

Stratigrafia di una copertura

INDICE

Stratigrafia di una copertura	3
--------------------------------------	----------

Elemento portante	4
--------------------------	----------

Le opere accessorie	4
----------------------------	----------

La barriera al vapore	5
------------------------------	----------

Isolamento termico	8
---------------------------	----------

Tetto caldo e tetto freddo	8
----------------------------	----------

Isolamento termico nel tetto caldo	8
------------------------------------	----------

THERMOBASE e ISOBASE	9
----------------------	----------

Posa dell'isolante	10
--------------------	-----------

Collegamento dell'isolante termico alla barriera al vapore e/o supporto	10
-------------------------------------------------------------------------	-----------

Manto impermeabile	11
---------------------------	-----------

Il manto impermeabile a vista	11
-------------------------------	-----------

Costituzione del manto impermeabile	15
-------------------------------------	-----------

Collegamento al supporto	15
--------------------------	-----------

Collegamento del manto impermeabile al supporto (coperture)	18
-------------------------------------------------------------	-----------

La protezione del manto	19
--------------------------------	-----------

La durata delle membrane bitume distillato polimero	19
-----------------------------------------------------	-----------

Ricerca svizzera sulla durata del manto impermeabile dei tetti piani	19
----------------------------------------------------------------------	-----------

Ricerca inglese sulla durata del manto impermeabile dei tetti piani	20
---------------------------------------------------------------------	-----------

Conclusioni	22
-------------	-----------

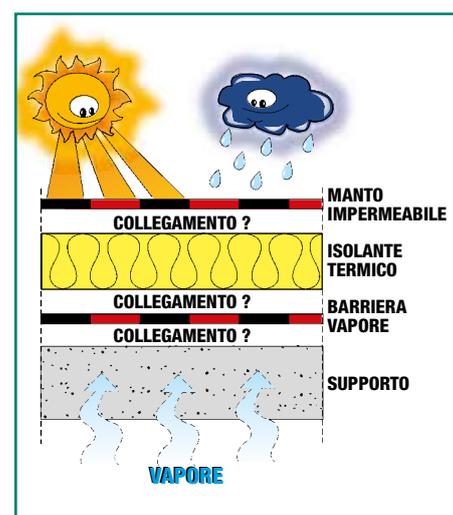
Attualità della ricerca	23
-------------------------	-----------

Dettagli	19
-----------------	-----------

STRATIGRAFIA DI UNA COPERTURA

Una copertura tipo è costituita dai seguenti elementi principali.

- **Elemento portante o supporto di copertura** che può essere:
 - cementizio (calcestruzzo gettato in opera o misto laterocemento, pannelli in cls prefabbricati) che può essere rivestito da una cappa cementizia anche alleggerita di spessore variabile che serve per formare la minima pendenza necessaria al deflusso dell'acqua piovana in tetti piani;
 - legno, listoni accostati o pannelli di agglomerati di legno di vario tipo;
 - metallico, in lamiera grecata.
- **Barriera al vapore o schermo al vapore** costituita generalmente da una membrana bitume distillato polimero che è presente nella stratigrafia se è previsto un isolamento termico e che ha la funzione di proteggerlo dall'umidità che proviene dall'ambiente interno. INDEX produce una serie di membrane resistenti alla migrazione del vapore acqueo che assolvono questa funzione. Un isolante inumidito infatti non isola più e può subire alterazioni tali da deformarlo.
- **Isolamento termico** di natura fibrosa o cellulare, in genere si usano pannelli di fibra di vetro o di roccia, polistirolo espanso, vetro cellulare, agglomerati di perlite e fibre cellulosiche, ecc. INDEX produce l'isolante **THERMOBASE**, un isolante in listelli già accoppiato ad una membrana bitume distillato polimero. L'isolante non sempre è presente ma nell'edilizia moderna ha ormai raggiunto una grande diffusione. Serve per contenere il consumo energetico, limitare le dilatazioni della struttura portante, evitare la condensa sulle pareti fredde.
- **Manto impermeabile** è costituito da una membrana bitume distillato polimero con sovrapposizioni saldate in opera, è pertanto un elemento continuo che protegge il tetto dalle intemperie anche se questo non è in pendenza, necessaria invece per i tetti rivestiti con tegola o altri elementi discontinui. INDEX è una delle maggiori società al mondo produttrice di membrane bitume distillato polimero per il rivestimento di tetti e anche per opere di genio civile.
- **Protezione del manto** non è strettamente necessaria, né sempre presente ma se il tetto piano è adibito a terrazza, per il pedonamento, è necessario posare una pavimentazione sul manto. Lo stesso se il tetto è adibito a parcheggio. Spesso si usa proteggere il manto con strati di ghiaia anche se questo sistema che comporta un aggravio dei costi della struttura portante è sempre meno usato. Entrambi i sistemi vengono definiti "protezioni pesanti". Spesso invece il manto è a vista, allora può essere verniciato con pitture oppure la membrana a finire ha già incorporato una protezione superficiale in scagliette di ardesia, detta "autoprotezione" e sono le membrane INDEX della serie **MINERAL**.
- **Opere accessorie**: muretti perimetrali, lucernari, pluviali di scarico, canali di gronda, cornici, ecc. che sono basilari per il buon funzionamento del tetto e vanno accuratamente progettate ed eseguiti.



Strati diversi, ma associati nello stesso sistema interagiscono tra loro poiché si muovono diversamente al variare della temperatura, pertanto è basilare limitare i movimenti attraverso la buona progettazione e la corretta esecuzione dei collegamenti e dei dettagli e l'accurata scelta dei componenti.

La diversa natura degli strati influisce anche sulla resistenza meccanica degli strati adiacenti. Un manto impermeabile, ad esempio, presenta una diversa resistenza al punzonamento se applicato su calcestruzzo, invece che su un isolante in fibra minerale.

Le dimensioni di un pannello isolante che subisce variazioni dimensionali consistenti al variare della temperatura, dovranno essere più contenute rispetto a quelle di un altro isolante più stabile.

Le problematiche sopraelencate come esempio fanno concludere che sebbene INDEX riporti di seguito un insieme di suggerimenti di ordine generale, la molteplicità delle problematiche delle soluzioni tecnologiche è tale che non può esimersi il progettista e l'esecutore della stratigrafia della copertura da una attenta valutazione che va fatta caso per caso e sotto l'esclusiva responsabilità degli stessi.

ELEMENTO PORTANTE

È il piano di appoggio della stratigrafia di copertura, è l'elemento che ha la funzione di resistere senza deformazione ai carichi permanenti e ai sovraccarichi dovuti alla destinazione d'uso, alla manutenzione, ai fattori climatici come neve, pioggia, vento, ecc.

La superficie di posa e la pendenza

L'elemento portante costituisce la superficie di posa degli strati sovrastanti, i quali, salvo casi particolari sono strati a spessore costante. Spetta quindi l'elemento portante garantire la pendenza necessaria per il deflusso dell'acqua piovana.

Se nei casi dei tetti inclinati e nel caso dei tetti in metallo o legno, ciò non costituisce un problema, nel caso del tetto piano cementizio, poiché anche l'elemento portante è piano, tale funzione viene assolta da una cappa cementizia sia normale che alleggerita stesa in spessore variabile sull'elemento portante, delimitando sul tetto una serie di zone non superiori a 500 m² a una o più pendenze ciascuna asservita ad un pluviale di scarico di sezione proporzionata all'area interessata.

La superficie di posa deve essere liscia e su di una superficie cementizia non si dovrebbero rilevare avvallamenti superiori ad 1 cm sotto una stessa di 2 m, appoggiata sul piano, né superiore a 3 mm usando un regolo da 20 cm. I dislivelli fra elementi di un tavolato in legno non devono superare i 2 mm. Le linee di accostamento di elementi prefabbricati vanno isolate con fasce di "Pontage" poste a cavallo delle stesse.

Prima di applicare la membrana si dovrà attendere che i piani di posa cementizi gettati in opera si asciughino, il tempo è variabile in funzione del clima da 8 giorni a 3 settimane.

Per proteggere i solai in legno dall'azione della fiamma, prima della posa della membrana, deve essere chiodato il foglio **ROLLBASE** oppure si impiegano le membrane autoadesive **INDEX**, della serie **SELFTENE**, che si posano senza l'uso della fiamma.

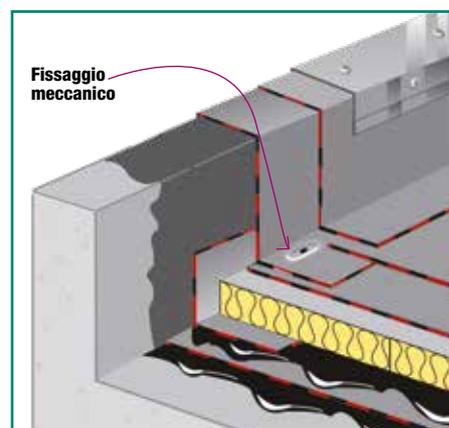
Il progettista della copertura ha il compito di verificare e tenere conto degli strati successivi posti sull'elemento portante conformandolo in modo da poterlo rivestire senza improvvisazioni di cantiere.

LE OPERE ACCESSORIE

I camini, i muri perimetrali, i lucernari, gli scarichi, sono tutte opere accessorie che vanno accuratamente progettate prima dell'esecuzione dell'opera, considerando anche le esigenze di collegamento e rivestimento del manto impermeabile.

È necessario che fra un'opera e l'altra ci sia sufficiente spazio per eseguire il lavoro e successivamente ispezionarlo.

Nelle pubblicazioni **INDEX** denominate "Capitolati Tecnici" è possibile rilevare alcune indicazioni di massima.



LA BARRIERA AL VAPORE

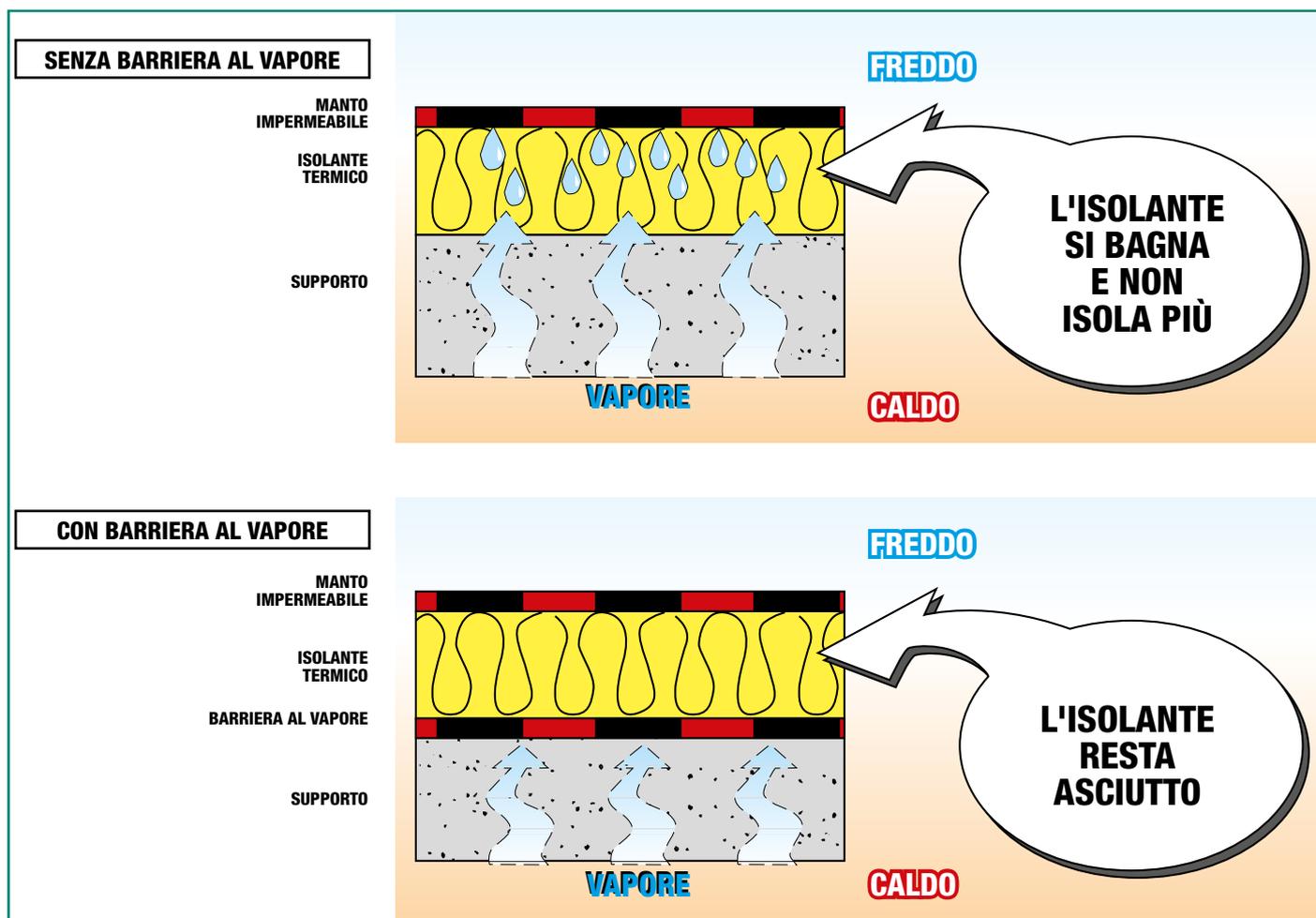
La barriera al vapore ha il compito di proteggere l'isolante termico dal vapore che proviene dall'interno dell'edificio e come regola va posta sulla faccia "calda" dell'isolante.

Ha quindi ragione di esistere in quei climi dove si alternano stagioni estive ed invernali con temperature inferiori agli 0°C e dove quindi viene usato il riscaldamento.

Nei climi equatoriali non serve perché è l'ambiente interno ad essere più freddo dell'esterno, ed in questo caso il vapore tende ad entrare nell'isolante dall'esterno. Negli altri climi invece viene comunemente impiegata e sempre posizionata sotto l'isolante termico.

In linea teorica dovrebbe essere impermeabile al vapore almeno quanto lo è il manto impermeabile, ma la pratica ha dimostrato che se l'ambiente sottostante non è particolarmente umido, una membrana in bitume distillato polimerico da 3 mm di spessore offre una protezione sufficiente, tipo **DEFEND**.

Nel caso di ambienti con umidità superiori all'80% a 20°C, la membrana sarà rinforzata anche con una lamina di alluminio, tipo **DEFEND ALU** e altre diverse tipologie **INDEX** armate con lamina di alluminio. Nel caso il livello di umidità sia costante ed in climi freddi, sotto la barriera sarà opportuno prevedere uno strato diffusore, tipo **VAPORDIFFUSER**.



Costituzione della barriera al vapore e collegamento della stessa al supporto

Di seguito, nella tabella, sono elencati i sistemi di collegamento consigliati; quanto riportato contempla i casi più comuni, ma ciò non esime da una attenta valutazione che deve essere fatta caso per caso sotto l'esclusiva responsabilità del progettista della copertura.

BARRIERA AL VAPORE SU SUPPORTO CEMENTIZIO SOTTO MANTO CON PROTEZIONE PESANTE

	TRADIZIONALE	INNOVATIVA BIADESIVA A FREDDO	INNOVATIVA A FIAMMA
	<ul style="list-style-type: none"> Barriera vapore posata a fiamma Isolante incollato con bitume ossidato fuso 	<ul style="list-style-type: none"> Barriera vapore posata "a freddo" Isolante incollato "a freddo" 	<ul style="list-style-type: none"> Barriera vapore posata a fiamma Isolante incollato a fiamma
Barriera al vapore su coperture di ambienti a bassa umidità (umidità relativa <80% a 20°C)	A DEFEND aderente a fiamma sotto isolante incollato (¹)	C SELFTENE BV HE BIADESIVO aderente a freddo sotto isolante incollato (²)	E TECTENE BV STRIP EP incollato a fiamma sotto isolante incollato (³) PROMINENT incollato a fiamma sotto isolante incollato (⁴)
Barriera al vapore su coperture di ambienti ad elevata umidità (umidità relativa ≥80% a 20°C)	B DEFEND ALU POLIESTERE (⁴) per punti a fiamma sotto isolante incollato (¹)	D SELFTENE BV HE BIAD. ALU POL. aderente a freddo sotto isolante incollato (²)	F TECTENE BV STRIP EP ALU POL. incollato a fiamma sotto isolante incollato (³) PROMINENT ALU POL. incollato a fiamma sotto isolante incollato (⁴)

(¹) Isolante incollato con bitume ossidato fuso. Su DEFEND verranno scelti: pannelli isolanti resistenti al calore e THERMOBASE PUR, ISOBASE PUR.

(²) Isolante incollato a freddo sulla faccia superiore autoadesiva della barriera vapore. Su SELFTENE BV HE BIADESIVO si possono incollare: i pannelli in polistirene espanso, poliuretano e THERMOBASE/ISOBASE PSE, THERMOBASE/ISOBASE PUR.

(³) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle strisce termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. Su TECTENE BV STRIP EP si possono incollare: i pannelli in poliuretano e THERMOBASE/ISOBASE PUR. Si possono incollare i pannelli in polistirene espanso e THERMOBASE/ISOBASE PSE impiegando però in questo caso manodopera adeguatamente addestrata.

(⁴) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle bugne termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. L'incollaggio a fiamma su PROMINENT va riservato agli isolanti termici resistenti al calore, THERMOBASE/ISOBASE PUR.

Le membrane DEFEND, TECTENE BV STRIP EP e PROMINENT vanno incollate a fiamma su mano di primer INDEVER o ECOVER.

Le membrane SELFTENE BV HE BIADESIVO vanno incollate a freddo su mano di primer INDEVER PRIMER E.

Nota. Per l'incollaggio di tutte le tipologie di THERMOBASE e di ISOBASE consultare la tabella di pag. 10.

BARRIERA AL VAPORE SU SUPPORTO CEMENTIZIO SOTTO MANTO A VISTA

	TRADIZIONALE	INNOVATIVA BIADESIVA A FREDDO	INNOVATIVA A FIAMMA
	<ul style="list-style-type: none"> Barriera vapore posata a fiamma Isolante incollato con bitume ossidato fuso 	<ul style="list-style-type: none"> Barriera vapore posata "a freddo" Isolante incollato "a freddo" 	<ul style="list-style-type: none"> Barriera vapore posata a fiamma Isolante incollato a fiamma
Barriera al vapore su coperture di ambienti a bassa umidità (umidità relativa <80% a 20°C)	A DEFEND aderente a fiamma sotto isolante incollato (¹)	C SELFTENE BV HE BIADESIVO aderente a freddo sotto isolante incollato (²) (#)	E TECTENE BV STRIP EP aderente a fiamma sotto isolante incollato (³) PROMINENT aderente a fiamma sotto isolante incollato (⁴)
Barriera al vapore su coperture di ambienti ad elevata umidità (umidità relativa ≥80% a 20°C)	B DEFEND ALU POLIESTERE aderente a fiamma sotto isolante incollato (¹)	D SELFTENE BV HE BIAD. ALU POL. aderente a freddo sotto isolante incollato (²)	F TECTENE BV STRIP EP ALU P. aderente a fiamma sotto isolante incollato (³) PROMINENT ALU POLIESTERE aderente a fiamma sotto isolante incollato (⁴)
Caso particolare di barriera al vapore drenante su coperture di ambienti ad elevatissima umidità	H VAPORDIFFUSER STRIP/V +DEFEND ALU POL. semiaderente a fiamma sotto isolante incollato (¹)	-	G DIFFUSER ALU POLIESTERE +PROMINENT semiaderente a fiamma sotto isolante incollato (⁴) DIFFUSER ALU POLIESTERE +TECTENE BV STRIP EP semiaderente a fiamma sotto isolante incollato (³) VAPORDIFFUSER STRIP/V +PROMINENT ALU POLIESTERE semiaderente a fiamma sotto isolante incollato (⁴) VAPORDIFFUSER STRIP/V +TECTENE BV STRIP EP ALU P. semiaderente a fiamma sotto isolante incollato (³)

(#) Sistema destinato a superfici ≥500 m².

(¹) Isolante incollato con bitume ossidato fuso. Su DEFEND, **per pendenze ≤15%**, verranno scelti: pannelli isolanti resistenti al calore e THERMOBASE PUR, ISOBASE PUR.

(²) Isolante incollato a freddo sulla faccia superiore autoadesiva della barriera vapore. Su SELFTENE BV HE BIADESIVO si possono incollare, **solo su superfici piane**: i pannelli in polistirene espanso, poliuretano e THERMOBASE/ISOBASE PSE, THERMOBASE/ISOBASE PUR.

(³) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle strisce termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. Su TECTENE BV STRIP EP si possono incollare: i pannelli in poliuretano e THERMOBASE/ISOBASE PUR. Si possono incollare i pannelli in polistirene espanso e THERMOBASE/ISOBASE PSE impiegando però in questo caso manodopera adeguatamente addestrata. I pannelli **verranno fissati meccanicamente per pendenze ≥15%**.

(⁴) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle bugne termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. L'incollaggio a fiamma su PROMINENT va riservato agli isolanti termici resistenti al calore, THERMOBASE/ISOBASE PUR che **verrà integrato con fissaggi meccanici per pendenze ≥40%**.

Le membrane DEFEND, TECTENE BV STRIP EP e PROMINENT vanno incollate a fiamma su mano di primer INDEVER o ECOVER.

Le membrane SELFTENE BV HE BIADESIVO vanno incollate a freddo su mano di primer INDEVER PRIMER E.

Nota. Per l'incollaggio di tutte le tipologie di THERMOBASE e di ISOBASE consultare la tabella di pag. 10.

BARRIERA AL VAPORE SU SUPPORTO IN LEGNO SOTTO MANTO A VISTA

	TRADIZIONALE		INNOVATIVA BIADESIVA A FREDDO (con incollaggio a freddo dell'isolante incorporato)		INNOVATIVA A FIAMMA (con incollaggio a fiamma dell'isolante incorporato)	
	TAVOLATO DI LEGNO	PANNELLI LIGNEI DI GRANDI DIMENSIONI	TAVOLATO DI LEGNO	PANNELLI LIGNEI DI GRANDI DIMENSIONI	TAVOLATO DI LEGNO	PANNELLI LIGNEI DI GRANDI DIMENSIONI
Barriera al vapore su coperture di ambienti a bassa umidità (umidità relativa <80%a 20°C)	DEFEND incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V chiodato (¹)	DEFEND incollato a fiamma su pannelli lignei di grandi dimensioni (¹)	SELFTENE BV HE BIADESIVO incollato a freddo su tavolato in legno (²) (#)	SELFTENE BV HE BIADESIVO incollato a freddo su pannelli lignei di grandi dimensioni (²) (#)	TECTENE BV STRIP EP incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V chiodato (³)	TECTENE BV STRIP EP incollato a fiamma su pannelli lignei di grandi dimensioni (³)
Barriera al vapore su coperture di ambienti ad elevata umidità (umidità relativa ≥80%a 20°C)	DEFEND incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V (¹)	DEFEND ALU incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V (¹)	SELFTENE BV HE BIAD. ALU POLIEST. incollato a freddo su ROLLBASE HOLLAND chiodato (²) (#)	SELFTENE BV HE BIAD. ALU POLIEST. incollato a freddo su ROLLBASE HOLLAND chiodato (²) (#)	TECTENE BV STRIP EP ALU POL. incollato a fiamma su ROLLBASE P/V chiodato (³)	TECTENE BV STRIP EP ALU POL. incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V chiodato (³)
					PROMINENT incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V chiodato (⁴)	PROMINENT incollato a fiamma su pannelli lignei di grandi dimensioni (⁴)
					PROMINENT ALU POL. incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V chiodato (⁴)	PROMINENT ALU POL. incollato a fiamma su ROLLBASE POL./V chiodato (⁴)

(#) Sistema destinato a superfici ≥500 m².

(¹) Isolante incollato con bitume ossidato fuso. Su DEFEND verranno scelti: pannelli isolanti resistenti al calore, THERMOBASE/ISOBASE PUR.

(²) Isolante incollato a freddo sulla faccia superiore autoadesiva della barriera vapore. Su SELFTENE BV HE BIADESIVO si possono incollare: i pannelli in polistirene espanso, poliuretano, THERMOBASE/ISOBASE PSE, THERMOBASE/ISOBASE PUR, che **verranno fissati meccanicamente in funzione della zona climatica e per pendenze ≥5%**.

(³) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle strisce termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. Su TECTENE BV STRIP EP si possono incollare: i pannelli in poliuretano e THERMOBASE/ISOBASE PUR. Si possono incollare i pannelli in polistirene espanso e THERMOBASE/ISOBASE PSE impiegando però in questo caso manodopera adeguatamente addestrata. I pannelli **verranno fissati meccanicamente per pendenze ≥15%**.

(⁴) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle bugne termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. L'incollaggio a fiamma su PROMINENT va riservato agli isolanti termici resistenti al calore, THERMOBASE PUR, ISOBASE PUR che **verrà integrato con fissaggi meccanici per pendenze ≥40%**.

Le membrane DEFEND, TECTENE BV STRIP EP e PROMINENT vanno incollate a fiamma su mano di primer INDEVER o ECOVER.

Le membrane SELFTENE BV HE BIADESIVO vanno incollate a freddo su mano di primer INDEVER PRIMER E.

Nota. Per l'incollaggio di tutte le tipologie di THERMOBASE e di ISOBASE consultare la tabella di pag. 10.

BARRIERA AL VAPORE SU LAMIERA GRECATA SOTTO MANTO A VISTA

	TRADIZIONALE		INNOVATIVA BIADESIVA A FREDDO (con incollaggio a freddo dell'isolante incorporato)		INNOVATIVA A FIAMMA (con incollaggio a fiamma dell'isolante incorporato)	
	TAVOLATO DI LEGNO	PANNELLI LIGNEI DI GRANDI DIMENSIONI	TAVOLATO DI LEGNO	PANNELLI LIGNEI DI GRANDI DIMENSIONI	TAVOLATO DI LEGNO	PANNELLI LIGNEI DI GRANDI DIMENSIONI
Lamiera grecata su coperture di ambienti ad elevata umidità (umidità relativa ≥80%a 20°C)			DEFEND ALU POLIESTERE (*) incollato a fiamma sotto isolante chiodato (¹)	SELFTENE BV HE MONOADESIVO ALU POLIESTERE incollato a freddo sotto isolante chiodato (¹)	TECTENE BV STRIP EP ALU POL. incollato a fiamma sotto isolante incollato (²)	

Nel caso di coperture di ambienti di bassa o media umidità la lamiera grecata piena costituisce di per sé una protezione sufficiente

(¹) Isolante fissato meccanicamente che permette di poter posare su DEFEND e SELFTENE BV HE MONOADESIVO qualsiasi tipo di isolante termico: pannelli in polistirene espanso, poliuretano, THERMOBASE/ISOBASE PSE, THERMOBASE/ISOBASE PUR.

(²) Isolante incollato per rinvenimento a fiamma delle strisce termoadesive della faccia superiore della barriera vapore. Su TECTENE BV STRIP EP si possono incollare: i pannelli in poliuretano e THERMOBASE/ISOBASE PUR. Si possono incollare i pannelli in polistirene espanso e THERMOBASE/ISOBASE PSE impiegando però in questo caso manodopera adeguatamente addestrata. I pannelli **verranno fissati meccanicamente per pendenze ≥15% e/o in funzione della zona climatica.**

Nota. Per l'incollaggio di tutte le tipologie di THERMOBASE e di ISOBASE consultare la tabella di pag. 10.

ISOLAMENTO TERMICO

Viene calcolato dal termotecnico secondo le legislazioni e le regole vigenti in ogni paese e comunque verrà sempre verificato che lo spessore isolante sia sufficiente a mantenere tutti gli strati sotto la barriera al vapore ad una temperatura superiore a quella di condensazione del vapore (punto di rugiada) contenuto negli ambienti sottostanti la copertura. In caso contrario lo spessore isolante verrà aumentato di conseguenza.

Risparmio energetico.

Risparmio dimensionamento.

Limita le dilatazioni della struttura.

Evita la condensa sulle pareti fredde.

Confort.

Tetto caldo e tetto freddo

Nell'ambito della copertura con manto impermeabile continuo, la tipologia del tetto caldo è sicuramente la più diffusa, specie nell'edilizia industriale, mentre il tetto freddo, detto anche tetto ventilato, viene realizzato quasi esclusivamente nel caso di coperture in legno e per edifici residenziali.

Mentre il tetto caldo è un tetto compatto dove tutti gli strati citati in precedenza sono adiacenti e si appoggiano uno all'altro, nella stratigrafia del tetto freddo viene inserito uno spazio di ventilazione, che separa gli strati, interposto tra isolamento e sovracopertura se il tetto è isolato o comunque sotto la sovracopertura che porta il manto impermeabile se non è isolato.

Nel tetto caldo quasi sempre il manto impermeabile è applicato direttamente sull'isolamento termico, che ne costituisce il supporto, mentre nel tetto freddo il manto impermeabile è posato sulla sovracopertura che quasi sempre è costruita in legno.

Isolamento termico nel tetto caldo

Nel tetto caldo le sollecitazioni a cui è soggetto l'isolamento, e di conseguenza il manto, sono notevolmente più elevate e di natura diversa di quelle riscontrabili sulle altre tipologie costruttive.

I materiali isolanti oltre ad essere scelti in funzione delle capacità isolanti dovranno rispondere a superiori esigenze di stabilità dimensionale, resistenza alla compressione e all'umidità, e dovrà essere valutata la coesione e la compatibilità con gli strati adiacenti, intesa nel più ampio senso del termine per comprendere anche la compatibilità con le operazioni di posa del manto oppure la resistenza chimica a colle usate per la posa, ecc., l'isolante non dovrà incurvarsi o gonfiarsi sotto le variazioni di temperatura e di umidità, le dimensioni saranno tali che lungo le linee di accostamento dei pannelli non si localizzino movimenti di affaticamento del manto sovrastante, nei manti a vista la coesione del pannello dovrà essere sufficiente per permettere una sicura adesione del manto che si opponga alla forza del vento.

Nel caso di terrazza parcheggio isolata, la scelta del tipo di isolamento sarà condizionata dall'esigenza di resistenza allo schiacciamento, meno importante invece nel caso di un tetto con manto a vista.

Le tipologie di isolanti usati in copertura sono molteplici e non è sufficiente definirne solo la natura, ogni fabbricante ha nella propria gamma produttiva il tipo più adatto all'applicazione sul tetto caldo ed è quindi importante consultarlo in fase progettuale.

COEFFICIENTI DI DILATAZIONE TERMICA SUPERFICIALE

PERLITE - CELLULOSA (incollato) $\alpha = 0.1 \text{ a } 0.2 \cdot 10^{-5}$
POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO (incollato-libero) $\alpha = 3 \text{ a } 6 \cdot 10^{-5}$
POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO (sotto manto) $\alpha = 2.5 \text{ a } 4.5 \cdot 10^{-5}$

MOVIMENTI SUL GIUNTO FRA PANNELLI DI 1 m PER UN SALTO TERMICO DI 70°C

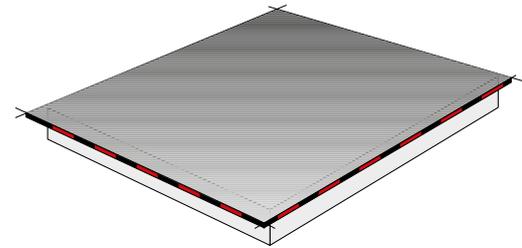
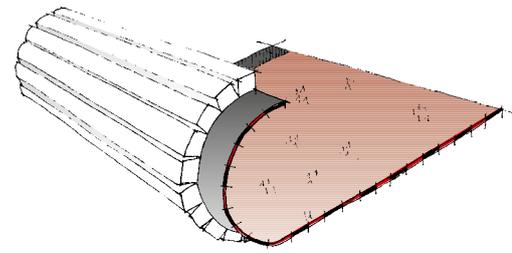
	INCOLLATO	LIBERO
PERLITE - CELLULOSA	0.14 mm	0.14 mm
POLISTIRENE ESPANSO SINT.	2.10 mm	4.20 mm
POLISTIRENE ESPANSO SINT.	4.20 mm	

THERMOBASE e ISOBASE

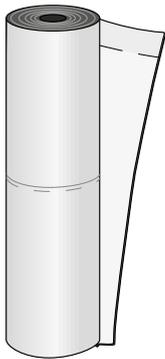
INDEX ha sviluppato un isolante termico in rotoli, appositamente studiato per le coperture, basato sull'incollaggio, ad una membrana, di listelli di isolante di varia natura.

Le dimensioni dei listelli isolanti sono tali che le variazioni dimensionali degli stessi diventino trascurabili e non affatichino maggiormente il manto sovrastante. La fornitura in rotoli permette una posa più veloce ed in una sola operazione si posa l'isolante e il primo strato di impermeabilizzazione. La speciale configurazione di **THERMOBASE** rende possibile rivestire uniformemente e con facilità superfici concave e convesse.

I pannelli **ISOBASE** sono isolanti termici di diverse tipologie forniti in lastre con la faccia superiore già accoppiata ad una membrana bitume distillato polimero che risborda su due lati per consentire la sovrapposizione delle membrane fra elementi contigui.



POSA DI THERMOBASE SULLE BARRIERE AL VAPORE MULTIFUNZIONALI



SELFTENE BV HE BIADESIVO



Mescola autoadesiva



PROMINENT



Bugne termoadesive



TECTENE BV STRIP EP



Strisce termoadesive



Vantaggi dei sistemi:

- si elimina il rischio di incendio della caldaia del bitume caldo
- basta scottature
- basta fumo
- basta odore
- si incolla senza rischi anche in pendenza

Posa dell'isolante

Tutti gli isolanti, nelle condizioni ambientali che lo prevedono, vanno posati su di una barriera al vapore, fatto salvo il vetro cellulare che data la propria impermeabilità al vapore non richiede tale strato protettivo.

Come già indicato, l'isolamento è posto sotto il manto ad eccezione del "tetto rovescio", una particolare stratigrafia di tetto caldo, dove il manto viene posato sotto un isolamento costituito da polistirolo espanso estruso posato a secco, che in genere viene protetto da uno strato di ghiaia o comunque una protezione pesante. Il polistirolo espanso estruso assorbe pochissima acqua, per cui mantiene le proprietà isolanti ed il manto in questo caso funge anche da barriera vapore. Negli altri casi l'isolante termico va sempre incollato o comunque ancorato al piano di posa. Nel capitolo seguente forniamo alcuni suggerimenti riguardo il collegamento dell'isolamento termico al piano di posa in funzione della natura dell'isolante e delle diverse tipologie costruttive. Solo in alcuni casi, per piccole superfici (circa 200 m²) e sotto protezione pesante ne è ammessa la posa a secco.

Collegamento dell'isolante termico alla barriera al vapore e/o al supporto

L'isolamento termico è consigliabile venga applicato almeno su di una membrana di schermo al vapore. La barriera vapore non verrà usata solo nel caso di posa su lamiera grecata non forate che coprano ambienti ad umidità normale e nel caso del vetro cellulare.

La tabella seguente illustra i tipi di collegamento consigliati per i diversi tipi di isolanti in funzione del supporto di applicazione e del tipo di protezione sovrastante.

Quanto riportato contempla i casi più comuni, ma ciò non esime da un'attenta valutazione che deve essere fatta caso per caso sotto l'esclusiva responsabilità del progettista della copertura.

COLLEGAMENTO DELL'ISOLANTE TERMICO ALLA BARRIERA AL VAPORE IN FUNZIONE DEL SUPPORTO E DELLA PROTEZIONE

NATURA DELL'ISOLANTE	SOTTO MANTO A VISTA (su supporto cementizio)	SOTTO MANTO CON PROTEZIONE PESANTE (su supporto cementizio)	SOTTO MANTO A VISTA (su lamiera grecata)	SOTTO MANTO A VISTA (su supporto in legno)
THERMOBASE PUR ISOBASE PUR ISOBASE THERMOPLUS PUR	SP / ST / B.O.C. / BA / FM	SP / ST / BA / B.O.C. / FM	ST+FM* / BA+FM / FM	ST+FM* / ST+FM* / BA+FM* / FM
THERMOBASE PSE THERMOBASE PSE/EX ISOBASE PSE ISOBASE PSE/EX ISOBASE PSE GRAPHITE	ST / BA / FM	ST / BA / FM	ST+FM* / BA+FM / FM	ST+FM* / BA+FM* / FM
Vetro cellulare	B.O.C.	B.O.C.	-	B.O.C.
Perlite/Cellulosa	B.O.C. / FM (*)	B.O.C. / FM	FM (*)	FM (*) / B.O.C.
Poliuretano espanso rivestito con vetro bitumato	SP / ST / B.O.C. / FM / AF	SP / ST / AF / B.O.C. / FM	ST+FM* / FM	SP+FM* / ST+FM* / FM
Polistirene espanso sinter.	ST+FM* / BA+FM / FM (*)	ST / BA / AF	ST+FM* / BA+FM / FM (*)	ST+FM* / BA+FM* / FM (*)
Polistirene espanso estruso	ST+FM* / BA+FM / FM (*)	ST / BA / AF posato a secco sul manto Tetto rovescio	ST+FM* / BA+FM / FM (*)	ST+FM* / BA+FM* / FM (*)
Lane minerali con faccia superiore saldabile	B.O.C. / FM (*)	-	FM (*)	FM (*) / B.O.C.

LEGENDA

AF = adesivo a freddo (l'adesivo a freddo MASTICOLL per tetti piani ≤ 200 m²)

BA = incollato a freddo sulla faccia adesiva delle barriere al vapore SELFTENE BV HE BIADESIVO, nel caso di manti a vista su superfici ≤ 500 m² (per pendenze ≥ 5% integrate con fissaggio meccanico)

B.O.C. = Bitume Ossidato a Caldo (per motivi di sicurezza consigliato solo su tetti piani)

FM = fissaggio meccanico (1 chiodo centrale per pannello per il primo strato di pannelli, n° chiodi/m² per il secondo/unico strato calcolati conforme UNI 11442)

FM* = fissaggio meccanico integrativo in funzione della zona climatica e/o della pendenza

SP = saldato a fiamma su PROMINENT (preferito per pendenze comprese tra il 5% e il 40%)

ST = saldato a fiamma su TECTENE BV STRIP EP (preferito per pendenze comprese tra il 1% e il 15%)

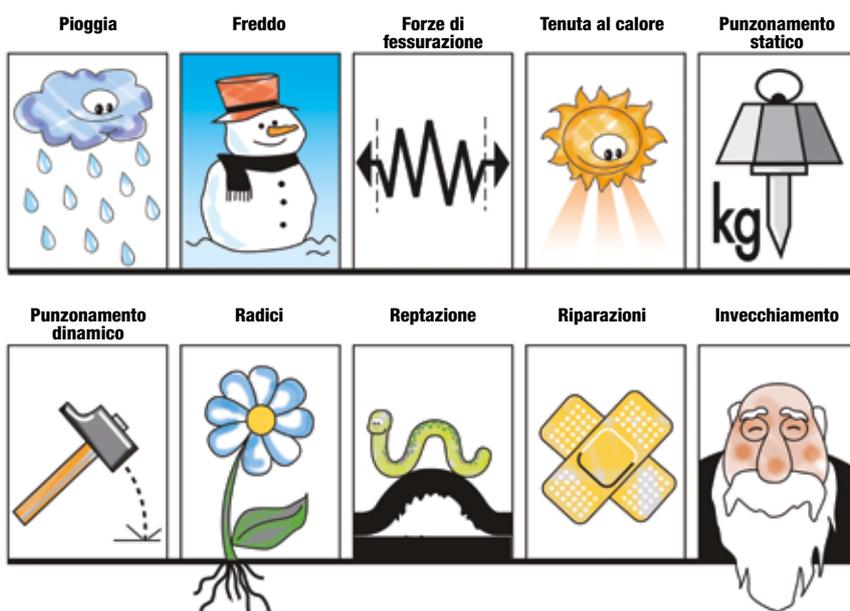
(*) Per una resistenza al vento superiore si consiglia di chiodare il pannello attraverso il primo strato del manto impermeabile.

Il sistema di collegamento è disposto in ordine di preferenza decrescente da sx verso dx.

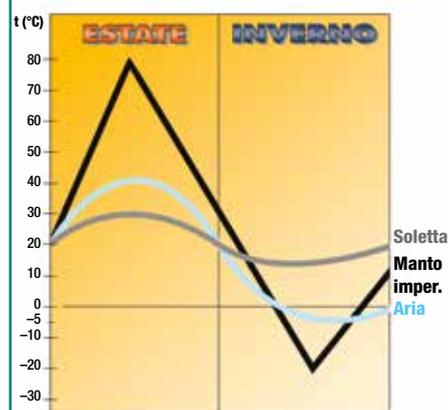
MANTO IMPERMEABILE

Il manto impermeabile è un elemento continuo destinato a proteggere durevolmente dall'acqua la costruzione. Il manto è esposto alle sollecitazioni degli agenti atmosferici e deve resistere al caldo, al freddo, al vento, alla pioggia, alla grandine, alla luce solare, agli inquinamenti chimici dell'aria e dell'acqua, ecc. In funzione della sua destinazione, il manto è soggetto anche a diverse azioni meccaniche, come nei tetti parcheggi, dove dovrà resistere al traffico veicolare, nelle terrazze al pedonamento, nei giardini pensili alle radici delle piante, ecc. Infine si deve considerare che il manto fa parte di un sistema di copertura fatto da diversi strati appoggiati uno all'altro, strati che sono di natura diversa e pertanto hanno un coefficiente di dilatazione termica diverso, strati che in funzione della loro posizione nello stesso momento sono ad una temperatura diversa anche all'interno dello spessore (isolante termico), strati continui alternati a strati discontinui (ad esempio isolante in pannelli sotto manto impermeabile), strati soggetti a fenomeni di ritiro come quelli di una cappa delle pendenze in calcestruzzo alleggerito o di un pannello isolante non sufficientemente stagionato dopo la produzione, strati che possono gonfiarsi con l'umidità o il calore come certi isolanti termici.

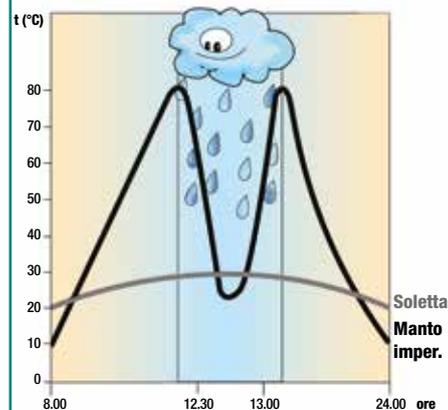
SOLLECITAZIONI A CUI È SOTTOPOSTO IL MANTO IMPERMEABILE



OSCILLAZIONI DI TEMPERATURA STAGIONALI DEI COSTITUENTI LA COPERTURA



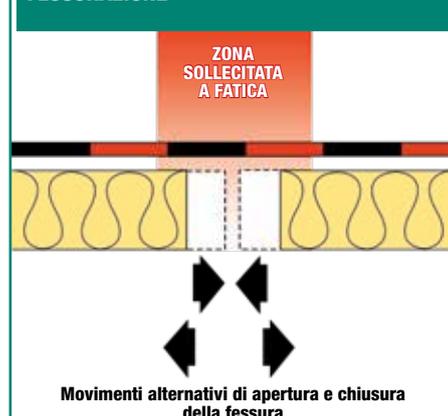
BRUSCA ESCURSIONE TERMICA DEL MANTO PER TEMPERALE ESTIVO



Il manto impermeabile a vista

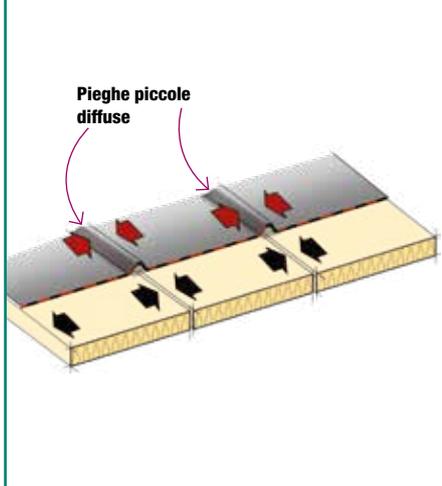
È la soluzione più comune e più diffusa per la copertura di edifici industriali ed è anche la più economica perché, non prevedendo alcuna protezione pesante sul manto, consente di risparmiare sia sulla struttura portante che sui costi di manutenzione e rifacimento. Nel manto a vista il pacchetto isolamento-manto è più sollecitato perché direttamente esposto alle intemperie e quindi alle brusche variazioni di temperatura. I principali fenomeni da esse provocate si possono riassumere in fenomeni locali di fessurazione e fenomeni generali di reptazione. Nel primo caso i movimenti si localizzano nelle linee di accostamento degli strati fatti dagli elementi discontinui, i pannelli isolanti, e danno

FESSURAZIONE

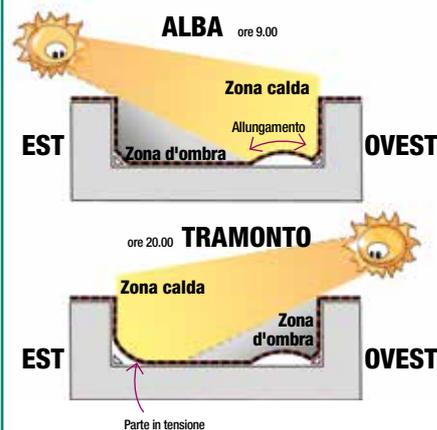


luogo a dei fenomeni locali di affaticamento del manto, lo strato continuo sovrastante, fenomeni che possono concludersi con la fessurazione dell'impermeabilizzazione. Il movimento di uno strato continuo, come è il manto impermeabile, è invece un fenomeno generale di tutta la superficie da e verso il centro geometrico della copertura che può manifestarsi asimmetricamente come nel caso di una superficie impermeabilizzata delimitata da muri alti che fanno ombra al rivestimento e che determinano una insolazione differenziata nell'arco della giornata, dall'alba al tramonto. Ciò determina un progressivo e lento cammino del manto da est verso ovest. I fenomeni si manifestano in zone con temperature invernali sotto lo zero e sui tetti con manto a vista e la presenza dell'isolante termico aggrava e accelera notevolmente il fenomeno. Il manto, con la bassa temperatura, si accorcia e contemporaneamente, irrigidendosi, diventa così forte da trascinare nel suo movimento gli strati adiacenti che non sono sufficientemente fissati oppure può staccarsi e formare delle pieghe attorno ai punti fissi del tetto, come gli angoli perimetrali, i camini e i lucernari. Con il ritorno del sole la temperatura si alza ed il manto si dilata, ma essendo un materiale termoplastico diventa molle e non ha più la forza di tornare al suo posto e di stendere quindi le pieghe che ha formato a freddo e nemmeno riesce a riportare al loro posto gli strati adiacenti che aveva trascinato con sé verso il centro della copertura. Progressivamente il manto si accentra, agli angoli del tetto si formano delle pieghe, come pure agli spigoli dei lucernari o dei camini, lungo i muretti perimetrali, il manto si tende e l'isolante si sposta verso il centro della copertura.

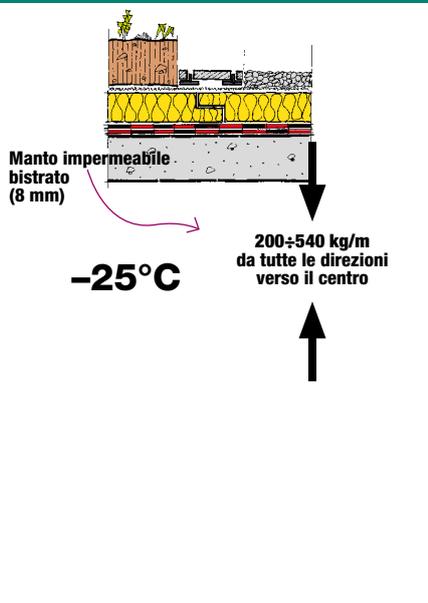
PIEGAMENTO (FLAMBAGE) DEL MANTO PER CHIUSURA DELLE LINEE DI ACCOSTAMENTO DEI PANNELLI ISOLANTI



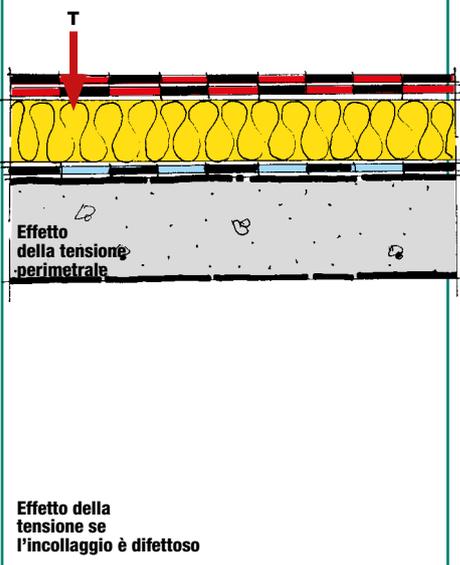
REPTAZIONE PER INSOLAZIONE NON SIMMETRICA



FORZA DI RITIRO PER CONTRAZIONE TERMICA A -25°C SU PROVINO NON INCOLLATO



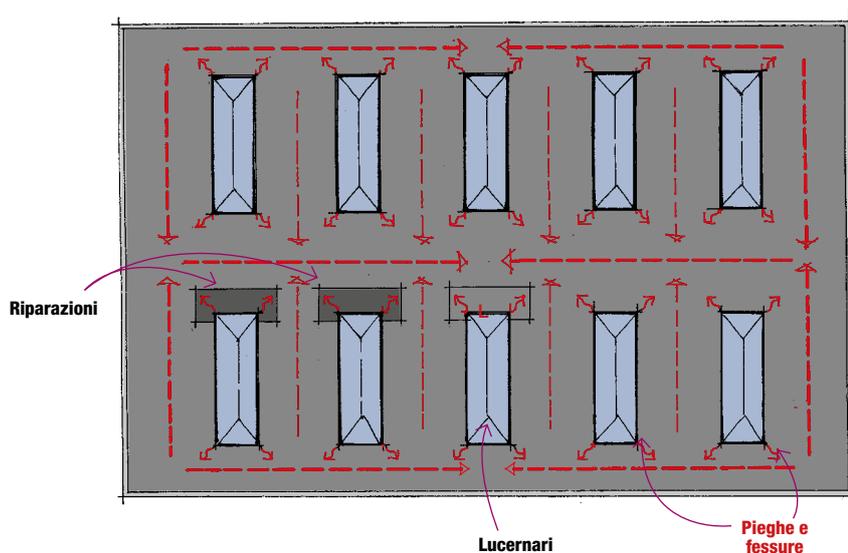
RITIRO A FREDDO PER ABBASSAMENTO DELLA TEMPERATURA



PIEGHE CAUSATE ALL'ACCENTRAMENTO DEL MANTO



LE COPERTURE DI GRANDI DIMENSIONI SONO MAGGIORMENTE SOGGETTE AL FENOMENO CHE SI MANIFESTA CON PIEGHE AGLI ANGOLI DEL TETTO E AL PIEDE DI TUTTI I CORPI FISSI EMERGENTI DALLA COPERTURA COME LUCERNARI, CAMINI, TUBAZIONI, ECC.

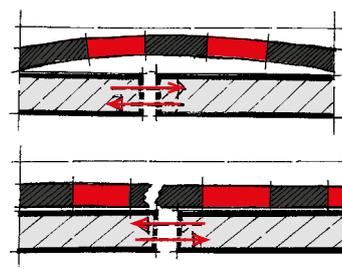
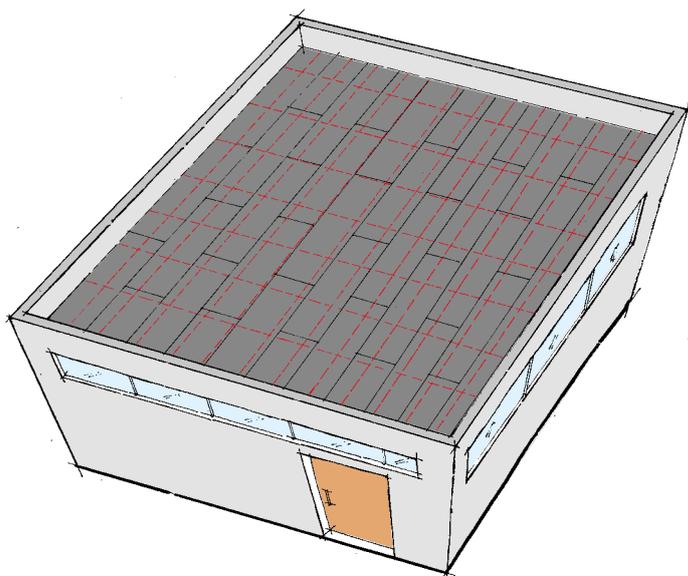


I fenomeni legati ai movimenti degli strati tra loro e che determinano un progressivo dislocamento del manto e/o degli strati vicini, per la somiglianza con il movimento che ha un bruco quando si muove, vengono definiti fenomeni di "reptazione" ed in genere causano disordini che interessano tutto il rivestimento.

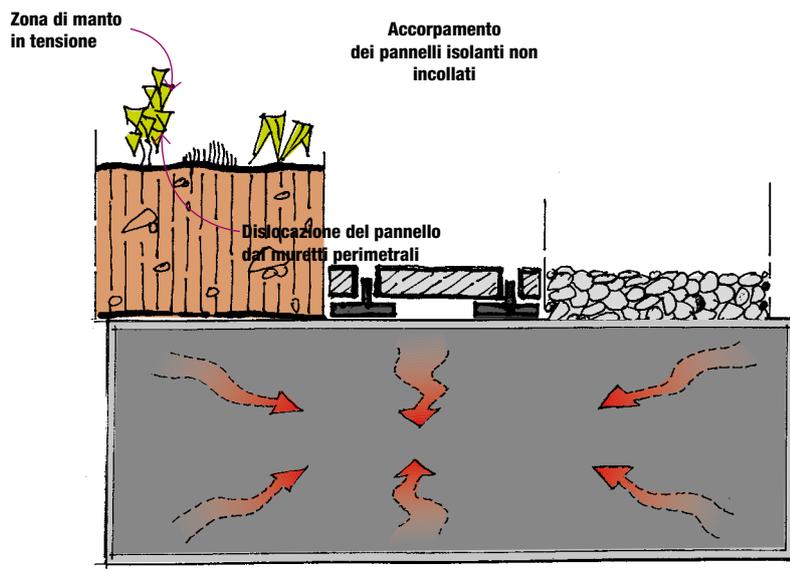
Per ovviare agli inconvenienti sopracitati, nel manto a vista è importante che:

- i materiali che costituiscono il pacchetto siano stabili al variare della temperatura;
- gli strati siano solidali tra loro ed aderenti al supporto;
- i pannelli isolanti vengano posati accostandoli bene tra loro;
- venga curata l'esecuzione dei dettagli, specie quelli che costituiscono i punti fissi della copertura (muretti, scarichi, camini, ecc.).

L'ACCENTRAMENTO DEL MANTO CAUSA LE PIEGHE A CAVALLO DELLE LINEE DI ACCOSTAMENTO DEI PANNELLI MAL ACCOSTATI



REPTAZIONE TRA ISOLANTE E SUPPORTO



Il manto a vista è esposto anche all'azione aspirante del vento che può determinare il dislocamento di quei manti o di quei pacchetti di copertura poco aderenti con effetti molto simili a quelli generati dalla reptazione.

DANNI ALLE COPERTURE CAUSATI DALLA FORZA DEL VENTO



RIGONFIAMENTO PER ASPIRAZIONE CAUSATA DAL VENTO



Ancora una volta si conferma che nel manto a vista è basilare che **la stratigrafia di copertura sia completamente solidale al supporto.**

Costituzione del manto impermeabile

Le membrane bitume distillato polimero INDEX sono applicabili in monostrato, ma anche in bistrato o pluristrato. La scelta del tipo e del numero degli strati e del collegamento va fatta tenendo conto del supporto della copertura, della zona climatica, dell'isolamento termico, della destinazione della copertura, della natura degli strati adiacenti, del microclima interno, ecc. Di seguito sono riportate alcune indicazioni di massima che comunque non esimono da una attenta valutazione che va fatta caso per caso sotto l'esclusiva responsabilità del progettista della copertura. INDEX poi pubblica "Capitolati Tecnici" nei quali si forniscono informazioni più dettagliate per ogni tipologia di copertura.

- In monostrato sono applicabili solo le membrane armate con tessuto non tessuto di poliestere o biarmate vetro/poliestere o composite vetro/poliestere in uno spessore minimo di 4 mm, che verrà aumentato a 5 mm, se il piano di posa su cui devono essere incollate è rugoso.
- Le membrane bitume-APP meglio si prestano all'applicazione in climi caldi e temperati, nei climi freddi si preferiranno le membrane bitume-SBS.
- Nei manti bi o pluristrato almeno una delle membrane bitume-APP sarà armata con tessuto non tessuto di poliestere. Al posto di due o più membrane in bitume-APP armate con velo di vetro è sempre preferibile applicare un monostrato armato con tessuto non tessuto di poliestere. Solo le membrane in bitume-SBS in alcuni casi sono applicabili in doppio strato armato con velo vetro.
- Nei manti sotto pavimento e sotto ghiaia si usano le membrane con armatura in poliestere di resistenza al punzonamento più elevata (punzonamento statico su PSE > 25 kg e tessuto di peso più elevato), lo stesso per manti contro terra o sotto asfalto stradale.
- Per il rivestimento di una parete verticale esposta al sole è da preferire la membrana in bitume-APP che è dotata di una più elevata tenuta al calore rispetto ad una in bitume-SBS.
- Nei manti a vista su isolamento termico il manto bistrato sarà costituito da una prima membrana armata velo vetro sulla quale si incolla la seconda che sarà armata con poliestere e autoprotetta con ardesia o verniciata con venire riflettente.

L'armatura del manto monostrato sarà invece del tipo biarmato vetro/poliestere o composito vetro/poliestere. Nel caso di prescrizione di manto bistrato con armatura in poliestere, uno dei due sarà del tipo con armatura biarmata poliestere/vetro. Nei manti a vista è sufficiente una resistenza al punzonamento statico su PSE > 15 kg, fatto salvo le zone soggette a pedonamento di manutenzione sulle quali si incollerà un'altra membrana armata poliestere ardesiata.

Collegamento al supporto

Il manto impermeabile può essere posato sul piano di posa in tre distinti modi:

- in indipendenza,
- in aderenza,
- in semiaderenza.

• **INDIPENDENZA.** Il manto è semplicemente appoggiato sul supporto, anzi, spesso per evitare che con il calore il manto si autoincollì è svolto sopra uno "strato di indipendenza" steso a secco sul piano di posa. Il velo di vetro da 100 g/m² si presta bene allo scopo, come pure il foglio **ROLLBASE** con tessuto non tessuto di poliestere a vista sulla faccia inferiore. È evidente che la pendenza del tetto, dove tale applicazione sarà possibile, non supererà il 5% ed il manto sarà zavorrato da una protezione pesante in ghiaia o da una pavimentazione che ne impediscano l'asportazione con il vento. Tale soluzione è tipica delle coperture cementizie o in latero cemento dove tale sovraccarichi sono ammissibili. In questa tipologia applicativa il manto è isolato dai movimenti del supporto. Una eventuale perdita del manto è di difficile rintracciabilità.

SISTEMA INDIPENDENTE

PRO



È VELOCE
DA APPLICARE



È MENO SENSIBILE ALLE
FESSURAZIONI DEL PIANO DI POSA

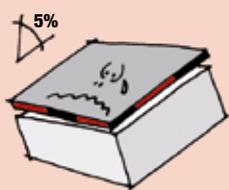


IL VAPORE SI DIFFONDE SENZA CREARE
PRESSIONI LOCALIZZATE

CONTRO



RESISTE MENO
AL PEDONAMENTO
E AGLI URTI



PUÒ ESSERE APPLICATO SOLO
FINO A PENDENZE DEL 5%



RICHIÈDE OBBLIGATORIAMENTE
PROTEZIONI PESANTI



DIFFICOLTÀ A LOCALIZZARE
LE PERDITE



È LIBERO DI CONTRARSI SIA A
CALDO CHE A FREDDO

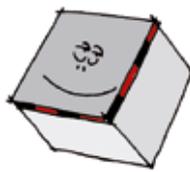
• **ADERENZA.** Il manto è completamente incollato al piano di posa che dovrà essere necessariamente stabile e a sua volta il manto dovrà essere resistente ed elastico per sopportare eventuali movimenti.

SISTEMA ADERENTE

PRO



MIGLIORE RESISTENZA
AL PEDONAMENTO E AGLI URTI



PUÒ ESSERE APPLICATO
SU QUALSIASI PENDENZA



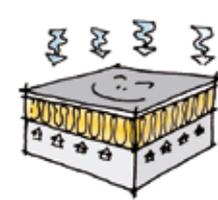
NON RICHIEDE
PROTEZIONE PESANTE



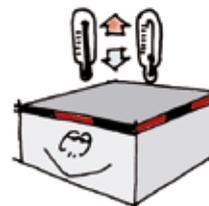
RESISTE BENE
AL VENTO



FACILITÀ DI TROVARE LE PERDITE
E MINORE PASSAGGIO D'ACQUA



TRASMETTE MEGLIO
LE SOLLECITAZIONI TERMICHE
AL PIANO DI POSA

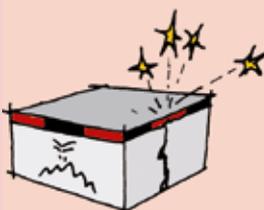


IL MANTO È PIÙ STABILE
SIA NELLE CONTRAZIONI
A CALDO CHE A FREDDO

CONTRO



È PIÙ LUNGO
DA APPLICARE



È PIÙ SENSIBILE
ALLE FESSURAZIONI DEL PIANO
DI POSA



RICHIÈDE MANTI
DI MAGGIOR COSTO



È PIÙ FACILE CHE SI FORMINO
DELLE BOLLE NELLE ZONE
DOVE NON È PERFETTAMENTE
INCOLLATO

Con le nuove membrane autotermodadesive della serie AUTOTENE ora è possibile realizzare l'aderenza anche sui piani di posa sensibili alla fiamma, come ad esempio il polistirolo espanso sinterizzato. Il sistema aderente è generalmente riservato alle coperture con manto a vista che non possono essere zavorrate e sui tetti in pendenza. Una eventuale perdita del manto è facile da localizzare e l'entità dell'infiltrazione sarà modesta.

Pontage. A cavallo delle linee di accostamento degli elementi prefabbricati, sedi prevedibili di movimenti differenziali, prima della posa in aderenza del rivestimento, vanno posate delle fasce di "pontage" da 20 cm incollate su di un lato del giunto che possono essere costituite da **TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE 20** da 4 mm e che hanno la funzione di ripartire il movimento del giunto su di una zona larga quanto la fascia di pontage e non direttamente sul manto.

• **SEMINDIPENDENZA.** Quando il piano di posa non è sufficientemente stabile o può essere umido e quindi sede di migrazione di vapore che provocherebbero bolle su di un manto aderente, la scelta del collegamento dovrà cadere sul sistema semindipendente, compromesso fra i due sistemi precedenti dove l'aderenza è ottenuta per punti che possono essere di varia natura:

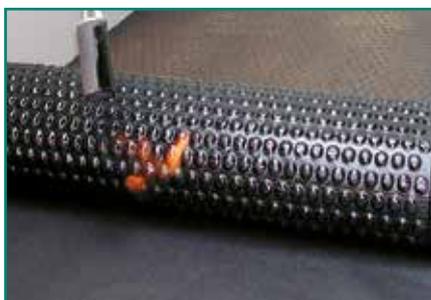
- bugne o strisce adesive distribuite sul 40% della faccia inferiore. Per bugne con le membrane tipo: **DIFFUSER ALU POLIESTERE, VAPORDIFFUSER/V** oppure per strisce con le membrane tipo: **VAPORDIFFUSER STRIP/V, TECTENE REROOR BASE STRIP EP POLIESTERE, MINERAL TECTENE REROOF STRIP HE POLIESTERE e MINERAL TECTENE REROOF STRIP EP POLIESTERE.**
- chiodi di bitume ottenuti per adesione attraverso schermi forati, tipo **PERFOBASE** (con 15% di adesione);
- strisce o zone ripartite ottenute per parziale fusione a fiamma della faccia inferiore della membrana;
- fissaggi meccanici; prima della posa del manto, si chioda un foglio bituminoso e su di questo poi si incolla il manto.

Un eventuale perdita del manto è difficilmente rintracciabile. È un sistema generalmente riservato ai manti a vista su piani di posa instabili o umidi. La semindipendenza ha dei limiti di resistenza al vento. Un discorso a parte merita il fissaggio meccanico che per la sua praticità ed efficacia su certi supporti è insostituibile.

POSA IN ADERENZA DI AUTOTENE CON IL CALORE INDOTTO DELLA SFIAMMATURA DELLA MEMBRANA SUPERIORE



POSA IN SEMINDIPENZA CON I PRODOTTI CON LA FACCIA INFERIORE BUGHNATA O A STRISCE



SISTEMA SEMI-INDIPENDENTE

PRO



NON RICHIEDE PROTEZIONE PESANTE



IL VAPORE PUÒ DIFFONDERSI

CONTRO



POSA IN PENDENZA LIMITATA



DIFFICOLTÀ A LOCALIZZARE LE PERDITE

Collegamento del manto impermeabile al supporto (coperture)

Nella tabella sono riportati i sistemi di collegamento consigliati del manto al supporto, quanto riportato contempla i casi più comuni, comunque ciò non esime da una attenta valutazione che deve essere fatta caso per caso sotto l'esclusiva responsabilità del progettista della copertura.

Nella tabella vengono indicate più soluzioni di collegamento possibili, che dovranno essere scelte in funzione delle varie esigenze, vengono invece omessi i collegamenti che hanno alte probabilità di insuccesso o per i quali gli aspetti negativi sono notevolmente maggiori degli aspetti positivi o la soluzione successiva degli strati per avere successo diverrebbe troppo onerosa.

COLLEGAMENTO DEL MANTO IMPERMEABILE IN FUNZIONE DEL PIANO DI POSA E DELLA DESTINAZIONE D'USO DELLA COPERTURA				
NATURA DEL SUPPORTO	TERRAZZA - TETTO PIANO PEDONABILE	TETTO SOTTO GHIAIA	TERRAZZA - PARKING	TETTO PIANO NON PEDONABILE (con manto a vista)
CEMENTIZIO	I	I / SD	A+CLS / I+CLS A+Asfalto / SD+Asfalto	*SD / *A
LEGNO (tavole)	-	-	-	FR
LEGNO (Plywood, OSB)	-	-	-	AL / FR
THERMOBASE PUR ISOBASE PUR ISOBASE THERMOPLUS PUR	A	A	-	A
THERMOBASE PSE THERMOBASE PSE/EX ISOBASE PSE ISOBASE PSE/EX ISOBASE PSE GRAPHITE	A	A	-	A
Vetro cellulare	B.O.C.+A	B.O.C.+A	B.O.C.+A sotto CLS	B.O.C.+A con p≤5%
Vetro cellulare con faccia saldabile	A	A	A sotto CLS	A con p≤15%
Perlite - cellulosa con faccia saldabile	A / I	A / I	A / I sotto CLS	**A
Poliuretano espanso rivestito				
• con vetro bitumato	I	I	-	A
• con vetro politenato	I	I	-	-
• con carta bitumata	I	I	-	-
Polistirene espanso sinterizzato	I su INDEFELT o ROLLBASE / AA	I su INDEFELT o ROLLBASE / AA	-	AA
Polistirene espanso sinterizzato estruso	I su INDEFELT o ROLLBASE / AA	I su INDEFELT o ROLLBASE / AA	-	AA
Lane minerali con faccia saldabile	-	A / I	-	**A
Lane minerali nude	-	I	-	-
Tetto rovescio	I	I	-	-
Rifacimento su vecchio manto bituminoso	-	-	-	*SD / A / FR

LEGENDA
A = aderente a fiamma
AA = aderente su membrana autotermodadesiva AUTOTENE, valido fino ad una pendenza del 15%, da integrare con fissaggio meccanico fino al limite massimo del 40%)
***A** = aderente per pendenze superiori al 40% con membrane APP senza fissaggio meccanico fino al 100%, con membrane SBS dopo il 40% integrare con fissaggio meccanico
****A** = aderente a fiamma, in zone ventose con fissaggio meccanico del primo strato del manto
A+Asfalto = valido su piano di posa asciutto per traffico pesante
A+CLS = valido su piano di posa asciutto
AL = aderente su pannelli lignei di grandi dimensioni con linee di accostamento protette da fasce di membrana
I = Indipendente, posa a secco (per una completa indipendenza è sempre preferibile posare la membrana a secco su un velo di vetro nudo da 100 g/m² o su ROLLBASE stesi a secco)
B.O.C.+A = Aderente a fiamma su spalmatura di Bitume Ossidato Caldo
CLS = cappa in calcestruzzo
FR = aderente su ROLLBASE chiodato
SD = Semindipendente al 60% su membrana bugnata o a strisce
SD+Asfalto = solo su membrana semiaderente a strisce
***SD** = Semindipendente su membrana bugnata valida fino ad una pendenza del 40%, per pendenze superiori integrare con fissaggio meccanico
***SD** = Semindipendente su membrana con strisce termoadesive valido fino ad una pendenza del 15%, per pendenze superiori integrare con fissaggio meccanico
p = pendenza percentuale

LA PROTEZIONE DEL MANTO

Come indicato nei capitoli precedenti la protezione pesante protegge il manto dalle sollecitazioni meccaniche indotte dal pedonamento e dal traffico dei veicoli, ma anche dalla grandine e dall'irradiazione solare che produce l'invecchiamento del manto impermeabile. A seguire viene riportata una indagine svizzera che condotta su 280 tetti piani ha dimostrato che la vita media di un tetto con manto a vista ben progettato e correttamente applicato è di circa 25 anni che salgono a 30 anni nel caso esista una protezione pesante, fino ad arrivare a 45 anni nel caso di una particolare tipologia, definita "DUO", dove ad un tetto caldo isolato con protezione in ghiaia si aggiunge un isolante in polistirolo espanso estruso posto sotto la ghiaia, in pratica un "tetto rovescio" su di una stratigrafia tradizionale.

La durata delle membrane bitume distillato polimero

Molto spesso viene rivolta la domanda:

“Ma quanto durano le membrane?”

La risposta come vedremo da quanto sotto riportato non può essere che questa: “Dipende”. La durata di una membrana, o meglio sarebbe dire di una stratigrafia, dipende da una serie di fattori che le ricerche effettuate in merito hanno evidenziato. Gli studi si sono concentrati sulla tipologia del tetto piano, quella potenzialmente più problematica.

+ Ricerca svizzera sulla durata del manto impermeabile dei tetti piani

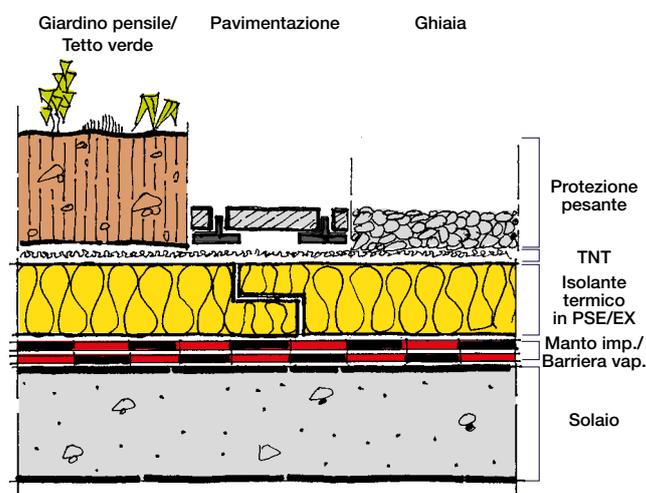
Jon-Duri Vital, architetto e fisico della costruzione, membro del SIA, organo normativo dell'associazione degli Ingegneri e Architetti svizzeri, nel 1994 ha concluso una ricerca, durata 16 anni, sui sistemi di impermeabilizzazione e isolamento termico dei tetti piani costruiti in Svizzera nella quale l'autore affronta la problematica della durata del tetto piano e spiega secondo quali criteri il committente della costruzione deve valutare i tetti piani fornendo indicazioni e raccomandazioni utili per quanto riguarda la scelta, la manutenzione e il risanamento. Jon-Duri Vital è anche direttore della Divisione Costruzione e Immobili della Direzione Generale delle Poste e Telegrafi svizzera e ha avuto modo di esaminare più di 280 tetti piani con difetti.

La ricerca affronta anche il problema della durabilità dei fogli impermeabili di diversa natura suddivisi in fogli bituminosi, fogli sintetici del tipo più diffuso in Svizzera e membrane bitume polimero.

La ricerca mette in rilievo che la durata del rivestimento impermeabile, se correttamente progettato ed applicato, più che dalla natura del manto impermeabile è strettamente dipendente dalla presenza o meno di una protezione efficace in grado di ridurre sia il regime di temperatura, incidente direttamente sull'invecchiamento del foglio e di conseguenza sul suo irrigidimento nel tempo, sia di concerto l'entità degli sbalzi termici a cui è soggetto, che influisce sul comportamento termomeccanico del manto nel suo complesso, e che è capace di causare dislocazioni e pieghe che alla fine provocano le infiltrazioni d'acqua.

L'analisi si basa sull'esame di tetti piani difettosi ma anche di tetti in buono stato di conservazione e l'autore enuncia le regole seguenti:

TETTO ROVESCIO (praticabile e non praticabile)



Il manto impermeabile non è esposto agli agenti atmosferici ed è al riparo da vento e grandine. Il manto è posizionato sotto l'isolante termico e funge anche da barriera al vapore.

Non subisce sbalzi termici ed è sottoposto ad un basso livello di temperatura.

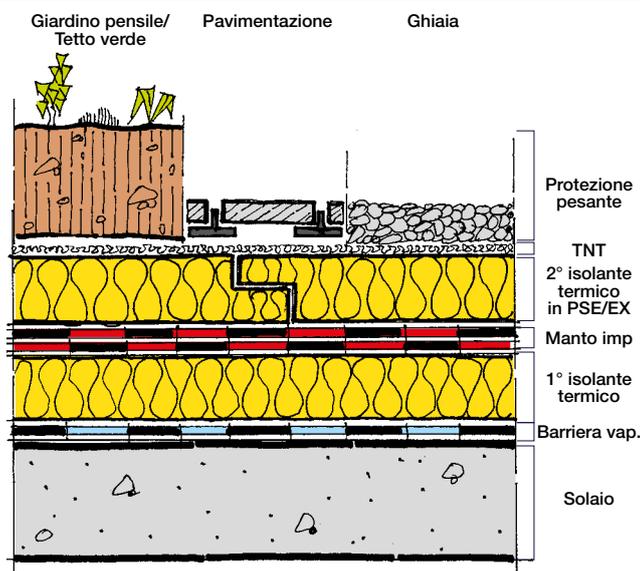
(nota: nel disegno l'efficacia della protezione è crescente da destra verso sinistra)

• I migliori risultati si sono ottenuti con i sistemi dove il manto è protetto, ad esempio tetti alla rovescia e tetti DUO e PLUS. Questi ultimi costituiti da una stratigrafia tradizionale composta da barriera vapore + isolante termico + manto impermeabile a cui si aggiunge un isolamento alla rovescia costituito da un polistirolo estruso ricoperto da una protezione pesante.

(continua)

Ricerca svizzera sulla durata del manto impermeabile dei tetti piani

COPERTURA PROTETTA "DUO" (praticabile e non praticabile)



Il manto impermeabile non è esposto agli agenti atmosferici ed è al riparo da vento e grandine.

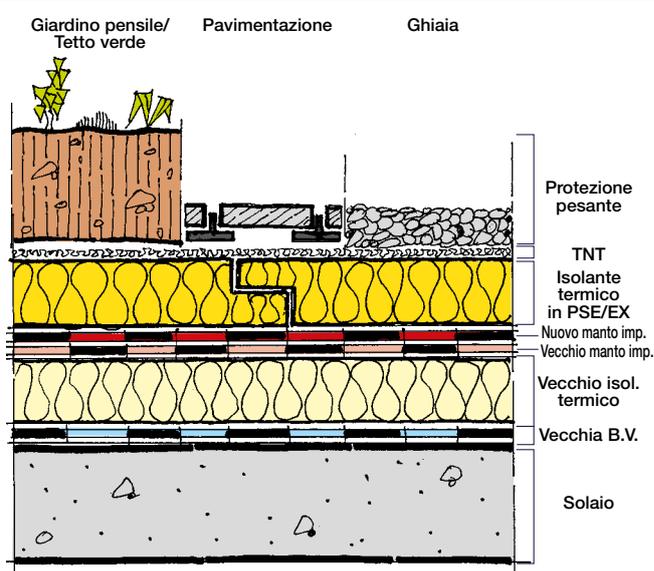
Il manto protetto dal polistirolo estruso non subisce sbalzi termici ed è sottoposto ad un basso livello di temperatura.

Il sistema DUO consente di contenere i costi dell'isolamento termico e usando uno spessore di polistirolo estruso inferiore a 50 mm è possibile contenere lo spessore/peso della ghiaia (16-32 mm) entro i 50 mm.

(nota: nel disegno l'efficacia della protezione è crescente da destra verso sinistra)

- Viene definito DUO la tipologia stratigrafica sopradescritta applicata sul nuovo da subito.

RINNOVAMENTO DEL MANTO E INTEGRAZIONE DELL'ISOLAMENTO CON IL SISTEMA "PLUS" (praticabile e non praticabile)



Il manto impermeabile rinnovato non è più esposto agli agenti atmosferici ed è al riparo dal vento e dalla grandine. Il manto è ora protetto dal polistirolo estruso che ne prolunga la durata perché non subisce più sbalzi termici e non è più sottoposto ad elevati livelli di temperatura. Applicando pannelli di polistirolo estruso di spessore inferiore a 50 mm è possibile contenere lo spessore della ghiaia (16-32 mm) entro i 50 mm.

(nota: nel disegno l'efficacia della protezione è crescente da destra verso sinistra)

- Nel caso di sistemi migliorati definiti come PLUS l'isolamento alla rovescia è aggiunto ad una vecchia stratigrafia che è stata riparata e rimessa in ordine per prolungarne la durata.
- Per questi sistemi costruiti da più di 20 anni che a tutt'oggi non presentano alcuna alterazione l'autore stima una durata di 35-45 anni.
- Nel caso di tetti normali, privi della protezione costituita dall'isolamento alla rovescia supplementare, l'autore dispone di molte esperienze e i difetti sono molto più numerosi.
- Quelli ricoperti di terra o di una cappa cementizia offrono una durata superiore di quelli ricoperti da ghiaia e di quelli privi di protezione alcuna.



Ricerca inglese sulla durata dei manti impermeabili dei tetti piani

Nel 1995 il British Flat-Roofing Council ha pubblicato i risultati di una ricerca sulla durata dei manti impermeabili dei tetti piani condotta dalla Napier University di Edimburgo su 680 coperture con un'area media di 700 m², di 16 tipologie stratigrafiche, per un totale di 475.000 m².

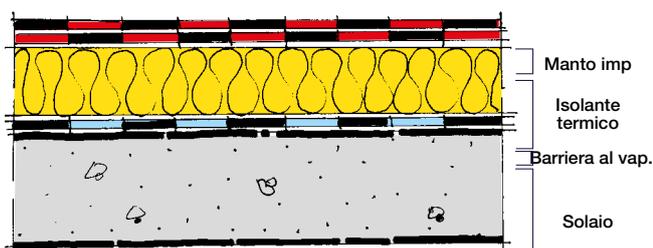
I manti impermeabili oggetto dello studio furono: manti in asfalto colato, 2 tipologie di multistrato a base di fogli bituminosi alternati a spalmature di bitume fuso, membrane bitume polimero elastomeriche e plastomeriche, fogli sintetici plastomerici ed elastomerici.

Nel rapporto non è evidenziata la presenza o meno di una

protezione pesante che si ritiene sia stata applicata sui tetti ricoperti con fogli sintetici mentre i sistemi di origine bituminosa appaiono essere privi di protezione salvo alcuni che sono stati pitturati.

La ricerca per quanto riguarda la durata, trattandosi di tetti di stratigrafia standard, ha fornito conclusioni simili alla ricerca svizzera: si stima in 20 anni la durata dei sistemi bituminosi multistrato tradizionali quando armati con tessuto non tessuto di poliestere e in più di 25 anni la durata dei manti eseguiti con membrane bitume polimero, fogli sintetici e mastice di asfalto colato.

COPERTURA STANDARD CON MANTO A VISTA

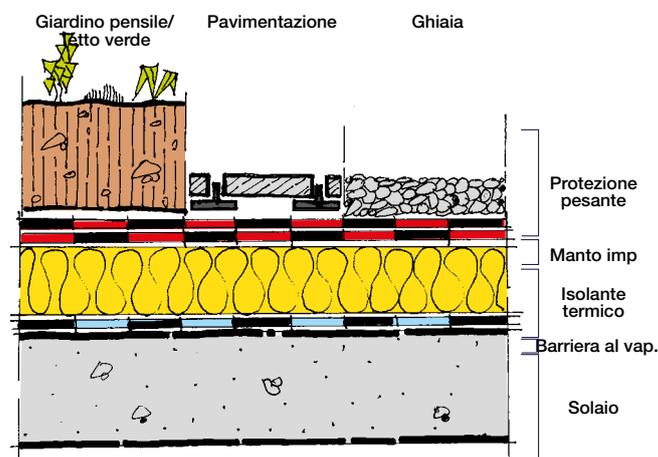


Il manto impermeabile è esposto direttamente agli agenti atmosferici, raggiunge livelli di temperatura elevati, è sollecitato dagli sbalzi termici ed è esposto al vento e alla grandine, tutti agenti che concorrono a limitarne la durata ed anticiparne la difettosità.

Lo studio conclude con le seguenti aspettative di durata:

- Tetto piano rivestito con stratigrafia tradizionale (BV+Isolante+manto impermeabile) dove il manto è costituito da membrane bitume polimero si prevede una durata di 25 anni con scarsa difettosità. Inferiore la durata degli altri rivestimenti impermeabili interessati dalla ricerca e afflitti da una difettosità superiore.

COPERTURA STANDARD PROTETTA (praticabile e non praticabile)



Il manto impermeabile non è esposto agli agenti atmosferici ed è protetto da vento e grandine. Il livello di temperatura e gli sbalzi termici sono modesti.

(nota: nel disegno l'efficacia della protezione è crescente da destra verso sinistra)

- Tetti giardino, terrazze, terrazze parcheggio con stratigrafia tradizionale per i manti con membrane bitume polimero si prevede una durata di 30 anni con un basso livello di difettosità. Inferiore la durata degli altri rivestimenti impermeabili interessati dalla ricerca e afflitti da una difettosità superiore
- Tetti alla rovescia e tetti DUO l'aspettativa di vita è di 45 anni indipendentemente dal tipo di manto impermeabile impiegato con nessuno o pochi difetti.

(continua)

Conclusioni

Le indagini fino ad oggi condotte sulla durata delle stratigrafie di copertura, ispezionando le coperture esistenti, hanno dimostrato che per valutare la durata di un sistema complesso, come lo è la stratigrafia di copertura, si deve abbandonare l'approccio "riduzionistico" a favore di un approccio "olistico" che esamini il sistema nel suo insieme e si è evidenziato che:

- **La durata di un manto impermeabile non è direttamente proporzionale alle prove sulla variazione della flessibilità a freddo con l'invecchiamento conducibili in laboratorio sulla singola membrana impermeabile, che è solo un singolo componente della stratigrafia, come vorrebbe fare l'approccio tecnologico "riduzionistico", lo dimostrano i risultati delle ricerche che hanno preso in esame anche vecchi sistemi di impermeabilizzazione a base di bitume ossidato e a base di asfalto colato che hanno aspettative di vita di almeno 20 anni.**

Si consideri che in laboratorio l'irrigidimento del bitume ossidato e dei materiali bituminosi non modificati con polimeri si manifesta in un tempo da 6 a 12 volte più veloce di un bitume modificato con polimeri eppure se il progetto e la posa sono corretti anche i vecchi sistemi durano a lungo.

- Il concetto di durata di un foglio impermeabile non va disgiunto dal sistema in cui è inserito, dalle interazioni con gli altri strati (supporto ed isolamento termico) e dalla presenza o meno di una protezione pesante che scherma l'irradiazione solare diretta, le escursioni termiche, l'azione del vento e della grandine e altre sollecitazioni meccaniche.
- La durata di un manto impermeabile è subordinata alla corretta progettazione della stratigrafia nel suo complesso, collegamenti compresi, e alla cura attenta e minuziosa della posa in opera specialmente rivolta ai punti singoli del tetto che sono spesso la sede principale delle difettosità.

Le ricerche giungono a conclusioni simili, come pure una ricerca specifica condotta in Olanda su una membrana bitume polimero plastomerica prodotta da INDEX per quel mercato e applicata in monostrato, tutte concludono allo stesso modo che per una stratigrafia standard, priva di protezione, dove l'elemento di tenuta all'acqua è costituito da membrane bitume polimero l'aspettativa di vita è di 25 anni. Si prevedono durate superiori, da 30 a 45 anni, per le coperture provviste di protezione pesante, più efficace l'interramento a giardino pensile e la pavimentazione, meno la stratificazione in ghiaia, in questo ultimo caso è molto più efficace il sistema a "tetto rovescio" dove il manto impermeabile è protetto dallo strato di isolamento termico e lo strato di ghiaia è posto sopra di questo.

Si aggiunge a quanto sopra un nuovo concetto introdotto da un recente rapporto del CSFE (Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité), si tratta del DVT (Durata di Vita Tipica) di un manto impermeabile che non è corrispondente a quella del primo intervento e si sottolinea il fatto che la norma francese DTU della serie 43 indica la possibilità, nel corso della vita del manto impermeabile, di applicare un secondo se non addirittura un terzo rivestimento senza demolire l'esistente. In tal caso la CSFE stima che la DVT totale del sistema possa arrivare a 90 anni.

Lo stesso concetto è stato ripreso dal BWA (Bitumen Waterproofing Association) nel documento di dichiarazione ambientale EPD.

Si sottolinea inoltre il fatto che INDEX nelle stratigrafie consigliate nelle proprie pubblicazioni tecniche, quando cogenti, propone sempre le membrane certificate con DVT (Documento di Validazione Tecnica) dell'ITC-CNR (ex ICITE).

Il "DVT", Documento di Valutazione Tecnica, ha lo scopo di facilitare l'utilizzo corretto del prodotto da costruzione da parte di progettisti ed imprese, sulla base dei dati tecnici contenuti nel Documento, così come di indirizzare ottimali processi di progettazione, installazione, posa e manutenzione.

Il DVT esprime un giudizio tecnico preventivo di qualità inerente all'idoneità all'utilizzo, in determinate condizioni, sulla base della considerazione di aspetti non coperti in regime obbligatorio.

Il DVT non sostituisce la marcatura obbligatoria CE, tutte le membrane con DVT comunque devono essere anche marcate CE, ma fornisce all'utilizzatore e al progettista un quadro tecnico di riferimento e una garanzia di qualità di valenza superiore alla semplice marcatura CE, sia attraverso una serie di prove di laboratorio più

ampia di quelle previste dalle norme EN, sia attraverso l'ispezione dei lavori eseguiti. Da quanto sopra si evince l'importanza del DVT nell'ottica del nuovo modo di costruire "sostenibile" dove la completezza dell'informazione tecnica garantisce la certezza del risultato nel tempo.

L'impiego di membrane e sistemi durevoli certificati con Agreement-DVT incontra i dettami dell'edilizia sostenibile in quanto viene soddisfatta l'esigenza primaria della affidabilità e della durabilità del sistema, per cui dilazionando le opere di ripristino e/o di demolizione ciò sottintende un minor consumo di materie prime, un minor consumo di energia, una minore produzione di rifiuti, una minore emissione di inquinanti e di gas serra nel tempo. L'impiego di membrane e sistemi durevoli certificati con Agreement-DVT incontra i dettami dell'*edilizia sostenibile* in quanto viene soddisfatta l'esigenza primaria della affidabilità e della durabilità del sistema, per cui **dilaziando le opere di ripristino e/o di demolizione ciò sottintende un minor consumo di materie prime, un minor consumo di energia, una minore produzione di rifiuti, una minore emissione di inquinanti e di gas serra nel tempo.**

Attualità della ricerca

Interessanti i risultati ottenuti dalla ricerca svizzera sui sistemi a tetto rovescio e sui sistemi DUO e PLUS perché rivestono carattere di grande attualità per il contenimento energetico degli edifici sia nuovi che vecchi.

La durata di questi sistemi, da 35 a 45 anni, soddisfa le aspettative ecologiche di riduzione dell'impatto ambientale del ciclo di vita (LCA) di un prodotto/sistema e si coniuga perfettamente alle esigenze di incremento della resistenza termica dell'isolamento di copertura che impongono le nuove direttive in termini di contenimento energetico.

Si consideri che l'incremento della resistenza termica imposto dalle nuove leggi se situata al di sotto di un manto impermeabile privo di protezione aumenta la durata del regime termico ad alta temperatura del manto e inasprisce gli sbalzi termici al variare della temperatura esterna innescando problematiche di durata dei sistemi non ancora sufficientemente studiate.

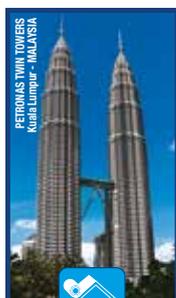
Se invece in toto, caso del tetto rovescio, o in parte, sistemi DUO e PLUS, la resistenza termica è posta sopra il manto impermeabile sono già note e soddisfacenti le aspettative di vita dei manti impermeabili dei tetti piani. È vero che lo strato di appesantimento in ghiaia o in lastroni cementizi è poco gradito alle imprese di costruzione che lo giudicano un onere inutile ma è altrettanto vero e dimostrato dalle ricerche sopra riportate che la durata raddoppia e non ultimo il manto è al riparo dalla grandine e dai venti eccezionali fenomeni che si stanno notevolmente intensificando con la tropicalizzazione delle zone a clima temperato come la nostra.

Il sistema PLUS poi riveste carattere di economicità per chi vuole adeguare una vecchia copertura ai nuovi standard, senza alcuna demolizione ma dopo una eventuale riparazione delle zone ammalorate del vecchio manto, che può essere rinfrescato con le membrane INDEX della serie **RINOVA**, si procede alla posa dei pannelli in polistirolo estruso e alla posa della protezione in ghiaia o, meglio, in quadrotti prefabbricati appoggiati su sostegni in plastica **HELASTORING**.

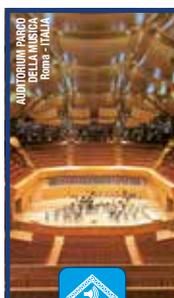
DETTAGLI

La buona riuscita del lavoro di impermeabilizzazione spesso dipende dalla cura e dall'attenzione che si è posta nel progettare ed eseguire correttamente i particolari della copertura, si rimanda pertanto il lettore alle specifiche pubblicazioni tecniche INDEX: "Capitolati Tecnici".

Esportiamo in più di 100 paesi al mondo



PETRONAS TWIN TOWERS
Kuala Lumpur - MALAYSIA



AUDITORIUM PARCO
DELLA MUSICA
Roma - ITALIA



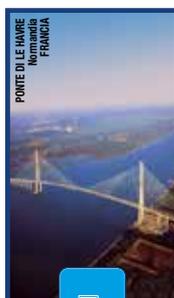
STADIO FNB
Johannesburg
SUD AFRICA



REGGIA DI CASERTA
Capri - ITALIA



EMPIRE STATE BUILDING
New York
STATI UNITI D'AMERICA



PONTE DI L'EUROPE
Parigi
FRANCIA



index

A SIKA COMPANY

Sistemi e prodotti avanzati per l'impermeabilizzazione, l'isolamento termico ed acustico, la bonifica delle coperture in cemento amianto, il risanamento di murature e calcestruzzo, la posa di pavimenti e rivestimenti, per l'impermeabilizzazione e la protezione di opere viarie

www.indexspa.it

INDEX Construction Systems and Products S.p.A.
via G. Rossini, 22 - 37060 Castel d'Azzano (VR) - Italy - T. 045 8546201 - F. 045 518390
email: index@indexspa.it - email Informazioni Tecniche Commerciali: tecom@indexspa.it
Index export dept. T. +39 045 8546201 - F. +39 045 512444 - email: index.export@indexspa.it