macinazione di calce aerea ed aggiunta di pozzolana o loppa basica di altoforno. La pozzolana fissa la calce con formazione di composti idraulici insolubili in acqua.
La calce idraulica naturale (NHL) viene commercialmente distinta da quella artificiale (HL) ottenuta miscelando la calce aerea con cemento Portland. Il processo di produzione della calce idraulica artificiale consiste in un semplice processo di miscelazione dei prodotti precedentemente detti.

INDICE DI IDRAULICITA' (I) I = ARGILLA/OSSIDI DI CALCIO
Più alto è l'indice di idraulicità minore è la durata della presa.

Calce	Idraulicità (I)	% argilla	Durata presa (gg)
Debolmente idraulica	0,10 – 0,16	5 - 8	15 - 30
Poco idraulica	0,16 – 0,31	8 – 15	7 – 11
Idraulica	0,31 – 0,42	15 – 19	4 – 7
Molto idraulica	0,42 – 0,50	19 – 22	4

• Indice diidraulicità delle calci

Caratteristiche della calce idraulica naturale

La calce idraulica dà origine a malte grasse e plastiche, pastose e di facile manipolazione. Dotata di un basso modulo di rigidezza riduce al minimo i rischi di fessurazione, formazione di crepe e distacchi.
Possiede una bassa densità (2,25 – 2,30 g/cm^3) che le conferisce potere isolante. Il lento indurimento, dovuto ai silicati bicalcici, permette all'intonaco un buon comportamento agli sbalzi termici ed una buona adesione ai supporti.
Le malte a base di calce idraulica naturale non contengono composti volatili dannosi, non presentano rilascio di polveri o sostanze nocive.
Non si riscontrano livelli di tossicità in fase di posa, di esercizio e di dismissione.
Una volta dismesso il materiale può essere riciclato come inerte e impiegato per sottofondi del manto stradale, contenimenti, ecc.

RIFERIMENTI NORMATIVI: UNI EN 459-1(2002)
Definizioni, specifiche e criteri di conformità

Distingue le calci idrauliche sulla base delle materie prime utilizzate. Fornisce i requisiti relativi alle loro proprietà chimiche e fisiche. All'interno di ciascuna categoria di calce idraulica (NHL, NHL-Z e HL), il grado di idraulicità viene espresso sulla base dell'aumento del valore di resistenza a compressione, distinguendo tre classi (2, 3.5 e 5 MPa a 28 giorni):
Calci idrauliche naturali (NHL): calci prodotte dalla cottura di calcari più o meno argillosi o silicei, con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento con o senza macinazione. Tutte le NHL hanno la proprietà di far presa e indurire in acqua. L'anidride carbonica atmosferica contribuisce al processo di indurimento.
Calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z): calci idrauliche naturali con l'aggiunta di prodotti speciali che possono contenere idonei materiali pozzolanici o idraulici fino al 20% in massa, contrassegnati con l'aggiunta della lettera "Z".
Calci idrauliche (HL): calci costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Queste calci possiedono la proprietà di far presa e indurire in acqua. L'anidride carbonica atmosferica partecipa al processo di indurimento.

BIOCALCE® ZOCCOLATURA

Intonaco naturale certificato, eco-compatibile, di pura calce naturale NHL 3.5 a norma EN 459-1, per zoccolature altamente traspiranti certificate WTA, ideale nel GreenBuilding e nel Restauro Storico. Contiene solo materie prime di origine rigorosamente naturale. A ridotte emissioni di CO_2 e bassissime emissioni di sostanze organiche volatili. A ventilazione naturale attiva nella diluizione degli inquinanti indoor, batteriostatico e fungistatico naturale. Riciclabile come inerte a fine vita.

GREENBUILDING RATING®

Biocalce® Zoccolatura
- Categoria: Inorganici Minerali Naturali
- Classe: Malte Naturali Traspiranti da Intonacatura e Risanamento
- Rating: Bio 5

bio 5	Pollution Reduced IAQ ACTIVE Indoor Air Quality	Bacteriostatic IAQ BIOACTIVE Indoor Air Quality	Low Emission IAQ VOC Indoor Air Quality	CO_2 ≤ 250 g/kg	Recycled Regional Mineral ≥ 20%
	✓	✓	✓	✓	✓
	Altissima efficacia (5/5)	Nessuno sviluppo batterico e fungino	Bassissime emissioni VOC	Emissione di CO_2/kg 76 g	Contenuto di minerali riciclati 47%

PLUS PRODOTTO

- Naturale, poroso e altamente traspirante, lascia il muro libero di respirare
- Testato e certifcato WTA come intonaco naturale per risanamento murature umide
- Alta resistenza ai sali, elevata capacità evaporante, basso assorbimento capillare
- Contiene Pozzolana naturale micronizzata per inibire l'assorbimento idrico capillare e neutralizzare l'azione dei sali disgreganti

ELEMENTI NATURALI

- Pura Calce Naturale NHL 3.5 Certificata
- Pozzolana Naturale Micronizzata Certificata
- Sabbietta Silicea Lavata di Cava Fluviale (0,1-0,5 mm)
- Sabbia Silicea Lavata di Cava Fluviale (0,1-1 mm)
- Calcare Dolomitico Selezionato (0-2,5 mm)

BIOCALCE® ZOCCOLATURA RISANA DEFINITIVAMENTE I MURI UMIDI

Perché funziona

L'azione di Biocalce® Zoccolatura si basa sull'unione tra calce naturale NHL e pozzolana naturale micronizzata che sviluppa ineguagliabile resistenza ai sali ed elevatissima porosità. La dimensione dei micropori (‹1/100 µm) che ne derivano garantiscono a Biocalce® Zoccolatura elevata traspirabilità e bassissimo assorbimento capillare. Il diametro ridottissimo dei canali capillari blocca il passaggio dell'acqua, che non entra nell'intonaco, e consente il libero passaggio delle molecole di vapore 1000 volte più piccole (effetto Gore-Tex Naturale).

RISOLVE I PROBLEMI DEGLI INTONACI CEMENTIZI

Biocalce® Zoccolatura è specifco negli interventi di bonifca di murature soggette a rigonfamenti, erosioni e distacchi causati dall'esposizione alle aggressioni atmosferiche e all'azione disgregante delle concentrazioni saline da risalita capillare.

APPLICAZIONE

Demolizione e pulizia
Demolizione di vecchi intonaci cementizi o rivestimenti, al fine di asportare concentrazioni saline e idrosabbiatura per riaprire le porosità e garantire la traspirabilità delle superfici.

Preparazione con Biocalce® Rinzaffo
Rinzaffo di regolarizzazione delle planarità, degli assorbimenti e delle adesioni. Specifico per il consolidamento traspirante delle murature umide.

Intonacatura con Biocalce® Zoccolatura
Realizzazione di intonaco naturale deumidificante di risanamento della muratura. Specifico per la diffusione dell'umidità sotto forma di vapore verso l'esterno.

Rasatura con Biocalce® Intonachino
Rasatura naturale di finitura disponibile in tre granulometrie: Tipo "00", Fino, Granello. Specifico per rifinire la superficie mantenendola traspirante.

Decorazione minerale naturale
Decorazione traspirante colorata a base di calce o silicati di potassio. Batteriostatica, fungistatica, minerale naturale come completamento estetico del ciclo risanante.

PERFORMANCE

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI			
Conformità	EC 1 GEV-Emicode		Cert. GEV 2757/11.01.02
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) ACTIVE - DILUIZIONE INQUINANTI INDOOR *			
	Flusso Diluizione	Diluizione	
Toluene	356 µg m^2/h	+138%	metodo JRC
Pinene	374 µg m^2/h	+162%	metodo JRC
Formaldeide	4677 µg m^2/h	+49%	metodo JRC
Biossido di Carbonio (CO_2)	341 mg m^2/h	+386%	metodo JRC
Umidità (Aria Umida)	48 mg m^2/h	+126%	metodo JRC
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE BATTERIOSTATICA **			
Enterococcus faecalis	Classe B+ proliferazione assente		metodo CSTB
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE FUNGISTATICA **			
Penicillum brevicompactum	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
Cladosporium sphaerospermum	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
Aspergillus niger	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
LEED®			
LEED® Contributo Punti ***	Punti LEED®		
MR Credito 4 Contenuto di Riciclati	fino a 2		GBC Italia
MR Credito 5 Materiali Regionali	fino a 2		GBC Italia
QI Credito 4.1 Materiali Basso Emissivi	fino a 1		GBC Italia

* Test eseguiti secondo metodo JRC - Joint Research Centre - Commissione Europea, Ispra (VA) - per la misura dell'abbattimento delle sostanze inquinanti negli ambienti indoor (Progetto Indoortron). Flusso e velocità rapportati all'intonaco cementizio standard (1,5 cm).
** Test eseguiti secondo metodo CSTB, Contaminazione batterica e fungina
*** Sostenibilità Ambientale e Contributo Punti LEED®

BIOCALCE® INTONACO

Intonaco naturale certificato, eco-compatibile, di pura calce naturale NHL 3.5 a norma EN 459-1, per intonacature altamente traspiranti certificate WTA, ideale nel GreenBuilding e nel Restauro Storico. Contiene solo materie prime di origine rigorosamente naturale e minerali riciclati. A ridotte emissioni di CO_2 e bassissime emissioni di sostanze organiche volatili. A ventilazione naturale attiva nella diluizione degli inquinanti indoor, batteriostatico e fungistatico naturale. Riciclabile come inerte a fine vita.

GREENBUILDING RATING®

Biocalce® Intonaco
- Categoria: Inorganici Minerali Naturali
- Classe: Malte Naturali Traspiranti da Intonacatura e Risanamento
- Rating: Bio 5

bio 5	Pollution Reduced IAQ Indoor Air Quality	Bacteriostatic IAQ Indoor Air Quality	Low Emission IAQ Indoor Air Quality	CO_2 ≤ 250 g/kg	Recycled Regional Mineral ≥ 30%
	✓	✓	✓	✓	✓
	Altissima efficacia (5/5)	Nessuno sviluppo batterico e fungino	Bassissime emissioni VOC	Emissione di CO_2/kg 85 g	Contenuto di minerali riciclati 45%

ELEMENTI NATURALI

- Pura Calce Naturale NHL 3.5 Certificata
- Pozzolana Naturale Extrafine Certificata
- Sabbietta Silicea Lavata di Cava Fluviale (0,1-0,5 mm)
- Sabbia Silicea Lavata di Cava Fluviale (0,1-1 mm)
- Calcare Dolomitico Granulato Medio (0-2,5 mm)

PLUS PRODOTTO

- Naturale, poroso e altamente traspirante, lascia il muro libero di respirare
- Batteriostatico e fungistatico naturale classificato B+ e F+ (metodo CSTB)
- Protegge e mantiene la muratura sana nel tempo
- Certificato WTA, ideale per facciate di nuova costruzione, nel recupero e nel restauro storico
- Contiene Pozzolana naturale micronizzata per inibire l'assorbimento idrico capillare e neutralizzare l'azione dei sali disgreganti

BIOCALCE® INTONACO L'UNICO INTONACO CERTIFICATO CHE RESPIRA

Perché funziona

Grazie all'impiego di materie prime rigorosamente naturali Biocalce® Intonaco è in grado di migliorare la vivibilità all'interno dell'edificio. L'altissima traspirabilità (coefficiente di resistenza al vapore acqueo ≤ 6) unitamente all'elevata porosità del prodotto indurito (≥ 40%) e alla notevole quantità di aria occlusa durante l'impasto (≥ 20%) permettono di catturare l'umidità e gli inquinanti interni per assorbimento e di veicolarli in continuo verso l'esterno. Tale ciclo di diffusione garantisce ambienti sani, in equilibrio igrometrico perfetto e una migliore qualità dell'aria indoor aiutando le persone a vivere meglio.

I VANTAGGI RISPETTO AGLI INTONACI CEMENTIZI

Biocalce® Intonaco è idoneo per l'intonacatura traspirante e protettiva di murature portanti e di tamponamento in laterizio, mattone, tufo, pietra e miste interne ed esterne.

APPLICAZIONE

Murature esistenti
Eseguire la pulizia delle superfici con idrosabbiatura o sabbiatura e successivo idrolavaggio a pressione.

Preparazione del supporto
Su sottofondi compatti, scarsamente assorbenti o eccessivamente assorbenti applicare preventivamente Biocalce® Rinzaffo o Biocalce® Fondo.

Intonacatura con Biocalce® Intonaco
Bagnare i supporti prima dell'applicazione di Biocalce® Intonaco, applicare a mano o a macchina con Biocalce® Kit in passate dello spessore massimo di 20 mm.

Rasatura con Biocalce® Intonachino
Rasatura naturale di finitura traspirante a base di calce naturale NHL disponibile in tre granulometrie; Fino, Granello, Tipo "00".

Decorazione colorata
Decorazione traspirante batteriostatica e fungistatica a base di calce naturale. Decorazione minerale traspirante altamente protettiva a base di silicati di potassio.

PERFORMANCE

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI			
Conformità	EC 1 GEV-Emicode		Cert. GEV 2752/11.01.02
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) ACTIVE - DILUIZIONE INQUINANTI INDOOR *			
	Flusso Diluizione	Diluizione	
Toluene	253 µg m^2/h	+69%	metodo JRC
Pinene	347 µg m^2/h	+144%	metodo JRC
Formaldeide	6437 µg m^2/h	+106%	metodo JRC
Biossido di Carbonio (CO_2)	398 mg m^2/h	+467%	metodo JRC
Umidità (Aria Umida)	43 mg m^2/h	+100%	metodo JRC
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE BATTERIOSTATICA **			
Enterococcus faecalis	Classe B+ proliferazione assente		metodo CSTB
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE FUNGISTATICA **			
Penicillum brevicompactum	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
Cladosporium sphaerospermum	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
Aspergillus niger	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
LEED®			
LEED® Contributo Punti ***	Punti LEED®		
MR Credito 4 Contenuto di Riciclati	fino a 2		GBC Italia
MR Credito 5 Materiali Regionali	fino a 2		GBC Italia
QI Credito 4.1 Materiali Basso Emissivi	fino a 1		GBC Italia

* Test eseguiti secondo metodo JRC - Joint Research Centre - Commissione Europea, Ispra (VA) - per la misura dell'abbattimento delle sostanze inquinanti negli ambienti indoor (Progetto Indoortron). Flusso e velocità rapportati all'intonaco cementizio standard (1,5 cm).
** Test eseguiti secondo metodo CSTB, Contaminazione batterica e fungina
*** Sostenibilità Ambientale e Contributo Punti LEED®

LEGNO COME RISORSA SOSTENIBILE

Per lungo tempo il legno è stato il materiale da costruzione più impiegato nella storia. Eppure l'avvento del cemento armato, unitamente ai pregiudizi sulla sua sicurezza in caso di incendio ne hanno determinato un lento declino.
Negli ultimi anni, però, i disastri provocati dai terremoti sulle strutture in calcestruzzo hanno condotto alla riscoperta delle caratteristiche del legno.

Nel 2007, nell'ambito del Progetto SOFIE di edilizia ecosostenibile, i ricercatori dell'IVALSA-CNR hanno realizzato un edificio multipiano interamente in legno X-LAM. L'edificio ha superato severi test sismici e di resistenza al fuoco. Questo successo, unitamente ad altri conseguiti con sperimentazioni analoghe, ha consentito di qualificare il legno quale materiale edilizio, rientrando così nella normativa NTC2008 a pari livello di calcestruzzo e acciaio.

Normativa per le costruzioni in legno

La normativa italiana di riferimento è la Normativa Tecnica del 2008 che cerca di armonizzare la norma italiana con quella europea vigente (Eurocodice 5), di garantire la qualità dei prodotti in legno e la loro rintracciabilità e di attribuire le responsabilità dei vari attori del processo produttivo dedicando tre ampi paragrafi:

- **4.4 – Costruzioni in legno:** verifiche strutturali per nuove costruzioni ed edifici esistenti
- **7.7 – Costruzioni in legno:** comportamento dissipativo per azioni sismiche
- **11.7 – Requisiti dei materiali in legno:** Metodiche di certificazione e qualificazione

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Come tutti i materiali da costruzione, il legno presenta certamente tanti vantaggi ma anche alcuni svantaggi da non sottovalutare:

Vantaggi:

- **Leggerezza ed ottimo rapporto resistenza/peso:** caratteristiche che hanno reso il legno materiale scelto nella realizzazione di travi di grande luce (coperture in legno lamellare).
- **Resistenza:** è dello stesso ordine di grandezza del cemento, ma rispetto a questo, il legno, è in grado di resistere anche a trazione (per sollecitazioni agenti lungo la direzione della fibratura).
- **Rigidezza:** il basso valore di rigidezza rende il legno idoneo a resistere alle azioni sismiche perché consente di assorbirne l'energia. La spinta è proporzionale al peso, di conseguenza le strutture leggere si danneggiano meno.

Materiale	Resistenza Kg/cm^2	Peso specifico Kg/m^3	Modulo elastico Kg/cm^2
Legno	circa 400	500 - 700	100000
Cemento Armato	circa 400	2500	300000
Acciaio	4000 - 5000	7800	2100000

- **Sostenibilità:** l'energia usata nel processo produttivo (dall'estrazione al prodotto edilizio finito) è nettamente inferiore rispetto a quella occorrente per la realizzazione di abitazioni di altro materiale edile. È un materiale "rigenerabile", ovvero la corretta gestione della risorsa "bosco" può garantire sempre la materia prima. Un edificio in legno può essere facilmente demolito e riutilizzato sia in edilizia sia in altri settori. In altri termini, è uno materiali più amati dai bioarchitetti poiché risponde ai tre obiettivi della Bioarchitettura.
- **Caratteristiche termiche:** la resistenza termica è elevata, molto più del laterizio, e le variazioni dimensionali per effetto delle sollecitazioni termiche sono trascurabili.
- **Velocità di installazione:** gli edifici in legno appartengono alla categoria delle costruzioni a secco. Una casa di 3-5 piani può essere realizzata in 4-6 mesi.

Svantaggi

- **Anisotropia:** la resistenza meccanica è elevata se le forze sono dirette lungo la direzione della fibratura. Contrariamente per sollecitazioni perpendicolari la resistenza cala notevolmente. Ciò richiede una attenta progettazione dei nodi strutturali.
- **Durabilità:** il tempo di vita di una costruzione in legno è conseguenza delle condizioni ambientali in cui è inserito. La principale responsabile di degrado è l'umidità, che compromette la resistenza dell'intera struttura per effetto delle variazioni dimensionali che ne derivano. Queste sono dieci volte maggiori di quelle causate dalle escursioni termiche. In funzione dell'umidità del luogo, la NTC 2008 assegna tre "classi di servizio" alle costruzioni in legno.

Classi di servizio delle strutture in legno

Temperatura e umidità relativa dell'aria influenzano le variazioni dimensionali del materiale e la sua resistenza, oltre ad avere effetti importanti sulla trasmissione del calore.
In funzione del grado di umidità nel legno, e quindi dell'ambiente in cui si trova la struttura, la normativa NTC2008, al paragrafo 4.4.2, assegna tre classi di servizio:

Classe di servizio 1
È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.

Classe di servizio 2
É caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.

Classe di servizio 3
È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Perché è importante conoscere le classi di servizio?
In funzione della durata dei carichi e della classe di servizio, il progettista, ricava il fattore di riduzione "Kmod" da assegnare alla resistenza del materiale.

TABELLA DELL'UMIDITÀ DI EQUILIBRIO DL LEGNO

Temperatura dell'aria in °C	Umidità relativa dell'aria in %																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0	1	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	22	27	33
10	1	3	4	5	5	6	7	8	9	10	10	11	12	14	15	17	19	22	26	32
20	1	3	4	5	5	6	7	8	9	9	10	11	12	13	15	16	18	21	25	31
30	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20	24	30
40	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	11	12	13	15	17	19	23	29
50	1	2	3	4	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	13	14	16	18	22	28
60	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	10	11	12	14	15	17	21	27
70	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	10	11	13	14	16	20	26
80	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	10	12	13	15	19	25
90	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	11	12	14	18	24

ISTRUZIONI PER L'USO DELLA TABELLA
Per determinare con discreta approssimazione l'umidità di equilibrio cui tende un manufatto di legno immerso in un clima costante, è sufficiente individuare la casella di incrocio fra la riga corrispondente alla temperatura e la colonna corrispondente all'umidità relativa dell'aria. Esempio: se la temperatura è T = 20 °C e l'umidità relativa è j = 65 %, il legno si equilibra intorno al valore u = 12 % (cella di colore azzurro nella tabella). **Le celle rosse corrispondono a condizioni favorevoli all'attacco del legno da parte di funghi agenti della carie e dovrebbero quindi essere evitate per favorire la buona conservazione del materiale nel tempo. Le celle gialle esprimono condizioni al limite della sicurezza.**

Tipologie di strutture in legno

Le costruzioni in legno, nel panorama edilizio italiano, sono riconducibili a due tipologie:

1. STRUTTURE A TELAIO

Caratterizzate da una orditura di travi e pilastri, rigidamente connessi tra loro a formare dei telai, che si ripetono tanto sul piano orizzontale quanto su quello verticale. I telai vengono a loro volta irrigiditi per mezzo di:

- elementi piani, quali possono essere i pannelli strutturali OSB (generalmente di spessore 20 mm), direttamente chiodati sul telaio, con una importante funzione di controventatura della struttura
- elementi lineari, in cui la controventatura è ottenuta con aste di legno che, collegando i nodi dei telai, formano le cosiddette strutture traliccio.

2. STRUTTURE A PANNELLI PORTANTI

Sono costituite da elementi strutturali piani, resistenti alle forze in tutte le direzioni (isotropia). La realizzazione di un edificio a strutture a pannelli portanti è stata possibile grazie all'introduzione del pannello X-LAM che ha un comportamento meccanico isotropo. Tale caratteristica ha fatto sì che l'X-LAM sostituisse il pannello di compensato o truciolare in grado di resistere unicamente nella direzione delle fibre. I pannelli sono fabbricati misure delle pareti o dei solai e questo a vantaggio della rapidità di edificazione.

A seconda della tipologia di struttura si ha una differente concezione dell'isolamento: in quelle a telaio l'isolamento è per intercapedine, in quelle a pannelli portanti è a cappotto.

- Edificio a telaio (visibile il rivestimento con pannelli OSB)

- Edificio in pannelli X-LAM

Pannello X-LAM

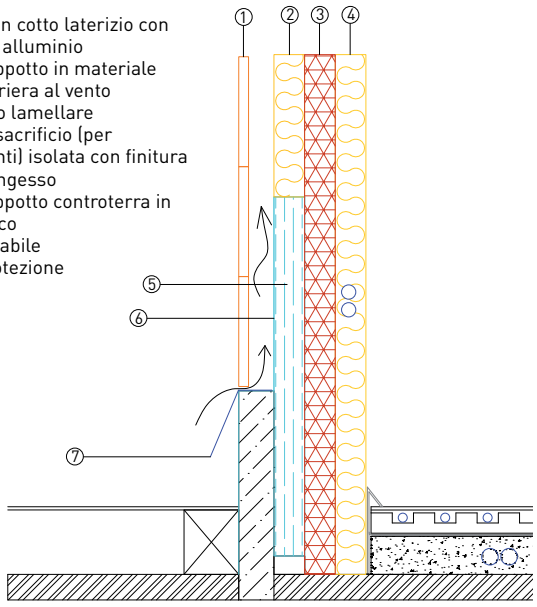
Gli XLAM sono pannelli di grande dimensione, generalmente di abete rosso o larice, a strati incrociati formati da 3, 5 o 7 strati di tavole con spessore variabile tra i 16 ed i 35mm, sovrapposti e incollati uno sull'altro in modo che la fibratura di ogni singolo strato sia ruotata nel piano del pannello di 90° rispetto agli strati adiacenti e per questo motivo in grado di resistere in ogni direzione.

- Pannello X-LAM a 5 strati

UNA FONTE DI RISPARMIO ENERGETICO E BENESSERE

Se ai fini dell'obiettivo specifico del risparmio energetico un grande contributo è dato dal solare attivo (fotovoltaico e solare termico) e dalle energie alternative (eolico, pompa di calore), è soprattutto il solare passivo (bioclimatica, ovvero lo sfruttamento delle condizioni climatiche locali per beneficiare degli apporti gratuiti del sole, della ventilazione naturale, della vegetazione) il settore dove il legno può costituire una risposta diretta alle tematiche energetiche.
Appare evidente come la riscoperta del tradizionale utilizzo di materiali naturali come il legno possa permettere di recuperare le regole del buon costruire in sintonia con l'uomo e l'ambiente.
Il legno ha una struttura porosa e possiede buone caratteristiche isolanti e di regolazione termo igrometrica, importanti per un edificio confortevole.
È un materiale igroscopico, ovvero presenta una forte affinità con l'acqua. In funzione dell'umidità dell'ambiente, si originano fenomeni (reversibili) di assorbimento e cessione di molecole d'acqua.

1. parete ventilata in cotto laterizio con sottostruttura in alluminio
2. isolamento a cappotto in materiale naturale con barriera al vento
3. pannello in legno lamellare
4. controparete di sacrificio (per passaggio impianti) isolata con finitura in lastra di cartongesso
5. isolamento a cappotto controterra in materiale sintetico
6. guaina impermeabile
7. scossalina di protezione



• Stratigrafia di una parete pluristrato

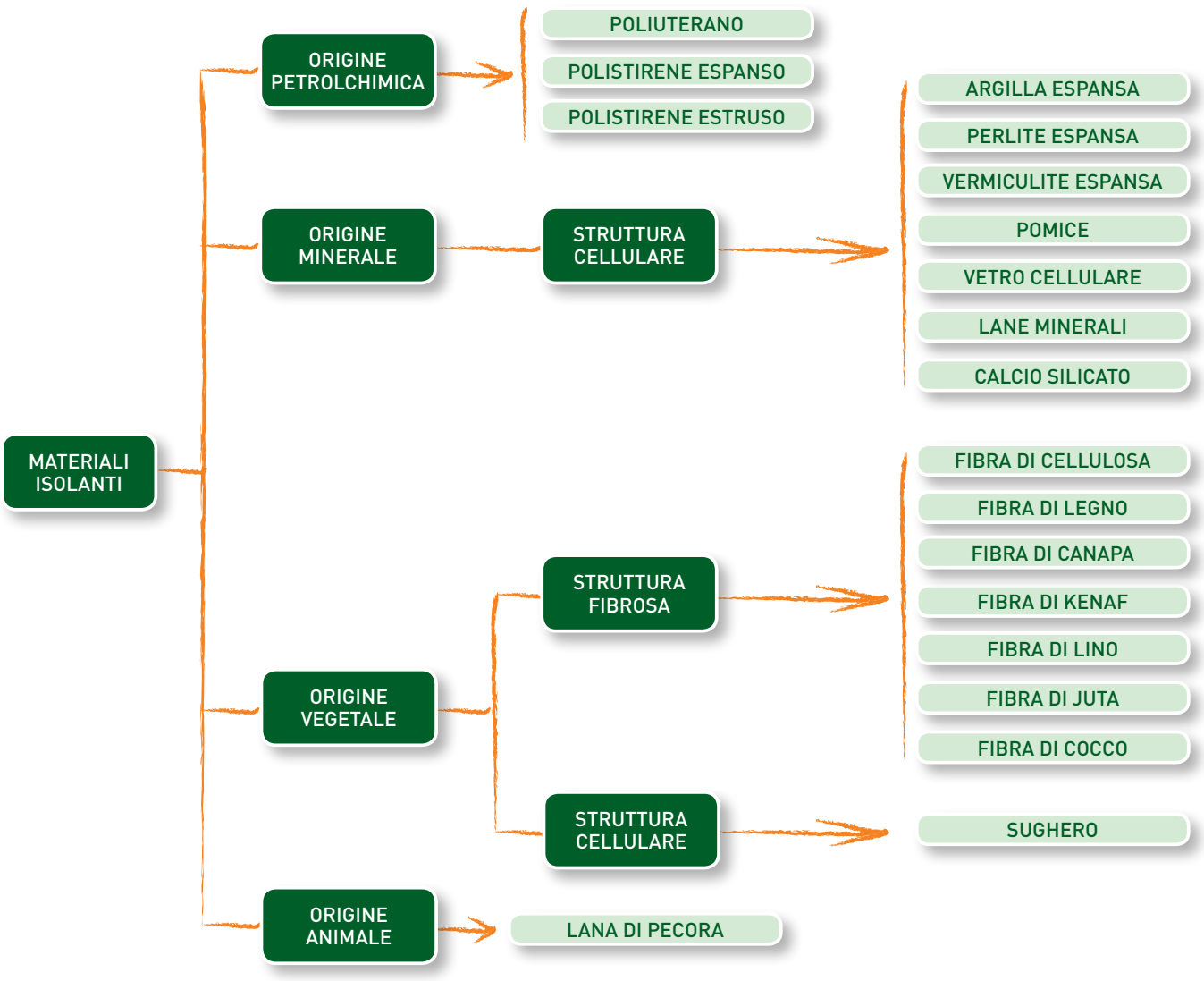
MATERIALE	CONDUTTIVITÀ TERMICA [W/Mk]
Calcestruzzo	2,3
LEGNO	**0,10 - 0,20**
Mattone pieno	0,7
Mattone forato	0,2 - 0,25
Intonaco isolante	0,09 - 0,13
Acciaio	39

• Conducibilità termica di diversi materiali

Quando l'umidità dell'ambiente aumenta, il legno ne assorbe l'eccesso per poi ricederlo quando l'aria è secca, controllando così il microclima interno e migliorando la qualità dell'aria.
La conducibilità termica del legno è 10-15 volte minore di quella del calcestruzzo consentendo la realizzazione di involucri energeticamente efficienti.
L'installazione di impianti di ventilazione controllata degli ambienti (con recupero di calore) e lo sfruttamento ottimale dell'energia solare consentono di raggiungere lo standard di "edificio passivo" che è uno dei principali obiettivi della Bioarchitettura.
Opportune soluzioni, quali pareti pluristrato con intercapedine ventilata ed isolamento a cappotto consentono di limitare lo spessore in un range di variabilità di 30-35 cm.
Una parete in legno multistrato è caratterizzata da una buona inerzia termica conferendo un buon comportamento sia in inverno, mantenendo più a lungo il calore, sia in estate smorzando sufficientemente l'energia entrante. I valori di sfasamento termico possono essere di 10/12 ore.
Ai fini del comfort, l'isolamento acustico (da rumore aereo e da calpestio) assume un'importanza fondamentale per la salute ed il benessere delle persone. È scientificamente provato che l'inquinamento acustico può causare disturbi del sonno, stress, irritabilità, alterazioni del ritmo cardiaco o mancanza di concentrazione. La parete pluristrato rappresenta una buona soluzione anche in termini di acustica.

ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO DELLE COSTRUZIONI IN LEGNO

La scelta dell'isolamento termico, quando è compatibile con i temi della sostenibilità ambientale, richiede la verifica di una serie di aspetti (estrazione del materiale, energia per lavorarlo e trasportarlo, salubrità, ecc.) rispetto ai quali il legno, inteso come materiale da costruzione, risulta vantaggioso se confrontato agli altri materiali.
Anche se il mercato continua a utilizzare in modo preponderante materiali isolanti di origine chimica (quali i polistiroli, la lana di roccia e di vetro, i poliuretani) risultano sempre più usati anche alcuni prodotti di origine vegetale, derivati dal legno, quali i pannelli in fibra di legno, il sughero, la cellulosa, tramite cui è possibile ottenere valori di trasmittanza altamente performanti.
In ogni caso la tenuta all'aria dei singoli elementi e del rivestimento dell'edificio in legno ha un'importanza fondamentale: piccole fessure o scalfitture possono provocare dispersioni di calore, causare fenomeni di trazione e avere come conseguenza danni permanenti dovuti alle eventuali infiltrazioni all'interno dell'edificio.



• Tipologie di materiali isolanti esistenti in commercio

Tenuta all'aria

La tenuta all'aria è di fondamentale importanza nel controllo delle prestazioni dell'involucro ed in particolare della copertura. Eventuali passaggi d'aria, dall'interno verso l'esterno e viceversa, sono causa di ponti termici, dispersioni di calore, formazione di condense interstiziali e superficiali, diminuzione del potere fonoisolante e dell'ingresso di polvere. In sintesi, sono causa di un abbassamento del livello di comfort interno. L'infiltrazione d'aria, causata da una posa in opera non a regola d'arte, avviene non in corrispondenza delle grandi superfici, ma dove ci sono le interruzioni. Ovvero, in corrispondenza degli impianti tecnici (condotti di ventilazione, camini, antenne, tubazioni per impianti solari e fotovoltaici), dei nodi o delle giunzioni strutturali per effetto della differenza di pressione del vento tra ambiente interno ed esterno o di un gradiente di temperatura.
La tenuta all'aria è ottenuta mediante due strati ermetici. Il primo è posto sul lato interno ed è il freno al vapore, il cui compito è di impedire il passaggio dell'aria calda umida verso l'esterno. Il secondo è posto sul lato esterno, ed è la barriera al vento (ad esempio un telo traspirante) che oltre a proteggere dal vento evita anche l'ingresso d'acqua.
La verifica alla tenuta all'aria di un edificio viene effettuata mediante il Blower-Door-Test. Tale verifica è un passo imprescindibile nella realizzazine di edifici a basso consumo energetico.

Propagazione del suono

Quando il suono attraversa un materiale legnoso, perpendicolarmente alle fibre, si ha un dimezzamento della velocità di propagazione delle onde sonore da 5000 a 2400 m/s. Il legno ha, dunque, un'idonea applicazione per l'isolamento acustico.
Mentre una parete in muratura basa le sue proprietà isolanti sul principio della massa, ovvero più è pesante una struttura più è in grado di attenuare i rumori aerei, una parete in legno si basa sul concetto della "massa-molla-massa". Per ottenere un equivalente grado di isolamento acustico, vengono alternati strati rigidi e più pesanti (massa) a strati più leggeri con effetto elastico-smorzante (molla) in grado di attenuare le vibrazioni sonore.
In funzione del livello di abbattimento dei rumori che si vuole raggiungere, la parete pluristrato rappresenta una buona soluzione: quando il suono che si propaga in un mezzo ne incontra un altro di caratteristiche diverse, il secondo oppone una resistenza al passaggio delle onde. Infatti il potere fonoisolante di una parete monostrato è inferiore a quello di una pluristrato (a parità di massa della parete) che a sua volta è inferiore a quello di una pluristrato con intercapedine isolata di materiale fibroso.

Fibra di kenaf

Il kenaf è una fibra vegetale simile alla canapa. Viene estratta da una pianta appartenente alla famiglia delle malvacee e deriva da coltivazioni che non richiedono l'uso di pesticidi ed erbicidi.
Considerando l'ecobilancio complessivo del materiale, molte sono le qualità legate all'impiego del kenaf.
In particolare:

- assorbe molta CO_2
- depura il suolo da elementi tossici e ossigena il terreno
- tollera bene la siccità
- la sua coltivazione non richiede l'uso di pesticidi
- gli scarti del processo di estrazione della fibra sono riutilizzati come foraggio e combustibili ecologici

Il kenaf è particolarmente indicato in bioedilizia perché grazie alla sua bassa conducibilità termica e alla struttura fibrosa è un buon isolante termico ed acustico.
Svantaggi:

- assorbe l'umidità, per cui a seguito della formazione di condensa la conducibilità termica potrebbe aumentare (lo strato isolante in fibra di kenaf va usato insieme ad una barriera al vapore)
- non è resistente al fuoco, a meno che non sia impregnato con sostanze ignifughe

Vantaggio del kenaf rispetto alla canapa
Una caratteristica interessante della fibra di Kenaf è l'assenza di proteine. Non è, pertanto, attaccabile da batteri o muffe, e garantisce al manufatto buona durabilità anche in presenza di umidità.

ISOLMANT BIO MK5 E BIO FASCIA PERIMETRALE

L'isolamento acustico dei solai in legno si basa sul concetto massa molla massa ricorrendo ad un pacchetto in cui si abbia la separazione degli strati. Ad sempio un "pavimento multistrato" con massetto galleggiante.
Isolmant BIO MK5 è un telo isolante acustico composto da fibre di Kenaf intrecciate e compattate con procedimento meccanico di agugliatura. Usato come strato resiliente per la realizzazione del massetto galleggiante necessario per l'isolamento a calpestio.
Superiormente un film impermeabilizzante trasparente in polietilene garantisce che il massetto in fase di getto non imbibisca le fibre.

PARAMETRI TELO FIBRA DI KENAF ISOLMANT BIO MK5

Spessore	Abbattimento acustico ΔL_w	Rigidità dinamica	Densità
5 mm	23 dB	40 MN/m³	120 kg/m³

Corretta applicazione: uso della fascia perimetrale
Per garantire il buon funzionamento del pavimento galleggiante, ed evitare la formazione di ponti acustici, è indispensabile isolare anche le superfici verticali dal massetto. In alternativa al risvolto del materassino anticalpestio, spesso difficoltoso nelle fasi di cantiere, la separazione dalla parete può essere realizzata applicando al piede della stessa, e per tutto il perimetro del locale, un accessorio costituito da una fascia in altezza 15 cm del prodotto Isolmant Bio MK5. Tale accessorio è **Isolmant "BIO Fascia Perimetrale"**.

ISOLMANT BIO MK3

In presenza di parquet flottanti (prefiniti o laminati) sono molto frequenti i cosiddetti "Drum Sound", cioè quei rumori che si generano per l'azione dei passi o della caduta di oggetti sul pavimento e si riflettono all'interno del locale disturbando chi vive o lavora nello stesso ambiente.
Isolmant "Bio MK3" è un telo impiegato come strato resiliente, posizionato subito sotto la finitura in legno, quale isolante acustico naturale (per rumori Drum Sound e da calpestio) a base di fibre di Kenaf agugliate e miscelate con fibra legante in parte minoritaria.

PARAMETRI TELO FIBRA DI KENAF ISOLMANT BIO MK3

Spessore	Abbattimento acustico ΔL_w	Densità
3 mm	18 dB	130 kg/m³

ISOLMANT BIO FK - ISOLAMENTO DELLE PARETI

Isolmant Bio Fk è un pannello fonoassorbente e termoisolante a base di fibre di Kenaf, miscelate con fibra reticolante in parte minoritaria, stratificate con procedimento meccanico e coesionate con il calore senza aggiunta di additivi chimici.
È indicato per l'isolamento termico e acustico di partizioni verticali sia perimetrali che divisorie tra unità immobiliari. Può essere inserito a secco all'interno delle intercapedini di pareti doppie. Il prodotto garantisce un elevato livello di abbattimento acustico anche all'interno di contropareti in cartongesso e in pareti leggere in cartongesso su orditura metallica.
Non contiene sostanze tossiche e non presenta rischi per la salute durante la fase di lavorazione e la messa in opera o l'uso.

PARAMETRI FISICI PANNELLO FIBRA DI KENAF ISOLMANT BIO FK

Spessore pannello	Conduttività termica	Potere fonoisolante R'_w	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	Densità
30 mm - 50 mm	0,035 W/mK	54dB *	2,30	40 kg/m^3

* Valutazione su doppia parete forato 12 + intercapedine 5 + forato 8 + 3 intonaci, inserito in intercapedine

Fibra di legno

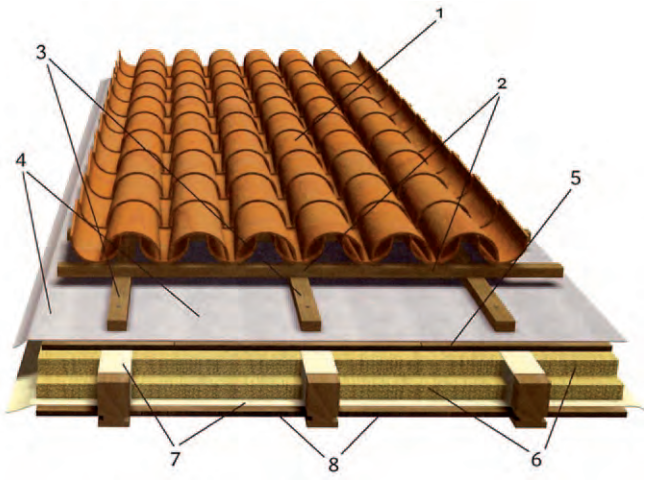
I pannelli in fibra di legno derivano da scarti di segheria di legname di conifere e latifoglie trattati meccanicamente e successivamente impastati con acqua calda (4-5%) e solfato di alluminio (0,4 – 0,8%) che, oltre ad essere un antiparassitario e antitarmico, attiva le proprietà leganti della lignina senza l'aggiunta di ulteriori collanti.
Successivamente l'impasto viene sottoposto a compressione, in base alla densità che si vuole raggiungere, ed essiccato in forni.
La conducibilità decresce con l'aumentare della densità (λ= 0.04 – 0.05 W/mK; densità 140 – 240 kg/m^3). Per questo motivo i pannelli in fibra di legno trovano impiego nell'isolamento delle coperture ai fini del benessere climatico estivo.
La struttura a pori aperti consente un buon isolamento termico e acustico, un'ottima traspirabilità e non genera gas tossici in caso di incendio.

Il pannello in fibra di legno è un materiale igroscopico, eppure l'umidità assorbita non inficia il potere termoisolante poiché le cavità tra le fibre, responsabili della porosità del materiale, restano piene d'aria.
Impregnando le fibre di legno con magnesite (ossido di magnesio) si ottiene un pannello ad alta coesione e compattezza strutturale, con elevata protezione al fuoco.

Impieghi:
- Pannelli: isolamento termico e acustico in cappotti interni ed esterni, intercapedini di strutture in legno, coperture in legno;
- Pannelli in fibra di legno mineralizzata: correzione ponti termici, risanamento muri umidi, protezione al fuoco di pareti perimetrali, isolamento termoacustico di pareti perimetrali e divisorie.

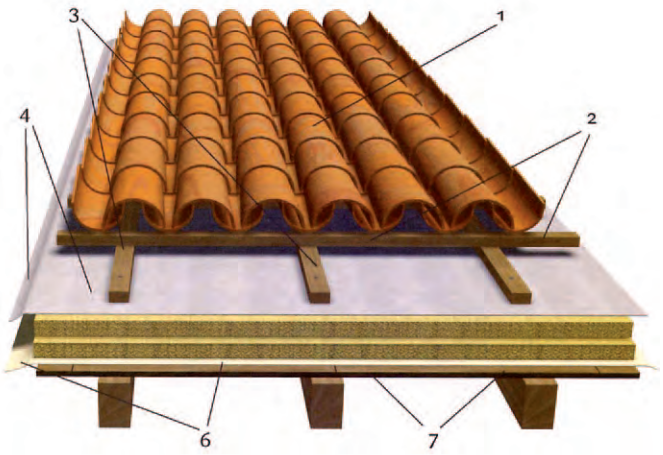
Isolamento delle coperture in legno

Nella realizzazione delle coperture in legno è fondamentale la scelta di un pacchetto tecnologico che assicuri sempre elevata protezione dagli agenti atmosferici (pioggia, vento,..), ottimo comportamento al fuoco ed elevato benessere termo-acustico.
Dal punto di vista termo igrometrico, analizzando le varie tipologie, si può effettuare una distinzione in base al posizionamento dell'isolante. Questo può trovarsi tra le orditure oppure al di sopra.
La prima soluzione è adottata per la riqualificazione di tetti esistenti dotati di sottotetto abitabile, e comporta la posa in opera dell'isolante direttamente sulla struttura della falda, fissato alla travatura o a listelli di legno.



- Isolante tra le orditure:
  1. manto di copertura - 2. listelli per copertura – 3. controlistelli per ventilazione sottotegola - 4. guaina sottotegola traspirante 5. Assito – 6. isolamento - 7. guaina freno al vapore/tenuta all'aria; - 8. rivestimento interno (perline)

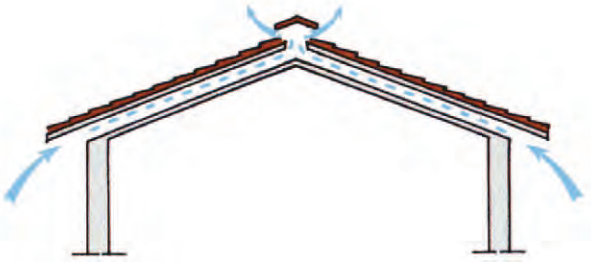
Il lavoro viene completato mediante l'applicazione di un rivestimento (perline, compensato, laminati, cartongesso). Il sistema lascia scoperti i ponti termici costituiti dall'orditura ma ha il vantaggio di non rubare spazio al vano interno. In alternativa a questo sistema, e con il vantaggio di sopprimere i ponti termici, l'isolante può essere fissato sotto l'orditura, previo fissaggio sulla stessa di una orditura secondaria in legno.
Un buon modo di eseguire questo isolamento è quello di usare pannelli bistrato EPS/cartongesso; si ha il vantaggio di impiegare pochi listelli di orditura secondaria e di avere una superficie già pronta per la finitura. In tutti e due i casi è necessaria la barriera al vapore a protezione dell'isolante.
La seconda tipologia è più utilizzata nelle nuove costruzioni oppure in quelle ristrutturazioni con rifacimento della copertura. L'isolante va posto sull'estradosso della falda, tra i listelli di legno posati longitudinalmente nel senso della pendenza con spessore uguale o maggiore a quello dello strato isolante stesso. Al di sopra è poi fissata una seconda orditura di listelli in senso normale alla prima, per l'appoggio del manto di antimeteorico. Diversi tipi di materiali possono assolvere al benessere ma vanno valutati i vantaggi e svantaggi.



- Isolante sopra le orditure:
  1. manto di copertura - 2. listelli per copertura – 3. controlistelli per ventilazione sottotegola – 4. guaina sottotegola traspirante 5. isolamento – 6. guaina freno al vapore/tenuta all'aria - 7. rivestimento interno (perline).

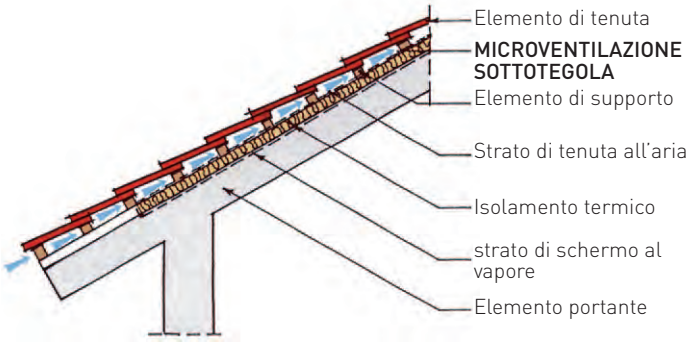
Per evitare problemi di surriscaldamento, è preferibile ricorrere a materiali che hanno elevata densità, come ad esempio la fibra di legno che consente di accumulare calore. Tuttavia deve essere protetto dalla pioggia onde evitare problemi di rigonfiamento e prestare particolare cura nella posa in opera.
In alternativa è possibile ricorrere anche ad isolanti di natura fibrosa, ad esempio la lana minerale. Questa è caratterizzata da una bassa "diffusività termica", parametro che indica la rapidità con

cui si diffonde il calore, (quanto più è basso tanto più lentamente il calore esterno si propagherà all'interno dell'edificio) e consente di ottenere bassi valori della trasmittanza termica periodica Yie, tali da rispettare i limiti imposti dal DPR 59/2009. È un isolante di facile installazione e ben si adegua alle irregolarità. Ha un ottimo comportamento al fuoco ed offre un buon abbattimento dei rumori aerei. Si possono realizzare spessori sostenibili ed economicamente vantaggiosi di 20 cm e oltre.
Per aumentare la capacità di ridurre il calore estivo è altrettanto importante e necessario realizzare uno strato di ventilazione, che faciliti il ricambio d'aria.



• Tetto freddo: strato di ventilazione all'estradosso dello strato isolante

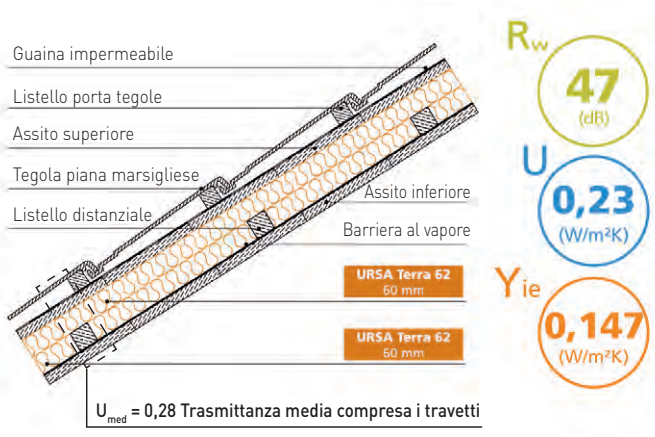
Tale strato si può realizzare mediante un' intercapedine di spessore limitato disposta al di sotto della falda oppure subito sotto il manto di copertura (ventilazione sottotegola). Lo strato termo-isolante va posto sempre al di sotto di esso e si può collocare al di sotto o interposto ai listelli di ventilazione. Nel primo caso, per garantire un'idonea resistenza a compressione, è opportuno utilizzare pannelli termoisolanti ad alta densità (› 25 kg/m^3), possibilmente con giunto ad incastro o a battente. Nel secondo caso, se l'interposizione si attua per semplice accostamento dei pannelli isolanti ai listelli, possono crearsi zone di dispersione termica localizzata (ponti termici). La perdita di efficienza termica si riduce drasticamente ricorrendo a pannelli sfalsati in doppio strato.



• Ventilazione sottotegola

Al primo strato (con eventuale interposizione di listelli dello stesso spessore, se non si impiegano pannelli termoisolanti ad alta densità) ne viene sovrapposto un secondo a giunti sfalsati con interposizione dei listelli di ventilazione.

Isolamento in estradosso con lana minerale



Limiti di trasmittanza

ZONE CLIMATICHE	U (W/m2K) limite 2010
A - B - C	0,38
D	0,32
E	0,30
F	0,29

• Valori limite della trasmittanza U delle coperture espressa in W/m^{2}K

Trasmittanza termica periodica Yie [W/m^{2}K] - DPR 59/2009	
Strutture orizzontali opache	Yie ‹ 0,2
Strutture verticali opache	Yie ‹ 0,12

• Nota: per le superfici orizzontali non vale il valore minimo di massa superficiale (230 kg/m^2) previsto per le verticali.

URSA TERRA 62

La lana minerale contribuisce al risparmio energetico e al comfort abitativo nel pieno rispetto dell'ambiente.
Nonostante la sovrapposizione dei listelli di legno costituisca un ponte termico, questo risulta corretto ed i valori di legge della trasmittanza U sono sempre soddisfatti.
Nella posa in estradosso con doppio assito, superiore ed inferiore, che danno massa, l'efficacia acustica si basa sul sistema massa-molla-massa: grazie alla natura fibrosa a struttura aperta, regolare ed elastica le onde sonore che vi penetrano si ammortizzano, riducendo il suono trasmesso all'altro lato o riverberato verso lo stesso locale. **La resistività al flusso d'aria è un indice che definisce il comportamento dell'isolante rispetto ai rumori aerei: un valore ottimale deve essere compreso tra 5-10 kPa•s/ m².** Al di sotto l'isolante non fornirebbe un'attenuazione acustica sufficiente, e al di sopra la trasmissione del rumore avverrebbe prevalentemente per via solida a causa dell'estrema compattezza del materiale.

CARATTERISTICHE URSA TERRA 62

* a lungo termine (prova per immersione dopo 28gg)

Conducibilità termica λ	Densità	Assorbimento di acqua*	Permeabilità al vapore μ	Resistenza all'aria rs	Comportamento al fuoco
0,032 W/mK	50 Kg/mc	‹3 kg/mq	1	›5 kPa.s/mq	A1

- Ursa Terra ha valori di rigidità molto bassi grazie alla sua elevata elasticità.
- Isolamento acustico e termico con un unico prodotto
- È elastico e si adatta alle irregolarità degli elementi costruttivi
- Prodotto incombustibile - Euroclasse A1

URSA TERRA E L'AMBIENTE

Ursa Terra è un materiale sostenibile e l'analisi del ciclo vita (LCA) dimostra che l'energia spesa per la sua produzione è nettamente inferiore di quella risparmiata nell'utilizzo.
Il prodotto URSA Terra è un prodotto a base silicea. Nonostante la silice (sabbia) sia uno dei materiali più facilmente reperibili in natura, **più del 60% della silice impiegata nella produzione è vetro riciclato.**
La lana minerale viene utilizzata prevalentemente in pannelli. Un'importante caratteristica è essere un materiale resistente, elastico e comprimibile. Per tale motivo i pannelli del prodotto Ursa Terra vengono arrotolati e compressi in modo da ridurre gli spazi tanto per lo stoccaggio quanto per il trasporto. È possibile così diminuire di 5 o 6 volte il numero di camion necessari per il suo trasporto, minimizzandone l'impatto ambientale.
È riciclabile al 95% (il 5% è la frazione volatile costituita da un collante resinoso necessario per legare tra loro le fibre di lana minerale).

1 unità di energia utilizzata → **243** unità di energia risparmiate

1 unità di CO_2 emessa → **121** unità di CO_2 risparmiate

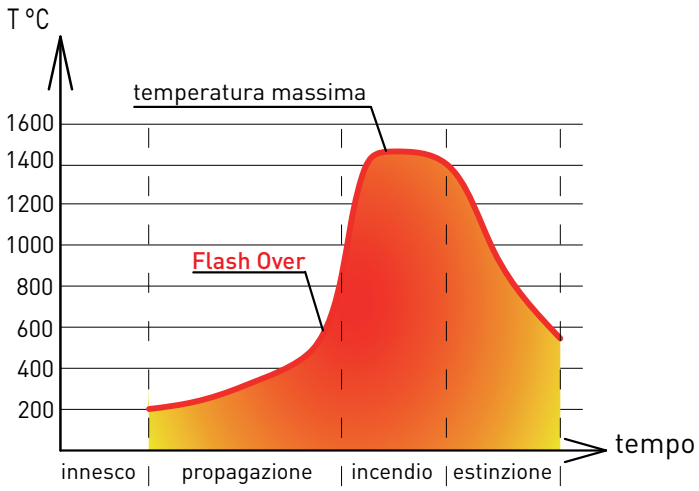
COMPORTAMENTO AL FUOCO DELLE STRUTTURE IN LEGNO

Molti pregiudizi sull'impiego del legno sono legati alla sua capacità di bruciare fino alla totale combustione e al pericolo di crollo. Luoghi comuni che nascondono le reali capacità del legno e che non tengono conto di altri fattori. Bisogna, infatti, considerare che il rischio d'incendio è influenzato dal comportamento al fuoco dei materiali presenti nel compartimento.
Ai fini di una corretta comprensione del processo d'incendio distinguiamo le seguenti fasi:

- **Innesco:** fase principale dell'incendio, dove i vapori delle sostanze combustibili, siano esse solide o liquide, iniziano il processo di combustione. La combustione è facilmente controllabile.
- **Propagazione:** caratterizzato da basse temperature e scarsa quantità di combustibile coinvolta; il calore propaga l'incendio con lento innalzamento della temperatura ed emissione di fumi.
- **Flash Over:** brusco innalzamento della temperatura ed aumento massiccio della quantità di materiale che partecipa alla combustione.
- **Incendio generalizzato:** tutto il materiale presente partecipa alla combustione, la temperatura raggiunge valori elevatissimi (anche oltre 1000 °C) e la combustione è incontrollabile.
- **Estinzione:** fase finale della combustione per esaurimento dei combustibili e/o soffocamento del comburente.
- **Raffreddamento:** fase, solitamente, post-conclusiva dell'incendio che comporta il raffreddamento della zona interessata ed è in concomitanza con il solidificarsi al suolo delle sostanze volatili più "pesanti" dei residui della combustione.

La reazione di combustione determina dei prodotti che rientrano in quattro categorie:

- **Calore:** energia termica liberata dall'incendio. È la causa principale dei danni arrecati alle strutture ed agli impianti.
- **Fiamme.**
- **Fumo:** sospensione in aria di particelle liquide e solide incombuste.
- **Gas di combustione.**

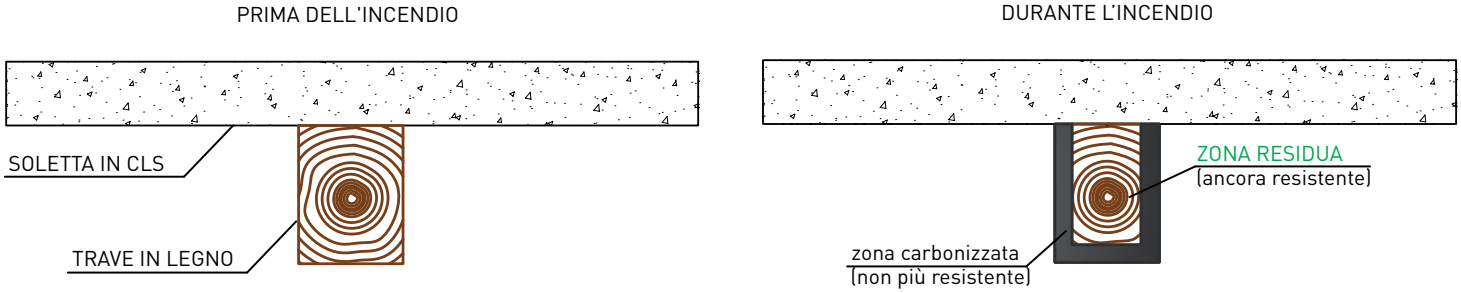


• Fasi di un incendio

Con riferimento al comportamento del materiale, distinguiamo:

- **Resistenza al fuoco**: attitudine a mantenere capacità portante sotto l'azione di un incendio "normalizzato". Per materiali strutturali si misura in minuti primi e si esprime con i simboli R15, R30, R45, R60, R90, R120, R180.
- **Reazione al fuoco**: grado di partecipazione al fuoco di un materiale.

Per i materiali strutturali, parametro importante è la resistenza al fuoco.
Il legno è un materiale combustibile, ma resistente al fuoco. In caso di incendio la resistenza meccanica non è influenzata dall'aumento di temperatura nella sezione residua.
Vale a dire, il collasso strutturale avviene non per decadimento delle caratteristiche meccaniche, ma per riduzione della sezione resistente. Il legno brucia lentamente e la carbonizzazione procede dall'esterno verso l'interno. Il processo di carbonizzazione determina la riduzione della sezione resistente. La sezione non ancora carbonizzata offre ancora resistenza meccanica fino a quando non è talmente ridotta da non assolvere più alla funzione portante.



• Effetto di un incendio sulla resistenza del legno: riduzione della sezione resistente ma la sicurezza non è compromessa.

Al contrario, l'acciaio pur essendo incombustibile perde le sue caratteristiche di portanza già a 400 °C. Questa temperatura è raggiunta dopo 5 minuti di un incendio standard. Analogamente, il cemento armato con gli usuali copriferro (2,5 cm) cede per perdita di capacità portante delle armature soggette a fortissime dilatazioni. Il fenomeno è più evidente per il cemento armato precompresso.

Le caratteristiche positive del legno verso il fuoco sono:

- **scarsa infiammabilità** dovuta all'impiego, per le orditure strutturali, di grosse sezioni resistenti con alte superfici specifiche (superficie specifica = superficie/volume)
- **basso coefficiente di dilatazione termica** a cui conseguono allungamenti trascurabili e quindi rischio di cedimenti praticamente nulli
- **basso coefficiente di conducibilità termica**, che riduce notevolmente la propagazione del calore all'interno della sezione
- **sicurezza in fase d'intervento dei VV.FF.**: i segnali acustici preventivi al cedimento costituiscono un efficace avviso alle squadre dei Vigili del Fuoco, che possono così operare anche all'interno.

Accorgimenti progettuali

Di fondamentale importanza è la consapevolezza che una corretta progettazione antincendio delle strutture di legno permette di ottenere alti gradi di sicurezza globale. Si deve tenere in debito conto che tutti gli elementi strutturali devono appartenere alla stessa classe di resistenza al fuoco e quindi:

- anche le connessioni metalliche ed i giunti in acciaio devono possibilmente essere incassati nel legno oppure protetti da vernici intumescenti
- le controventature vanno realizzate in legno o in tondino rivestito
- le orditure minute (correntini e moraletti), se hanno funzione portante ai fini della stabilità globale, vanno ignifugate
- gli arcarecci vanno appoggiati all'estradosso delle travi principali, piuttosto che vincolati con scarpette.

L'**Eurocodice 5** è l'unico documento normativo che fornisce indicazioni precise sulla progettazione e protezione dei giunti meccanici strutturali nelle costruzioni in legno.

È opportuno agevolare lo smaltimento dei fumi, predisponendo dei camini di ventilazione e tenendo presente che, se i pacchetti di copertura sono realizzati con materiali facilmente combustibili, viene enormemente facilitata l'evacuazione dei fumi.

Trattamenti protettivi

I trattamenti protettivi migliorano la reazione al fuoco e impediscono che il legno funga da innesco. Tra questi, le vernici ignifughe, che possono essere superficiali o profonde e le vernici intumescenti che producono un effetto schiumogeno e rallentano la combustione alzando la temperatura di ignizione.
È tuttavia da evitare un uso esclusivo di tali trattamenti perché col calore e col tempo perdono efficacia.
Alcuni talvolta hanno un brutto aspetto e sono maleodoranti.
In ogni caso il periodo di efficacia del prodotto non può essere superiore a 5 anni, e dopo tale lasso temporale deve essere rimosso e riapplicato. **È spesso preferibile sovradimensionare le sezioni di 2-3 cm per elevare, senza l'uso di trattamenti, la classe di resistenza al fuoco.**

LA RESISTENZA AL FUOCO SECONDO LE NUOVE NORMATIVE

La legislazione tecnica che tratta la determinazione della resistenza al fuoco delle strutture è riportata nei seguenti provvedimenti e/o norme tecniche:

- **D.M. del 16 febbraio 2007** "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"
- **D.M. del 9 marzo 2007** "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco"
- **D.M. del 9 maggio 2007** "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio"
- **Eurocodice 5 UNI EN 1995-1-2** "Progettazione di strutture di legno Parte1-2: Regole generali Progettazione strutturale contro l'incendio

La "resistenza al fuoco" era definita nel D.M. 30.11.1983 ("Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi") come: "...l'attitudine di un elemento costruttivo - sia esso componente o struttura - a conservare, secondo un programma termico prestabilito e per un certo periodo di tempo, la stabilità (indicata con il simbolo R), la tenuta (indicata con il simbolo E) e l'isolamento termico (indicato con il simbolo I)." Analizzando questa definizione più in dettaglio, la normativa citata stabiliva quanto segue:

- **la stabilità R** è l'attitudine di un elemento da costruzione a conservare la propria resistenza meccanica sotto l'azione dell'incendio;
- **la tenuta E** è la capacità di un elemento da costruzione di non lasciar passare (né tantomeno produrre) fiamme, vapori o gas caldi dal lato esposto a quello non esposto;
- **l'isolamento I** è l'attitudine di un elemento costruttivo a ridurre, entro determinati limiti, la trasmissione del calore.

Il D.M. 09.03.2007 apporta alcuni aggiornamenti (in parte formali) alla definizione di resistenza al fuoco, che viene ricompresa nelle seguenti:

- la "capacità di compartimentazione in caso d'incendio" definita come "attitudine di un elemento costruttivo a conservare, sotto l'azione del fuoco, oltre alla propria stabilità, un sufficiente isolamento termico ed una sufficiente tenuta ai fumi e ai gas caldi della combustione, nonché tutte le altre prestazioni se richieste";
- la "resistenza al fuoco" definita come "una delle fondamentali strategie di protezione da perseguire per garantire un adeguato livello di sicurezza della costruzione in condizioni di incendio. Essa riguarda la capacità portante in caso di incendio, per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale nonché la capacità di compartimentazione rispetto all'incendio per gli elementi di separazione sia strutturali, come muri e solai, sia non strutturali, come porte e tramezzi".

Pertanto **la "classe di resistenza al fuoco" va "interpretata" in funzione dell'elemento costruttivo che si intende analizzare.** Per esempio, nel caso di un pilastro in calcestruzzo, i termini E ed I perdono di significato in quanto risulta decisivo il solo valore R (cioè l'attitudine a conservare la capacità portante). Per contro, nel caso di un muro tagliafuoco non portante, oltre all'aspetto della tenuta E sarà necessario valutare anche quello dell'isolamento I, mentre non risulterà determinante il parametro R (si parlerà in tal caso di classificazione EI). Se si trattasse invece di un muro portante si dovrà fare riferimento alla classificazione REI, divenendo importante anche il parametro R.
Secondo tale Decreto la valutazione della resistenza al fuoco di un elemento strutturale può avvenire mediante:

- Metodo sperimentale (prove in laboratorio su campioni di caratteristiche equivalenti e sottoposto alle stesse condizioni di carico)
- Metodo analitico (relazione di calcolo basata su una velocità di carbonizzazione nota e di resistenza meccanica della sezione resistente residua)
- Metodo tabellare (tabelle di comparazione ma non riguarda il legno).

EUROCLASSI DI REAZIONE AL FUOCO

La reazione al fuoco è una caratteristica propria dei materiali e definisce il loro comportamento in fase di innesco e propagazione di un incendio. **È quella caratteristica che permette loro di essere meno propensi ad essere incendiati e, in alcuni casi, ad autoestinguersi quando viene tolta la fiamma che li ha innescati.**
Il precedente decreto legislativo DM 26/06/1984 prevedeva 6 classi di reazioni al fuoco dalla 0, non combustibile, in cui rientrano il calcestruzzo e l'acciaio, fino alla 5 in relazione all'aumentare della loro partecipazione alla combustione.
Il legno solitamente si colloca nelle classi 3 o 4.
Con la Direttiva 89/106/CEE e l'entrata in vigore del DM 10/03/2005, modificato poi con il dm 25/10/2007 sono state introdotte la marcatura CE dei prodotti e le Euroclassi per la reazione al fuoco.
Le classi di reazione al fuoco sono indicate nella norma armonizzata UNI EN 13501-1. Inoltre, viene prevista una ulteriore distinzione in base alla capacità di generare durante la combustione fumo, indicata con la lettera "s" (smoking) e/o gocciolamento, indicata con la lettera "d" (dropping).

EUROCLASSI

A1	A2	B	C	D	E	F*
non infiammabile (ex classe 0)		livello di infiammabilità crescente			facilmente infiammabile	

*Non significa che il prodotto sia intrinsecamente pericoloso, ma solo che non è stata determinata la classe di reazione al fuoco.

SMOKING

s1	s2	s3
scarsa emissione di fumo	moderata emissione di fumo	forte emissione di fumo

DROPPING

d0	d1	d2
assenza di gocce incendiate	poche gocce incendiate e/o parti incandescenti	molte gocce incendiate e/o parti incandescenti

CLASSE ITALIANA	CLASSE EUROPEA
Classe 0	CLASSE A1 (A1FL, A1L) pedice FL = impiego a pavimento (floor) pedice L = per l'isolamento di elementi a prevalente sviluppo lineare.
Classe 1	CLASSE A2 e CLASSE B con bassa produzione di fumo e gocce ardenti
Classe 2	CLASSE A2 e CLASSE B con alta produzione di fumo e gocce ardenti CLASSE C con bassa produzione di fumo e gocce ardenti
Classe 3	CLASSE C con alta produzione di fumo e gocce ardenti CLASSE D con bassa produzione di fumo e gocce ardenti
Classe 4 e 5	CLASSE D con alta produzione di fumo e gocce ardenti CLASSE F – materiali non classificati

Esemplificazione della corrispondenza tra la classificazione italiana e le euroclassi tratta dal DM 15 marzo 2005
(i materiali marcati CE presentano la classificazione europea)

GLOSSARIO TECNICO

ANAB

La certificazione ANAB (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica) attesta che i materiali hanno ottenuto l'attestazione da parte di ICEA, uno tra i più importanti organismi di certificazione del settore in Italia ed Europa, come "Prodotto certificato per la Bioedilizia".
I requisiti cui devono rispondere, in generale, i materiali della bio-edilizia certificata Anab-Icea sono:

- derivare da materie prime facilmente rinnovabili ed ottenute con pratiche agricole e forestali sostenibili, o da minerali estratti con ridotto impatto ambientale
- non contenere sostanze pericolose per l'uomo o per l'ambiente
- prevedere una riduzione del consumo energetico in tutto il ciclo di vita dalla fase di preparazione, a quella di uso e di dismissione/recupero
- comprendere specifiche di installazione e di manutenzione, ad uso dei progettisti e degli utilizzatori, che assicurano la riduzione dell'impatto ambientale durante la fase di realizzazione degli edifici e di uso
- non emettere sostanze inquinanti che sono note o sospette di causare malattie, disagio umano e discomfort nei fruitori degli ambienti confinati

Argilla espansa

Aggregato leggero a struttura interna cellulare che nasce dalla cottura a 1200°C di sferette d'argilla in forni rotativi. Durante la cottura avviene un processo di espansione grazie alle sostanze naturali in essa contenute. Successivamente la superficie esterna vetrifica conferendo elevata resistenza a compressione.

Blower-Door-Test (n_{50})

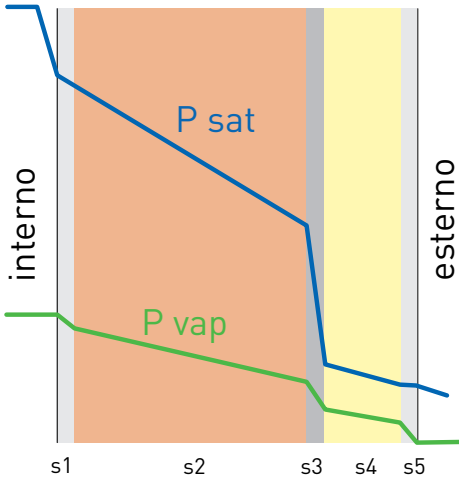
Test di verifica della tenuta all'aria di un edificio. La norma di riferimento che regola la prova è la UNI EN 13829:2002. Attraverso un'apertura si installa un ventilatore che crei una differenza di pressione di 50 Pascal [Pa]tra interno ed esterno. Durante il test si misura quanta aria fornisce il ventilatore per mantenere costante la pressione. Il risultato del test è il valore n_{50} che esprime il rapporto tra il ricambio d'aria in un'ora a 50Pa ed il volume netto dell'appartamento. Un valore di n50 pari a 4 all'ora significa che con una differenza di pressione di 50 Pa il volume d'aria dell'edificio viene cambiato per 4 volte in un' ora.
Alcuni valori:

- Edificio passivo $n_{50} = 0{,}6 \cdot h^{-1}$
- Edificio con impianto di ventilazione meccanica $n_{50} = 1{,}5 \cdot h^{-1}$
- Edificio a basso consumo energetico $n_{50} = 2 \cdot h^{-1}$

Il Blower test può essere accompagnato dalla ricerca dei punti deboli dell'edificio tramite distributori di fumo o termoanemometri.

Diagramma di Glaser

Diagramma in cui sono rappresentati gli andamenti della pressione di saturazione e delle pressioni parziali di vapore attraverso gli strati della parete. Se le due curve si intersecano, allora in quel punto della stratigrafia il vapore acqueo condensa. La formazione di condensa è ammessa se poi questa evapora completamente nei mesi estivi.



Diffusività termica

Parametro che esprime quanto in profondità si propaga l'onda termica. Tanto maggiore è la diffusività tanto più in profondità si propaga l'onda termica nella parete. Minore è la diffusività migliore è il comportamento ai fini dei requisiti estivi delle strutture (il materiale ha buone capacità isolanti, bassi valori di λ, e buone capacità di accumulare calore, ovvero elevati valori di calore specifico e densità.

Direttiva 2010/31/UE

Questa direttiva, sostitutiva della direttiva 2002/91/CE che sarà abrogata dal 1° febbraio 2012, promuove il miglioramento della

prestazione energetica degli edifici, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche e dell'efficacia sotto il profilo dei costi, e delinea il quadro comune generale per il calcolo della prestazione energetica degli edifici al quale gli Stati membri dovranno adeguarsi. E' prevista la redazione di piani nazionali destinati ad aumentare il numero di "edifici a energia quasi zero", cioè di edifici ad altissima prestazione energetica. Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere "edifici a energia quasi zero"(articolo 9 comma a). Per gli edifici pubblici questa scadenza è anticipata al 31 dicembre 2018 (articolo 9 comma b) .

Edifici a energia quasi zero

Edificio energeticamente efficiente che soddisfa il suo piccolo fabbisogno energetico mediante l'uso di fonti rinnovabili.

Edifici passivi

I cosiddetti edifici passivi sono caratterizzati da perdite di calore così basse che il calore fornito dagli apporti solari (attraverso finestre e vetrate esposte a sud) e quello prodotto e recuperato da sorgenti interne (persone, apparecchiature, macchinari, illuminazione artificiale) può coprire quasi tutta l'energia necessaria per il riscaldamento invernale. Il fabbisogno energetico residuo da coprire è inferiore ai 15 kWh/(m² a).
Questo standard energetico permette di rinunciare a un convenzionale impianto di riscaldamento e, se necessario, di coprire il fabbisogno energetico residuo mediante una pompa di calore.

Effusività termica

Nota anche con il nome di coefficiente di penetrazione termica. Tale grandezza esprime la rapidità con cui cambia la temperatura di una superficie sottoposta ad un flusso termico: tanto maggiore è l'effusività tanto più lentamente varia la temperatura superficiale

Eurocodici

Sono norme europee per la progettazione strutturale. Forniscono metodi comuni per calcolare la resistenza meccanica degli elementi strutturali. Tuttavia, ogni stato membro può adottare parametri e coefficienti di calcolo diversi da quelli riportati negli eurocodici se ciò è ritenuto necessario per il raggiungimento di specifici obiettivi di tutela della vita umana.
Per meglio districarsi attraverso questo complesso gruppo di norme tecniche, ogni eurocodice tratta un preciso argomento:

- L'Eurocodice 0 fornisce le indicazioni di base per affrontare la progettazione con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, le combinazioni di verifica, i fattori di sicurezza (salvo diversamente specificato) per la combinazione delle azioni.
- L'Eurocodice 1 fornisce le indicazioni necessarie per determinare le azioni di calcolo sulle strutture, in vari frangenti, dai carichi dovuti alla folla e alla neve, al vento, ai carichi termici derivanti da un incendio, a quelli nelle fasi di montaggio e quelli, più specifici, sui ponti.
- L'Eurocodice 2 è dedicato alle strutture in calcestruzzo non armato, armato e precompresso.
- L'Eurocodice 3 è dedicato alle strutture in acciaio.
- L'Eurocodice 4 è dedicato alle strutture miste acciaio-calcestruzzo.
- L'Eurocodice 5 è dedicato alle opere in legno strutturale.
- L'Eurocodice 6 è dedicato alle strutture in muratura portante, armata e non, naturale e artificiale.
- L'Eurocodice 7 è dedicato alle problematiche geotecniche (fondazioni, muri di sostegno ecc.).
- L'Eurocodice 8 è dedicato all'aspetto sismico
- L'Eurocodice 9 è dedicato alle strutture in alluminio.

Fattore di attenuazione (Fa)

È il rapporto tra l'ampiezza del flusso termico uscente e quello entrante in un componente dell'involucro. Il suo valore è un numero compreso tra 0 e 1. Indica la capacità di riduzione dell'ampiezza dell'onda termica.

Poliolefine

Sono materie plastiche polimeriche. La famiglia

delle poliolefine include il polipropilene, il polietilene ed il polibutene, differenziati per le loro caratteristiche fisico-meccaniche e in parte per il processo di polimerizzazione. Le poliolefine sono caratterizzate da costi di produzione (come l'energia) e trasformazione inferiori a quelli di altre materie plastiche e di materiali tradizionali (alluminio, vetro, acciaio ecc.). La leggerezza delle poliolefine comporta significativi risparmi diretti (per esempio manufatti più leggeri) ed indiretti (per esempio costi di trasporto) durante il loro ciclo di vita. Anche a fine vita le poliolefine si distinguono per la loro facile riciclabilità, con una degradazione limitata delle loro proprietà applicative, e per il recupero energetico attraverso la loro combustione.

Sfasamento

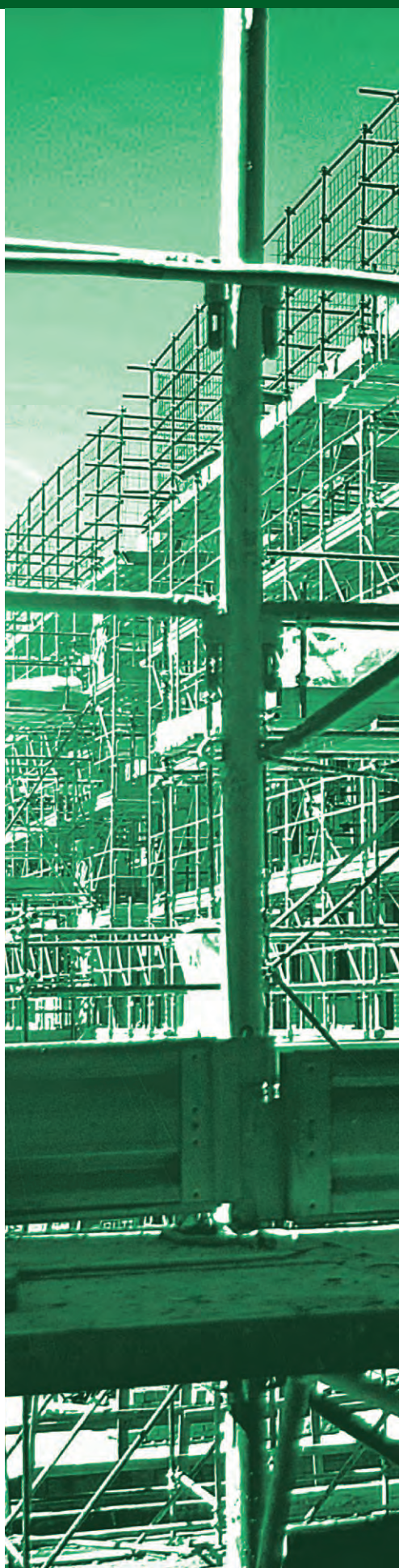
Indica il ritardo temporale con cui un flusso termico attraversa una struttura dal lato esterno a quello interno. È espresso dallo sfasamento dell'onda termica Φ (h). Teoricamente lo sfasamento ideale è di 12 ore; sotto le 8 ore si considera la struttura con scarsa inerzia, una buona inerzia, invece, si ha se lo sfasamento è compreso tra le 12 e le 24 ore. Condizione necessaria, anche se non sufficiente, di comfort estivo è che ΔT › 9 ore.

Trasmittanza termica periodica, (Yie= U*Fa)

È il prodotto tra il fattore di attenuazione Fa (adimensionale) e la trasmittanza termica U. Rappresenta un buon parametro di controllo dei carichi termici provenienti dall'esterno essendo riferito sia al grado di smorzamento sia a quello di sfasamento dell'onda termica. Le Linee Guida Nazionali sul rendimento energetico degli edifici, in attuazione del D.Lgs.311/06, limitano la trasmittanza termica periodica a 0,12 W/m^2K. Tale valore può sostituire il limite sulla massa superficiale 230 kg/m^2 ove il valore dell'irradianza sia maggiore di 290 W/m^2 (D.P.R.59 del 2009).
Per le coperture il valore da rispettare è Yie‹0,20 W/m^2K.

V.O.C.

Con la denominazione di Composti Organici Volatili (V.O.C) viene indicato un insieme di sostanze in forma liquida o di vapore, con un punto di ebollizione che va da un limite inferiore di 50-100 °C ad uno superiore di 240-260 °C. Il termine "volatile" indica proprio la capacità di queste sostanze chimiche ad evaporare facilmente a temperatura ambiente. I composti che rientrano in questa categoria sono più di 300. I più noti sono gli idrocarburi, gli alcoli, gli esteri, i chetoni e gli aldeidi (tra cui la formaldeide).



BigMat è il primo Gruppo europeo di distributori indipendenti di materiali edili. Un Gruppo diffuso su tutto il territorio nazionale con una rete di distributori efficace e capillare.

Un punto vendita BigMat è un partner prezioso che offre ogni giorno soluzioni concrete, un vero punto di riferimento per gli artigiani, le imprese e i professionisti. In tutti i punti vendita BigMat trovate un vasto assortimento delle marche leader di mercato, disponibilità di merce in magazzino, e servizi efficienti per la costruzione, come la consegna rapida in cantiere e l'affiancamento nella scelta di prodotti e soluzioni.

BigMat, esempio di un sistema moderno di distribuzione organizzata, offre servizi professionali e consulenza avanzata sui temi più attuali che coinvolgono il settore dell'edilizia.

Per saperne di più sulla Bioedilizia e per avere approfondimenti sugli argomenti trattati in questo fascicolo, visitate il punto vendita BigMat più vicino alla vostra zona (l'elenco aggiornato è consultabile sul sito www.bigmat.it), troverete tutti i prodotti necessari per il vostro lavoro e una consulenza professionale su misura per le vostre esigenze.

Il materiale tecnico presente nelle pagine di questo fascicolo è stato gentilmente fornito da Isolmant, Imper, Laterlite, KeraKoll, Wienerberger, Knauf, Tenax e Ursa Uralita e redatto da BigMat.
Si ringraziano le aziende sopraccitate per la consulenza tecnica, nell'ottica di un rapporto di collaborazione tra il Gruppo BigMat e i produttori leader di mercato per fornire ad artigiani, imprese e professionisti uno strumento utile e informazioni precise per lo svolgimento del proprio lavoro.

L'intera collana "I quaderni tecnici BigMat" è scaricabile in formato elettronico sui siti del Gruppo.

Oltre 800 punti vendita in Europa.

Dati aggiornati a novembre 2011.
Trovi l'elenco aggiornato dei punti vendita
BigMat presenti in Italia sul sito www.bigmat.it

BigMat

www.bigmat.it

CONSIGLI PROFESSIONALI E MATERIALI EDILI