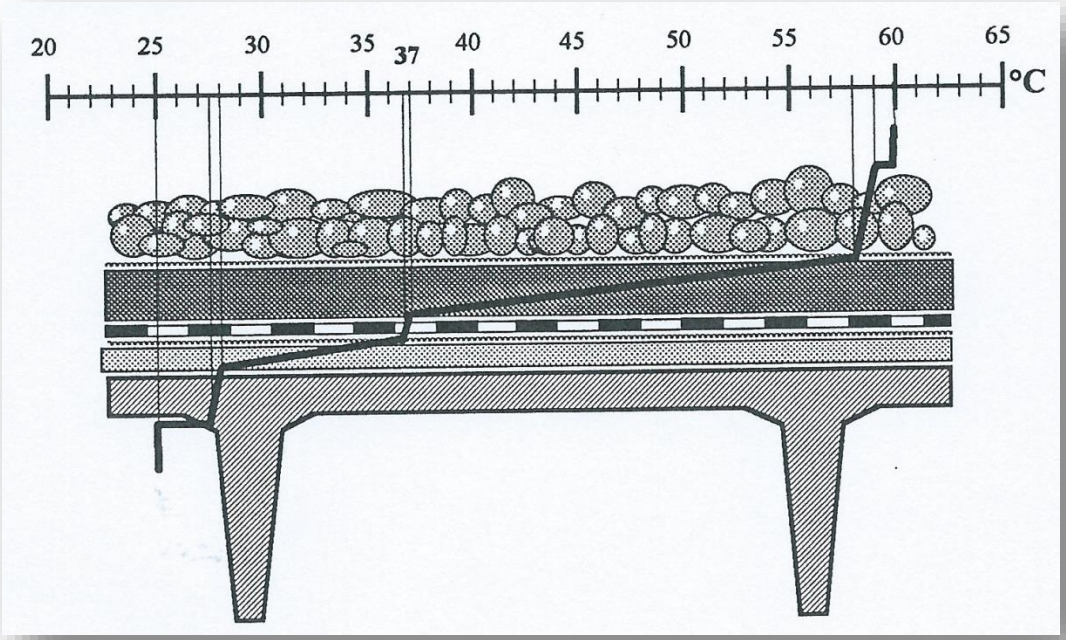
LE COPERTURE CONTINUE



VOLUME 33

LE COPERTURE CONTINUE

Testi a cura di AIPE – Marco Piana

VOLUME 33

Via M. A. Colonna, 46 – 20149 Milano - Tel + 39 02 33 60 65 29

e-mail: aipe@epsass.it – www.aipe.biz

INDICE

Presentazione …….. 04

Capitolo 1 – LE COPERTURE CONTINUE, GLI STRATI FUNZIONALI, LE CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI E LE SOLUZIONI PIU' UTILIZZATE …….. 05

Capitolo 2 – L'UTILIZZO DELL'EPS NELLE COPERTURE CONTINUE, CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI 18

Capitolo 3 – I RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA PROGETTAZIONE E LA POSA IN OPERA …… 23

Capitolo 4 – LA RICERCA DI AIPE, CARATTERISTICHE DELL'EPS DA PROVE DI LABORATORIO, PER L'UTILIZZO IN COPERTURE CONTINUE …… 34

Capitolo 5 – I MATERIALI ISOLANTI NON SONO TUTTI UGUALI; LA SCELTA CORRETTA PER L'UTILIZZO PREVISTO …… 35

PRESENTAZIONE AIPE …… 37

PRESENTAZIONE

Le coperture continue sono realizzate utilizzando membrane flessibili prefabbricate bituminose o sintetiche per realizzare lo strato di tenuta dei tetti piani e/o inclinati.

Rappresentano la tecnologia d'eccellenza per realizzare la tenuta ai fenomeni naturali atmosferici dei tetti piani.

Ogni tipologia di copertura viene progettata contemplando uno strato isolante, elemento obbligato da norme e leggi, nazionali ed europee.

Come si dice nel mondo dell'edilizia: "se il tetto è fatto a regola d'arte si è a metà dell'opera".

Il modo di dire "a regola d'arte" è stato discusso per molto tempo nel campo delle coperture continue che hanno da sempre mostrato in quanto alla posa in opera.

Molto è stato fatto a livello normativo per permettere ai progettisti di avere a disposizione un riferimento adeguato, ma anche ai posatori ed ai collaudatori che hanno un compito fondamentale per far sì che il sistema di tenuta svolga la propria funzione.

AIPE è l'Associazione che rappresenta tutto il comparto industriale legato all'EPS, polistirene espanso sinterizzato, che trova una applicazione molto importante nell'isolamento termico di coperture piane e inclinate.

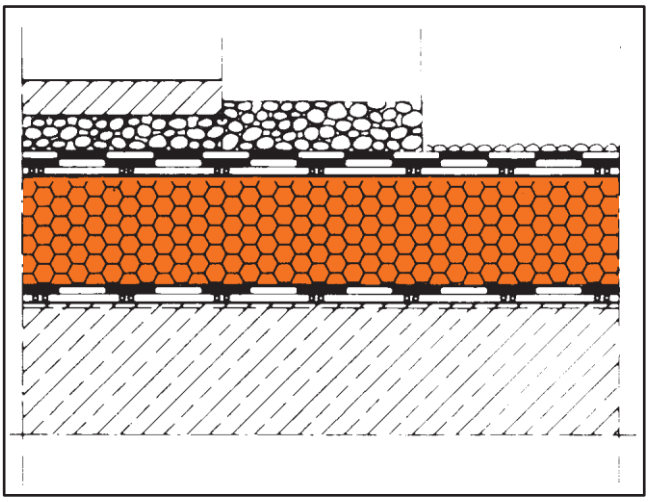
Tematica di fondamentale importanza è la scelta del materiale idoneo per l'utilizzo previsto ed anche la relativa posa ed abbinamento con la membrana di tenuta.

AIPE propone a progettisti, posatori e imprese un manuale per le coperture continue utilizzando l'ossatura normativa nazionale per evidenziare le modalità di scelta ed utilizzo dell'EPS.

Il manuale è strutturato in 5 sezioni suddivise in modo da evidenziare la corretta progettazione e la scelta dell'EPS più idoneo all'applicazione in esame:

1. Le coperture continue, gli strati funzionali, le caratteristiche degli elementi e le soluzioni più utilizzate
2. L'utilizzo dell'EPS nelle coperture continue, caratteristiche e prestazioni
3. I riferimenti normativi per la progettazione e la posa in opera
4. La ricerca di AIPE, caratteristiche dell'EPS da prove di laboratorio, per l'utilizzo in coperture continue
5. I materiali isolanti non sono tutti uguali; la scelta corretta per l'utilizzo previsto.

1. LE COPERTURE CONTINUE, GLI STRATI FUNZIONALI, LE CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI E LE SOLUZIONI PIU' UTILIZZATE



Secondo la norma di settore si definisce "continua" una copertura nella quale l'elemento di tenuta è in grado di assicurare la tenuta all'acqua del subsistema edilizio indipendentemente dalla pendenza della superficie; in particolare, una copertura continua è considerata di tipo "piano" quando la pendenza risulta inferiore al 5%. A tale classificazione, il cui criterio base fa riferimento al modello di funzionamento della copertura nei confronti dell'acqua meteorica, possono essere affiancate altre in relazione a differenti requisiti (accessibilità, isolamento termico, inerzia termica, ventilazione, protezione dell'elemento di tenuta, controllo della diffusione del vapore) che concorrono a determinare la scelta, da parte dei progettisti, della soluzione più favorevole rispetto ad un prefigurato quadro di sollecitazioni esterne e ad esigenze costruttive, formali o economiche.
Insieme alla tenuta all'acqua, il comportamento termoigrometrico della copertura è per altro uno dei requisiti più importanti per la durabilità e affidabilità dell'edificio e, nel caso della copertura continua, deve essere oggetto di particolare attenzione.

Per le esigenze attuali, sia di benessere ambientale che di risparmio energetico, la funzione dell'isolante termico è fondamentale. Se si considerano le complesse interazioni che nella copertura piana possono aver luogo fra l'isolante e l'acqua meteorica da una parte e il vapore acqueo proveniente dall'interno, è evidente che gli isolanti non idrofili sono i più consigliabili per questa applicazione. In effetti il Polistirene Espanso Sinterizzato, che corrisponde in modo eccellente a questa caratteristica ha dimostrato fin dalla sua apparizione sul mercato, più di 30 anni or sono, di esser una delle scelte preferite in questo campo. Naturalmente, date le elevate prestazioni richieste, è necessario disporre di un prodotto di qualità garantita.

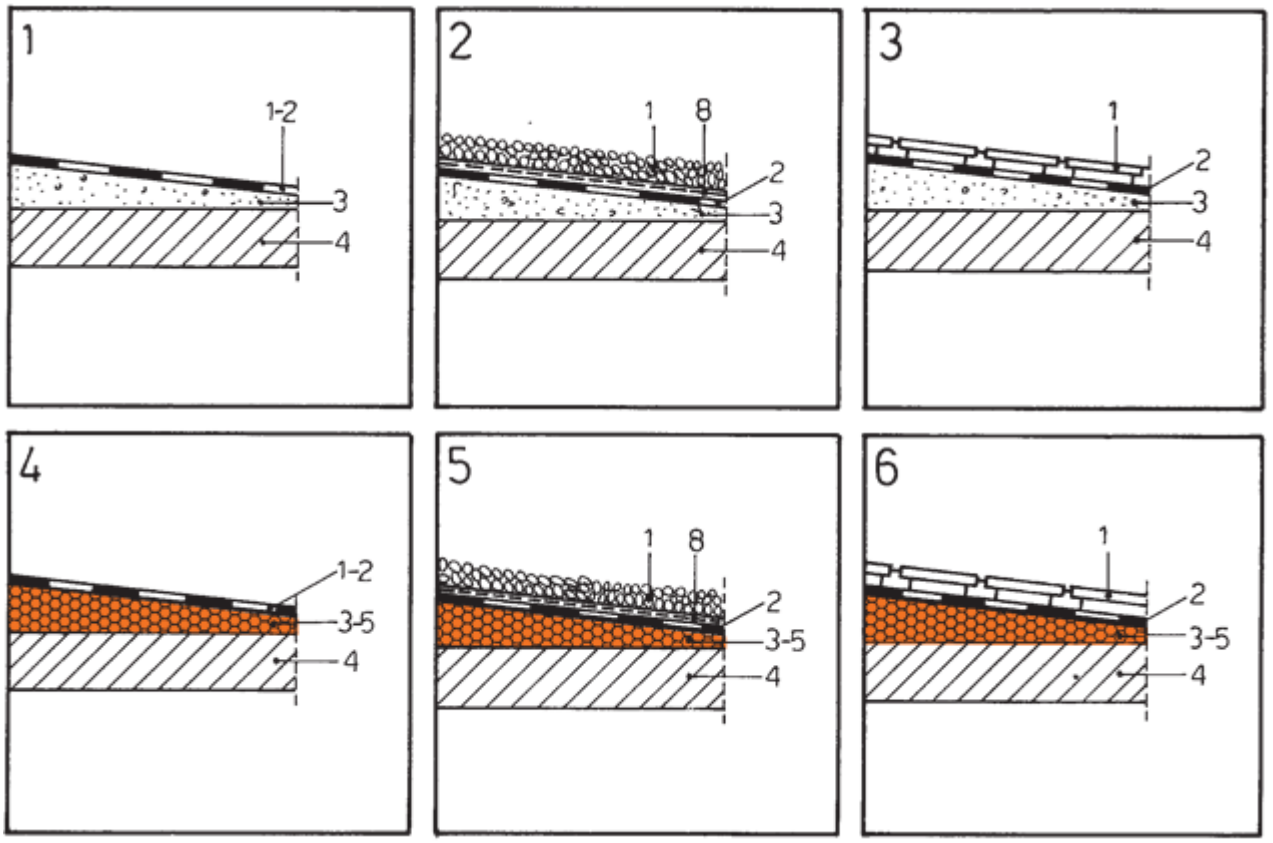
A. **DESCRIZIONE DEGLI STRATI**

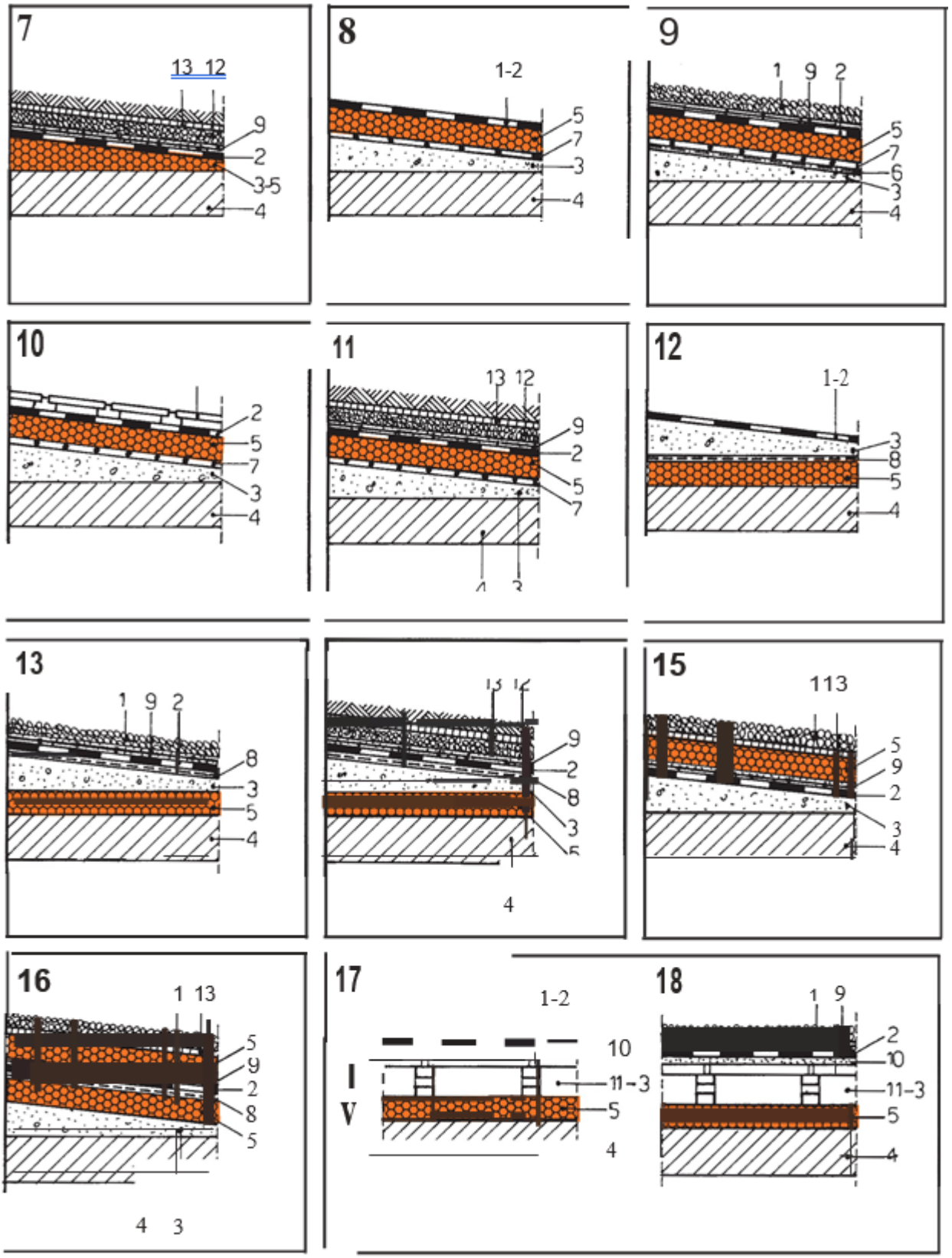
La differente successione delle stratificazioni comporta modelli di funzionamento anche molto diversi tra loro, oltre che procedimenti costruttivi più o meno complessi in relazione alla posa dei materiali e alle interrelazioni fra le parti costituenti.
La presenza o meno di taluni strati funzionali, oltre che la loro localizzazione e sequenza all'interno di un certo schema funzionale, origina soluzioni anche molto dissimili fra loro; in ogni caso ciascuna di esse deve essere concepita in modo da assicurare il funzionamento di ogni singolo elemento e di tutta la copertura nel suo insieme onde soddisfare i requisiti ambientali e tecnologici richiesti in ogni situazione specifica (soluzioni conformi).
Il QUADRO 1 riporta alcuni esempi significativi di soluzioni conformi di coperture continue. Alcune soluzioni coinvolgono lo strato isolante in EPS in modo specifico e vengono approfondite per evidenziare le prestazioni funzionali.

ESEMPI DI SOLUZIONI CONFORMI DI COPERTURE CONTINUE

LEGENDA
I Isolato
NI Non isolato
V Ventilato
NV Non ventilato

1 - Strato di protezione
2 - Strato di tenuta
3 - Strato di pendenza
4 - Elemento portante
5 - Strato termoisolante
6 - Strato di diffusione del vapore
7 - Strato di barriere al vapore
8 - Strato di separazione/scorrimento
9 - Strato di ripartizione
10 - Strato di regolarizzazione
11 - Strato di ventilazione
12 - Strato drenante
13 - Strato filtrante




7
13 12
9
2
3-5
4
8
1-2
5
7
3
4
9
1 9 2
5
7
6
3
4
10
2
5
7
3
4
11
13 12
9
2
5
7
12
1-2
3
8
5
4
13
1 9 2
8
3
5
4
9
2
8
3
4
15
113
5
9
2
3
4
16
1 13
5
9
2
8
5
4 3
17
1-2
10
I
V
11-3
5
4
18
1 9
2
10
11-3
5
4

STRATO DI PENDENZA

Ha la funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto. Qualora questo strato non sia integrato all'elemento portante in fase di esecuzione dello stesso, esso è generalmente realizzato sia con massetti a geometria variabile in malta o calcestruzzi alleggeriti, sia con l'impiego di pannelli isolanti di EPS opportunamente sagomati con spessore decrescente dal colmo al coronamento, sia mediante la realizzazione di muricci ad altezza variabile e sovrastante solaio latero-cementizio con funzione di supporto degli strati di tenuta e protezione. Quando l'elemento termoisolante è collocato al di sotto dello strato di pendenza, le sue caratteristiche meccaniche devono essere tali da non generare nello strato di pendenza lesioni e fessurazioni con conseguenze negative agli strati soprastanti.
Occorre inoltre tener presente come la realizzazione di massetti di pendenza con materiali porosi che contengono un'alta percentuale di umidità residua, possa influenzare notevolmente il comportamento igrotermico complessivo del sistema di impermeabilizzazione qualora non si adottino opportuni accorgimenti per smaltire tale umidità nel tempo.

STRATO DI DIFFUSIONE O DI UGUALIZZAZIONE DELLA PRESSIONE DI VAPORE

Ha la funzione di impedire la formazione di pressioni anomale all'interno della copertura, conseguenti all'evaporazione dell'acqua occlusa.
È posizionato al di sotto dello strato di tenuta nei casi in cui si possano verificare flussi di vapore in uscita dagli ambienti sottostanti o ristagno di acqua di costruzione negli elementi o strati sottoposti, quando cioè è necessario agevolarne il deflusso in atmosfera (Fig. 6). Tale strato deve essere messo in comunicazione con l'esterno sia mediante opportuni torrini evaporatori dislocati sulla superficie della copertura, sia attraverso aperture lungo il perimetro curando in ogni caso che non si verifichino permeazioni idriche.

STRATO DI BARRIERA AL VAPORE

Ha la funzione di impedire il passaggio di vapore d'acqua consentendo di controllare il fenomeno della condensa all'interno della copertura. Tale strato viene impiegato quando sopra lo strato coibente vi sono strati che impediscono la diffusione del vapore verso l'esterno e contemporaneamente vi è la formazione di rilevante umidità negli ambienti sottostanti la copertura oppure il materiale termoisolante è sensibile all'umidità.
La barriera al vapore deve venire posta sempre al di sotto del coibente; la caratteristica della sua impermeabilità al vapore è funzione del coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore μ propria del materiale e del suo spessore; per ottenere buone prestazioni occorre utilizzare barriere perfettamente stese e senza soluzione di continuità.
Lo strato può essere realizzato mediante applicazione, con tecniche diverse, di membrane in fogli, rotoli o simili a base di bitumi, elastomeri e plastomeri, oppure mediante prodotti sotto forma di paste o liquidi stesi in opera in modo da realizzare uno strato continuo e uniforme, di spessore costante, eventualmente con l'interposizione di armature specifiche costituite da lamine metalliche o veli di vetro.
Tra i materiali costituenti le membrane, quelli maggiormente impiegati sono i prodotti a base bituminosa il polietilene, il polivinile cloruro, il polipropilene; mentre i principali prodotti liquidi o in pasta vengono distinti in: bituminosi, epossidici, poliuretanici, acrilici, vinilici, ecc. In ogni caso devono venire applicati essenzialmente materiali qualificati secondo norme e controlli specifici.
I sistemi di applicazione dello strato di barriera al vapore sono molteplici: generalmente le membrane vengono incollate al supporto per punti, a strisce o su tutta la superficie, oppure semplicemente stese; è necessario fare molta attenzione alla risoluzione di punti singolari; ad esempio in corrispondenza di raccordi è opportuno far risvoltare il materiale fin sopra l'elemento isolante e farlo aderire allo strato di tenuta.
Se il supporto è costituito da lamiera grecata di acciaio è opportuno prevedere una barriera al vapore costituita da membrana polimerica/bituminosa totalmente incollata, con spessore minimo di mm 4, armata con tessuto.
L'incollaggio deve avvenire con prodotti idonei e compatibili con la superficie metallica del supporto, oppure mediante un sistema di saldatura a fiamma, facendo attenzione di non danneggiare la protezione anticorrosiva della lamiera.

Per supporti costituiti da elementi in legno o materiali legnosi, il fissaggio deve essere meccanico mediante chiodatura, predisponendo però uno strato di separazione tra i due elementi.
Lo strato di barriera al vapore evidenzia la possibilità che tale elemento svolga anche la funzione integrativa di tenuta all'aria.

STRATO TERMOISOLANTE

Ha la funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura.
Deve essere adottato in tutti quei casi in cui si richiedono condizioni termoigrometriche particolari nei vani sottostanti la copertura, il contenimento dei disperdimenti energetici in base ai valori richiesti dalla normativa, la riduzione delle mobilità termiche dello strato portante, l'attenuazione dei fenomeni di condensazione superficiale verso l'ambiente interno.
La localizzazione dello strato termoisolante può trovare differenti collocazioni, anche in rapporto alla presenza o meno di strati di ventilazione e al grado di accessibilità della copertura. In particolare si può evidenziare quanto segue.

B. REQUISITI E PRESTAZIONI

Il sistema costituente una copertura continua deve essere in grado, sotto l'effetto degli agenti esterni e secondo le specifiche condizioni di impiego, di fornire un insieme di prestazioni in relazione alla sicurezza, al benessere, alla fruibilità e di assicurarne il mantenimento nel tempo.

STABILITÀ E RESISTENZA MECCANICA

Il sistema di copertura deve essere in grado di sopportare le sollecitazioni dovute all'azione di carichi sia statici che dinamici previste in sede di progetto, senza che si verifichino deformazioni o rotture tali da compromettere il funzionamento dell'insieme e l'incolumità degli utenti.
Il compito di assicurarne la stabilità e resistenza meccanica è essenzialmente svolto dagli elementi strutturali che devono essere dimensionati in base ad ipotesi di carico che dipendono dalle presunte condizioni di esercizio e dal contesto meteorico in cui la copertura si colloca, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente.
La copertura deve quindi poter resistere alle sollecitazioni meccaniche imposte, oltre che dal peso proprio, dai sovraccarichi generati da agenti naturali quali neve, pioggia, grandine, o artificiali dovuti alla presenza di sovrastrutture, impianti, ecc.; alle sollecitazioni dovute a movimenti trasmessi dalla costruzione sottostante, come assestamenti, oscillazioni e vibrazioni, o a stati tensionali anomali oppure incrinature della struttura portante per effetto dei processi di indurimento ed essicazione.
In particolare, occorre valutare attentamente gli effetti del vento in termini di pressione cinetica del flusso e di variazione repentina di direzione ed intensità (colpo di vento).
Tali azioni possono determinare depressioni anomale o sollecitazioni dirette sugli strati ed elementi esposti, soprattutto in corrispondenza delle zone di bordo, provocando traslocazioni dei componenti superficiali ed accessori o sollevamento dello strato di tenuta o di isolamento termico (nel caso di copertura rovescia).
Al fine di ottenere adeguata sicurezza allo strappo per effetto del vento è possibile intervenire nei modi seguenti:

a) mediante carico (zavorramento); b) con applicazione ad incollaggio; c) con fissaggio meccanico.

Lo strato di tenuta deve essere in grado di sopportare i carichi di esercizio dovuti al grado di accessibilità della copertura senza subire danneggiamenti (perforazione o deformazione) che ne possono compromettere la funzione.
Le sollecitazioni più significative sono di tipo statico (carico di durata lunga, quale i sovraccarichi permanenti o quelli dovuti a movimenti differenziali di origine termica impediti dal contatto cogli strati adiacenti, in particolare quello isolante) e di tipo dinamico (shocks) dovute alla caduta di oggetti.

COMPORTAMENTO AL FUOCO

L'insieme degli elementi e degli strati costituenti la copertura deve resistere all'azione del fuoco mantenendo inalterate le condizioni di sicurezza per il tempo necessario affinché gli utenti possano mettersi in salvo.
In relazione alle destinazioni d'uso dell'edificio ed in particolare degli ambienti sottostanti la copertura, la vigente normativa italiana in taluni casi richiede tempi specifici di resistenza al fuoco delle strutture in genere e quindi anche di quelle relative alla copertura.
La normativa relativa agli edifici di civile abitazione non impone particolari prescrizioni relative alle coperture né ai materiali costituenti, ma è comunque necessario che gli elementi posti all'estradosso non contribuiscano alla propagazione delle fiamme, anche in relazione ad incendi provenienti dall'esterno (ad esempio per caduta di fulmine, contatto diretto di materiale infiammato, ecc.).
Per quanto riguarda lo strato isolante, è in ogni caso consigliabile l'impiego di EPS con caratteristiche di ritardata propagazione di fiamma, contrassegnato dalla sigla RF dopo la designazione del tipo.

ISOLAMENTO TERMICO

Il sistema di copertura deve contribuire all'ottenimento del comfort ambientale interno e al risparmio energetico conformemente alla vigente normativa in materia di riduzione dei disperdimenti termici invernali.
Sotto il profilo del benessere termico estivo, inoltre esso deve garantire adeguati livelli di smorzamento e sfasamento dell'onda termica dovuta all'irraggiamento solare; in questo caso risultano determinanti ai fini di un buon funzionamento della copertura sia l'inerzia termica che l'isolamento connesso alla presenza dello strato termoisolante, alla sua corretta collocazione e alle caratteristiche del materiale.
Il fatto che, generalmente, la copertura piana si configuri come chiusura orizzontale dell'edificio senza interposizione di un volume non abitabile tra copertura ed ambienti sottostanti, rende particolarmente importante il controllo del flusso di calore in uscita dai locali riscaldati e gli apporti di energia radioattiva estiva per effetto dell'insolazione al fine di conservare accettabili livelli di qualità ambientale complessiva.
Parimenti l'impiego di un prodotto isolante caratterizzato da basso valore di conducibilità termica e notevole stabilità nel tempo quale è l'EPS risulta particolarmente adatto al soddisfacimento del requisito in oggetto anche in termini di durabilità.

CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE

Il sistema di copertura deve garantire il controllo dei fenomeni di diffusione del vapore acqueo, così da evitare la formazione di condensa sia sulle superfici che all'interno degli strati. La localizzazione dello strato isolante e l'eventuale presenza di dispositivi di freno o barriera al vapore, insieme allo strato di ventilazione, sono fondamentali ai fini del soddisfacimento del requisito in oggetto.
La collocazione del coibente all'estradosso del solaio ottimizza il comportamento del sistema sotto il profilo termoigrometrico, dal momento che in nessuna stratificazione le pressioni effettive di vapore raggiungono il punto di saturazione; inoltre, in tal modo si ottiene un incremento dell'inerzia termica della copertura e una riduzione delle mobilità degli strati ed elementi sottoposti al coibente.
Lo strato di tenuta all'acqua è necessariamente uno strato ad alta resistenza al passaggio del vapore e quindi diventa assolutamente necessario in fase progettuale analizzare la diffusione del vapore in rapporto alla soluzione tecnica prevista, alla successione delle stratificazioni funzionali e alle loro caratteristiche di permeabilità al vapore, alle condizioni termoigrometriche esterne ed interne di esercizio, con riferimento alle circostanze più gravose anche se meno frequenti. In genere il controllo della condensazione interstiziale può essere eseguito mediante i sistemi di calcolo adeguati.

TENUTA ALL'ACQUA

Il sistema di copertura deve impedire il passaggio di acqua sia meteorica che eventualmente presente per svariate cause attraverso le stratificazioni funzionali, onde evitare infiltrazioni all'interno degli ambienti sottoposti e il degrado di altri elementi.
La tenuta all'acqua è completamente affidata alla perfetta realizzazione dell'impermeabilizzazione della copertura; da ciò deriva la necessità che le saldature fra le membrane e i raccordi dei punti singolari siano effettuati in modo tale da garantire nel tempo la continuità ed integrità dello strato di tenuta.
L'accurato studio della morfologia delle aree di drenaggio, della localizzazione e numero dei bocchettoni di scarico, della pendenza dei bacini di raccolta permette di controllare l'esatto smaltimento dell'acqua meteorica in funzione della geometria complessiva della copertura.

DURABILITÀ

La durata nel tempo di livelli di prestazione accettabili deve essere garantita dal sistema di copertura nel suo complesso e dai singoli elementi componenti.
In tal senso, la copertura deve poter resistere, per il tempo di vita utile prefissato, alle azioni indotte da:
- formazione di gelo dovuto a ristagno idrico in punti singolari critici;
- alternanza del fenomeno di gelo e disgelo;
- shock termico dovuto a repentini sbalzi di temperatura;
- attacco di agenti biologici di degrado di origine animale o vegetale;
- attacco di agenti chimici aggressivi;
- presenza di acqua meteorica che possa innescare corrosioni elettrochimiche;
- operazioni di manutenzione che possono produrre deformazioni permanenti o punzonamenti;
- errato uso da parte degli utenti nel caso di coperture praticabili.

Per quanto riguarda lo strato coibente, la durabilità del EPS di qualità correttamente posato (in pratica se non è esposto direttamente alla radiazione solare) è ormai provata da più di 30 anni di esperienza applicativa. La sua assoluta inerzia chimica garantisce poi che l'EPS non provoca degradi nemmeno nelle altre parti della copertura con cui è a contatto.

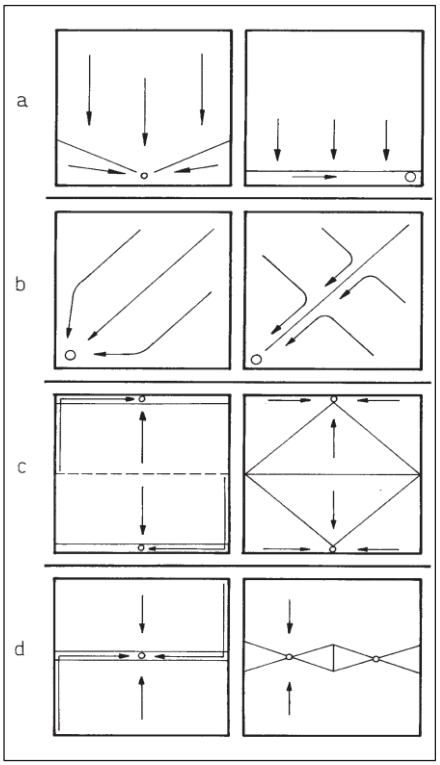
PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE E LA COSTRUZIONE

La molteplicità delle soluzioni conformi in relazione ai diversi schemi funzionali menzionati, nonché la varietà dei prodotti utilizzabili per la realizzazione delle stratificazioni e la complessità dei meccanismi di interazione sia tra i componenti la copertura che tra la copertura e gli altri elementi tecnici e subsistemi edilizi, comportano prescrizioni progettuali e costruttive molto articolate la cui trattazione esula dall'impostazione del presente manuale.
In termini molto generali, si può comunque evidenziare quanto segue.

1. L'analisi del tipo di supporto strutturale deve essere condotta con estrema cura in termini di esatta valutazione delle possibili deformazioni sotto carico e mobilità inerenti, al fine di provvedere ad un suo eventuale irrigidimento o alla realizzazione di giunti di frazionamento delle stratificazioni sovrapposte; l'esecuzione su un tetto esistente di una copertura pesante (giardino pensile, parcheggio, invaso d'acqua, ecc.) impone sempre il controllo statico degli elementi portanti.
Dal momento che l'elemento di tenuta è di tipo continuo e molto spesso applicato in condizioni di aderenza o semiaderenza al supporto, è opportuno controllare accuratamente i possibili movimenti di tipo elastico o termico cui sono sottoposti gli elementi strutturali al fine di evitare rischi di fessurazioni. Pertanto dal punto di vista della progettazione occorre controllare in sede di calcolo e dimensionamento il fenomeno delle mobilità indotte all'elemento portante, con impiego di opportune armature che ne ripartiscano gli effetti su superfici più estese, riducendo gli sforzi tensionali cui potrebbero venire sottoposti gli strati collocati superiormente.
A tal proposito si osserva come la collocazione dello strato isolante al di sopra dell'elemento portante riduca decisamente i movimenti di origine termica; viceversa nel caso in cui l'elemento isolante viene posto all'intradosso dell'impalcato strutturale, tali movimenti possono assumere valori assai più rilevanti e produrre anomalie funzionali sia allo strato di tenuta, con conseguenti fenomeni di infiltrazione, sia agli elementi murari sottostanti.

2. La pendenza della copertura, in generale deve essere compresa tra 1'1,5% e il 3% ed essere costruita con cura onde evitare ristagni idrici; nel caso di copertura pedonabile, il valore della pendenza non dovrebbe superare il 2%; il Quadro seguente dà qualche indicazione supplementare.
Al fine di evitare massetti di pendenza di spessore eccessivo, occorre analizzare i possibili bacini di drenaggio affinché colmi e displuvi risultino di lunghezza contenuta.
La morfologia delle aree di drenaggio deve tener conto che la pendenza dei bacini sia il più possibile uniforme e regolare e che non si creino zone di contropendenza che ostacolano il flusso dell'acqua.
Lo smaltimento idrico avviene lungo i compluvi attraverso il canale che si crea per l'intersezione delle geometrie, oppure lungo un canale di bordo in relazione alla conformazione delle falde. La Figura seguente illustra le varie configurazioni.
Il bocchettone di scarico che intercetta il flusso è conformato in funzione della composizione delle stratificazioni della copertura; essa deve essere dimensionato in base all'area di drenaggio di pendenza e al regime pluviometrico locale.

3. La barriera al vapore, qualora necessaria, deve essere applicata con continuità e risvoltata in corrispondenza dei bordi della copertura e dei dispositivi di attraversamento; in presenza di supporto discontinuo, occorre prevedere sistemi di giunzione che disattivano eventuali mobilità differenziali evitando lacerazioni del prodotto.
La barriera al vapore può essere applicata in aderenza o in semiaderenza (incollaggio per punti o per strisce): nel primo caso è bene interporre uno strato di separazione tra barriera al vapore e supporto.



- a) con pendenza parallela al pendio
- b) con pendenza diagonale al pendio
- c e d) scarico centrale

4. L'EPS deve avere massa volumica sufficiente a resistere ai carichi permanenti e di esercizio senza subire deformazioni plastiche; indicazioni generali per i vari tipi di copertura sono state fornite nella descrizione degli strati; in casi particolari si può tener presente il criterio secondo cui il carico permanente non superi 1/5 della sollecitazione al 10% di deformazione. Nei sistemi in cui l'EPS è applicato in aderenza allo strato di tenuta è necessario accertarsi che quest'ultimo resista ai tensionamenti di origine termica indotti dalle variazioni della temperatura esterna, secondo le indicazioni della Direttiva sugli isolanti supporto di impermeabilizzazione. Quando l'EPS è localizzato direttamente al di sotto della membrana impermeabile, può resistere al massimo alla temperatura di 80°C. Nei rari casi (per es. climi tropicali) in cui si possono temere temperature più elevate, occorre prevedere un diverso sistema (strato di protezione e/o strato di ventilazione). Qualora lo spessore dello strato isolante sia particolarmente significativo (10 cm o più), è consigliabile prevedere la posa di due strati sfalsati tra di loro. Nel caso di copertura non zavorrata, i pannelli isolanti devono essere opportunamente vincolati al supporto al fine di resistere alle trazioni indotte dalle depressioni localizzate del vento.

5. Il materiale da impiegare come strato di tenuta deve essere prescelto in modo che sia compatibile, dal punto di vista funzionale, chimico fisico e della tecnologia applicativa, con gli altri strati con cui è a contatto; in particolare le alte temperature relative ai processi di saldatura tra membrane o l'impiego di adesivi chimici o primer solventi richiedono il controllo della sua compatibilità con l'EPS ed eventualmente l'adozione di stratificazioni integrative di protezione.
La geometria e la morfologia della copertura, qualora comportino l'insorgenza di numerosi punti singolari, possono complicare l'applicazione dello strato di tenuta o moltiplicarne i giunti con maggiore rischio di perdita prestazionale in termini di impermeabilità.
La posa in opera deve essere effettuata su supporti asciutti, privi di asperità e in generale in condizioni atmosferiche caratterizzate da basso tasso di umidità e temperatura sopra zero; in corrispondenza di spigoli e risvolti è opportuno realizzare raccordi arrotondati con eventuali rinforzi.
Lo strato di tenuta deve essere protetto contro il sollevamento per carico di vento. Se l'impermeabilizzazione è posata in indipendenza occorre prevedere lo zavorramento mediante uno strato di ghiaia (nel caso di copertura non praticabile) o una pavimentazione pesante, con funzione anche di protezione superficiale.

Nel caso del tetto rovescio il carico di zavorra deve essere anche superiore alla spinta di galleggiamento (10 kg/m^2 per ogni cm di spessore di EPS).
Il raccordo delle membrane con le zone perimetrali deve essere realizzato in modo da impedire l'infiltrazione del vento.

6. Lo strato di protezione, qualora realizzato con pavimentazione in quadrotti di cemento o piastrelle su sottofondo in malta, deve essere frazionato in superfici non maggiori di 6 m^2 e presentare un giunto perimetrale di almeno 2 cm in corrispondenza di tutti i risalti.
È consigliabile l'adozione di uno strato separatore (sabbia, membrane sintetiche, ecc.). Nel caso di forte sollecitazione (traffico pesante) la protezione deve avvenire con massetto di calcestruzzo o lastre prefabbricate (2,5 mx2,5 m) il cui dimensionamento dipende dai carichi di esercizio.

7. I raccordi con emergenze tecniche (camini, esalatori, ecc.) devono essere realizzati con anelli di tenuta, flange adesive o flange di serraggio in relazione al tipo di membrana impermeabile adottata e alle caratteristiche delle emergenze.

C. MANUTENZIONE

Manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria ha la funzione di verificare con periodicità che le caratteristiche iniziali di funzionamento della copertura siano sostanzialmente inalterate; essa si esplica attraverso sopralluoghi, con frequenza generalmente annuale o dopo eventi atmosferici eccezionali, finalizzati ad evitare che piccoli guasti limitati si trasformino in patologie rilevanti per assenza di interventi di ripristino localizzati.
Mediante operazioni di manutenzione ordinaria è possibile procedere all'asportazione di detriti e depositi vari che si accumulano per effetto del vento e degli utenti (nel caso di copertura praticabile), al mantenimento in efficienza del sistema di evacuazione idrica e dei dispositivi di realizzazione dei punti singolari.
Inoltre, con minore periodicità, la manutenzione ordinaria permette di ripristinare le sigillature tra scossaline, pannellature cementizie, giunti di frazionamento e dilatazione così come i rivestimenti protettivi dello strato di tenuta.

Manutenzione straordinaria

Si effettua in genere dopo qualche decennio di vita della copertura (in funzione della durabilità dei materiali impiegati e del verificarsi di eventi metereologici eccezionali) e comporta la sostituzione sistematica di porzioni anche consistenti di componenti che per usura o invecchiamento risultano degradati al punto da compromettere l'affidabilità dell'intero sistema.
Questo tipo di manutenzione richiede in genere l’intervento di manodopera specializzata e l'ausilio di opere provvisionali e di attrezzature di cantiere consistenti. In considerazione di ciò si può osservare come l'impiego di prodotti particolarmente durevoli e resistenti agli agenti aggressivi, a fronte di un maggiore investimento iniziale, possa ritardare anche di molto il rifacimento delle parti ammalorate; cosi come l'attenzione progettuale e la corretta esecuzione del sistema allunga la periodicità degli interventi manutentivi.
L'intervento di manutenzione straordinaria può essere anche l'occasione per attuare nel modo più economico un rafforzamento dell'isolamento termico della copertura.

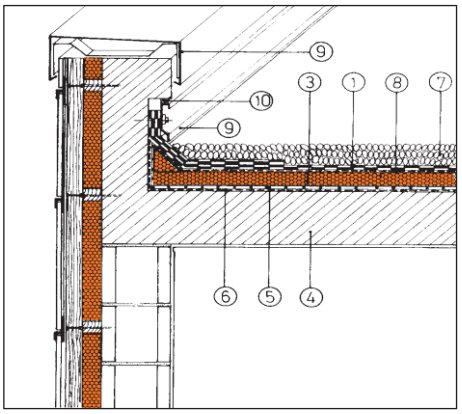
D. DETTAGLI COSTRUTTIVI

Di seguito vengono riportati alcuni significativi dettagli costruttivi relativi ai più comuni sistemi di copertura continua, con particolare attenzione ai punti singolari più ricorrenti. Gli elementi di forma triangolare possono essere sostituiti con appoggio a 90°.

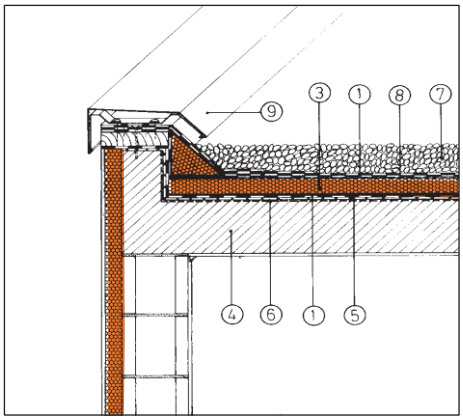
LEGENDA

1 elemento di tenuta
2 massetto di pendenza
3 EPS
4 solaio
5 barriera al vapore
6 strato di diffusione del vapore
7 ghiaia
8 strato di scorrimento
9 scossalina
10 sigillatura
11 supporto continuo in legno
12 elemento di tenuta autoprotetto
13 guarnizione in neoprene
14 pavimentazione in quadrotti prefabbricati
15 supporto mobile
16 soglia
17 parapetto
18 elemento di coronamento prefabbricato
19 fioriera prefabbricata

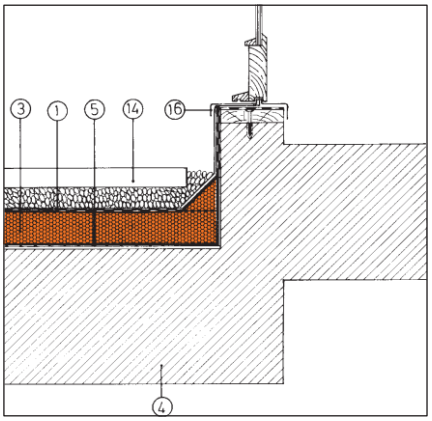
20 strato di livellamento
21 strato filtrante
22 strato drenante
23 strato antiradice
24 rete di ancoraggio radici
25 terreno di coltura
26 strato di ventilazione
27 listellatura
28 bocchettone
29 pioviale
30 tubo di troppo pieno
31 torrino di evaporazione
32 riccio parafoglie



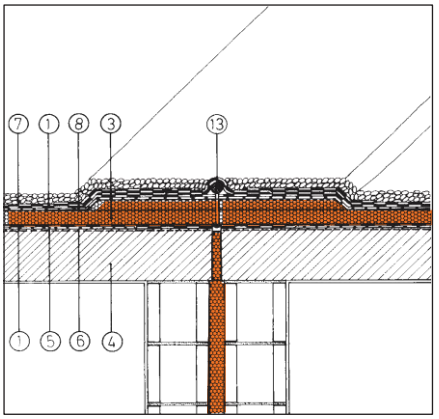
Coronamento sez. verticale



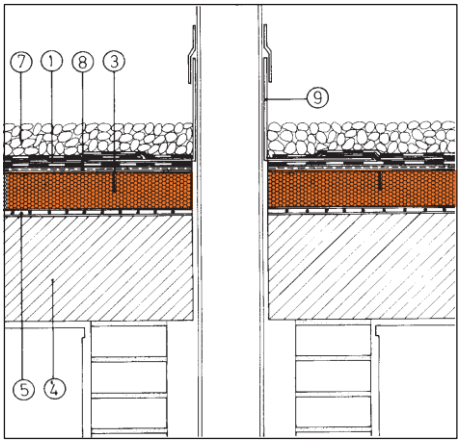
Coronamento sez. verticale



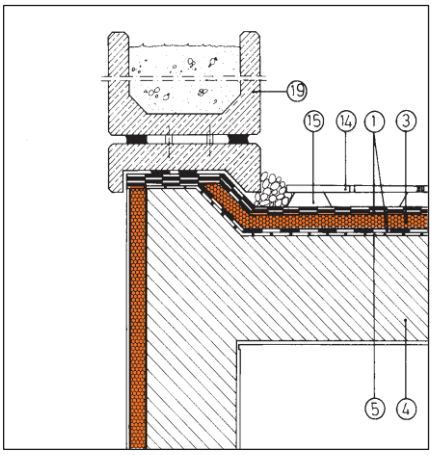
Soglia sez. verticale



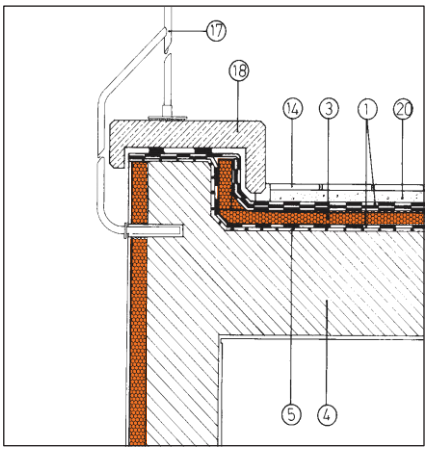
Giunto di dilatazione sez. verticale



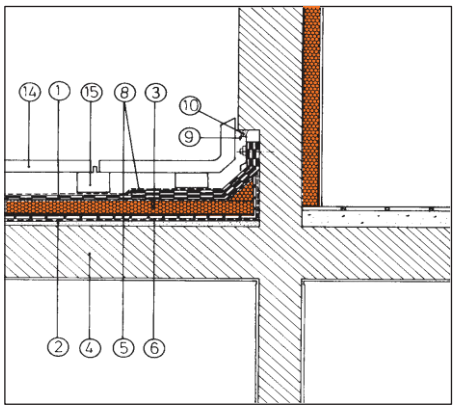
Attraversamento impiantistico sez. verticale



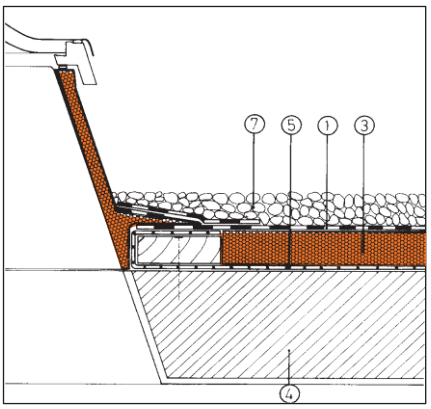
Fioriera sez. verticale



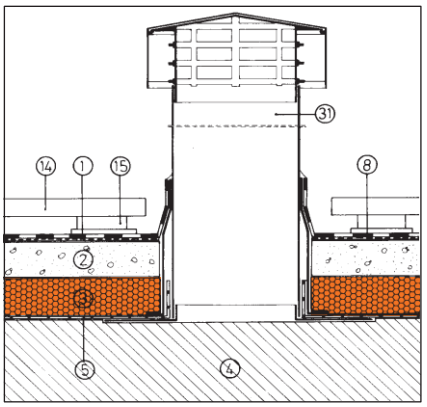
Parapetto sez. verticale



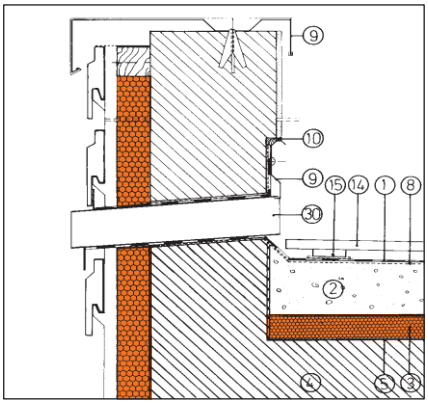
Volume emergente sez. verticale



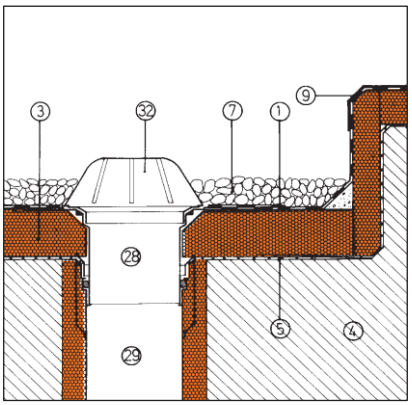
Lucernario sez. verticale



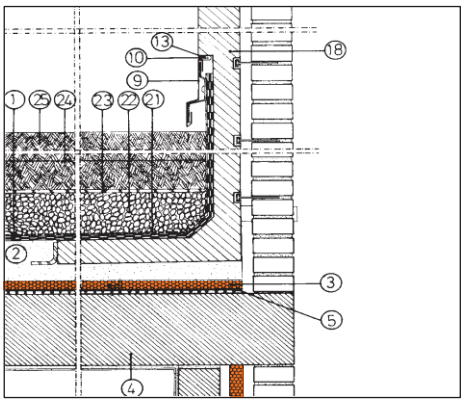
Torrino di evaporazione sez. verticale



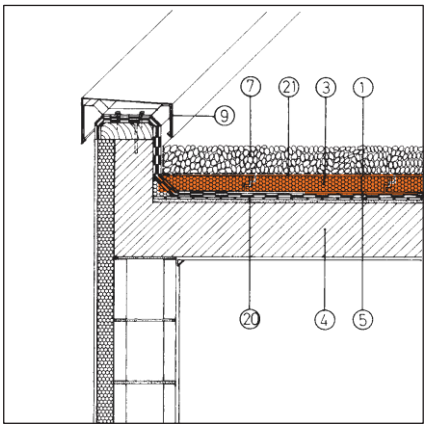
Tubo di troppo pieno sez. verticale



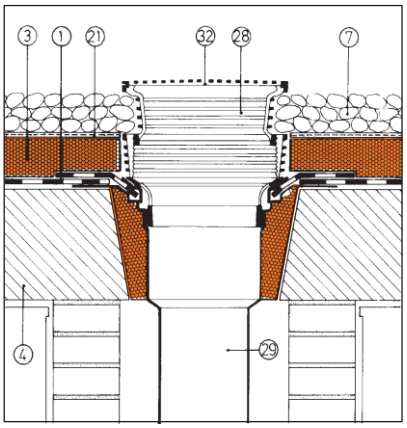
Bocchettone di scarico sez. verticale



Giardino pensile sez. verticale



Copertura rovescia-particolare di coronamento sez. verticale



Copertura rovescia-bocchettone sez. verticale

2. L'UTILIZZO DELL'EPS NELLE COPERTURE CONTINUE, CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI

1. PREMESSA
2. CONSIDERAZIONI TIPOLOGICHE
3. ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI ESTERNE
4. LE CARATTERISTICHE DELL'EPS
5. LE NORME DI RIFERIMENTO

1. PREMESSA

Fin dai primordi l'uomo ha dovuto fronteggiare al naturale succedersi delle stagioni calde e fredde, ai fenomeni fisici che danno origine al "ciclo dell'acqua" ed ai moti convettivi dell'aria: questo riparo, individuato inizialmente nelle caverne, ha portato l'uomo a concepire l'idea di "edificio" nelle sue infinite sfumature che vanno dalla capanna alle costruzioni più ardite che la moderna tecnologia consente oggi di realizzare.
Nelle sue linee essenziali l'edificio consta di una base di appoggio, un sistema di superfici verticali che ne costituiscono l'involucro esterno e una superficie ad andamento sub-orizzontale che ne costituisce la copertura: ciascuna di queste superfici presenta una serie di problematiche statiche e termofisiche, con elementi in comune e altri specifici della particolare giacitura.
La principale funzione cui è chiamata ad assolvere la copertura è di impedire che le radiazioni solari da un lato e le precipitazioni atmosferiche dall'altro possano penetrare nell'edificio, vanificando così le analoghe prestazioni richieste alle pareti.
Se per la geometria delle pareti non esistono alternative alla superficie verticale (anche se le attuali capacità di calcolo strutturale e di realizzazione tecnologica consentono di pensare a qualcosa di diverso), per la superficie di copertura esiste la possibilità di spaziare all'interno di un vasto campo, che prevede pur sempre superfici piane, ma combinazioni di esse atte a realizzare un'infinità di geometrie caratterizzate peraltro da un comune denominatore: è possibile allontanare le acque meteoriche solo se la superficie che le accoglie è inclinata verso il basso.
L'inclinazione delle superfici di copertura deve quindi esistere sempre, anche se variabile in funzione di due elementi fondamentali: il clima locale e motivazioni di carattere architettonico e di fruibilità.
La collocazione geografica dell'edificio ancora lo stesso al clima del luogo. L'architettura spontanea realizza al nord coperture a falde fortemente inclinate, mentre man mano che si scende verso sud è sempre più frequente l'incontro con coperture cosiddette piane, ma che sarebbe meglio definire ad andamento sub-orizzontale in quanto piane, ma inclinate, sono anche quelle che nello stile nordico coronano le case ed i campanili delle Chiese.
In effetti anziché parlare di coperture piane sarebbe preferibile definirle così come previsto dal Codice Civile che, traendo origine dalla necessità di incontrare le esigenze della gente ed essendo queste ultime dettate dalla necessità di fruire al meglio gli spazi, individua le coperture piane come superfici investite dal sole ed eventualmente usufruibili dagli abitanti del piano o dei piani sottostanti, dettando appunto le regole di convivenza e, perché no, di ripartizione delle spese di uso e manutenzione.

2. CONSIDERAZIONI TIPOLOGICHE

Una copertura è in generale costituita da due elementi fondamentali, che a essa conferiscono altrettante prerogative inderogabili: la struttura portante ed il manto di impermeabilizzazione e scorrimento delle acque; ad essi si può aggiungere o meno un terzo elemento, costituito dallo strato coibente termico, oggi praticamente irrinunciabile.
La presenza di uno strato coibente termico è insostituibile nella copertura piana, in quanto l'irraggiamento solare comporta apporti di energia talmente elevati da rendere praticamente invivibile lo spazio sottostante in assenza di qualche cosa che ne mitighi il flusso verso il basso: non a caso quindi l'architettura spontanea delle fasce costiere mediterranee predilige la copertura piana adeguatamente ventilata, realizzando così uno strato coibente a funzionamento per convezione naturale, o meglio quelli che oggi si ama definire un isolamento attivo o ventilato.
I tre elementi di cui sopra possono essere variamente posizionati in successione verticale, dando origine ad alcune tipologie meglio note come il tetto caldo, il tetto freddo e quello rovescio.
Ogni qual volta si introduce in una successione di strati (sia essa orizzontale che verticale) un elemento coibente termico, si realizza all'interno del "pacchetto" una distribuzione della temperatura che presenta un forte sviluppo "a ginocchio" al quale spesso corrisponde il verificarsi di un fenomeno assai noto che viene evitato con opportuni accorgimenti.

3. ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI ESTERNE

Le coperture sono soggette ad azioni multiple e complesse.
La neve, il vento, i carichi statici, i carichi dovuti alla posa e alla manutenzione sottopongono il manto di copertura ad azioni che sono oggi definiti da norme nazionali ed europee.
Un'azione molto particolare, ma oggi molto studiata, è l'azione del sole che provoca un innalzamento delle temperature del manto ed una caduta delle stesse in sua assenza.
Inoltre la radiazione solare provoca un invecchiamento dei materiali, da tenersi in conto utilizzando opportunamente adeguati additivi.
Il materiale isolante posto al di sotto del manto è di conseguenza influenzato dagli andamenti della temperatura e di conseguenza della deformazione dimensionale e dei carichi agenti.
Le esperienze sperimentali evidenziano che l'escursione termica può essere molto importante raggiungendo in alcuni casi anche 80 °C. Per tali motivi oggi si utilizzano sempre più manti di colore chiaro e/o riflettenti in modo da mitigare il carico termico.
Oltre a tali considerazioni deve essere considerato che gli spessori dei materiali isolanti sono di molto aumentati e quindi tutto quanto sopra deve essere riportato nella situazione contingente.
Nel corso di questi anni sono stati effettuati diversi rilievi e controlli in cantieri dove il coibente è un pannello in EPS accoppiato a membrane bituminose, rilevando le seguenti temperature superficiali, ovviamente rilevate nei mesi estivi e nelle giornate più calde, dove la temperatura dell'aria è di 35/38 °C, l'eventuale presenza di brezza (lavaggio termico) influenza e riduce notevolmente la temperatura superficiale, contrariamente l'assenza di brezza aumenta la temperatura superficiale.

Membrana liscia nera	T. Sup.	75/80 °C
Membrana ardesiata grigio topo	T. Sup.	60/65 °C
Membrana di colore bianco (chiara)	T. Sup.	50/55 °C

4. LE CARATTERISTICHE DELL'EPS

Per affrontare in modo professionale le esigenze di un tetto piano devono essere conosciute le caratteristiche dell'EPS, ovvero compressione, deformazione e deformazioni in differenti diverse condizioni di temperatura.
Si riportano alcune tabelle che permettono di acquisire i dati necessari per una progettazione consapevole e coerente con le caratteristiche del materiale utilizzato.

Le norme di riferimento sono per l'EPS la EN 13163 in cui possono essere dedotte tutte le prestazioni necessarie e la norma ISO 4898 che indica i carichi, i tempi e le temperature di riferimento.

MATERIALE	TIPO	FORZA DI COMPRESSIONE A DIFFERENTI TEMPERATURE kPa				
		-170°C	-60°C	-30°C	20°C	70°C
EPS BLOCCHI AUTOESTINGUENTE	EPS 70	62	75	77	83	62
	EPS 150	190	170	170	160	120
EPS LASTRE STAMPATE	EPS 250	510	450	420	360	240

Forza di compressione al 10% della deformazione a differenti temperature

MATERIALE	TIPO	RESISTENZA A TRAZIONE A DIFFERENTI TEMPERATURE kPa			
		-170°C	-60°C	20°C	70°C
EPS BLOCCHI AUTOESTINGUENTE	EPS 70	190	190	190	130
	EPS 150	320	320	300	210
EPS LASTRE STAMPATE	EPS 250	720	790	550	270

Resistenza a trazione a differenti temperature

MATERIALE	TIPO	RESISTENZA ALLA FLESSIONE A DIFFERENTI TEMPERATURE kPa			
		-170°C	-60°C	20°C	70°C
EPS BLOCCHI AUTOESTINGUENTE	EPS 70	200	200	170	130
	EPS 150	370	330	280	230
EPS LASTRE STAMPATE	EPS 250	690	670	510	300

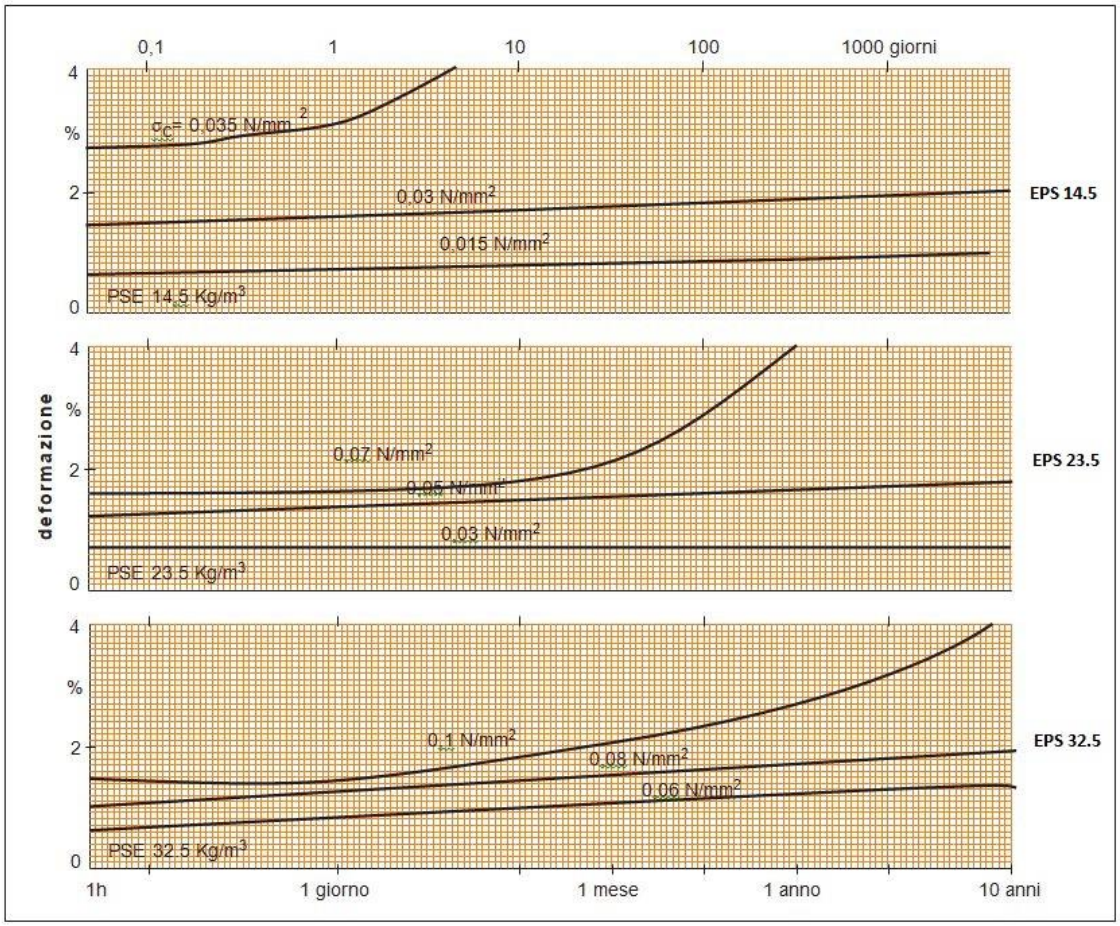
Resistenza alla flessione a differenti temperature

MATERIALE	DENSITA'	RESISTENZA AL TAGLIO A DIFFERENTI TEMPERATURE kPa	
		20°C	70°C
EPS BLOCCHI AUTOESTINGUENTE	EPS 70	820-1300	350-380
	EPS 150	670-1300	530-750
EPS LASTRE STAMPATE	EPS 250	1300-1500	1000-1100

Resistenza al taglio a differenti temperature

I valori devono essere verificati con carichi di lunga durata, in quanto i materiali plastici presentano tutti un fenomeno definito "CREEP", ovvero di modificazione della prestazione se la sollecitazione rimane permanente con determinati valori (normalmente elevati).

Gli andamenti della deformazione in funzione del tempo e della densità del materiale sono qui riportati.



È quindi evidente che una sollecitazione di lunga durata deve essere tale da non superare un livello di deformazione del 2% e quindi i valori ritenuti di riferimento vengono riferiti alla massa volumica:

SOLLECITAZIONE PERMANENTE A COMPRESSIONE PER DEFORMAZIONE			
MASSA VOLUMICA **kg/m³**	**SOLLECITAZIONI**		
	N/mm²	Kg/cm²	KN/m²
15	0,012-0,025	0,12-0,25	12-25
20	0,020-0,035	0,20-0,35	20-35
25	0,028-0,050	0,28-0,50	28-50
30	0,036-0,062	0,36-0,62	36-62
35	0,044-0,074	0,44-0,74	44-74

Resistenza al calore e alle basse temperature

Le temperature massime sopportabili dell'EPS dipendono, come per tutti i termoplastici, dalla durata e dall'intensità della sollecitazione. Senza sollecitazione e per breve tempo l'EPS sopporta temperature di 95°-100°C (p. es. all'atto dell'applicazione di un bitume caldo). Sotto un carico permanente di 20 KN/m2 la temperatura limite scende a 80-85°C (75-80°C per l'EPS 80).
Le prove di stabilità dimensionale considerate dalla norma ISO 4898, che indicano la deformazione massima ammissibile dopo un determinato periodo sotto carico ad una data temperatura, danno la possibilità di verificare l'idoneità di un EPS per determinate applicazioni. La seguente tabella riporta i valori di sollecitazione previsti con differenti temperature e carichi, con una deformazione limite del 5%.

PROVE DI STABILITA' DIMENSIONALE DELL'EPS				
Impiego	Classe	Durata della prova	Temperatura di prova °C	Sollecitazione di compressione KN/m^2
Non portante	EPS 80	48 ore	70	Nessun carico
Carichi limitati	EPS 120	48 ore	80	20
Carichi maggiori	EPS 200	7 giorni	70	40

A bassa temperatura, poiché il polistirene non subisce alcuna transizione di fase (cambiamento di struttura) in questo campo, le sue caratteristiche meccaniche possono considerarsi simili a quelle a temperatura ordinaria fino almeno -200 °C.
In modo generico è individuata la temperatura di non modificazione in 70°C.
Il coefficiente di dilatazione lineare dell'EPS è compreso fra 5. 10-5 m/m. K e 7. 10-5 m/m. K.
Non ha molta importanza nelle applicazioni ordinarie e, se il movimento termico è impedito, le reazioni sui punti di fissaggio sono modeste, dato il valore del modulo elastico del materiale.
Questa caratteristica deve essere tenuta presente nel caso di applicazioni in cui l'isolante può raggiungere temperature elevate.

3. I RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA PROGETTAZIONE E LA POSA IN OPERA

Le coperture continue sono dotate di un comparto normativo strutturato e completo.
In egual misura, i materiali isolanti hanno riferimenti normativi abbastanza completi anche se sussistono alcune lacune ed in particolare vi sono prestazioni che vengono verificate con prove di laboratorio non sempre direttamente confrontabili.
Vengono riportate solo le norme che coinvolgono i materiali isolanti ed in particolare l'EPS con impiego nell'applicazione oggetto della presente pubblicazione.

LE NORME DI RIFERIMENTO SONO LE SEGUENTI:

EN 826 Isolanti termici per edilizia – Determinazione del comportamento a compressione;
EN 1604 Isolanti termici per edilizia – Determinazione della stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e di temperatura
EN 1605 Isolanti termici per edilizia – Determinazione della deformazione in condizioni specificate di carico di compressione e di temperatura.

SCOPO

La presente norma europea specifica l'apparecchiatura ed i procedimenti per determinare la deformazione che si verifica in condizioni specifiche di carico di compressione, di temperatura e di tempo. Essa si applica a isolanti termici.

Prospetto 1

Insieme di condizioni	Carico kPa	Fase A		Fase B	
		Temperatura °C	Tempo h	Temperatura °C	Tempo h
1	20	(23 ± 5)	(48 ± 1)	(80 ± 1)	(48 ± 1)
2	40	(23 ± 5)	(48 ± 1)	(70 ± 1)	(168 ± 1)
3	80	(23 ± 5)	(48 ± 1)	(60 ± 1)	(168 ± 1)

EN 16060 – Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione

SCOPO

La presente norma europea specifica l'apparecchiatura ed i procedimenti per determinare lo scorrimento viscoso (creep) a compressione di provini in varie condizioni di sollecitazione. Essa si applica a isolanti termici.

Scelta della sollecitazione

La prova deve essere condotta con tre o più sollecitazioni diverse.
Per verificare un definito livello della sollecitazione deve essere utilizzato solo tale livello.
Le diverse sollecitazioni alternative, σ_c, per la determinazione dello scorrimento viscoso, devono essere basate sulla resistenza alla compressione, σ_m, e sulla sollecitazione a compressione, σ_{10}, al 10% di deformazione misurata secondo la EN 826 e devono essere calcolati come segue:

$\sigma_c = 0{,}15 \times \sigma_m$ oppure $\sigma_c = 0{,}15 \times \sigma_{10}$
$\sigma_c = 0{,}20 \times \sigma_m$ oppure $\sigma_c = 0{,}20 \times \sigma_{10}$
$\sigma_c = 0{,}25 \times \sigma_m$ oppure $\sigma_c = 0{,}25 \times \sigma_{10}$
$\sigma_c = 0{,}30 \times \sigma_m$ oppure $\sigma_c = 0{,}30 \times \sigma_{10}$
$\sigma_c = 0{,}35 \times \sigma_m$ oppure $\sigma_c = 3{,}15 \times \sigma_{10}$

EN 13163 – Isolanti termici per edilizia – Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione;

ISO 4898 – Rigid cellular plastics – Specification for rigid cellular materials used in the thermal insulation of building.

SCOPE

This International Standard specifies requirements and methods of testing for four categories of rigid cellular plastics thermal-insulation products for buildings. It covers rigid cellular plastics in the form of flat or profiled boards, with or without natural skins. They may also be faced or laminated with foil, plastic or metal films or sheets, mineral coatings, paper, cardboards or other materials. This International Standard is not applicable to materials used for the thermal insulation of pipes and vessels, for impact sound absorption or for acoustical insulation.
This International Standard covers the following cellular materials used in the thermal insulation of buildings:

- PF based on phenolic polymer;
- EPS based on expanded polystyrene;
- XPS based on extruded polystyrene;
- PUR based on polyurethane.

5. Physycal-property requirements

5.1 Categories

Physical-property requirements are organized into product categories to meet purchaser and supplier needs over a range of end-use applications.
Category I Suitable for non-load-bearing applications schas in built-up roofs, under floors and comparable applications, where elevated temperatures may be encountered and where compressive creep resistance is required. Products in this category ma also be used for applications listed in category I.
Categories III and IV Suitable for load-bearing applications such as in parking decks, floors of cold-storage areas and comparable applications requiring a higher level of compressive strength and compressive creep resistance. Products in these categories may also be used for applications listed in categories I and II.

5.2 Subcategories

Products property categories I to III can be further divided into subcategories (A, B, C) on the basis of thermal conductivity values. All thermal-conductivity specification values given for the subcategories in the tables shall be used only as limiting quality values for specification of materials between purchaser and supplier. They shall not be used for design purposes.

Required properties of EPS used for thermal insulation of buildings

Property	Unit	Category (see 5.1) and subcategory (see 5.2)							Test method
		I	II		III			IV	
			A	B	A	B	C		
Density (min.)[a]	Kg/m³	15	20	20	30	30	30	30	ISO 845
Compressive strength or compressive stress at 10% deformation or yield (min.)	kPa	50	100	100	150	150	150	250	ISO 844
Initial thermal conductivity (max) 10°C mean/28 days min. or 23°C mean/28 days min.	mW/(m.K) mW/(m.K)	37 39	34 36	37 39	28 29	32 34	37 39	25 26	ISO 8301 or ISO 8302
Dimensional change after 48h at 70°C (max)	%	5	5	5	5	5	5	5	ISO 2796 as modified in 8.5.1
Compressive creep (max) after 48 h at 80°C under 20 kPa load	%	-	5	5	-	-	-	-	ISO 7616 or ISO 7850 as modified in 8.5.2
Compressive creep (max) after 7 days at 70°C under 40 kPa load	%	-	-	-	5	5	5	5	ISO 7616 or ISO 7850 as modified in 8.5.3
Water absorption (max)	% by volume	6	4	4	2	2	2	2	ISO 2896
Bending load at break (min)	N	15	25	25	35	35	35	35	ISO 1209-1 as modified in 8.8
a Density is otional in a country that has established a system of class identification. b A specific limitation value (maximum or minimum, depending on the application) may be selected by agreement between purchaser and supplier.									

UNI 11345 Attività di controllo per le fasi di progetto, esecuzione e gestione di coperture continue.

Le norme della serie **UNI 11333** definiscono i requisiti in termini di conoscenza, abilità e competenza, relativi all'attività professionale specializzata di posa di membrane flessibili per l'impermeabilizzazione.
Informazioni generali
Le norme della serie UNI 11333 si rivolgono alle imprese specializzate nella realizzazione di sistemi di impermeabilizzazione per qualificare i propri addetti alla posa di membrane flessibili attraverso un preciso percorso formativo.
Le norme definiscono con chiarezza le modalità di posa di due particolari tipologie di membrane flessibili:

- UNI 11333-1 Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 1: Processo e responsabilità

- UNI 11333-2 Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 2: Prova di abilitazione alla posa di membrane bituminose
- UNI 11333-3 Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 3: Prova di abilitazione alla posa di membrane sintetiche di PVC o TPO.

UNI 11540 Linea guida per la redazione e corretta attuazione del piano di manutenzione di coperture continue realizzate con membrane flessibili per impermeabilizzazioni

La certificazione mira a fornire garanzie a tutte le organizzazioni che si avvalgono di servizi di impermeabilizzazione, presidiando l'affidabilità e la qualità delle operazioni di messa in opera. È inoltre un'opportunità per tutti quei tecnici e quelle imprese che hanno investito nello sviluppo di conoscenze, abilità e competenze e intendono darne prova al mercato attraverso un percorso di certificazione, con le seguenti norme:

UNI 11442 Criteri per il progetto e l'esecuzione dei sistemi di coperture continue – Resistenza al vento
UNI 8178-2 Edilizia – Coperture – Parte 2: Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e indicazioni progettuali per la definizione di soluzioni tecnologiche

UNI 11442 Criteri per il progetto e l'esecuzione dei sistemi di coperture continue – Resistenza al vento

Metodo di calcolo per il fissaggio meccanico dell'elemento termoisolante

Il presente metodo di calcolo definisce il numero di fissaggi meccanici necessari per fissare un elemento isolante o un elemento isolante preaccoppiato ad un elemento di tenuta mediante fissaggio meccanico all'elemento portante/strato di supporto, nel caso in cui la resistenza all'estrazione da vento sia conferita al sistema dall'elemento termoisolante medesimo.

Il numero di fissaggi per unità di superficie è il seguente:

$$n = F_w/[\min(TR/1{,}5;\ F_{anch}/1{,}5;\ F_{adm}\ ,\ F_{over}/1{,}5)] \qquad [3]$$

dove:

F_w è l'azione del vento di progetto per unità di superficie, generalmente valutata in Newton al metro quadrato (N/m^2);

TR è il valore di resistenza a trazione perpendicolare alle facce dell'elemento termoisolante in accordo alla UNI EN 1607;

F_{anch} è il valore di forza per lo strappo dell'elemento termoisolante attraverso il tassello in accordo alla EN 16382;

F_{adm} è il valore della resistenza ad estrazione di progetto del fissaggio meccanico dal supporto, così come definito al punto 8, caso 2, della presente norma;

F_{over} è il valore caratteristico della rottura del fissaggio per cedimento della placca o del manicotto. La misura di pull over è realizzata in accordo alle linee guida ETAG006 oppure può derivare da prove e relative dichiarazioni del fornitore.

6.4 Numero minimo di fissaggi meccanici per elementi termoisolanti

Il numero minimo di fissaggi risultante dal metodo analitico deve soddisfare quanto previsto di seguito allo scopo di garantire la stabilità dimensionale del sistema elemento termoisolante/elemento di tenuta in funzione al tipo di configurazione previsto.

6.4.1 Sistemi di copertura con elemento di tenuta in membrane flessibili posato in aderenza (termofusione, autoadesione o incollaggio a freddo o a caldo) senza protezione pesante fissa superiore su pannelli termoisolanti vincolati meccanicamente

Il minimo numero di fissaggio/pannello o parti separate di pannello termoisolante è il seguente:

- per pannelli o parti di pannello con superficie $\leq 0{,}20\ m^2 = 1$ fissaggio/pannello o parti separate di pannello (fissaggio in corrispondenza del centro);
- per pannelli o parti di pannello con superficie $> 0{,}20\ m^2$ e $\leq 0{,}40\ m^2 = 2$ fissaggi/pannello o parti separate di pannello (fissaggio in corrispondenza di due angoli opposti);
- per pannelli o parti di pannello con superficie $> 0{,}40\ m^2$ e $\leq 1{,}00\ m^2 = 4$ fissaggi/pannello o parti separate di pannello (fissaggio in corrispondenza dei quattro angoli opposti);
- per pannelli o parti di pannello con superficie $> 1{,}00\ m^2$ e $\leq 1{,}80\ m^2 = 5$ fissaggi/pannello o parti separate di pannello (fissaggio in corrispondenza dei quattro angoli più al centro distanziati);
- per pannelli o parti di pannello con superficie $> 1{,}80\ m^2$ e $\leq 2{,}00\ m^2 = 6$ fissaggi/pannello o parti separate di pannello (fissaggio in corrispondenza dei quattro angoli più al centro sui due lati lunghi oppure al centro dei pannelli);
- per pannelli o parti di pannello con superficie $> 2{,}00\ m^2$ e $< 3{,}00\ m^2 = 8$ fissaggi/pannello o parti separate di pannello (fissaggio in corrispondenza dei quattro angoli più al centro sui due lati lunghi più al centro dei pannelli).

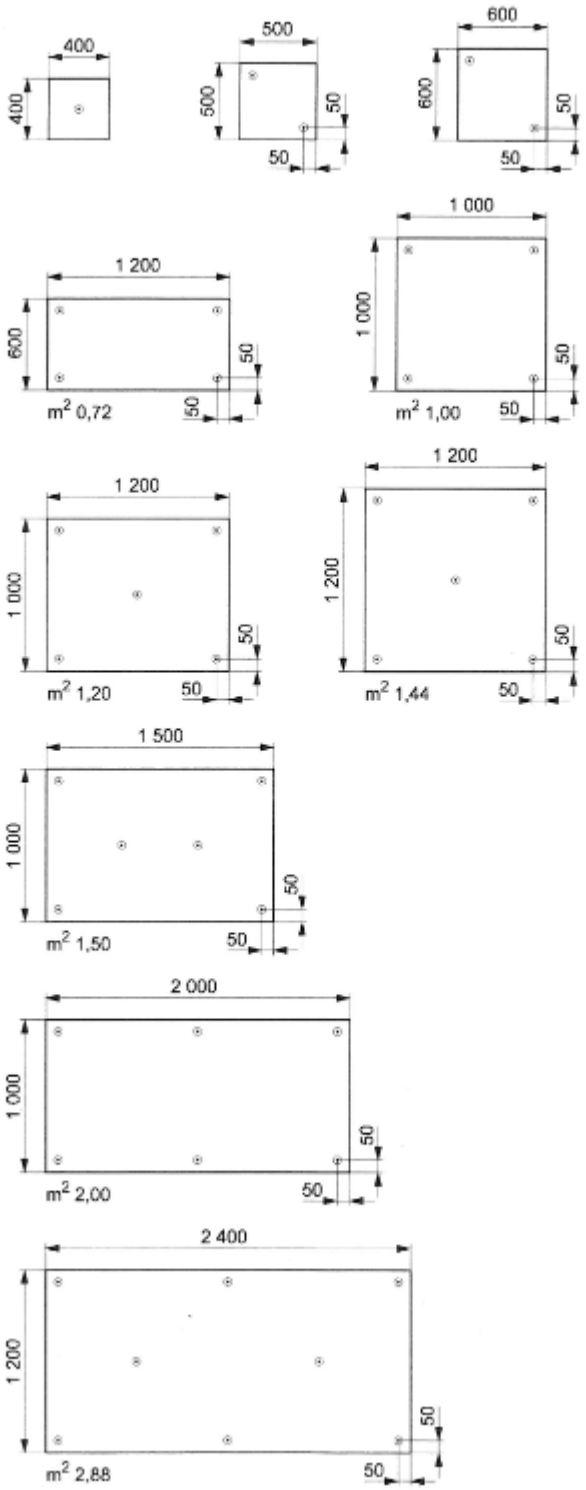
La figura 1 mostra un esempio di posizionamento dei fissaggi meccanici rispetto a pannelli termoisolanti.

Nota 1 Nella scelta del numero minimo di fissaggi è necessario tenere presente che all'aumentare della superficie del pannello termoisolante aumentano le mobilità differenziali igrotermiche in corrispondenza dei giunti e, di conseguenza, devono essere esaminate le interazioni con la membrana impermeabile. Il vincolo per adesione è maggiormente in grado di stabilizzare i pannelli termoisolanti.

Nota 2 Nello schema geometrico di posizionamento dei fissaggi non vengono riportati i pannelli con superficie superiore a 3 m^2, nel caso fossero utilizzati dovrà essere previsto un numero di fissaggi $\geq 3/\ m^2$ (sempre posizionati sugli angoli e centralmente rispetto alla superficie del pannello).

Nota 3 I pannelli che presentino una attitudine alla deformazione rispetto al proprio piano principale (imbarcamento) dovuti a meccanismi igrotermici devono essere stabilizzati. La stabilizzazione, quindi, può comportare un numero di fissaggio superiore a quelli strettamente connessi alle necessità in termini di resistenza all'azione del vento.

Figura 1 **Esempio di posizionamento dei fissaggi meccanici rispetto a pannelli termoisolanti con dimensioni più ricorrenti**



7.4 Adesione dell'elemento di tenuta su supporto con presenza di elemento termoisolante

Qualora presente un elemento termoisolante, tale elemento deve garantire una resistenza a trazione utile di calcolo (misurata secondo la UNI EN 1607) perpendicolare al proprio piano principale pari al valore di F_w moltiplicato per 10 volte.

L'adesione dell'elemento di tenuta all'elemento termoisolante e dell'elemento termoisolante al supporto (o allo strato di barriera al vapore) può essere realizzata con opportuno incollaggio a freddo o a caldo in adesione totale o parziale uniformemente distribuita, con una forza di adesione utile almeno superiore alla resistenza a trazione perpendicolare dell'elemento termoisolante.

Per un'opportuna stabilizzazione del sistema, la barriera/schermo al vapore deve essere sempre incollata al piano di posa in adesione totale o semi indipendenza per applicazioni particolari dove è previsto uno strato di diffusione al vapore.

9 ATTENZIONI PROGETTUALI

9.1 Vincolo dell'elemento termoisolante (eventualmente presente)

È necessario che l'elemento termoisolante sia vincolato al supporto così come indicato nel punto 6.4.

Le tipologie di vincolo possibili sono le seguenti:

- vincolo per adesione con incollaggio a caldo o a freddo. La dimensione massima dei pannelli termoisolanti, vincolati per sola adesione, non può superare i 125x125 cm;
- vincolo per zavorramento. La dimensione massima dei pannelli termoisolanti, vincolati per solo zavorramento o zavorramento più altri sistemi di vincolo (adesione e/o meccanico), non può superare i 125x250 cm;
- vincolo meccanico. Il vincolo degli elementi termoisolanti può avvenire per mezzo di idonei elementi di collegamento meccanico di tipo composito, costituiti da una placchetta (manicotto) associata a una vite o un tassello (con superficie complessiva 30 cm^2). Le placchette utilizzate per l'induzione possono essere considerate come vincolo meccanico per l'elemento termoisolante. La dimensione massima dei pannelli termoisolanti, vincolati solo meccanicamente o meccanicamente più altri sistemi di vincolo (adesione e/o zavorramento), non può superare i 125x250 cm.

Nel caso di vincolo meccanico, il sistema di fissaggio (placchetta/manicotto - tassello/asta di fissaggio o per induzione), posto al di sotto dell'elemento di tenuta deve possedere caratteristiche tali da non danneggiare il sovrastante elemento di tenuta, in tutte le condizioni di carico d'esercizio previste. Inoltre l'elemento di tenuta non deve potere essere danneggiato dal sistema di vincolo per azioni dovute al pedonamento di operatori sia in fase di esecuzione che di manutenzione.

In presenza di elemento termoisolante deformabile è necessario l'impiego di fissaggi con placchetta vincolata sotto testa o l'utilizzo di fissaggi meccanici composti di vite - manicotto in modo da evitare il rischio di punzonamento dell'elemento di tenuta soprastante da parte dell'asta del fissaggio. Tale precauzione è altresì necessaria nel caso di utilizzo di elementi termoisolanti che non garantiscano adeguate prestazioni:

- stabilità fisico chimica geometrica alle condizioni termoigrometriche di esercizio;
- la resistenza a compressione del 10% della deformazione (UNI EN 826), misurata su elementi isolanti semplici o compositi, deve essere maggiore o uguale a 150 KPa su superfici calpestabili in fase di esecuzione e/o esercizio, cioè con pendenza inferiore o uguale a 40°.

Diversamente sarà necessario utilizzare fissaggi a placchetta vincolata sotto testa o con fissaggi meccanici composti da vite – manicotto.

Le prestazioni di cui sopra sono finalizzate ad evitare il rischio di punzonamento dell'elemento di tenuta soprastante da parte dell'asta del fissaggio dovuto al pedonamento durante le fasi di posa e di manutenzione della membrana. Esse non sono comunque in nessun modo indicative rispetto ad ulteriori prestazioni previste per l'elemento termoisolante nell'ambito del sistema di copertura realizzato:

- la placchetta/manicotto, deve essere nervata o comunque dotata di rigidità tale da evitare sue deformazioni e comprimere l'elemento termoisolante penetrandolo leggermente. La tipologia della placchetta dipende dal tipo di elemento da vincolare: è necessario verificare la documentazione tecnica dello specifico prodotto;
- l'elemento di collegamento (placchetta/tassello), a corpo composito o a corpo unico, deve essere configurato in modo tale da non danneggiare il sovrastante elemento di tenuta in tutte le condizioni di carico d'esercizio previsto;
- il tassello o altro elemento di fissaggio deve essere compatibile con il supporto di ancoraggio;
- il sistema di fissaggio, in tutte le sue componenti, deve essere compatibile con gli elementi o strati con cui può venire a contatto e con la metodologia di posa dell'elemento di tenuta;
- il bordo della placchetta deve essere sempre posizionato ad una distanza minima di 5 cm dall'accostamento degli elementi termoisolanti;

- particolare cura deve essere posta nella scelta del materiale termoisolante, in particolare riguardo la sua stabilità dimensionale nelle condizioni termoigrometriche previste dal progetto e in esercizio (stabilità dimensionale e deviazione della planarità) rispetto alla normativa UNI EN 825, con deviazione massima della planarità pari a 5 mm per superfici dell'elemento termoisolante inferiori a 0,75 m^2 e 10 mm per superfici dell'elemento termoisolante superiori a 0,75 m^2.

Per elementi di tenuta con membrane flessibili in bitume polimero (per tutte le metodologie di posa) e per elementi di tenuta con membrane flessibili sintetiche (solo se posate in totale o semiaderenza), valgono le seguenti indicazioni di carattere generale:

- la direzione principale degli elementi termoisolanti deve essere perpendicolare rispetto alla direzione di posa dell'elemento di tenuta. Saranno comunque accettabili direzionalità dei pannelli in senso longitudinale ai teli delle membrane, in situazioni particolari e/o localizzate e/o per esigenze in fase esecutiva;

Nota Alcuni esempi sono: linee perimetrali interne e/o esterne, linee di colmo e conversa, giunti strutturali e nel sistema di collegamento delle testate dei teli mediante inserimento di teli singoli intervallati, posati trasversalmente, rispetto ai teli della superficie corrente della copertura (vedere figura 4).

- per favorire il deflusso delle acque verso le linee di compluvio, in modo da incontrare meno giunzioni possibili tra teli, la direzione di posa delle membrane costituenti l'elemento di tenuta dovrebbe essere, preferibilmente, longitudinale alla direzione della pendenza della copertura, fatti salvi i vincoli di direzionalità dei teli dovuti al supporto strutturale sottostante, quando è di tipo frazionato, come è indicato più avanti;
- elementi termoisolanti posati con vincolo d'incollaggio, sotto elemento di tenuta posato anch'esso con vincolo d'incollaggio o fissaggio meccanico, devono essere posati con lati lunghi sfalsati di circa mezzo pannello termoisolante a "quinconce" e con direzionalità perpendicolare a quella dei teli delle membrane impermeabili (vedere figure 5 e 6); nel caso di utilizzo di elementi termoisolanti posati in più strati il loro posizionamento deve avvenire sfalsando i giunti dell'elemento termoisolante fra gli strati soprastanti. Per i pannelli di forma rettangolare lo sfalsamento è indicativamente di circa 1/4 rispetto al lato lungo di circa 1/2 rispetto al lato corto (vedere figura 7); Per i pannelli di forma quadrata lo sfalsamento è indicativamente di circa 1/4 rispetto al lato direzionato sfalsato a quinconce e di circa 1/2 rispetto all'altro lato (vedere figura 8). Si noti che i pannelli termoisolanti, se di forma rettangolare, possono essere anche posati a spina di pesce e, di conseguenza, l'elemento di tenuta potrà, in questo caso, essere posato in qualunque direzione (vedere figura 9);

- in presenza di supporto strutturale frazionato con elementi giustapposti (tegoli o pannelli prefabbricati cementizi, lamiere grecate semplici o composite, pannelli in legno semplici o compositi, ecc.), la posa degli elementi termoisolanti deve avvenire con direzione principale di posa perpendicolare alla direzione dei giunti di accostamento o sovrapposizione fra degli elementi costituenti il supporto strutturale. In questo caso è consigliabile la posa di pannelli termoisolanti rettangolari con la metodologia a "spina di pesce", con elemento di tenuta sempre posato trasversalmente alla direzione dei giunti del supporto strutturale frazionato (vedere figura 10 e 11). La direzione di posa delle membrane costituenti l'elemento di tenuta, in questo caso, se necessario, può essere anche trasversale alla direzione di pendenza della copertura;
- anche in presenza di strato barriera o schermo vapore, i pannelli degli elementi termoisolanti costituenti l'elemento termoisolante devono essere posati a "ponte" rispetto agli accostamenti degli elementi prefabbricati;
- in caso di variazioni altimetriche fra elementi in conglomerato cementizio giustapposti (tegoli prefabbricati o elementi affini) maggiori di 15 mm, sotto le varie situazioni di carico, è necessario ripristinare la complanarità superficiale apportando riempimenti con materiali o elementi idonei.

Nei sistemi di fissaggio su supporto di base frazionato realizzato in tegoli prefabbricati occorre tener conto dello spessore minimo del supporto di base stesso per evitare che, per forature troppo profonde, si stacchino delle rose di calcestruzzo al loro intradosso.

Nel caso di posa su lastre grecate, il bordo dell'elemento deve sempre appoggiarsi sulla sommità dello stesso elemento e non essere mai a sbalzo.

Nel caso di posa di elementi termoisolanti su elementi grecati o simili, lo spessore minimo dell'elemento isolante deve essere maggiore o uguale alla larghezza al vuoto di greca e, in ogni caso, la larghezza massima del vuoto di greca non superiore a 7 cm.

Nel caso di vuoti di greca di dimensioni superiori dovrà essere adottato il riempimento di greca o la posa di uno strato di distribuzione del carico quali ad esempio pannelli rigidi.

Nota Si sottolinea che, secondo quanto riportato al punto 5.2.1, il fissaggio meccanico su lamiera grecata può essere soggetto a "estrazione del fissaggio per sollecitazioni del vento sulla membrana". Tale rottura riguarda i sistemi di fissaggio filettati: può avvenire che se lo spessore della lamiera è troppo ridotto (inferiore a 0,75 mm nominali) il fissaggio si sviti. E' necessario per questo verificare che il fissaggio filettato scelto sia idoneo all'applicazione, oppure definire un fissaggio tipo rivetto cosiddetto "a fiore largo" (figura A.1).

Nel caso di fissaggio dell'elemento termoisolante su pannelli sandwich il fissaggio scelto deve attraversare l'intero pannello. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta del fissaggio considerata la particolarità del supporto.

UNI 8178-2 Edilizia – Coperture – Parte 2: Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e indicazioni progettuali per la definizione di soluzioni tecnologiche

5.4.6.1 Comportamento meccanico

Il progettista deve individuare un materiale termoisolante idoneo (qualora lo stesso sia posizionato all'intradosso dell'elemento di tenuta, anche se non direttamente a contatto) affinché la sua variazione di spessore, durante la fase di esecuzione e di esercizio, rimanga nei limiti di 2 mm (per spessori fino a 100 mm) e nei limiti di 3 mm (oltre i 100 mm), utilizzando come base di calcolo la metodologia di prova contenuta nella UNI EN 826. La verifica deve essere effettuata considerando tutti i carichi di progetto permanenti e variabili distribuiti o concentrati previsti sopra l'elemento di tenuta.

Nota Quanto sopra espresso può essere richiesto al fabbricante o ottenuto mediante prove sperimentali.

Si specifica che i valori di massima variazione di spessore indicati nel presente punto sono da considerarsi quali valori di calcolo e non quali valori utili per verifiche di cantiere.

In ogni caso, l'elemento di distribuzione del carico deve avere una superficie minima di appoggio effettivo pari a 160 cm^2, non deve avere spigoli vivi e avere un lato con dimensione minima non minore di 10 cm.

5.4.6.2 Stabilità dimensionale

La stabilità dimensionale di un elemento termoisolante costituisce una caratteristica funzionale importante da valutare opportunamente per le coperture individuate dal punto 6.4 della UNI 11442 e, in particolare, quelle appartenenti allo schema funzionale con elemento termoisolante posto sotto l'elemento di tenuta, detto "tetto caldo", senza strati di pavimentazione o zavorramento, cioè in quelle situazioni ad esempio (figura 7) ove l'elemento termoisolante, oltre a fungere da supporto e l'elemento di tenuta potrebbero raggiungere temperature elevate sotto l'azione della radiazione solare.

Un elevato movimento dell'elemento termoisolante, (non vincolato secondo la UNI 11442), potrebbe indurre, a sua volta, un conseguente movimento dell'elemento di tenuta, ove questo sia posto in adesione, con possibile formazioni di lesioni di quest'ultimo.

In particolare, in aggiunta alla irradiazione solare, costituiscono fattori critici le seguenti variabili:

- l'inadeguato vincolo dell'elemento termoisolante al supporto;
- la temperatura e l'umidità nell'elemento termoisolante;
- il colore scuro dell'elemento di tenuta.

Il progettista deve individuare un materiale termoisolante idoneo affinché la sua variazione di spessore, durante la fase di esecuzione e di esercizio, rimanga nei limiti più restrittivi indicati per ciascun materiale dalla specifica norma di prodotto, secondo i parametri DS (ai sensi della UNI EN 1604) e/o (per materiali plastici) DLT (ai sensi della UNI EN 1605) e quanto previsto dalla UNI 11442.

Le parti delle norme sopra riportate evidenziano le prove e i dati a cui i materiali isolanti devono rispondere.

Per supportare a quanto richiesto è stata effettuata una campagna di prove riportata in capitolo 4.

4. LA RICERCA DI AIPE, CARATTERISTICHE DELL'EPS DA PROVE DI LABORATORIO, PER L'UTILIZZO IN COPERTURE CONTINUE

AIPE, per supportare tutte le tipologie previste dall'utilizzo dell'EPS nelle coperture continue, ha commissionato un pacchetto di prove sperimentali presso un laboratorio accreditato.
Sono stati sottoposti a prove specifiche polistireni espansi bianchi e a conducibilità migliorata, con spessori differenti e con rivestimenti realizzati con diversi materiali.
Le prove fanno riferimento a quattro procedure, di cui tre normate e una non normata:

- Prove secondo UNI EN 1604 Isolanti termici per edilizia – Determinazione della stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e di temperatura
- Prove secondo UNI EN 1605 – Isolanti termici per edilizia – Determinazione della deformazione in condizioni specificate di carico di compressione e di temperatura
- Prove secondo UNI EN 12430 – Determinazione del comportamento sotto carico concentrato
- Prove di irraggiamento con pannello a lampade.

Non vengono riportati i risultati puntuali di tutte le prove effettuate, in quanto sono di riferimento per le schede tecniche delle aziende che producono i manufatti necessari per realizzare le applicazioni.
Si riportano invece le tipologie dei materiali sottoposti a prova in modo da permettere ai progettisti di interagire direttamente con l'Associazione nel caso in cui vi sia la necessità di approfondire alcuni aspetti specifici.

		EPS 150 *EN13163*	**XPS 300** *EN13164*	**P.I.R.** *EN13165*	**MW 70** *EN 13162*
Conducibilità termica - λ_D [W/mK]	EN 12667	0,031÷ 0,034	0,032 ÷ 0,037	0,022 ÷ 0,028	0,039
Massa volumica - ρ [kg/m^3]	EN ISO 845	22÷ 25	27÷33	36 ÷ 45	150 - 170
Resistenza alla compressione al 10% σ_{10} [KPa]	EN 826	≥ 150	250 ÷ 300	140 ÷ 150	≥ 70
Carico a compressione corrispondente al 2 % di deformazione - σ_2 [KPa]	EN 1606	≥ 45	≥ 110	> 50	**
Stabilità dimensionale – DS (70,90)	EN 1604	1	5	4	**
Resistenza al carico concentrato	EN 12430	3,0 mm F=1000N	**	**	5,0 mm Fp= 800 N
Resistenza trazione σ_{mt} [KPa]	EN 1607	150	**	≥ 35	≥ 15
Resistenza a flessione [KPa]	EN 12089	≥ 200	**	**	**
Assorbimento *d'acqua a lungo termine (28 giorni)*	EN 12087	WL (T) ≤ 5 % WL (P) ≤ 0,5 %	WL (T) = 0,7	WL (T) = 2	WL (P) < 3 kg/m^2
Assorbimento *d'acqua a breve termine (24 ore)* - W_{lp} [kg/m^2]	EN 1609	≤ 0,5	**	< 0,2	< 1
Reazione al fuoco	EN 13501	Euroclasse E (Kit Etics B S_1 d0)	Euroclasse E	Euroclasse E	A1/A2
Temperatura limite utilizzo		-50 °C ÷ 75°C *Per brevi periodi possono sopportare anche temperature fino a + 100° C o equivalenti alla temperatura del bitume fuso.*	-50 °C ÷ +75°C	-40°C ÷ +110 °C *Per brevi periodi possono sopportare anche temperature fino a + 200° C o equivalenti alla temperatura del bitume fuso.*	1000°C
Calore specifico - C_p [J/kg°K]	EN 10456	1450	1450	1453	1030
Resistenza al vapore μ	EN 12086 / valori tabellari norma prodotto	50	50 ÷ 100	125	1

	Stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e di temperatura - UNI EN 1604	Deformazione in condizioni specificate di carico di compressione e di temperatura - UNI EN 1605	Determinazione del comportamento sotto carico concentrato UNI EN 12430	Prova di irraggiamento	UNI EN 826
EPS 80 BIANCO		X			X
EPS 100 BIANCO		X	X		X
EPS 150 BIANCO	X	X	X		X
EPS 150 GRIGIO	X				
LANA DI ROCCIA KPA 50					X
LANA DI ROCCIA KPA 70			X		X
EPS 100 BIANCO + MEMBRANA PE 3 mm			X		
EPS 150 BIANCO + MEMBRANA PE 3 mm			X		
EPS 200 BIANCO + MEMBRANA PE 3 mm			X		
EPS 100 BIANCO + LAMIERA ZINCATA 6/10			X		
EPS 150 BIANCO + LAMIERA ZINCATA 6/10			X		
EPS 200 BIANCO + LAMIERA ZINCATA 6/10			X		
EPS 150 BIANCO - 50 mm + MEMBRANA				X	
EPS 150 BIANCO - 150 mm + MEMBRANA				X	
EPS 150 GRIGIO - 50 mm + MEMBRANA				X	
EPS 150 GRIGIO - 150 mm + MEMBRANA				X	
EPS 150 BIANCO - 150 mm + MEMBRANA				X	
EPS 150 GRIGIO - 150 mm + MEMBRANA				X	

** = non disponibili

5. I MATERIALI ISOLANTI NON SONO TUTTI UGUALI; LA SCELTA CORRETTA PER L'UTILIZZO PREVISTO

Una fase importante della progettazione è rappresentata dalla scelta dei materiali da utilizzare nell'opera da realizzare. Non si sono superati ancora gli stereotipi che vengono trascinati dalle abitudini e dalle tradizioni, l'edilizia presenta una forte inerzia e i cambiamenti sono normalmente scanditi dalle imposizioni legislative.
Gli ultimi anni presentano però un'attenzione sempre più spiccata all'innovazione e alla qualità.
Merito probabilmente delle norme, della costante e continua formazione da parte di enti terzi non coinvolti in una attività commerciale diretta e della marcatura CE, i progettisti approfondiscono le argomentazioni che li coinvolgono per la responsabilità diretta e per le ricadute possibili.
La scelta dei materiali, a parte le questioni estetiche e di costo, rappresenta un'attività complessa che vede il coinvolgimento delle prestazioni, della posa in opera e l'interazione con il contesto costruttivo.

L'attenzione viene rivolta, in questa sede, ai materiali isolanti che oggi rappresentano l'elemento demarcante in molte situazioni.
La scelta oggi viene effettuata non solo canalizzando le caratteristiche prestazionali, ma sempre più gli aspetti ambientali e dell'economia circolare che il materiale evidenzia.
Inoltre in un'analisi dell'attuale situazione vengono identificati materiali differenti che coesistono in un unico edificio, questo dovuto al fatto che i materiali non sono tutti uguali ed equivalenti.
Si deve anche sottolineare che ogni materiale presenta caratteristiche specifiche presentando a volte in un numero limitato di tipologie e a volte un notevole numero di quest'ultimo.
Quest'ultimo caso è rappresentato dall'EPS, che con un solo polimero e tecnologia, viene prodotti in numero elevato di tipologie.

Solo la semplice analisi della norma di prodotto permette di riassumere le variabili più importanti:

EPS:	per applicazioni sotto carico agente esterno
EPS S:	per applicazioni senza carico agente esterno
EPS SD:	per applicazioni senza carico agente esterno con proprietà acustiche
EPS T:	per applicazione a pavimento
MULTISTRATO:	prodotti realizzati con più strati dello stesso materiale
COMPOSITO:	prodotti con rivestimenti e/o finiture parte sopra al materiale
FORME PREVISTE:	blocchi, lastre, rotoli
PROPRIETA' TERMICHE:	prodotti con e senza additivi per il miglioramento delle proprietà termiche
REAZIONE AL FUOCO:	prodotti con e senza additivi autoestinguenti
TIPI:	da EPS 30 a EPS 500 definiti mediante la resistenza a compressione in KPa con deformazione al 10%

Ogni tipo presenta differenti valori di assorbimento all'acqua, permeabilità al vapore, resistenza alla flessione al taglio.
La reazione al fuoco viene inoltre determinata con la presenza dei rivestimenti o finiture presentando classi differenti dal materiale nudo.
Certamente ogni materiale evidenzia caratteristiche peculiari, ma altrettanto vero è che uniformare la scelta con un unico materiale assolve ad un obbligo ormai inderogabile: la gestione ambientale della demolizione dell'edificio.
Oggi la demolizione, o più semplicemente la manutenzione, è quasi più impegnativa della costruzione.
Tutti insieme appassionatamente non paga più.
La demolizione selettiva è entrata negli appalti e prevederne le modalità è un obbligo per i CAM – GPP.
La costante richiesta da parte dei progettisti è la comparazione prestazionale e la conseguente definizione materica, ma questo approccio non sempre è possibile.
Alcune volte è invece attuabile ad es. quando si confrontano i materiali per applicazione e per le azioni applicate.

Quindi affermare che un materiale possiede un valore di conducibilità basso o elevato non permette di prendere una decisione di scelta.
Quindi vengono riportate le caratteristiche principali dei materiali isolanti più utilizzati nel mercato nazionale:

TABELLA COMPARATIVA DI DATI SIGNIFICATIVI DEI MATERIALI DESTINATI ALLA COIBENTAZIONE DELLE COPERTURE ED IMPERMEABILIZZATI CON MEMBRANE FLESSIBILI
VALORI DOVE POSSIBILE RICAVATI CON LO STESSO METODO DI PROVA

		EPS 150	**XPS 300**	**PIR**	**MW 70**	
Lambda	EN 12667	0,033-0,035	0,032/0,038	0,022/0,028	0,039	
Kg/mc		23-25	30	36/45	140-190	
Compressione 10%	EN 826	150	250/300	150	70	
Compressione 2 %	EN 1606	50	100/130	50	**	
Stabilità dimensionale	EN 1604	1	5	2 – 6	**	
Carico concentrato	EN 12430	3,5	**	**	11	
Resistenza trazione	EN 1607	200	300	30/40	15	
Resistenza a flessione	EN 12089	200	250	**	**	
Assorbimento	EN 12087	3	0,7	2	3	
Assorbimento	EN 1609	0,5	0,2	0,2	1	
Reazione al fuoco	EN 13501	E/B	E/B	F/E/B	A1	
Temperatura limite utilizzo		75	75	110	1000	
Calore specifico	EN 10456	1450	1450	1500	1030	

** = non disponibili

NOTA: i valori riportati relativi alla prova EN 12430 rappresentano la deformazione al carico di 1000 N ricavata dalla curva sforzo-deformazione nel punto critico di variazione della stessa

6. PRESENTAZIONE AIPE

L'**AIPE** è **l'Associazione Italiana Polistirene Espanso** costituita nel 1984 per promuovere e tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e per svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio.
Fanno parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee.
Un gruppo di soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.

L'EPS è un polimero resistente, versatile, leggero e sicuro per chi lo lavora e per l'utente finale. Mantiene inalterate nel tempo le sue eccellenti proprietà isolanti che, unite ad un rapporto costo/beneficio altamente competitivo sia dal punto di vista ambientale che economico, lo rendono la migliore soluzione per l'isolamento termico e acustico in edilizia e per l'imballaggio di prodotti alimentari, industriali, orto-frutticoli e farmaceutici.

Utilizzando vari strumenti (libri, CD, documenti, convegni, corsi, sito Web, contatti diretti), e collaborando all'attività normativa e legislativa per i settori della termica, ambiente, riciclo, acustica, fuoco, l'associazione si pone inoltre come punto di riferimento qualificato e fonte di formazione e informazione per tutti gli attori del mercato, aziende, utenti, progettisti, nonché per i media e per l'opinione pubblica.

I principali obiettivi di AIPE sono sostenere e promuovere l'EPS di qualità attraverso molteplici attività svolte ogni anno con il prezioso sostegno delle aziende associate divise per specifici Gruppi di Lavoro (Cappotto, SAAD Sistemi costruttivi in EPS ad armatura diffusa, Sistemi e Componenti per l'Edilizia, Macchine e Imballaggio).

Via Marcantonio Colonna, 46 – 20149 Milano
Tel. + 39 02 33 60 65 29

e-mail: aipe@epsass.it – www.aipe.biz

A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno all' ***EUMEPS***
European Manufacturers of Expanded polystyrene