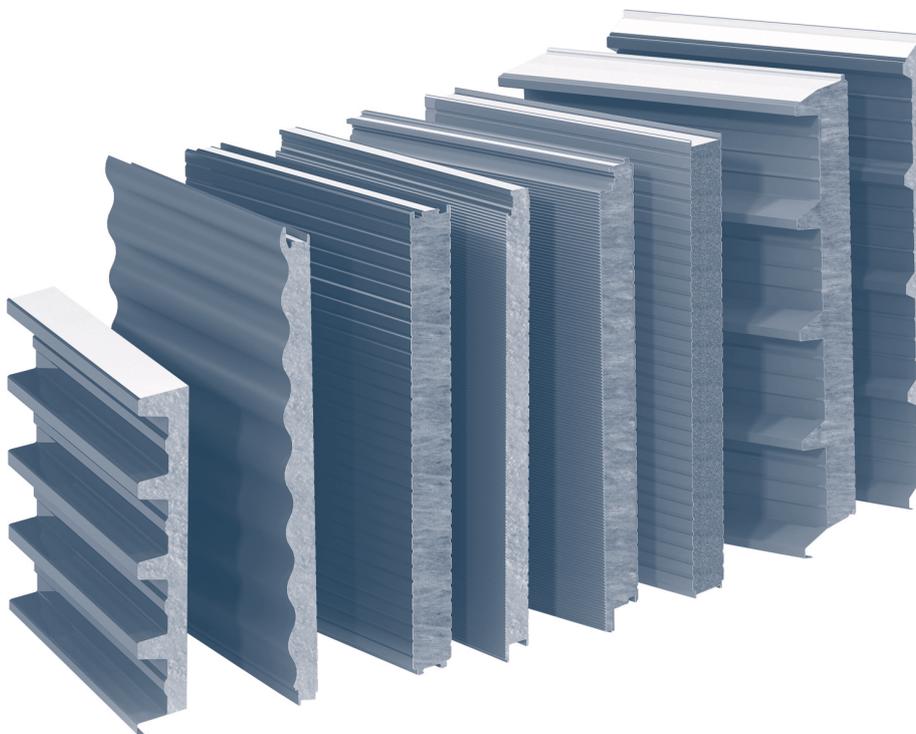


# PRONTUARIO PANNELLI SANDWICH

---

*MOVIMENTAZIONE, STOCCAGGIO E MONTAGGIO  
PER PROGETTISTI / INSTALLATORI / UTILIZZATORI FINALI*



## INDICE

### Premessa

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEI PRODOTTI</b>	<b>4</b>
<hr/>		
<b>2</b>	<b>MATERIALI</b>	<b>5</b>
	2.1 Schiume isolanti	5
	2.2 Lana minerale e lana di vetro	5
	2.3 Paramenti metallici	5
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DI PRODOTTO</b>	<b>6</b>
	3.1 Forma e spessore	6
	3.1.1 Tolleranze dimensionali pannelli sandwich	6
	3.2 Tipologia giunto	6
<b>4</b>	<b>FATTORI AMBIENTALI</b>	<b>7</b>
	4.1 Isolamento termico	7
	4.1.1 Il coefficiente di trasmissione termica " U "	8
	4.1.2 I ponti termici	8
	4.2 Isolamento acustico	9
	4.2.1 Fonoisolamento	9
	4.2.2 Fonoassorbimento	10
	4.3 Corrosione e durabilità del prodotto	11
	4.3.1 Contenimento fenomeni corrosivi del metallo	12
	4.3.2 Contenimento fenomeni corrosivi: vernici e colori	13
	a. Preverniciatura	
	b. Vernici - applicazioni	
	4.4 Irraggiamento e dilatazione termica	17
	4.4.1 Effetti della dilatazione termica	17
	4.4.2 Effetti dell'irraggiamento	19
	4.5 Condensa: il vapore contenuto nell'aria	22
	4.5.1 Formazione della condensa	22
	4.5.2 Condizioni ambientali che generano condensa	22
	4.5.3 Scelte di progettazione da adottare in caso di condensa	22
	4.6 Protezione passiva agli incendi	23
	4.6.1 Reazione al fuoco	23
	4.6.2 Resistenza al fuoco	24
	4.6.3 Lettura dei valori di riferimento della Norma	25
	4.6.4 Certificati di resistenza e reazione al fuoco	25
	4.7 Resistenza meccanica: aspetti generali del pannello sandwich	26
	4.7.1 Azione del vento (ed esempi di calcolo)	27
	4.7.2 Azione della neve (ed esempi di calcolo)	32
	4.7.3 Cenni sull'azione sismica	35

<b>5</b>	<b>RACCOMANDAZIONI PER MOVIMENTAZIONE E MONTAGGIO DEI PANNELLI METALLICI PRECOIBENTATI</b>	<b>38</b>
	<b>5.1 Imballo e protezione</b>	<b>38</b>
	<b>5.2 Trasporto dei pannelli e scarico</b>	<b>38</b>
	<b>5.3 Ricevimento materiali e accorgimenti in cantiere</b>	<b>39</b>
	<b>5.4 Stoccaggio</b>	<b>40</b>
	<b>5.5 Sollevamento in quota</b>	<b>42</b>
	<b>5.6 Taglio dei pannelli sandwich</b>	<b>45</b>
	<b>5.7 Aperture e fori nei pannelli sandwich</b>	<b>45</b>
	<b>5.8 Indicazioni orientative per valutare la resistenza residua</b>	<b>46</b>
	<b>5.9 Suggerimenti progettuali</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>PANNELLI SANDWICH PARETE</b>	<b>49</b>
	<b>6.1 Installazione pannelli in verticale</b>	<b>49</b>
	<b>6.2 Posa in orizzontale dei pannelli parete</b>	<b>51</b>
	<b>6.3 Modalità e sistemi di fissaggio per pannelli parete</b>	<b>51</b>
	6.3.1 <i>La forma della testa</i>	<b>52</b>
	6.3.2 <i>La filettatura</i>	<b>52</b>
	6.3.3 <i>La punta</i>	<b>52</b>
	6.3.4 <i>Le guarnizioni</i>	<b>52</b>
	<b>6.4 Note per lo stoccaggio dei pannelli parete</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>PANNELLI SANDWICH COPERTURA</b>	<b>54</b>
	<b>7.1 Pendenze minime della falda di copertura e suggerimenti di posa</b>	<b>55</b>
	<b>7.2 Caratteristiche dei pannelli sandwich monolamiera</b>	<b>57</b>
	7.2.1 <i>Cartonfeltro bitumato</i>	<b>58</b>
	7.2.2 <i>Alluminio goffrato centesimale</i>	<b>58</b>
	7.2.3 <i>Vetroresina</i>	<b>59</b>
	<b>7.3 Note per lo stoccaggio e la movimentazione dei pannelli</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>SMALTIMENTO</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>MANUTENZIONE PROGRAMMATA DEL FABBRICATO REALIZZATO IN PANNELLI</b>	<b>60</b>
	<b>ALLEGATI</b>	<b>61</b>
	<i>CONDIZIONI GENERALI DI VENDITA AIPPEG DELLE LAMIERE GRECATE, DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI E DEGLI ACCESSORI.</i>	

## PREMESSA

Il presente **Prontuario** raccoglie esperienze di **Isolpack – Isometal – Isotecnica – R&WPI** (da ora in poi nominati “I Produttori”). Approfondire la conoscenza del **pannello precoibentato** nelle sue varie configurazioni può essere di aiuto per tutti coloro che dovranno impiegarlo, pertanto se ne raccomanda un’attenta lettura, che offrirà utili informazioni sulle valenze e sui limiti del prodotto stesso (senza fissare regole per l’utilizzo e il montaggio, che saranno determinate, unicamente, dalla competenza e professionalità di Progettisti/Installatori/Utenti finali).

Il prontuario è destinato sia ad utilizzatori finali sia ad esperti professionisti del settore, e si prefigge il solo obiettivo di fornire quanti più suggerimenti utili per il miglior sfruttamento del **pannello sandwich**, annotazioni per un’ideale movimentazione e manipolazione, limiti nell’impiego e suggerimenti per il calcolo che dovrà essere effettuato prima di acquistare e installare il prodotto.

I Produttori non sono a conoscenza della destinazione finale del prodotto venduto, delle modalità di impiego, delle attrezzature a disposizione delle squadre di montaggio, delle specificità di ogni singolo cantiere e di tutti i fattori che possono risultare determinanti per ottenere un risultato a “regola d’arte”. Infatti ogni scelta (architettonica, tecnica, costruttiva, ecc.) è rimessa unicamente alla perizia e alla professionalità di Progettisti/Installatori/Utenti finali, quindi nessuna responsabilità al riguardo potrà mai essere attribuita ai Produttori.

Le informazioni contenute nel presente prontuario sono fornite allo stato attuale delle conoscenze dei Produttori, non avranno valore di garanzia contrattuale e possono essere suscettibili di variazioni in qualsiasi momento e senza alcun preavviso o comunicazione di sorta. I prodotti ai quali il prontuario fa riferimento dovranno essere conservati e utilizzati secondo le norme di igiene, sicurezza e buona pratica industriale, secondo le indicazioni tecniche del fornitore e conformemente alle disposizioni di legge.

### 1. DESCRIZIONE GENERALE DEI PRODOTTI

I pannelli sandwich sono costituiti da uno o due paramenti metallici con interposta anima in poliuretano (PUR – PIR), lana di vetro o lana di roccia.

L’isolante PUR – PIR viene colato allo stato liquido su di una linea a ciclo continuo così da garantire al manufatto adeguata omogeneità, rigidità, caratteristiche di isolamento termico e prestazioni meccaniche di autoportanza. La geometria della sezione, caratterizzata da dogatura, micronervatura e dai bordi del pannello, è ottenuta tramite la tecnica di profilatura a freddo dei coils (quindi NON trafilatura).

I paramenti metallici, che costituiscono le facce esterne dei pannelli sandwich, possono essere costituiti da acciaio zincato, preverniciato, alluminio naturale o preverniciato, acciaio inox e rame.

I pannelli sandwich creano la continuità tra loro tramite giunti di differente sezione geometrica. Il giunto più semplice è quello ad incastro maschio femmina per viti di fissaggio a vista, esiste poi quello a sormonto, per viti di fissaggio nascoste, o infine il giunto costituito da due coprifili in acciaio preverniciato schiumati in opera e senza alcun collegamento, quindi in assenza completa di ponti termici.

## 2. MATERIALI

### 2.1 SCHIUME ISOLANTI

#### **POLIURETANO ESPANSO (PUR):**

Con il termine poliuretano si indica una vasta famiglia di polimeri termoindurenti in cui la catena polimerica è costituita da legami uretanici. Sono ottenuti per reazione di un diisocianato (aromatico o alifatico) e di un poliolo, a cui vengono aggiunti catalizzatori per migliorare il rendimento della reazione e altri additivi che conferiscono caratteristiche migliorative al materiale. Il pentano, in particolare, è una sostanza espandente capace di produrre una struttura cellulare attraverso un processo schiumogeno.

**CARATTERISTICHE:** elevato livello di isolamento termico ottenibile; rapporto spessore-costo-prestazioni ottimale; resistenza meccanica e stabilità nel tempo considerevole; leggerezza; ridotto assorbimento di acqua; non favorisce l'insorgenza di condensa e muffe.

#### **POLIISOCIANURATO (PIR):**

Le schiume di poliisocianurato presentano una maggior concentrazione di metilene defenil diisocianato rispetto al poliuretano (PUR).

**CARATTERISTICHE:** Rispetto al PUR, la schiuma PIR, seppur dimensionalmente meno stabile, garantisce una maggiore resistenza alla compressione con superiore compattezza e monoliticità del pannello, combina molte caratteristiche del poliuretano e soprattutto consente l'ottenimento di severe classificazioni al fuoco. Permette di ottenere la classe B-s1,d0 e le classi EI e REI.

### 2.2 LANA MINERALE E LANA DI VETRO

Lana minerale (di roccia): il processo di produzione della lana di roccia ha inizio con la fusione della roccia vulcanica ad una temperatura di 1500 °C, dopo una rigorosa selezione geologica della materia prima. Le fibre vengono fissate con resine.

Lana di vetro: viene prodotta utilizzando per il 70% vetro riciclato con l'aggiunta di sabbia di quarzo, pietra calcarea, borato e soda. Il tutto viene fissato con resine, che non incidono in maniera gravosa sull'aria e sull'ambiente.

Gli isolanti nei vari tipi di lana vengono lavorati, durante il processo di produzione del pannello, tagliandoli in sezioni di parallelepipedo per poi orientare le fibre perpendicolarmente alla superficie del piano di incollaggio sui paramenti metallici. Questa soluzione conferisce al pannello sandwich discrete caratteristiche di resistenza meccanica.

I vari tipi di lana coniugano quattro doti fondamentali: Protezione al Fuoco, Incombustibilità, Isolamento termico, Fonoassorbimento.

### 2.3 PARAMENTI METALLICI

Il paramento metallico costituisce la superficie esterna del pannello a contatto con l'ambiente. La scelta di tale elemento è esclusivamente di competenza del Progettista/Installatore/Utente finale del prodotto, in funzione dell'impiego al quale sarà destinato (copertura, parete, controsoffitto, tramezzatura, ecc.) e del luogo in cui verrà installato (interno, esterno, zona montana, area industriale, in presenza di aria salmastra, ambiente agricolo particolare, ecc.). La scelta, di consueto, avviene in base alle caratteristiche tecniche valutate dal Progettista, oppure in funzione della resistenza alla corrosione e quindi delle aspettative di durabilità del prodotto, o talvolta per ragioni puramente estetiche. La raccomandazione del Produttore ai Progettisti/Installatori/Utenti finali è di scegliere la tipologia di paramento tenendo conto, principalmente, dei fattori ambientali (esposizione diretta all'azione del vento, irraggiamento solare, temperature positive o negative dello specifico luogo, ambienti industriali con presenza di elementi chimici aggressivi dispersi nell'atmosfera, vicinanza al mare, ambienti agricoli/allevamenti, ecc.). Oltre quanto sopra citato la scelta dei paramenti metallici deve sempre avvenire nella massima considerazione di fattori quali le dilatazioni/allungamenti tipici del metallo scelto, che possono comportare deformazioni permanenti nel manufatto finito dopo la sua installazione.

### 3. CARATTERISTICHE DI PRODOTTO

#### 3.1 FORMA E SPESSORE

La lamiera dei paramenti metallici può essere grecata, dogata, micronervata o liscia; quale impiegare, tra i vari tipi di finitura, dipenderà unicamente dalla scelta dell'utenza in funzione dell'applicazione prevista per il prodotto; tuttavia i Produttori sconsigliano l'uso del paramento liscio (sebbene producibile, su richiesta specifica, senza alcun sovrapprezzo, ma senza la garanzia del produttore), poiché presenta un alto rischio di porre in evidenza ondulazioni del metallo dovute ai processi di laminazione, oppure alla colata di schiuma che avviene per fasi alternate successive. Nella realizzazione di celle frigorifere detta condizione viene accettata poiché ritenuta ampiamente compensata dalla maggior funzionalità nelle operazioni di pulizia ed igienizzazione (HACCP).

Assume maggiore affidabilità la soluzione dogata o micronervata laddove il Progettista preferisca disporre di una, seppur minima, maggiore rigidità del supporto metallico.

##### 3.1.1 Tolleranze dimensionali pannelli sandwich

Tabella n° 1

TOLLERANZE DIMENSIONALI (In accordo con la Norma EN 14509 e C.G.V. Aippeg)		
Scostamenti (mm)		
Lunghezza	L ≤ 3000 mm	± 5 mm
	L > 3000 mm	± 10 mm
Larghezza utile	± 2 mm	
Spessore	D ≤ 100 mm	± 2 mm
	D > 100 mm	± 2 %
Deviazione della perpendicolarità	6 mm	
Disallineamento dei paramenti metallici interni	± 3 mm	
Accoppiamento lamiera	F = 0 + 3 mm	

L = lunghezza; D = spessore dei pannelli; F = accoppiamento dei supporti.

#### 3.2 TIPOLOGIA GIUNTO

Fin dai primi anni '70, agli albori della nascita del pannello coibentato, viene stabilita la regola inderogabile che i pannelli per copertura debbano essere installati con pendenze pari o superiori al 7%, mentre i pannelli per parete debbano essere montati in verticale. Ciononostante, negli anni successivi, sono state messe in opera realizzazioni effettuate con pannelli montati orizzontalmente, con risultati non sempre pienamente soddisfacenti (per questo i Produttori non consigliano questo tipo di posa). Le tipologie di giunto variano a seconda del modello di pannello prescelto. Tutte garantiscono una buona tenuta agli agenti atmosferici ma non devono mai essere considerate perfettamente stagne all'acqua e all'aria.

La raccomandazione del Produttore ai Progettisti/Installatori/Utenti finali è di scegliere il tipo di giunto e dunque il modello di pannello dopo un'approfondita valutazione tecnica preventiva delle prestazioni desiderate dal prodotto. Tecnicamente, per ottenere un corretto isolamento tra l'ambiente esterno e quello interno è necessario interporre guarnizioni a celle aperte, cordoni di silicone oppure scegliere modelli di pannello predisposti per ricevere la schiumatura del giunto in opera. In alternativa il Progettista dovrà optare per l'impiego dei modelli speciali su richiesta, per i quali il Produttore garantisce perfetta ermeticità. I giunti si dividono in tre famiglie: giunti a secco, speciali e schiumati. Questi ultimi due sono impiegati per applicazioni particolari, quali celle frigorifere o ambienti ad atmosfera controllata, dove la tenuta all'aria e i ponti termici sono elementi determinanti nella scelta progettuale.

La tipologia “giunti a secco”, la più economica e diffusa, si suddivide a sua volta in tre soluzioni distinte: vite di fissaggio a vista, vite di fissaggio nascosta all'interno del giunto ed infine “a labirinto”.

#### TIPOLOGIE:

- Giunto a secco con sistema di fissaggio su greca (copertura);
- giunto a secco maschio femmina con vite di fissaggio a vista e posa in verticale (parete);
- giunto a secco maschio femmina con vite di fissaggio nascosto e posa in verticale (parete);
- giunto a secco maschio femmina a labirinto e posa in verticale (parete);
- giunto schiumato e posa in verticale (parete);
- giunto a secco maschio femmina con vite di fissaggio nascosto e posa in orizzontale (parete - ONDA – Zeroklass Leonardo RWPanel).

## 4. FATTORI AMBIENTALI

Come già indicato, al fine di ottenere dal **pannello sandwich** adeguate prestazioni funzionali, estetiche e di durabilità, il Produttore raccomanda ai Progettisti/Installatori/Utenti finali un attento studio dei parametri ambientali dei luoghi ove verrà installato il prodotto. La notevole variabilità di condizioni e le loro possibili combinazioni rendono impossibile definire a priori delle prescrizioni valide per ogni situazione; il ruolo del Progettista è quindi indispensabile per la valutazione preventiva di ciascun singolo progetto/opera al fine di identificare quali siano le azioni da tenere in considerazione e adottare gli opportuni accorgimenti e scelte progettuali.

La scelta della tipologia del pannello non si limita ad una valutazione della mera resistenza meccanica richiesta per le azioni di progetto; lo studio deve infatti tener conto di decisivi fattori ambientali quali:

- *Isolamento termico;*
- *isolamento acustico (fonoisolamento e fonoassorbimento);*
- *corrosione sui paramenti metallici;*
- *irraggiamento, dilatazioni termiche e concentrazione dei raggi U.V.;*
- *formazione di condensa;*
- *protezione passiva agli incendi;*
- *resistenza meccanica: azione del vento;*
- *resistenza meccanica: azione della neve;*
- *resistenza meccanica: azione sismica.*

### 4.1 ISOLAMENTO TERMICO

I materiali isolanti, per loro natura specifica (costituzione strutturale e caratteristiche fisiche dei componenti), sono cattivi conduttori del calore, capaci quindi di attenuare e ridurre a valori molto bassi l'intensità dei flussi termici che li attraversano. L'efficienza teorica di un materiale viene definita dal “coefficiente di conducibilità termica” o “conduttività termica” indicato con la lettera  $\lambda$  Lambda.

Si consideri una parete omogenea a facce piane e parallele, queste ultime soggette a due temperature differenti: si avrà un passaggio di calore, esclusivamente per conduzione, dalla faccia a temperatura superiore verso quella a temperatura inferiore. Sperimentalmente si constata che la quantità di calore che passa è direttamente proporzionale alla superficie interessata, alla differenza di temperatura tra le facce, al tempo, ed inversamente proporzionale allo spessore della parete.

Nell'impiego del pannello sandwich in edilizia il Produttore raccomanda ai Progettisti/Installatori/Utenti finali la massima attenzione nella valutazione preventiva delle prestazioni offerte dal materiale isolante prescelto, ricordando che il calcolo deve sempre considerare il naturale decadimento che il prodotto subisce nel corso degli anni.

I materiali isolanti possono essere suddivisi secondo la loro struttura (fibrosa, alveolare o granulare) o secondo la loro origine (minerale, vegetale e sintetica).

Vale la seguente regola: quanto minore è il coefficiente  $\lambda$ , tanto migliore è la capacità isolante del materiale.

#### 4.1.1 Il coefficiente di trasmissione termica “U”

Il coefficiente di conducibilità termica  $\lambda$  si riferisce al materiale isolante posizionato tra i paramenti metallici, mentre il coefficiente di trasmissione termica U si riferisce all'intero sistema (dato dall'accoppiamento di materiali diversi). Nei cataloghi del **pannello sandwich** viene riportato il valore U (coefficiente di trasmissione termica o conduttanza). Si definisce coefficiente di trasmissione termica U la quantità di calore che attraversa in un'ora una superficie frontale opaca (orizzontale o verticale – alias solaio/copertura o parete) pari ad 1 mq, di spessore S e con una differenza di temperatura tra le due facce opposte pari ad 1 °C.

Per i soli pannelli soggetti a marcatura CE la trasmittanza termica avviene secondo la norma europea EN 14509, e deve tenere conto non solo della conduttività termica del materiale isolante dell'anima ma anche dell'effetto delle giunzioni tra i pannelli e delle greche. Il valore dichiarato deve considerare gli effetti di invecchiamento del materiale isolante.

Sui cataloghi il valore di U è espresso in  $\frac{W}{m^2 \cdot k}$

Dove k è la differenza di temperatura delle facce espressa in gradi kelvin.

**Vale la seguente regola: quanto minore è il coefficiente U del pannello, tanto minori sono le sue dispersioni di calore.**

Le modalità di isolamento e in generale il tipo di costruzione dipendono in primo luogo dalle preferenze personali del committente. Una costruzione a basso consumo energetico può essere realizzata attraverso diverse soluzioni progettuali che prevedano coefficienti U bassi. Un fattore determinante per una costruzione a basso consumo energetico è, ad esempio, la compattezza della costruzione stessa. Per contenere il fabbisogno di energia di un edificio è opportuno ridurre al minimo la superficie, realizzandolo nella maniera più compatta possibile (senza incastri, rientranze e sporgenze ecc.); in caso contrario il consumo di energia risulterà relativamente elevato nonostante il buon isolamento termico e aumenteranno proporzionalmente anche i costi di energia per riscaldamento/raffreddamento. Un esempio utile a riprova di quanto sopra riportato si ha prendendo in esame un fabbricato industriale in CAP con tegoli alari sui quali sia stato installato un pannello curvo, e paragonandolo al medesimo fabbricato con copertura **ISOLPACK TECTHUM**: qui l'intradosso del pannello piano riduce fino al 28% il volume di aria da riscaldare con risparmi economici davvero ragguardevoli.

#### 4.1.2 I ponti termici

L'applicazione corretta dell'isolamento termico è una condizione imprescindibile per riuscire ad ottenere gli effetti desiderati di risparmio energetico, riduzione dei costi e aumento del comfort. Per l'isolamento termico degli involucri degli edifici sono determinanti non solo i coefficienti U degli elementi strutturali, bensì anche - e in larga misura - le configurazioni dei dettagli. I ponti termici devono essere assolutamente evitati in quanto non solo comportano una dispersione di energia ma anche problemi tecnici come la formazione di muffe causata dalla condensa. I ponti termici creano una resistenza minima al flusso di calore che per questo motivo si rafforza proprio in loro corrispondenza, abbassando le temperature delle superfici con i relativi problemi di condensa e formazione di muffe connessi.

Il Produttore raccomanda ai Progettisti/Installatori/Utenti finali la massima attenzione nell'accostamento di ogni singolo pannello con quello precedentemente posato, avendo cura di verificare che il passo di tre pannelli accostati in posizione definitiva e fissati dia sempre la sommatoria del passo utile del singolo pannello moltiplicato per tre, e mai un valore superiore, indicatore di sicuro ponte termico con le relative conseguenze.

## 4.2 ISOLAMENTO ACUSTICO - FONOLISOLAMENTO E FONOASSORBIMENTO

Le problematiche di acustica si dividono in due fenomeni importanti che caratterizzano la materia: il fonoisolamento e il fonoassorbimento. I materiali fonoisolanti lavorano per ridurre la “quantità” di suono che si può udire dall’interno o dall’esterno di una stanza, mentre quando si deve ridurre il livello di riverbero delle onde sonore che viaggiano all’interno di un determinato spazio occorre prediligere materiali fonoassorbenti.

### 4.2.1 Fonoisolamento

Il concetto di materiale fonoisolante è strettamente connesso alla legge della massa, il che significa che un materiale è tanto più fonoisolante quanto più elevato è il suo peso specifico. Il **pannello sandwich** della serie **ISOLPACK ECOLINE** oppure **R&WPI** serie **ZEROKLASS** con isolante in lana minerale (lana di roccia – lana di vetro) rappresenta la soluzione più indicata, in quanto di un peso maggiore rispetto a quelli in PUR/PIR.

Si ricorda che l’orecchio umano, oltre a percepire solo una parte delle variazioni di pressione che sono alla base del fenomeno acustico, presenta una sensibilità che varia con la frequenza, percependo suoni di ugual livello in maniera diversa a seconda della frequenza.

Allo scopo di offrire un quadro di riferimento, si riportano di seguito le sensazioni uditive corrispondenti a diversi livelli di pressione sonora, espressi in decibel, alla frequenza di 1000 Hz.

- 0 dB: soglia di udibilità;
- 20 dB: livello di percezione;
- 35 dB: disturbo del sonno;
- 55 dB: difficoltà di conversazione;
- 90 dB: danni all’udito per lunghe esposizioni;
- 120 dB: soglia del dolore e perdita temporanea dell’udito.

Il potere fonoisolante  $R$  è la grandezza, misurata in laboratorio, che permette di prevedere la propagazione del suono dall’ambiente in cui vi è la sorgente ad un altro (ricevente), pur se separati da un determinato elemento edilizio, che sia una parete esterna, un solaio o un infisso. Tale valore  $R$  non è sufficiente a definire il grado di prestazione di un certo elemento, in quanto il suo rendimento in opera sarà sicuramente inferiore. È importante, pertanto, valutare in modo sintetico e in loco il potere fonoisolante del materiale, anche attraverso l’indice  $R_w$ . Un pannello Fibermet Sp. 100 mm ha un potere fonoisolante  $R_w$  di 34,7 dB. Maggiore sarà lo spessore del pannello (e la sua densità), maggiore sarà l’isolamento acustico.

**La classificazione di isolamento acustico è stata ottenuta secondo la normativa EN 10140-2:2010 - EN 717-1:2013.**

Il Produttore raccomanda ai Progettisti/Installatori/Utenti finali di predisporre accurati rilievi e calcoli nei progetti/opere che comportino fonoisolamento poiché i pannelli sandwich proposti, sebbene dotati di precise certificazioni, non garantiscono l’esatta corrispondenza alla specifica esigenza, che solamente il Progettista potrà calcolare.

## 4.2.2 Fonoassorbimento

L'obiettivo di un materiale fonoassorbente è quello di ostacolare la riflessione dell'energia acustica. Anche in questo caso il pannello sandwich della serie **ISOLPACK ECOLINE** oppure **R&WPI** serie **ZEROKLASS** con isolante in lana minerale (lana di roccia – lana di vetro) rappresenta la soluzione più indicata, vista la natura fibrosa dell'isolante applicato in abbinamento alla microforatura del paramento metallico. Gli assorbenti acustici rispondono principalmente alle esigenze di correzione acustica ambientale che occorrono quando si ha la necessità di modificare i tempi di riverberazione all'interno di un ambiente, e di agire in tal modo sulla risposta in frequenza nel locale considerato. Il riverbero e le sue caratteristiche infatti incidono sulla corretta intellegibilità di parole e suoni.

L'assorbimento acustico è il parametro più importante nella correzione acustica degli ambienti. In linea di principio la scelta del tipo di forometria sul pannello influisce anche sulle proprietà acustiche. Di regola, ad esempio, l'incremento della percentuale di foratura porta altresì a un aumento dell'assorbimento acustico. Tuttavia in presenza di percentuali di foratura superiori al 25% i valori cambiano soltanto in misura ridotta.

L'indice che permette di valutare in modo sintetico e in loco il potere fonoisolante è denominato  $\alpha_w$ . Un pannello LITHOS Sp. 150 mm ha un potere fonoisolante  $\alpha_w$  0,95.

**La classificazione di assorbimento acustico è stata ottenuta secondo la normativa ISO 354:2003 - ISO 11654:1997.**

In generale l'assorbimento acustico totale segue questa logica:

*caso 1)*

assorbimento totale  $\alpha = 1$  (Materiali fibrosi. Materassini di lana minerale di grande spessore senza paramenti metallici, camere anecoiche);

*caso 2)*

riflessione acustica totale:  $\alpha = 0$  (Pannelli sandwich non microforati);

*caso 3)*

assorbimento acustico parziale da  $\alpha = 0$  fino  $\alpha = 1$  (Pannelli sandwich microforati  $\alpha_w$  0,95 prossimo al valore di assorbimento totale).

Anche in questo caso il Produttore raccomanda ai Progettisti/Installatori/Utenti finali di predisporre accurati rilievi e calcoli nei progetti/opere che comportino fonoassorbimento poiché i pannelli sandwich proposti, sebbene dotati di precise certificazioni, non garantiscono l'esatta corrispondenza alla specifica esigenza, che solamente il Progettista potrà calcolare.

E' necessario sottolineare che la microforatura del supporto metallico, che viene effettuata per favorire il fonoassorbimento da parte del pannello sandwich, porta l'anima metallica del paramento a contatto con l'ambiente, per questo le superfici metalliche ferrose potrebbero presentare l'arrugginimento della parte interna dei fori. Detta condizione non è considerata difetto del prodotto ma inevitabile risultato del processo produttivo. In alternativa possono essere utilizzati paramenti metallici in alluminio microforato o inox.

Laddove esigenze di fonoisolamento/fonoassorbimento richiedano la foratura totale del supporto interno del pannello, i Produttori suggeriscono a Progettisti/Installatori/Utenti finali di prediligere pannelli con supporto di spessore minimo 0,65 mm, che garantisca una massa minima adeguata, e comunque di prestare particolare attenzione alla scelta del pannello (valutazione che dipenderà esclusivamente dai calcoli e dalle scelte progettuali di Progettisti/Installatori/Utenti finali).

### 4.3 CORROSIONE E DURABILITÀ DEL PRODOTTO

Fenomeni chimici e fisici rappresentano ragioni di semplice alterazione o di degrado dei supporti metallici che costituiscono l'involucro del prodotto. Nella fattispecie i pannelli subiscono fenomeni di fotodegradazione e corrosione a causa della loro permanente esposizione agli agenti esterni.

Il Produttore dei **pannelli sandwich** raccomanda a Progettisti/Installatori/Utenti finali approfondite valutazioni preventive delle condizioni di esposizione e ambientali alle quali verranno sottoposti i manufatti.

Per ottenere maggior durabilità, funzionalità ed efficienza del pannello risulteranno determinanti le scelte del Progettista volte a contrastare o perlomeno mitigare gli effetti dei citati fenomeni.

#### **Corrosione per esposizione in atmosfere industriali (nota per il lettore: vale prevalentemente per le coperture)**

La corrosione chimica è provocata sia da alcuni gas presenti nell'aria, fuoriuscenti da camini, ciminiere e/o sfiatoi (anidride solforosa, ossido di zolfo, ossido di azoto), sia dalla salsedine presente negli ambienti marini. In caso di coperture metalliche il fenomeno corrosivo si innesca per effetto dell'acqua che ristagna in presenza di una bassa pendenza della falda. Il velo di acqua che permane sulla copertura scioglie gli elementi aggressivi dispersi nell'atmosfera, che venendo a contatto con il supporto metallico lo corrodono. Per aumentare la resistenza alla corrosione chimica si impiegano elementi metallici realizzati con leghe speciali resistenti alla corrosione (alluminio, inox, zinco-titanio, ecc.); ulteriore protezione si ottiene applicando sulla superficie dei metalli resine sintetiche, smalti, zinco.

#### **Corrosione per aerazione differenziale**

Il processo corrosivo si determina quando sulla superficie di un metallo si stabilisce una differenza di potenziale elettrico fra una parte più ossigenata (areata) e una parte che lo è meno. Le zone più areate risultano catodiche rispetto a quelle meno areate, che essendo anodiche si corrodono. Il fenomeno si può verificare, per esempio, su lastre di copertura o pareti metalliche preverniciate. Negli eventuali punti di discontinuità della verniciatura, nella maggior parte dei casi dovuti ad una noncuranza nella rimozione dei residui metallici durante le fasi di montaggio, si verifica una ossidazione maggiore, che innesca un processo corrosivo localizzato detto "vaiolatura" o "pitting" e che si evolve con un andamento estremamente veloce nel tempo, di molto superiore a quello che si potrebbe riscontrare per una lamiera metallica non protetta. La soluzione per contenere e ridurre questo problema è quella di porre un'estrema cura nella pulizia del cantiere, soprattutto per le coperture.

#### **Corrosione di tipo elettrochimico dei metalli per effetto dei "contatti bimetallici"**

Essa si può verificare nel caso di contatto tra metalli differenti, per esempio quelli costituenti gli elementi di tenuta, gli accessori di fissaggio e di supporto di una copertura. Il fenomeno avviene in presenza di soluzioni elettrolitiche che si trovano a contatto con due metalli diversi, tra cui si determina una differenza di potenziale elettrico. Il comportamento della coppia bimetallica è quello di una pila, con un metallo che funziona da anodo e l'altro da catodo, e causa nel tempo una dissoluzione più o meno pronunciata della parte anodica. Questo tipo di corrosione prende il nome di "corrosione galvanica". L'interposizione di guarnizioni realizzate con materiali non conduttori tra due metalli riduce o elimina, in caso di completo isolamento, la corrosione per contatto bimetallico diretto. Occorre comunque tener presente che su una copertura possono verificarsi situazioni di corrosione chimica determinate dallo scorrimento delle acque meteoriche. Un esempio di questo tipo sono i processi corrosivi che si vengono a creare sui canali di gronda e pluviali in acciaio o alluminio sottostanti a coperture in rame, causati dagli ossidi di questo metallo in soluzione nelle acque meteoriche.

### Corrosione per impurità superficiali

Il fenomeno si verifica normalmente per le leghe metalliche, dove la presenza di impurità costituite da metalli con comportamento catodico rispetto al metallo base determina, in presenza d'acqua, una coppia galvanica che porta alla dissoluzione della parte di metallo circostante all'impurità. Questi fenomeni di corrosione localizzata sono spesso caratteristici delle leghe d'alluminio in quanto questo metallo presenta un comportamento anodico rispetto ai suoi principali metalli alliganti.

### Corrosione per correnti vaganti

È un processo di corrosione elettrochimica che si manifesta su strutture o parti di un edificio realizzate in metallo che vengano percorse da correnti vaganti, cioè da quelle correnti disperse dalla rete dell'impianto elettrico o che vi arrivano attraverso il terreno (specialmente nelle vicinanze di linee ferroviarie e tranviarie). Le zone d'ingresso della corrente sull'elemento metallico hanno normalmente un comportamento catodico, le zone di uscita hanno un comportamento anodico e quindi possono corrodersi. Il fenomeno può determinare anche, in rapporto alla differenza di potenziale elettrico che si viene a creare fra le parti, processi corrosivi rilevanti.

#### 4.3.1 Contenimento fenomeni corrosivi del metallo

Vediamo, di seguito (tab. 2), il comportamento riguardo alla corrosione di alcuni tipi di materiali utilizzati per la fabbricazione di lastre per copertura.

Le norme UNI EN 10169 riportano la classificazione dell'ambiente e la velocità relativa di corrosione.

Tabella n°2 - Il comportamento riguardo alla corrosione di alcuni tipi di materiali utilizzati per la fabbricazione di lastre per copertura

CATEGORIA RESISTENZA CORROSIONE	CATEGORIE CORROSIONE	TIPO DI ATMOSFERA					
		RURALE (ESTERNA)	URBANA (ESTERNA)	INDUSTRIALE (INTERNO - ESTERNO)	MARINA (ESTERNA)	INQUINATA E UMIDA	RIVA AL MARE
RC1	C1 - MOLTO BASSA						
RC2	C2 - BASSA	INQUINAMENTO CONTENUTO BASSA CONDensa					
RC3	C3 - MEDIA		INQUINAMENTO MEDIO	BASSO SO <sub>2</sub>	BASSA SALINITÀ		
RC4	C4 - ALTA			MODERATO SO <sub>2</sub>	MODERATA SALINITÀ		
RC5	C5 - I - MOLTO ALTA			ALTO SO <sub>2</sub>		INQUINAMENTO GRAVE	
	C5 - M - MOLTO ALTA				ALTA SALINITÀ		ALTISSIMA SALINITÀ

Il Produttore dei pannelli sandwich ritiene indispensabile che il manufatto venga periodicamente ispezionato (con cadenza almeno annuale documentata) per una normale verifica del suo stato di mantenimento, e pertanto ne informa Progettisti/Installatori/Utenti finali. I pannelli devono essere periodicamente puliti per evitare ristagni di acqua, condense, impurità, materiale organico quali foglie o comunque sostanze dannose alla durabilità del supporto metallico. Nel caso vengano rilevati fenomeni di degrado è necessario procedere con un intervento straordinario immediato allo scopo di ripristinare le condizioni generali iniziali (es. ripristino della vernice in corrispondenza di abrasioni locali o graffi).

La pulizia può essere eseguita con acqua, ma nel caso di getto a pressione esso non deve essere troppo ravvicinato né perpendicolare alle superfici (soprattutto nel caso di supporti in acciaio zinco preverniciato); inoltre, in prossimità dei giunti il getto d'acqua deve avere un'inclinazione adeguata per evitare che la pressione crei infiltrazioni, danneggi le eventuali guarnizioni presenti o comprometta la tenuta.

Adeguata manutenzione periodica deve essere riservata ai sistemi di fissaggio (serraggio viti ove necessario, a seguito di eventuali dilatazioni o movimenti strutturali, verifica di eventuale ossidazione delle parti angolari di taglio e verifica dello stato delle sigillature).

Nel caso di presenza di agenti aggressivi bisogna avere particolare cura nell'ispezionare i pannelli per non inficiarne la durabilità.

Nel caso fossero presenti ammaccature o graffi dovuti a cause accidentali la superficie va prontamente ripristinata e verniciata.

Nel caso di ambienti con tassi di umidità elevati o in presenza di perdite di acqua, provvedere ad un'accurata pulizia con prodotti che rispettino la superficie verniciata utilizzando una spazzola non abrasiva.

#### 4.3.2 Contenimento fenomeni corrosivi: vernici e colori

I **pannelli sandwich** metallici coibentati, prevalentemente, hanno due lati metallici che corrispondono uno al fronte verso l'ambiente esterno e l'altro al fronte verso l'ambiente interno; la scelta della qualità della verniciatura del paramento metallico è fattore determinante che i Progettisti/Installatori/Utenti finali sono chiamati ad effettuare già nella fase di progettazione dell'involucro edilizio valutando accuratamente tutti i fattori/indicazioni raccolti nel presente prontuario, che sono da considerarsi un utile vademecum che comunque non può sostituirsi alle competenze dei Progettisti/Installatori/Utenti finali.

I requisiti dei due supporti possono avere caratteristiche molto diverse; la qualità della verniciatura dovrà essere valutata e scelta in base alle prestazioni predeterminate in funzione delle condizioni di esposizione e ambientali.

Il mercato offre un'ampia gamma di vernici con differenti caratteristiche ed in taluni casi con garanzie di durata strettamente legate alle condizioni di impiego. Il presente prontuario propone, in questo capitolo, alcune note a puro titolo informativo generale, ma raccomanda approfondimenti tecnici specifici ottenibili direttamente presso le acciaierie produttrici della materia prima, uniche in grado di proporre soluzioni sicure e garantite.

#### A) PREVERNICIATURA

Il processo di preverniciatura avviene secondo un ciclo continuo denominato coil coating (verniciatura in rotolo). Durante questo trattamento si applica sul nastro metallico un primo strato di vernice denominato primer contenente delle resine epossidiche ad alta resistenza alle condizioni corrosive determinate dall'umidità e dagli aggressivi chimici. Il primer è lo strato anticorrosivo per eccellenza ma non può essere utilizzato anche come finitura, in quanto non resiste ai raggi ultravioletti (si sfarina). Pertanto a protezione del primer viene applicato un secondo strato di vernice. Bisogna però sempre ricordare che la vera barriera alla corrosione è il primer, in quanto la verniciatura finale è permeabile. Il primer sui due lati viene applicato solamente quando il nastro deve essere preverniciato su entrambi i lati. Nei casi più comuni di nastro preverniciato su un solo lato, il primer viene applicato solamente sul lato che sarà completato con la verniciatura finale, mentre sull'altro lato viene applicato uno strato di back-coat, che rappresenta una vernice di valenza inferiore rispetto al primer. Lo strato di back-coat non deve mai essere considerato elemento protettivo del supporto metallico.

È importante ricordare che la preverniciatura può essere effettuata in una moltitudine di tinte facenti riferimento a tabelle standardizzate (ad es. RAL), ma la tonalità finale può subire variazioni (tolleranze) anche sensibili in funzione di colore, brillantezza, pigmento ecc. Per questa ragione non è possibile l'accostamento tra pannelli del medesimo colore ma ordinati in periodi differenti, poiché potrebbero manifestarsi differenze di tonalità, talvolta percettibili anche ad occhio nudo, sebbene la materia prima abbia origine dallo stesso fornitore, con identica sigla di colore, stessa referenza RAL, ma ottenuta da bagni di verniciatura differenti.

I Produttori, su specifica richiesta di Progettisti/Installatori/Utenti finali, previo addebito di supplemento, forniscono i pannelli preverniciati corredati di pellicola pelabile per la protezione degli elementi durante le varie fasi di movimentazione, trasporto, ecc.; tale precauzione viene consigliata e ritenuta utile per preservare l'integrità del pannello fino a montaggio completato (il film dovrà essere rimosso entro 15 giorni dalla data di approntamento – avviso di merce pronta - ed in nessun caso i pannelli dovranno essere esposti al sole). Qualora Progettisti/Installatori/Utenti finali ritenessero di evitare tale applicazione i Produttori non risponderanno di eventuali danneggiamenti che il manufatto potrà subire.

## Le vernici sono costituite normalmente da quattro principali componenti:

**1. Solventi:** i solventi vengono usati per dare fluidità, consentendo alla vernice di poter colare. Questa proprietà consente di creare un film umido e liscio prima dell'essiccazione e della polimerizzazione. I solventi, una volta finito il loro lavoro, si disperdono e non rimangono nel pannello sandwich finito.

**2. Leganti:** i leganti sono materiali polimerici che danno la vera struttura alla vernice, motivo per cui le vernici sono generalmente classificate in base al tipo di polimero legante utilizzato.

I principali tipi di **leganti** sono:

**poliestere (PE - SUPERPOLIESTERE HD).** Poliestere standard: buona flessibilità, buona resistenza in esterno ed ottimo rapporto costo/prestazione. Poliestere modificato (HD): eccellente resistenza allo sfarinamento e alla variazione di colore, molto contenuta nel tempo;

**poliuretano (PU).** Pellicole con durezze elevate e molto elastiche resistenti agli agenti aggressivi chimici e atmosferici e alle abrasioni;

**polivinilidene fluoruro (PVDF).** Resistenza ai raggi ultravioletti (elevato soleggiamento) e agli agenti chimici (ambienti industriali);

**cloruro di polivinile (PVC Laminato).** Consigliato per interni con frequenti lavaggi, possibilità di richiedere film atossici e adatto per contatto saltuario con alimenti. Molto flessibile.

**3. Pigmenti:** i pigmenti utilizzati per le vernici dei coils sono generalmente inorganici. Danno l'aspetto colorimetrico alla vernice, contribuiscono alla resistenza alla corrosione e conferiscono protezione.

**4. Additivi:** gli additivi sono inclusi nella formulazione chimica della vernice per modificare aspetti come la fluidità della vernice, il tempo di polimerizzazione, l'assorbimento UV e la lucentezza.

## B) VERNICI - APPLICAZIONI

### Poliuretano (PU)

È un materiale molto liscio con alto spessore, trova utilizzo crescente per applicazioni in cui sia importante la durata. Spessore complessivo (incluso il primer) 55 µm, maggiore rispetto ai poliesteri standard. Ottima la resistenza alla corrosione, così come la resistenza ai raggi UV. Il preverniciato PUR-PA si utilizza in ambienti severi sia marini sia industriali specifici per inquinanti di origine chimica. Resiste bene alle temperature (max 80°C sulla superficie del pannello) ma non è consigliato l'impiego di colori molto scuri (vedere il paragrafo "Irraggiamento e dilatazione termica").

CATEGORIA DI CORROSIONE EN 10169 - livello RC5

CATEGORIA DI PROTEZIONE UV EN 10169 - livello RUV4

### **Cloruro di polivinile (PVC-P)**

Rivestimento di classe superiore in polivinilcloruro (PVC) "plastisol" caratterizzato da materiali organici in multistrato che garantiscono una protezione ottimale. Spessore finale fino a 200µm incluso il primer, garantisce un'ottima resistenza all'abrasione. Sviluppato appositamente per tetti o pareti che richiedano una forte protezione alla corrosione nel tempo, resiste bene a quasi tutti i solventi tranne l'acetone (chetoni). Questo materiale non è da confondere con il PVC "plastificato" o "laminato". Adatto per pareti interne non esposte ai raggi UV.

CATEGORIA DI CORROSIONE EN 10169 - livello RC5  
CATEGORIA DI PROTEZIONE UV EN 10169 - livello RUV2

### **Polivinilcloruro Plastificato PVC (F)**

E' un laminato preverniciato plastificato costituito da un film preconstituito di PVC in spessore di 100µm, non è un prodotto applicato in linea con il sistema di coil coating. Consigliato per interni con frequenti lavaggi, adatto per pareti interne non esposte ai raggi UV, prevede la possibilità di richiedere film atossici per contatto saltuario con alimenti.

CATEGORIA DI CORROSIONE EN 10169 - livello RC5  
CATEGORIA DI PROTEZIONE UV EN 10169 - livello RUV2

### **Polivinilidene fluoruro (PVDF)**

Il polivinilidene fluoruro (PVDF) è l'omopolimero alternato del fluoruro di vinilidene. Il PVDF è un polimero termoplastico parzialmente fluorurato ad elevate prestazioni, caratterizzato da buone caratteristiche di resistenza chimica agli acidi forti e agli ossidanti, elevata solubilità in solventi polari, resistenza ai raggi ultravioletti e campo di applicabilità termico: -40 °C / 150 °C. IL PVDF è solubile in solventi polari e molto resistente alla radiazione UV. Trova anche applicazione come componente principale nelle vernici anticorrosione in ambito industriale. È consigliato esclusivamente per pareti esterne, rivestimenti e facciate, dove la durabilità del colore è un fattore importante, in particolare su edifici di pregio. Spessore complessivo (incluso il primer): 25/35 µm.

CATEGORIA DI CORROSIONE EN 10169 - livello RC4  
CATEGORIA DI PROTEZIONE UV EN 10169 - livello RUV4

### **Superpoliestere (HD)**

Si tratta di un poliestere standard modificato migliorativo per quanto concerne la resistenza agli UV e alla corrosione. Questo tipo di verniciatura è adatta a tutte le applicazioni per coperture e pareti. Ai poliesteri HD normalmente si associa un rivestimento di zinco minimo di 200g/m<sup>2</sup>. Spessore complessivo (incluso il primer) 25 µm

CATEGORIA DI CORROSIONE EN 10169 - livello RC3  
CATEGORIA DI PROTEZIONE UV EN 10169 - livello RUV4

### **Poliestere (PE STANDARD)**

Rappresenta la scelta standard più economica, combinando una ragionevole durata (buon rapporto costo/prestazione). Spessore complessivo (incluso il primer) 25 µm. Suggerito dai produttori per ambienti non eccessivamente inquinati.

CATEGORIA DI CORROSIONE EN 10169 - livello RC2  
CATEGORIA DI PROTEZIONE UV EN 10169 - livello RUV2

**(Nota: 1 micron ( µ ) corrisponde a 0,001 mm)**

<i>Legenda categorie di corrosione e protezione</i>	
<b>L'AMBIENTE SECONDO LA NORMA EN 10169</b>	
Suddivisione in:	
AREA RURALE (RC2)	livello basso di inquinamento
AREA URBANA (RC3)	livello moderato di inquinamento – contenuto modesto di anidride solforosa e cloruri
AREA INDUSTRIALE da (RC3) a (RC5)	livello elevato di inquinamento
AREA MARINA (RC3-RC5)	da suddividere in tre situazioni: (RC3) bassa salinità da 10-20 km dalla costa, (RC4) media salinità 3-10 km dalla costa, (RC5) alta salinità da 0 a 3 km dalla costa)
<b>IL FATTORE – RAGGI UV</b>	
Suddivisione in:	
ZONA A NORD	del 37° parallelo (RUV3)
ZONA A SUD	del 37° parallelo (RUV4)
ALTITUDINE	sup. 900 m slm (RU3)
ALTITUDINE	sup. 2100 m slm (RU4)
Nella classificazione di comportamento alle radiazioni UV, RUV4 è la migliore e RUV1 è la classe più debole.	

Foto n°1



## 4.4 IRRAGGIAMENTO E DILATAZIONE TERMICA

### 4.4.1 Effetti della dilatazione termica

Nel corso della loro vita utile i pannelli sandwich possono essere sottoposti a gradienti di temperatura notevoli. I Progettisti/Installatori/Utenti finali devono sempre tenere nella massima considerazione gli effetti della temperatura poiché, come riportato nella **EN 14509**, questi **possono causare tensioni e/o deformazioni maggiori di vento, neve o un carico imposto**.

Il Progettista, già in fase di progetto, dovrà operare una scelta dei tipi e degli spessori dei paramenti metallici del pannello dopo aver opportunamente calcolato la dilatazione termica dei metalli utilizzati, fenomeno derivante dall'effetto della variazione termica.

Lo stato tensionale indotto dalle dilatazioni termiche è un fenomeno fisico inevitabile così come i suoi effetti, che risulteranno più o meno evidenti con il risultato di compromettere non solo l'estetica, ma anche le caratteristiche statiche del pannello. Oltre che in fase di progettazione si raccomanda di tenere conto di eventuali differenze di temperatura tra elementi adiacenti anche in fase di montaggio (vedere cap.5 "Raccomandazioni per movimentazione e montaggio dei pannelli metallici precoibentati").

Tabella n° 4 - I coefficienti di dilatazione termica per alcuni materiali.

MATERIALE	COEFFICIENTE DI DILATAZIONE $\lambda$	
ACCIAIO	$12 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
ACCIAIO INOX AISI 304	$17 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
RAME	$17 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
ALLUMINIO	$24 \times 10^{-6}$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$

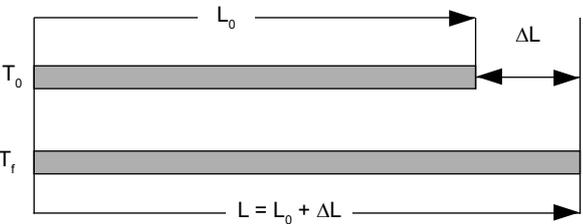
	$T_0$ = Temperatura iniziale ( $^{\circ}\text{C}$ ) $T_f$ = Temperatura finale ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\Delta T$ = Differenza di temperatura = $T_f - T_0$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) $L_0$ = Lunghezza iniziale (a $T_0$ ) $L$ = Lunghezza finale (a $T_f$ ) $\Delta L$ = Differenza lunghezza $\lambda$ = Coefficiente di dilatazione lineare - ( $1/^{\circ}\text{C}$ )
---	--

Figura n° 1

L'Installatore, adeguatamente informato, dovrà attenersi a modalità di montaggio/fissaggio che prevedano gli allungamenti variabili dei paramenti in funzione dei valori dei coefficienti di dilatazione termica. Speciali precauzioni vanno adottate per i pannelli con paramenti metallici misti: alluminio-acciaio, rame-acciaio.

Le principali cause della dilatazione o contrazione del supporto sono dovute all'irraggiamento solare diretto e alle escursioni termiche giornaliere e stagionali.

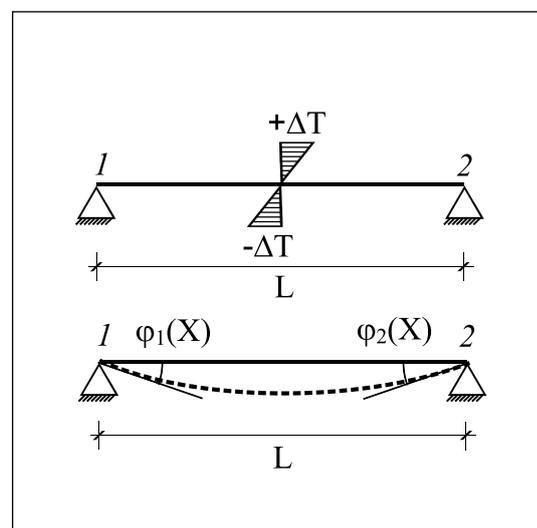


Figura n° 2 – Deformazione dovuta ad un gradiente di temperatura

### Gli effetti della temperatura possono essere divisi in:

- Effetti a breve termine (sollecitazioni dovute al gradiente termico, vd. fig. 2, raggrinzimento della lamiera);
- effetti a lungo termine (invecchiamento).

Il Produttore dei **pannelli sandwich** non fornisce regole, poiché si limita alla fornitura di quanto ordinato, ma ricorda a Progettisti/Installatori/Utenti finali che tensioni e deformazioni termiche comportano effetti molto più marcati quando il prodotto possiede le seguenti caratteristiche o si trova nelle seguenti condizioni:

- ✓ Paramento metallico esterno di colore con RG < 75;
- ✓ paramento metallico esterno sottoposto a irraggiamento solare elevato (zona climatica);
- ✓ spessori inferiori a 6/10 mm;
- ✓ pannelli di lunghezza superiore a 5000 mm;
- ✓ impiego di schiume PIR.

Analoga indicazione proviene anche dalla norma EN 14509 che suggerisce di prestare particolare attenzione nel progettare ed installare pannelli con RG < 75, e fornisce tre classi di colore in funzione della temperatura sulla faccia esposta all'irraggiamento solare. I valori di temperatura che seguono (TD) sono raccomandati per le verifiche allo Stato Limite di Esercizio, mentre rappresentano il minimo per le verifiche a Stato Limite Ultimo.

- ✓ Classe 1 colori molto chiari    RG= 75-90 (TD=55°C);
- ✓ Classe 2 colori chiari         RG= 40-74 (TD=65°C);
- ✓ Classe 3 colori scuri            RG= 8-39 (TD=80°C).

La classificazione si basa sul valore di riflettanza del rivestimento metallico, ovvero la sua capacità di riflettere una porzione della luce incidente. Il parametro utilizzato nelle EN14509 è il grado di riflessione relativa RG, che prende come riferimento l'ossido di magnesio (RG=100).

In tabella 3 sono riportati i valori ottenuti da un programma di test svolti da Isolpack su dieci tipologie di colori RAL. La riflettanza è espressa mediante il parametro SRI (Solar Reflectance Index) che, esemplificando, è pari a 0 nel caso di una superficie nera, e pari a 100 per superficie bianca.

*N.B. I valori possono subire scostamenti dovuti alle variabili di processo, alla differente tipologia di supporto e alle relative condizioni di applicazione in linea. Eventuali scostamenti riscontrati nelle rilevazioni, dovuti alle variabili di cui sopra, non potranno costituire ragione di addebito alcuno ai Produttori poiché, come noto, devono essere accettate differenze di tonalità, talvolta percettibili anche ad occhio nudo, sebbene la materia prima abbia origine dallo stesso fornitore, con identica sigla di colore, stessa referenza RAL, ma ottenuta da bagni di verniciatura differenti. Progettisti/Installatori/Utenti finali adeguatamente informati del contenuto della Tabella 3 opereranno a loro insindacabile giudizio la scelta del colore desiderato consapevoli delle tensioni e deformazioni che i pannelli potranno subire in relazione alla tinta prescelta.*

Colore	SRI
RAL 9010	89
RAL 9002	75
RAL 9006	41
RAL 9007	38
RAL 1011	36
Rosso Coppo	27
RAL 3009	22
RAL 6005	18
Verde Foresta	15
RAL 7012	10
RAL 8019	4

Tab. n° 3

#### 4.4.2 Effetti dell'irraggiamento

Un altro elemento da assumere per la stima delle temperature di progetto si trova al **paragrafo 3.5.2 delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018**.

Queste propongono una zonazione generale del territorio italiano in cui non si tengono in conto aspetti locali da valutare singolarmente. L'Italia viene divisa in 4 zone e, per ciascuna zona, la temperatura massima e minima viene espressa in funzione dell'altitudine di riferimento –  $a_s$  –, espressa in metri sul livello del mare (vd. fig. 3).

Figura n° 3

ZONA I			
Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna.			
	$T_{min} = -15-4 \cdot a_s / 1000$	[3.5.1]	
	$T_{min} = 42-6 \cdot a_s / 1000$	[3.5.2]	
ZONA II			
Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata.			
	$T_{min} = -8-6 \cdot a_s / 1000$	[3.5.3]	
	$T_{min} = 42-2 \cdot a_s / 1000$	[3.5.4]	
ZONA III			
Marche, Abruzzo, Molise, Puglia.			
	$T_{min} = -8-7 \cdot a_s / 1000$	[3.5.5]	
	$T_{min} = 42-0.3 \cdot a_s / 1000$	[3.5.6]	
ZONA IV			
Calabria, Sicilia.			
	$T_{min} = -2-9 \cdot a_s / 1000$	[3.5.7]	
	$T_{min} = 42-2 \cdot a_s / 1000$	[3.5.8]	

Per definire la temperatura esterna superficiale è necessario aggiungere il contributo fornito dall'irraggiamento solare che è possibile stimare dalla seguente tabella:

Tab.n° 6 - Contributo dell'irraggiamento solare.

STAGIONE	NATURA DELLA SUPERFICIE	INCREMENTO DI TEMPERATURA	
		Superfici esposte a Nord-Est	Superfici esposte a Sud-Ovest o orizzontali
ESTATE	Superficie riflettente	0 °C	18 °C
	Superficie chiara	2 °C	30 °C
	Superficie scura	4 °C	42 °C
INVERNO		0 °C	0 °C

## SUGGERIMENTI PRATICI PER CONTENERE GLI EFFETTI DELLA DILATAZIONE TERMICA

I pannelli sandwich possono quindi incorrere in problematiche diverse a causa della dilatazione termica - quali bolle, raggrinzimenti, incurvamento longitudinale o trasversale, imbozzamenti - rilevabili, in modo particolare, con l'impiego di schiume PIR. Inoltre sono possibili difficoltà di montaggio se la superficie è soggetta a irraggiamento diretto durante questa fase (con conseguente deformazione e difficoltà di incastro) che, oltre a causare anomalie estetiche, potrebbero compromettere le capacità strutturali del sistema pannello-struttura di sostegno. Per minimizzare tali problematiche il Produttore consiglia di adottare le seguenti cautele:

- ✓ **Evitare i colori scuri;**
- ✓ **laddove particolari esigenze architettoniche impongano colori scuri evitare l'utilizzo di pannelli lunghi;**
- ✓ **i paramenti metallici scuri sottoposti a irraggiamento solare devono avere spessore adeguato (minimo 0,6 mm) e vernici di spessore superiori allo standard;**
- ✓ **il Progettista, calcolata la massima dilatazione termica alla quale può essere sottoposto il rivestimento, dovrà scegliere e indicare soluzioni di fissaggio che consentano tutte le deformazioni progettualmente previste e imporre misure dei pannelli inferiori a mm 5000;**
- ✓ **se si prevedono elevate deformazioni del paramento esterno è preferibile adottare un pannello che preveda fissaggio con viti a vista piuttosto dei modelli a fissaggio nascosto.**

I pannelli coibentati sono soggetti a dilatazione, allungamento e possibile deformazione in presenza di un'escursione termica sui supporti metallici che progettisti/installatori/utilizzatori finali dovranno tenere in considerazione in fase di progetto e scelta dei pannelli. Questo fenomeno interessa specialmente i pannelli di colore scuro installati in facciata. Per il dettaglio RAL - dilatazione (vedasi Tab. n° 3.)

La conseguenza della dilatazione agisce sulla rettilineità del pannello, provocando incurvamenti e deformazioni che possono incidere sulla funzionalità e sull'aspetto estetico.

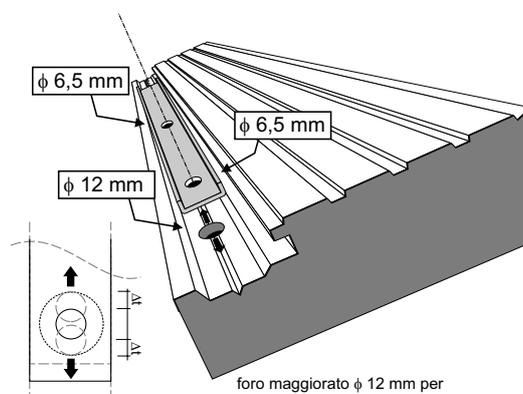
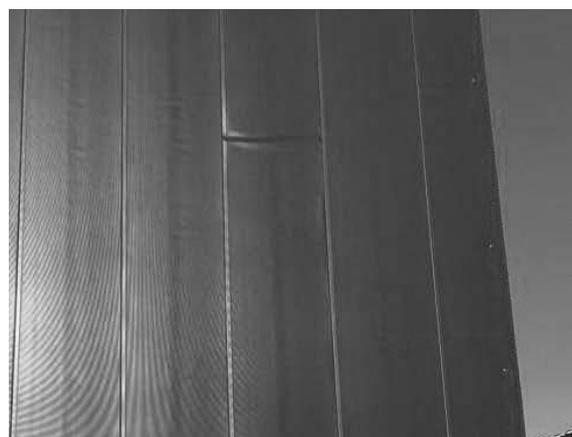
I progettisti/installatori/utilizzatori finali dovranno prevedere un montaggio che consenta al sistema di assorbire gli allungamenti lineari (vedi disegno) e le tensioni del supporto dovuti ad elevate temperature superficiali e rapidi sbalzi termici che possono provocare ondulazioni, inestetismi e/o fenomeni di raggrinzimento per i quali i Produttori non potranno essere in alcun modo ritenuti responsabili.

I produttori raccomandano di:

- Evitare l'impiego di pannelli di colore scuro, specialmente con lunghezze rilevanti (oltre i 5 m).
- Scegliere uno spessore adeguato all'utilizzo e alle deformazioni calcolate.
- Valutare adeguati sistemi di fissaggio mobili che compensino le dilatazioni (vedi disegno).

Le conseguenze della scelta di determinate tipologie e colori di pannello e la messa in atto delle operazioni che possano minimizzare i rischi di deformazione sono da considerarsi piena e unica responsabilità di progettisti/installatori/utilizzatori finali.

Foto n° 2: parete deformata



Al fine da evitare tale fenomeno, i progettisti/installatori/utilizzatori avranno l'onere di adottare la soluzione ritenuta più idonea per il loro specifico caso d'impiego. In figura, una possibile soluzione al problema, fermo restando che debbano essere soddisfatte tutte le prescrizioni già elencate nel presente prontuario.

## ESEMPIO DI CALCOLO DILATAZIONE LAMIERA ESTERNA

Lunghezza pannello: 10 m

Materiale: acciaio zincato preverniciato (colore classe 2)

Esposizione: Sud

Località: Torino ( $a_s=295$  m s.l.m.)

### STEP1: Calcolo della temperatura esterna minima

In mancanza di indagini statiche specifiche per il sito d'installazione, per il calcolo si segue l'approccio delle Norme Tecniche per le Costruzioni (§3.5.2).

Piemonte → ZONA I

$$T_{min} = -15 - 4 \cdot a_s / 1000 = -15 - 4 \cdot 295 / 1000 = -16,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### STEP2: Calcolo della temperatura esterna massima

Secondo la tabella riportata sulle EN14509 la temperatura massima vale:

Colore classe 2 →  $T_{max} = 65^\circ\text{C}$

Si confronta ora tale valore con quello proposto dalle NTC2018.

Piemonte → ZONA I

$$T_{max,1} = 42 - 6 \cdot a_s / 1000 = 42 - 6 \cdot 295 / 1000 = 40,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A questo valore di temperatura va sommato il contributo dovuto all'irraggiamento solare dalla tabella delle Norme Tecniche che, per il caso in esame, vale  $42^\circ\text{C}$ .

In definitiva si ottiene:

$$T_{max} = 40,2 + 42 = 82,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Si sceglie di adottare il valore più cautelativo ottenuto dal calcolo proposto dalle NTC pari a  $82,2 \text{ } ^\circ\text{C}$

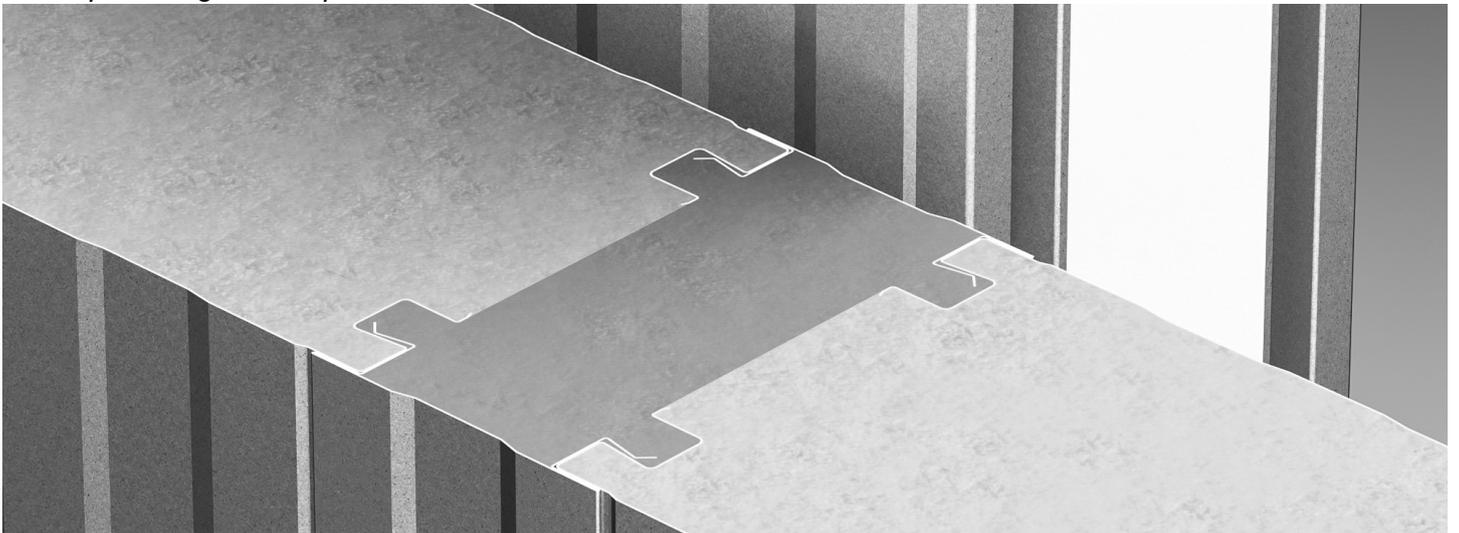
### STEP3: Calcolo della massima dilatazione della lamiera

Il range di dilatazione al quale sarà sottoposto il pannello:

$$\Delta L = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } (^\circ\text{C}^{-1}) \times [82,2 - (-16,2)] \text{ } (^\circ\text{C}) \times 10 \text{ } (m) = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } (^\circ\text{C}^{-1}) \times 98,4 \text{ } (^\circ\text{C}) \times 10 \text{ } (m) = 11,8 \text{ } mm$$

Nell'esempio sopra riportato Progettisti/Installatori/Utenti finali dovranno necessariamente adottare una soluzione di fissaggio che permetta la dilatazione e contrazione della lamiera, evitando pericolose coazioni che potrebbero compromettere le caratteristiche estetiche e funzionali del manufatto (vedere soluzioni di fissaggio nel par. "Modalità e sistemi di fissaggio per pannelli parete").

*Foto n° 3: fissaggio per pannello WFJ in grado di compensare gli spostamenti dovuti alla dilatazione termica senza peraltro generare ponti termici.*



## 4.5 CONDENZA: IL VAPORE CONTENUTO NELL'ARIA

### 4.5.1 Formazione della condensa

L'aria ha la capacità di immagazzinare una certa quantità di acqua sotto forma di vapore, in funzione della temperatura e della pressione. Normalmente l'aria di un ambiente non è nelle condizioni di saturazione ma contiene una quantità di acqua inferiore a quella massima dove si verificano fenomeni di condensa.

Le condensazioni superficiali si formano quando l'aria, ad una certa temperatura e con un certo tasso di umidità, si raffredda al contatto di superfici che sono a temperatura inferiore. In questi casi, se il vapore acqueo contenuto nell'aria risulta superiore alla quantità di saturazione per la nuova temperatura più bassa, il vapore in eccesso si condensa in goccioline.

Quando all'esterno le temperature sono più elevate rispetto a quelle interne, come per esempio nelle celle frigo, si crea una tendenza del vapore a spostarsi per diffusione verso l'interno.

### 4.5.2 Condizioni ambientali che generano condensa

In un ambiente la presenza umana comporta un aumento di umidità con un apporto valutabile in circa 120-150 gr. d'acqua l'ora a persona, dovuti alla respirazione e alla traspirazione. Il sovraffollamento di un ambiente porta automaticamente alla formazione di molta umidità. Anche il materiale stoccato nei magazzini/celle frigorifere genera rilascio di umidità, che si traduce in formazione di condensa sulla superficie metallica dei pannelli coibentati. Altra condizione critica può essere causata dal getto di pavimentazione interna in cls di un fabbricato che rilascia notevoli quantità di umidità che, laddove non sia stata prevista adeguata ventilazione, si stratifica all'intradosso della copertura per poi trasformarsi in condensa gocciolante.

### 4.5.3 Scelte di progettazione da adottare in situazioni di condensa

Progettisti/Installatori/Utenti finali dovranno preventivamente valutare con grande attenzione il fenomeno della condensa prima di operare scelte sul tipo di **pannelli sandwich** da adottare nella realizzazione di un fabbricato. In modo particolare, in caso di celle frigorifere, eliminare la possibilità di condensa evita conseguenze negative e danni alla cella. Si otterrà quindi una condizione ottimale posizionando gli strati di isolamento termico il più possibile verso l'esterno e, contemporaneamente, disponendo gli strati che si oppongono alla diffusione del vapore sul lato interno. Sia nelle celle frigorifere che nei locali a temperatura controllata dovranno essere compensate le variazioni di pressione che normalmente si instaurano in edifici industriali refrigerati o riscaldati durante le operazioni di collaudo e/o messa in temperatura.

Per questo tipo di applicazioni è preferibile l'impiego di **pannelli sandwich con giunto schiumato** oppure i **pannelli sandwich** di ultima generazione provvisti di speciali **guarnizioni di tenuta in EPDM** che, posati correttamente, assolvono alla funzione di barriera al vapore. Da evitare i pannelli con giunto a secco, verticale o a labirinto, che non possono in alcun caso garantire l'ermeticità necessaria e frequentemente danno origine a fenomeni di condensa che perdurano nel tempo.

## 4.6 PROTEZIONE PASSIVA AGLI INCENDI

Le schiume poliuretatiche non sono infiammabili ma, come tutti i materiali plastici di natura organica, sono combustibili e bruciano a contatto con la fiamma. Il poliuretano, in caso di incendio, sviluppa fumi e gas di combustione la cui composizione varia in funzione sia delle caratteristiche di reazione al fuoco della schiuma (formulazione, densità, ecc.) sia delle condizioni dell'incendio (ventilazione, temperatura, ecc.). Le sperimentazioni dimostrano che la composizione dei gas di combustione sviluppati da schiume poliuretatiche non si discosta, in genere, da quella dei gas sviluppati dal legno. La loro temperatura di accensione è generalmente inferiore a 500 °C. Progettisti/Installatori/Utenti finali dovranno prevedere una corretta protezione dal fuoco diretto sulle pareti dei pannelli – in genere già ricoperte dai supporti in metallo - così come su tutto il perimetro che possa risultare esposto, adottando idonee precauzioni anche durante l'installazione degli stessi, poichè eventuali errori di montaggio rappresentano fonti potenziali di innesco.

Il comportamento al fuoco delle strutture è l'insieme delle trasformazioni fisiche di un materiale o di un elemento da costruzione sottoposto all'azione del fuoco. Esso è caratterizzato dalle proprietà termiche dei materiali e dalle modalità del loro impiego nelle strutture stesse. Sono due gli aspetti da considerare:

- **reazione al fuoco:** indica il comportamento che ogni materiale, oggetto d'arredo o componente edilizio manifesta in presenza di un incendio (brucia, non brucia, brucia poco, fa fumo, gocciola);
- **resistenza al fuoco:** è l'attitudine di un elemento da costruzione o di una struttura a conservare, durante un determinato periodo, la stabilità, la tenuta e l'isolamento termico richiesti.

I Produttori dispongono di numerosi certificati di resistenza al fuoco emessi da laboratori autorizzati, secondo standard riconosciuti a livello nazionale e internazionale.

### 4.6.1 Reazione al fuoco

Per la classificazione di reazione al fuoco dei materiali da costruzione si fa riferimento alla norma **EN 13501-1 (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione)**. La normativa stabilisce:

- **metodologie di prova**
- **classificazione dei materiali**
- **procedura di certificazione dei prodotti ai fini della reazione al fuoco.**

Nella normativa i materiali vengono classificati secondo le **Euroclassi A1, A2, B, C, D, E, F**.

I materiali classificati **A1** e **A2** sono incombustibili, quelli di **classe B** sono combustibili non infiammabili, mentre la classe F è nel caso specifico quella dei **pannelli sandwich**: non testata al fuoco.

La normativa Europea prende in considerazione due ulteriori parametri di notevole importanza ai fini antincendio. Il primo parametro tratta l'emissione di fumi, ove i valori indicati nella norma sono:

- **(S1) Scarsa emissione di fumo,**
- **(S2) Moderata emissione di fumo**
- **(S3) Forte emissione di fumo.**

Il secondo parametro tratta la presenza di gocciolamento o di particelle incandescenti che si sviluppano durante la combustione e che possono propagare l'incendio (a differenza della norma italiana questo indice permette di conoscere il comportamento del singolo materiale per quanto attiene questo aspetto). I valori indicati sono:

- **(d0) Assenza di gocce incendiate,**
- **(d1) Poche gocce incendiate e/o particelle incandescenti**
- **(d2) Molte gocce incendiate e/o particelle incandescenti.**

#### 4.6.2 Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco è una delle misure da perseguire per garantire un adeguato livello di sicurezza di un'opera da costruzione in condizioni di incendio. Essa riguarda la capacità portante in caso di incendio, per una struttura, per una parte di essa o per un elemento strutturale, nonché la capacità di compartimentazione in caso di incendio per gli elementi di separazione strutturali (es. muri, solai, ecc.) e non strutturali (es. porte, divisori, ecc.).

I principali parametri per la valutazione della resistenza al fuoco sono:

- **La resistenza R:** attitudine a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;
- **l'ermeticità E:** attitudine a non lasciar passare né produrre fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto;
- **l'isolamento termico I:** attitudine a ridurre la trasmissione del calore.

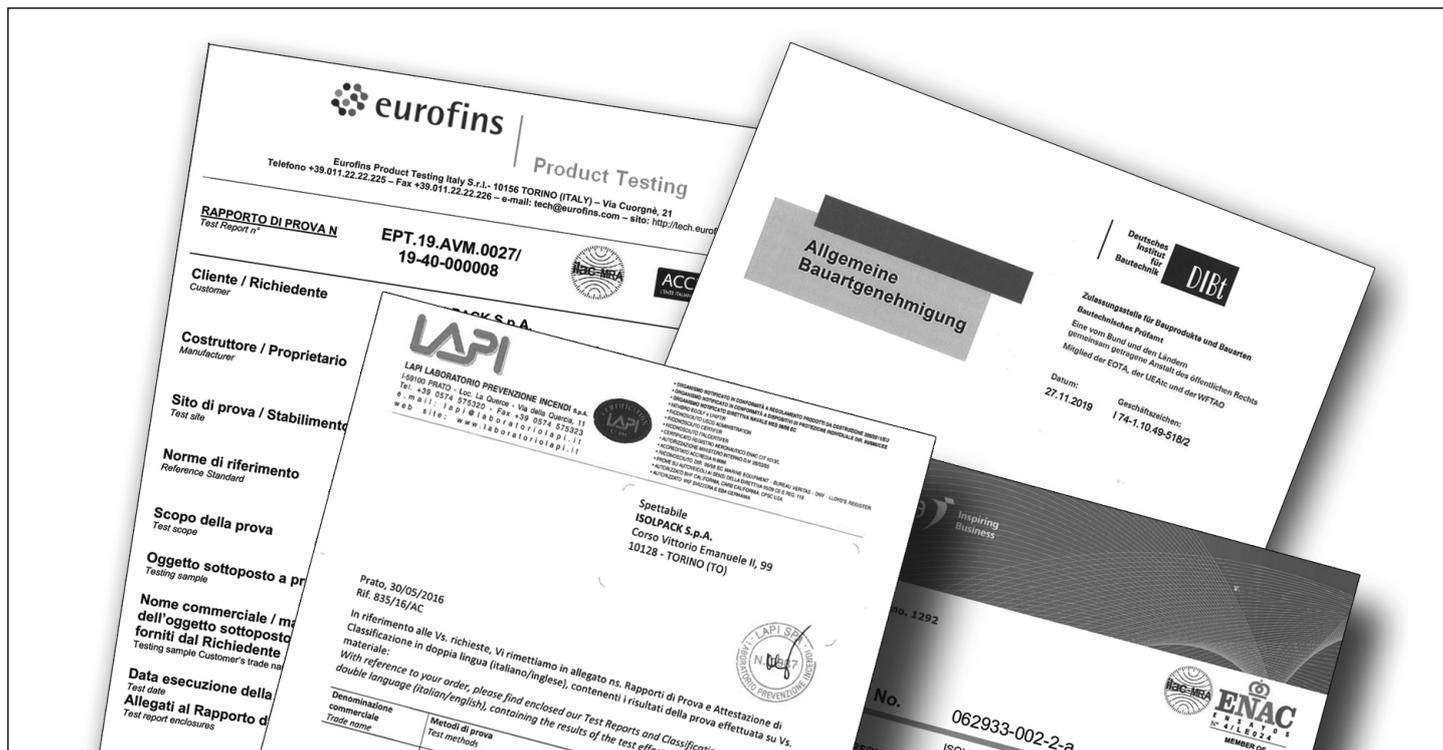
Con il simbolo **REI** seguito da un numero (n) si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato n la resistenza meccanica, la tenuta alle fiamme e ai gas caldi e l'isolamento termico. Il numero (n) indica la classe di resistenza al fuoco, calcolata e commisurata al carico di incendio specifico di progetto.

Le classi di resistenza al fuoco sono: **10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360**, ed esprimono il tempo, in minuti di esposizione alla **curva nominale ISO 834**, durante il quale la resistenza al fuoco deve essere garantita.

I CERTIFICATI SONO SOGGETTI A CONTINUI AGGIORNAMENTI,  
PER APPROFONDIMENTI O RICHIESTE DI CERTIFICATI  
CONSULTARE I SITI:

[www.isolpack.com](http://www.isolpack.com) - [www.isometal.it](http://www.isometal.it) - [www.isotecnica.com](http://www.isotecnica.com) - [www.rwpi.it](http://www.rwpi.it) (o contattare gli uffici commerciali dei Produttori)

Foto n° 4: alcuni certificati dei Produttori emessi da laboratori autorizzati, secondo standard riconosciuti a livello nazionale e internazionale.



#### 4.6.3 Lettura dei valori di riferimento della Norma

Progettisti/Installatori/Utenti finali dovranno effettuare una approfondita valutazione preventiva dell'impiego finale cui saranno destinati i **pannelli sandwich** e quindi scegliere il prodotto con le caratteristiche più idonee leggendo la codifica per i pannelli e formalizzando, prima di inoltrare l'ordinazione, la certificazione desiderata per lo specifico modello individuato:

X – sY - dZ dove:

X = classe del prodotto (A1; A2; B; D; E; F)

Y= comportamento testato per emissione di fumo (s1; s2; s3)

Z= comportamento testato per gocciolamento particelle infiammate (d0; d1; d2)

I pannelli dei Produttori hanno ottenuto classificazioni differenti tra le quali:

A2 – s1 – d0 per pannelli in lana minerale per parete o copertura

B – s1 – d0 per pannelli in PIR per parete o copertura

#### 4.6.4 Certificati di resistenza e reazione al fuoco

La **certificazione B<sub>ROOF</sub>** rappresenta la specifica valutazione del rischio di propagazione degli incendi esterni delle coperture dei tetti e della classe di reazione al fuoco. L'identificazione del metodo di prova utilizzato è indicato generalmente con **(t1)**, **(t2)**, **(t3)**, dove la progressione numerica non indica una maggiore e minore resistenza al fuoco ma il diverso metodo di prova. **(t3)** corrisponde ad innesco con tizzoni ardenti, vento e somministrazione di calore.

*Foto n° 5: copertura realizzata con pannelli sandwich Isolpack Lithos 5 certificati al fuoco.*



#### 4.7 RESISTENZA MECCANICA: ASPETTI GENERALI DEL PANNELLO SANDWICH

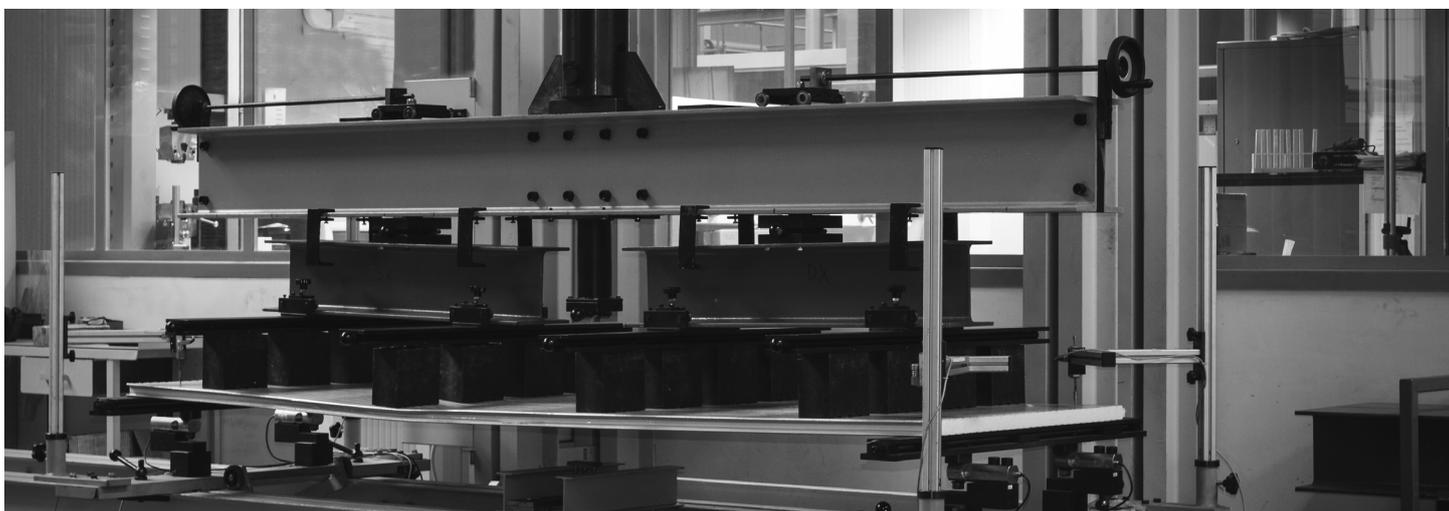
Il **pannello sandwich** è composto da più elementi: paramenti metallici su uno o entrambi i lati e nucleo isolante (**schiuma poliuretanica PUR o PIR, lana minerale o lana di vetro, polistirene**). Questi elementi, presi singolarmente, hanno una minima capacità di sopportare carichi, mentre l'unione di tali componenti, fino a costituire un elemento monolitico, consente di raggiungere buoni risultati di autoportanza e di sopportare carichi accidentali seppur senza mai contribuire alla statica dell'edificio sul quale vengono installati. Una caratteristica molto importante è la capacità di adesione del poliuretano al supporto metallico.

**I fattori che determinano la resistenza meccanica di un pannello sandwich sono i seguenti:**

- **SPESSORE DEL PANNELLO:** per il pannello a doppia lamiera (o bimetallico) è il fattore più importante. In linea generale, più è elevato lo spessore, maggiore sarà la sua portata. Questo concetto si basa sul principio della proprietà geometrica di un corpo, dove a parità di materiale, quanto più il materiale è lontano dall'asse passante per il suo baricentro, tanto più aumenta il momento di inerzia e di conseguenza la portata;
- **SPESSORE DELLE LAMIERE:** è un fattore importante per tutte le tipologie di pannelli, ma determinante solo per i pannelli monolamiera;
- **QUALITÀ DEL METALLO:** nella maggior parte dei casi vengono impiegati acciai standard, tuttavia in casi particolari, quando il limite di resistenza è dovuto al limite di rottura e non alle deformazioni, vengono scelti acciai speciali;
- **GEOMETRIA DELLE LAMIERE:** la sezione trasversale dell'elemento metallico è un fattore determinante che caratterizza i pannelli, il loro momento di inerzia e di conseguenza la capacità di portata che l'elemento potrà garantire;
- **DENSITÀ DELL'ISOLANTE:** l'aumento di densità dell'isolante contribuisce al miglioramento delle prestazioni dei pannelli a doppia lamiera.

**Si ricorda a Progettisti/Installatori/Utenti finali che i pannelli sandwich sono concepiti per azioni ortogonali al piano del pannello. L'impiego dei pannelli come elementi resistenti ad azioni che agiscono nel proprio piano costituisce utilizzo non corretto e può dare origine a danni di varia natura.**

*Foto n° 6: prove di flessione su pannello parete presso il laboratorio Isolpack / stabilimento di Vinovo (TO)*



#### 4.7.1 Azione del vento - ed esempi di calcolo

Progettisti/Installatori/Utenti finali debbono sempre calcolare preventivamente le azioni attribuibili al vento. In mancanza di indagini statistiche specifiche riferite al sito di installazione è possibile, per il territorio italiano, far riferimento alle **Norme Tecniche per le Costruzioni (di cui al D.M. del 17 gennaio 2018)** e la relativa circolare esplicativa del **21 gennaio 2019** (vd. tabelle n.7 e n.8). Importante ricordare che un corretto montaggio prevede sempre di installare i pannelli sandwich posizionando i giunti sottovento quindi posti dal verso opposto al vento prevalente.

#### ESEMPIO DI CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

Per il calcolo si farà riferimento alla procedura riportata sul Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» per brevità chiamata nel seguito “NTC2018” e la sua circolare applicativa del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 chiamata nel seguito “Circolare 2019”.

DATI DELL'EDIFICIO (vd. fig. 4):

- Località: Torino (z = 295 m s.l.m.);
- Dimensioni in pianta 15x40 m;
- Altezza gronda 11 m – Altezza colmo 12 m;

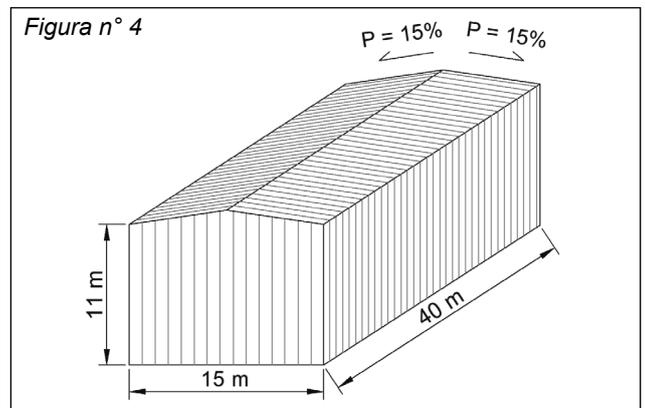


Tabella n° 7

ZONA	DESCRIZIONE	$V_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona ad occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella n° 8

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno	
Classi di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m.
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, etc.); aree con rugosità non riconducibile alle classi A,B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, etc.)

Il valore della pressione del vento che agisce sull'edificio può essere stimato mediante la formula riportata sulle NTC2018 (§3.3.4):

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

**STEP1: Calcolo del valore della “pressione cinetica di riferimento”  $q_r$  (§3.3.4 NTC2018)**

Dove:

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$V_r = V_b \cdot C_r \rightarrow (z = 295 \text{ m s.l.m.} < a_0 = 1000 \text{ m s.l.m.}) \rightarrow v_r = v_{b,0} \cdot c_r = 25 \text{ m/s}$$

Il valore di  $c_r$  è stato assunto pari a 1 (tempo di ritorno 50 anni) e il valore di  $v_{b,0}$  è stato ricavato dalla tabella 3.3.I delle NTC2018.

**STEP2: Calcolo del “coefficiente di esposizione”  $c_e$  (§3.3.7 NTC2018)**

Ipotizzando che l'edificio sorga in zona industriale dalla tabella 3.3.III delle NTC2018 si assegna la classe di rugosità del terreno B.

Nota la distanza dalla costa (maggiore di 100 km) è possibile assegnare la categoria di esposizione IV al sito in esame (vedi immagine 3.3.2 delle NTC2018). Nota la categoria di esposizione è possibile ricavare i parametri per il calcolo del coefficiente di esposizione.

Nel caso in esame l'altezza fuori terra dell'edificio  $z$  è pari a 12 m (inferiore a 200 m) quindi si utilizza la formula 3.3.7 delle NTC08:

Dato che  $z = 12 \text{ m} \rightarrow z_{\min} = 8 \text{ m}$ , assumendo  $c_t = 1$  si ottiene:

$$c_e(12) = 0,222^2 \cdot 1 \cdot \ln(12/0,30) \cdot [7+1 \cdot \ln(12/0,30)] = 1,943$$

**STEP3: Calcolo del “coefficiente di pressione”  $c_p$  (§C3.3.8.1.1 Circolare 2019)**

**COEFFICIENTE DI PRESSIONE PER LE PARETI**

Il coefficiente di pressione è specifico per ogni lato del fabbricato e dipende dalla direzione del vento considerata. Scopo del progettista è verificare tutte le possibili combinazioni per ogni parete ed estrapolare il caso più gravoso.

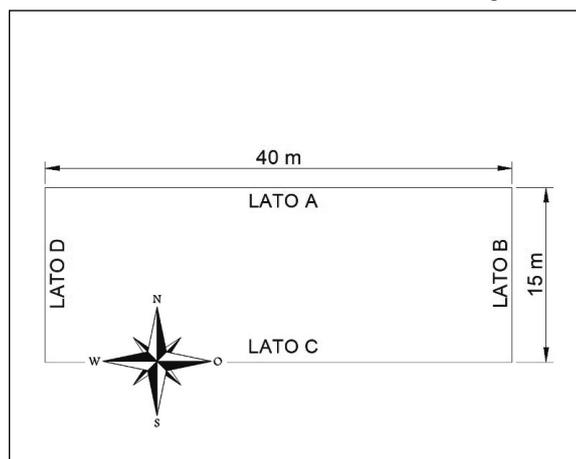
Ipotizzando per il caso in esame una doppia simmetria del fabbricato è possibile ridurre le combinazioni a due possibili casi.

*Nel caso in esame si considererà l'esempio di una verifica globale della parete.*

*Il valore del coefficiente è funzione del rapporto tra  $h$  (altezza dell'edificio) e  $d$  (lunghezza del lato parallelo) alla direzione del vento.*

*Per convenzione vengono assunti positivi i coefficienti che identificano una spinta del vento dall'esterno verso l'interno, negativi quelli che identificano una spinta dall'interno verso l'esterno.*

Figura n° 5



**CASO 1: Vento da Est -  $h/d = 12/40 = 0,3$** 

- Faccia sopravvento (LATO D)  
Per  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d = + 0,73$  (tabella C3.3.1 Circolare 2019)
- Faccia sottovento (LATO B)  
Per  $h/d < 0,5$ :  $C_{pe} = -0,5 - -0,8 \cdot h/d = - 0,26$  (tabella C3.3.1 Circolare 2019)
- Faccia sottovento (LATI A e C)  
Per  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d = - 0,36$  (tabella C3.3.1 Circolare 2019)

Ai sopra calcolati coefficienti bisogna aggiungere quelli dovuti ad eventuali pressioni interne. Il calcolo delle pressioni interne è affrontato nel capitolo C3.3.8.5 della Circolare 2019 e dipende dalle aperture presenti sulle pareti dell'edificio. Per l'esempio in esame si considererà il caso che siano presenti aperture distribuite in maniera uniforme sulle pareti del fabbricato (caso 3), dunque è possibile assumere il coefficiente di pressione interna pari a  $c_{pi} = +0,20$  o  $c_{pi} = -0,30$ , a seconda della combinazione più gravosa. Riassumendo si riporta a seguire un'immagine riepilogativa con i coefficienti ottenuti per il caso 1, per ogni faccia si è considerato il valore di pressione interna più sfavorevole (vd. fig. 6).

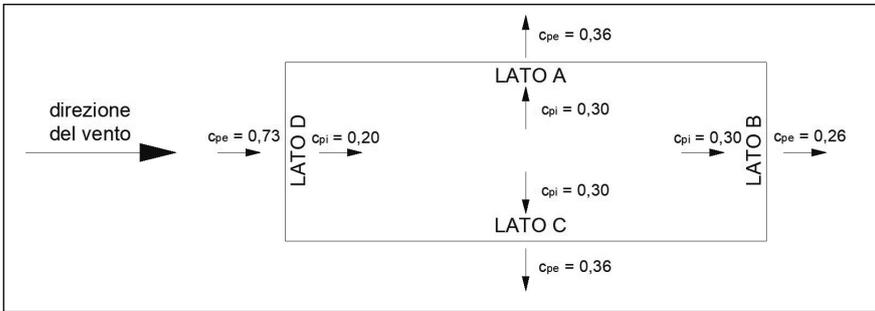


Figura n° 6

**CASO 1: Vento da Sud -  $h/d = 12/15 = 0,8$** 

- Faccia sopravvento (LATO C)  
Per  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d = + 0,78$  (tabella C3.3.1 Circolare 2019)
- Faccia sottovento (LATO A)  
Per  $h/d < 0,5$ :  $C_{pe} = -0,5 - -0,8 \cdot h/d = - 0,14$  (tabella C3.3.1 Circolare 2019)
- Faccia sottovento (LATI B e D)  
Per  $h/d < 1$ :  $C_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d = - 0,46$  (tabella C3.3.1 Circolare 2019)

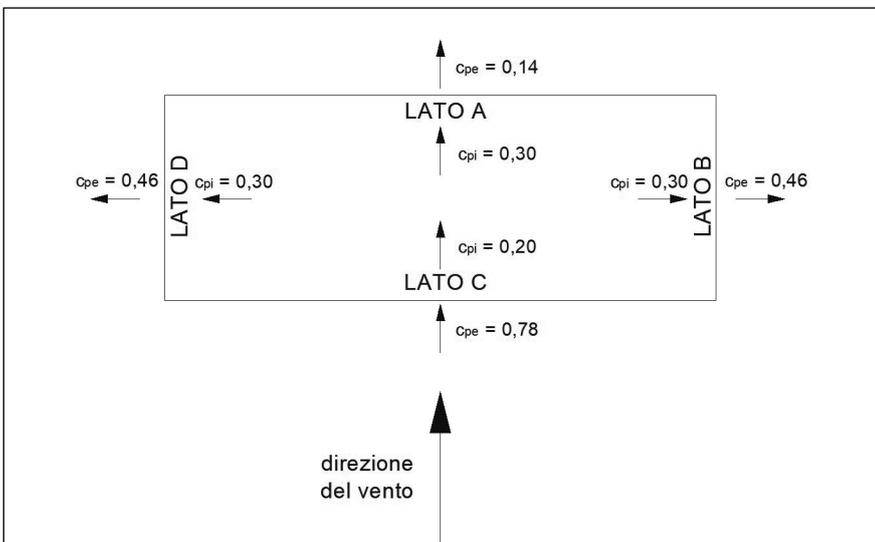


Figura n° 7

Per i coefficienti di pressione interna valgono le considerazioni del caso 1. In figura n° 7 un'immagine riepilogativa con i coefficienti ottenuti per il caso 2.

È opportuno trovare i massimi coefficienti di pressione per ciascuna parete sia in depressione che in pressione. In particolare, supponendo che i pannelli sandwich di parete siano fissati ad una struttura di baraccatura interna al fabbricato, la massima pressione del vento è utile per il dimensionamento delle strutture reggi-pannello mentre la massima depressione è determinante nella verifica dei fissaggi.

Riassumendo, i risultati ottenuti sono:

- Massimo coefficiente di pressione globale sui lati corti (B e D) in direzione dall'esterno verso l'interno:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = 0,93$  (dal caso 1)
- Massimo coefficiente di depressione globale sui lati corti (B e D) in direzione dall'interno verso l'esterno:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = - 0,76$  (dal caso 2)
- Massimo coefficiente di pressione globale sui lati lunghi (A e C) in direzione dall'esterno verso l'interno:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = 0,98$  (dal caso 2)
- Massimo coefficiente di depressione globale sui lati lunghi (A e C) in direzione dall'interno verso l'esterno:  
 $c_p = c_{pi} + c_{pe} = - 0,66$  (dal caso 1)

N.B.: I coefficienti così calcolati sono l'involuppo di due casi in realtà non contemporanei. Tale procedura è valida per le verifiche che riguardano la singola parete ma in generale risulta errata per le verifiche globali della struttura.

## COEFFICIENTE DI PRESSIONE PER LA COPERTURA

Il calcolo del coefficiente di pressione per il caso in esame (copertura a doppia falda con inclinazione maggiore di 5°) è descritto nel paragrafo C3.3.8.1.4 della Circolare 2019 (vd. fig. 8).

### CASO 1: Vento da Est (ortogonale al colmo)

Consideriamo il caso di direzione del vento ortogonale al colmo. Per il calcolo del coefficiente di pressione globale sulla falda A (sopravento) si fa riferimento alla figura C3.3.8 della Circolare 2019. Per la falda B (sottovento) si fa riferimento alla figura C3.3.12 della Circolare 2019.

Si noti come i coefficienti di pressione siano forniti con entrambi i segni. Analogamente a quanto visto nel caso delle pareti, coefficienti positivi corrispondono ad un'azione del vento dall'esterno verso l'interno, mentre quelli con segno negativo rappresentano le depressioni. Nel caso in esame le falde hanno inclinazione pari a 15° dunque si ottengono i seguenti valori di coefficiente di pressione:

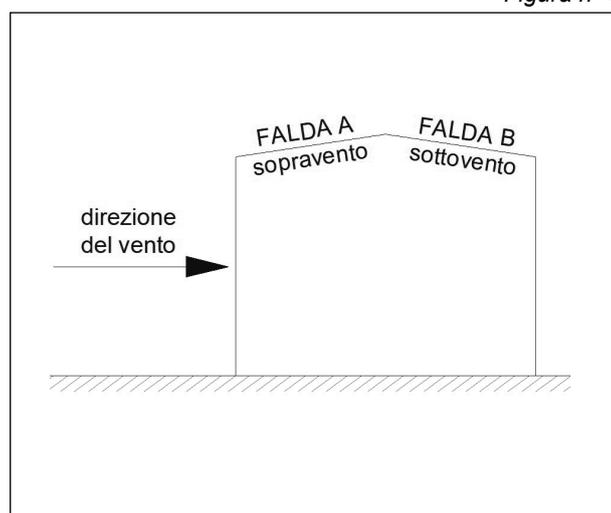
<b>FALDA SOPRAVENTO</b>	<b>FALDA SOTTOVENTO</b>
-------------------------	-------------------------

$$C_{pe+} = 0,20$$

$$C_{pe} = - 0,60$$

$$C_{pe-} = - 0,60$$

Figura n° 8



**CASO 2: Vento da Sud (parallelo al colmo)**

Per la stima dei coefficienti di pressione si fa riferimento alla figura C3.3.13 della Circolare 2019, da cui si ottiene:

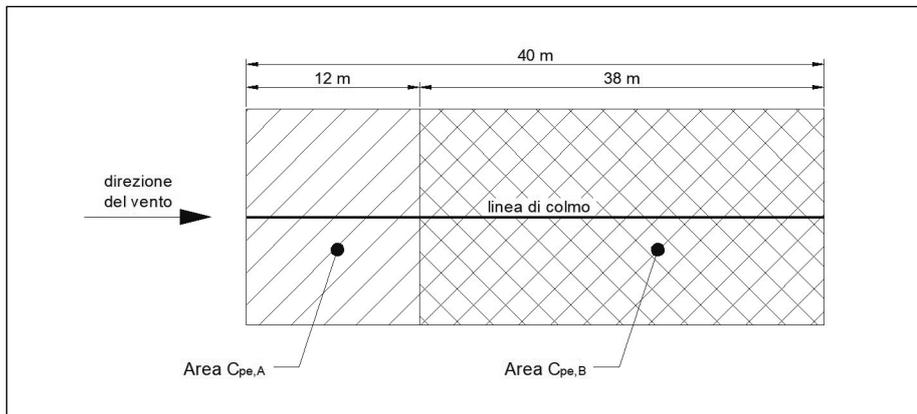
$$C_{pe,A} = -0,90$$

$$C_{pe,B} = -0,45$$

Il coefficiente  $c_{pe,A}$  deve essere assunto per una lunghezza di falda pari al minimo tra  $b/2$  e  $h$ . In questo caso  $b/2$  è pari a 20 m e  $h$  pari a 12 m, dunque si considera 12 m.

Nelle restanti zone invece si considera il coefficiente  $c_{pe,B}$  (vd. fig. 9).

Figura n° 9



Come già visto per il calcolo dei coefficienti di pressione per le pareti, bisogna tener conto di possibili pressioni interne. Per il caso in esame (aperture distribuite in maniera uniforme) il coefficiente di pressione interna vale  $c_{pi} = +0,20$  o  $c_{pi} = -0,30$  a seconda della combinazione più gravosa.

Si riportano, a seguire, i coefficienti di pressione ottenuti per la stima delle massime pressioni e massime depressioni sulla copertura.

- Massimo coefficiente di pressione globale sulla copertura in direzione dall'esterno verso l'interno:

$$C_p = C_{pi} + C_{pe} = 0,20 + 0,20 = +0,40 \text{ (dal caso 1)}$$

- Massimo coefficiente di pressione globale sulla copertura (su una falda estesa 12 m) in direzione dall'interno verso l'esterno:

$$C_p = C_{pi} + C_{pe} = -0,30 - 0,90 = -1,20 \text{ (dal caso 2)}$$

**STEP4: Calcolo del "coefficiente dinamico"  $c_d$  (§3.3.9 NTC2018)**

Per i capannoni industriali in cui rientra il caso in esame può essere assunto cautelativamente pari a 1.

**STEP5: Calcolo della pressione caratteristica del vento (§3.3.4 NTC2018)**

Calcolati i coefficienti è possibile ricavare il valore della pressione del vento su pareti esterne e copertura. Il progettista dovrà individuare l'azione più gravosa a seconda della verifica svolta.

**Azione del vento sulle pareti**

- ✓ Massima pressione del vento (per verifica struttura supporto pannelli)
  - Lati lunghi (A e C) in direzione dall'esterno verso l'interno:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,98 \cdot 1 = 742,6 \text{ N/m}^2 = 75,7 \text{ kgf/m}^2 \text{ (dal caso 2)}$
  - Lati corti (B e D) in direzione dall'esterno verso l'interno:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,93 \cdot 1 = 704,7 \text{ N/m}^2 = 71,9 \text{ kgf/m}^2 \text{ (dal caso 1)}$

- ✓ Massima depressione (per verifica fissaggi)
- Lati lunghi (A e C) in direzione dall'interno verso l'esterno:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,66 \cdot 1 = 500,1 \text{ N/m}^2 = 51,0 \text{ kgf/m}^2$  (dal caso 2)
- Lati corti (B e D) in direzione dall'esterno verso l'interno:  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,76 \cdot 1 = 575,9 \text{ N/m}^2 = 58,7 \text{ kgf/m}^2$  (dal caso 1)
- ✓ Azione tangenziale del vento (§3.3.5 NTC2018)  
 Nel caso in esame si ipotizza l'utilizzo di pannelli parete con lamiera esterne lisce. Dalla tabella 3.3.XIX della Circolare 2019 si ricava il valore del coefficiente di attrito  $c_f$  pari a 0,01.  
 $p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_f = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,01 = 7,6 \text{ N/m}^2 = 0,8 \text{ kgf/m}^2$   
 Si noti come tale azione sia trascurabile nel caso di parete liscia come quella in esame. Tale valore può comunque essere utilizzato per la verifica a taglio dei fissaggi.

### Azione del vento in copertura

- ✓ Massima pressione del vento (per verifica struttura supporto pannelli)  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,40 \cdot 1 = 303,1 \text{ N/m}^2 = 30,9 \text{ kgf/m}^2$
- ✓ Massima depressione (per verifica fissaggi)  
 $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 390 \cdot 1,943 \cdot 1,20 \cdot 1 = 909,3 \text{ N/m}^2 = 92,7 \text{ kgf/m}^2$
- ✓ Azione tangenziale del vento (§3.3.5 NTC2018)  
 Nel caso in esame si ipotizza l'utilizzo di pannelli sandwich con lamiera grecata. Dalla tabella 3.3.XIX della Circolare 2019 si ricava il valore del coefficiente di attrito  $c_f$  pari a 0,03.  
 $p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_f = 390 \cdot 1,943 \cdot 0,03 = 22,7 \text{ N/m}^2 = 2,3 \text{ kgf/m}^2$

### 4.7.2 Azione della neve - ed esempi di calcolo

Progettisti/Installatori/Utenti finali debbono sempre tenere in piena considerazione l'azione della neve che, combinata con l'azione del vento, rappresenta un fattore determinante per una corretta scelta del tipo e dello spessore dei pannelli di copertura. Da non trascurare il calcolo dei valori derivanti dal successivo scioglimento della neve per dimensionare un opportuno sistema di smaltimento delle acque.

#### La normativa di riferimento in Italia è il D.M. 17/01/2018.

L'Italia è suddivisa in 3 zone di carico (vd. fig. 10) dove il carico di neve al suolo vale rispettivamente circa 60 – 100 – 150 kg/m<sup>2</sup> (per costruzioni ordinarie al di sotto dei 1500 m di quota).

I valori sopra riportati vanno moltiplicati per alcuni coefficienti che tengano conto:

- dell'esposizione e della forma della copertura (mono-falda, a più falde, cilindrica ecc.): per le coperture a falde il carico è compreso tra 0,8 (copertura piana) e 0 (coperture con inclinazione > 60°);
- della struttura: carico compreso tra 0,9 (zona battuta dai venti) a 1,1 (zona riparata);
- della possibile riduzione del carico neve dovuto allo scioglimento della stessa: generalmente posto pari a 1.

## ZONE DI CARICO NEVE IN ITALIA

L'Italia è suddivisa in 3 zone dove il carico di neve al suolo vale rispettivamente circa 60 – 100 – 150 kg/m<sup>2</sup> (per costruzioni ordinarie al di sotto dei 1500 m di quota).

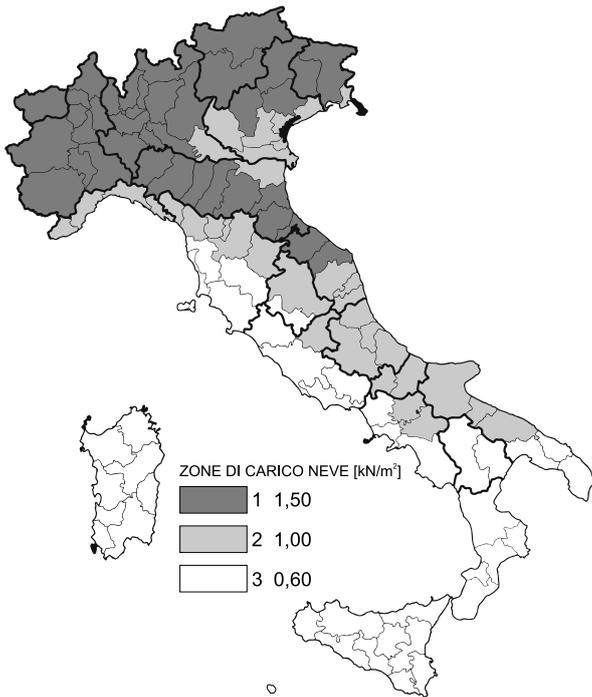


Figura n° 10

## ESEMPIO DI CALCOLO DEL CARICO NEVE

Per il calcolo si farà riferimento al fabbricato preso in esame per il calcolo dell'azione del vento (vd. fig. 11).

### DATI DELL'EDIFICIO:

- Località: Torino (z = 295 m s.l.m.);
- dimensioni in pianta 15x40 m;
- altezza gronda 11 m – Altezza colmo 12 m.

Il peso della neve “ $q_s$ ” che agisce sulla copertura viene calcolato secondo le indicazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

$$q_{sk} = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

### STEP1: Calcolo del valore di $q_{sk}$ “carico neve al suolo” (§3.4.2 NTC2018)

L'edificio ricade in zona I – Alpina, il valore di  $q_{sk}$  si ricava in funzione della sua quota sul livello del mare secondo la formula:

$$q_{sk} = 1,39 \cdot [1 + (as/728)^2] = 1,39 \cdot [1 + (295/728)^2] = 1,62 \text{ kN/m}^2$$

### STEP2: Calcolo del valore di $\mu_i$ “coefficiente di forma della copertura” (§3.4.3 NTC2018)

Per inclinazioni delle falde inferiori ai 30° il valore  $\mu_i$  è pari a 0,8.

### STEP3: Calcolo del valore di $C_E$ “coefficiente di esposizione” (§3.4.4 NTC2018)

Per il calcolo si fa riferimento alla tabella 3.4.I delle NTC2018 che si riporta nel seguito (vd. Tabella 9).

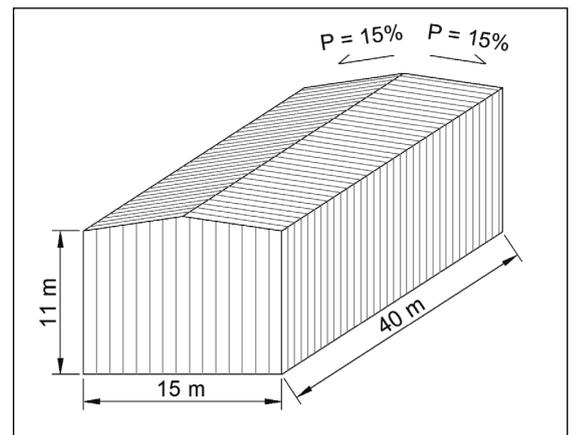


Figura n° 11

Tabella n° 9

Tab. 3.4.I - Valori di $C_E$ per diverse classi di esposizione		
TOPOGRAFIA	DESCRIZIONE	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

Dalla tabella si ricava il valore di  $C_E$  pari a 1.

#### STEP4: Calcolo del valore di $C_t$ “coefficiente di termico” (§3.4.5 NTC2018)

Nella circolare esplicativa del decreto ministeriale viene sconsigliata l’adozione di valori del coefficiente termico inferiori all’unità. L’unico caso in cui tale coefficiente viene assunto pari a 1,2 è quello di edifici in cui la temperatura interna viene mantenuta al di sotto degli 0°C (ad esempio per le celle frigorifere). Nel caso in esame si assume il coefficiente termico  $C_t$  pari a 1.

#### STEP5: Calcolo del carico neve in copertura (§3.4.1 NTC2018)

$$q_{sk} = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t = 1,62 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 1,30 \text{ kN/m}^2 = 132 \text{ kgf/m}^2$$



Foto n° 7:  
copertura di rifugio situato in zona alpina (2000 m slm) e realizzato con pannelli sandwich sui quali sono state posate listellature e scandole in legno.

### 4.7.3 Cenni sull'azione sismica

I terremoti agiscono mediante un susseguirsi di vibrazioni del terreno che provocano uno spostamento alla base degli edifici. A differenza di vento e neve, l'azione sismica non è una forza bensì un'accelerazione imposta a livello delle fondazioni. Nonostante ciò esistono diversi approcci che permettono di valutare l'azione sismica mediante **forze statiche equivalenti**, la cui entità viene stimata con l'obiettivo di produrre gli stessi effetti di un terremoto. È intuitivo dedurre come tali forze statiche siano proporzionali all'accelerazione sismica e alla **massa** della struttura.

Per loro natura i **pannelli sandwich** sono elementi molto leggeri e, per di più, non rientrano tra gli elementi costruttivi strutturali. Queste considerazioni sovente fanno sorgere dei dubbi sul se, quando, ed eventualmente in che modo sia necessario tener conto dell'azione sismica sui pannelli sandwich. In questa parte del prontuario si vuole fare chiarezza su questo aspetto, alla luce delle indicazioni contenute nella normativa italiana.

Nella totalità delle applicazioni i pannelli sandwich possono essere classificati come elementi costruttivi non strutturali. Tale considerazione deriva dal fatto che la loro rigidezza, resistenza e massa non sono tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale. Preme sottolineare come non per questo vadano sottovalutati: i pannelli infatti costituiscono elementi significativi al fine della sicurezza e/o della salvaguardia delle persone.

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, la forza sismica agente sugli elementi non strutturali, dovuta alla massa dell'elemento, viene valutata con la seguente formula (§7.2.3 NTC2018), i cui fattori sono riportati in tabella 10.

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

Tabella n° 10

FATTORE	DESCRIZIONE
$F_a$	è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;
$S_a$	è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (§3.2.1)
$W_a$	è il peso dell'elemento
$q_a$	è il fattore di comportamento dell'elemento

Oltre alla forza calcolata sopra, dovuta alla sola massa del pannello, occorre tenere in considerazione che, negli stabilimenti produttivi, spesso il pannello sandwich costituisce il supporto sul quale vengono fissati impianti di diversa natura. Ne consegue che la forza calcolata in precedenza debba essere sommata a quella dovuta ad un impianto vincolato al pannello di tamponatura o tramezzatura.

L'azione dovuta agli impianti può essere assimilata ad un carico distribuito lungo la superficie del pannello, la cui entità vale:

$$Q_i = 2 \cdot F_{ai} / S \quad (\text{§7.2.4 NTC2018})$$

Dove con  $F_{ai}$  è la forza di competenza di ciascun componente dell'impianto ed  $S$  è la superficie del pannello. Tale carico distribuito deve essere applicato sia ortogonalmente che tangenzialmente il piano del pannello, in modo da valutare quale delle due sia la condizione più sfavorevole.

La normativa richiede che sia verificata la stabilità dell'elemento sotto l'azione della forza  $F_a$  nella condizione di calcolo opportuna.

Di seguito si propone un esempio di calcolo dell'azione sismica su pannelli di tamponatura di un fabbricato.

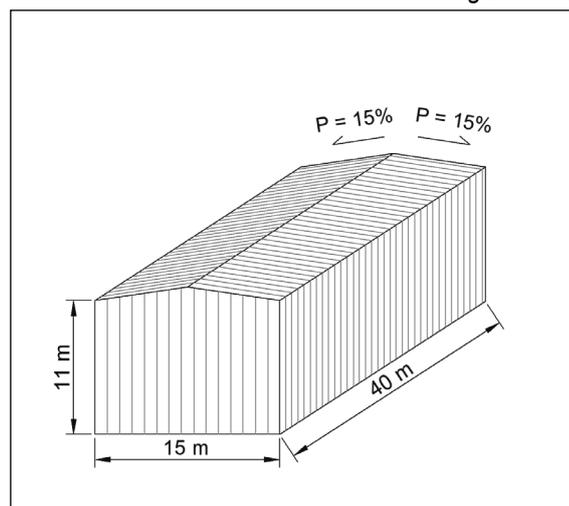
### Esempio di calcolo azione sismica

Per il calcolo si farà riferimento al fabbricato preso in esame per il calcolo dell'azione del vento e della neve (vd. fig. 12). Verrà calcolata l'azione statica equivalente dovuta al sisma che agisce sulle pareti e sarà confrontata con l'azione del vento. Tali forze infatti non devono essere assunte contemporaneamente dunque è lecito considerare la maggiore tra le due come azione principale.

#### DATI DELL'EDIFICIO:

- Località: Torino (z = 295 m s.l.m.);
- dimensioni in pianta 15x40 m;
- altezza gronda 11 m – Altezza colmo 12 m;
- pannelli di tamponatura sp. 120 mm peso 14 kg/m<sup>2</sup>.

Figura n° 12



#### Calcolo dell'accelerazione massima $S_a$

L'accelerazione massima prevista dipende dallo stato limite considerato e dalla posizione del sito di costruzione.

#### Influenza dello stato limite su $S_a$

Per gli elementi non strutturali, come tamponamenti e divisori interni, viene richiesto il requisito di **stabilità allo stato limite di salvaguardia della vita** (§7.3.6 NTC2018). A questo stato limite corrisponde una probabilità di superamento, nella vita di riferimento della costruzione, pari al 10%. In altre parole, per costruzioni ordinarie di classe 2, il terremoto target è un sisma che, statisticamente, si manifesta una volta ogni 475 anni nella zona di progetto.

#### Influenza del sito su $S_a$

L'Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia fornisce i valori di  $a_g$  e  $F_0$  in funzione delle coordinate del sito e del tempo di ritorno considerato. Per il fabbricato in esame, sito in provincia di Torino, si ottengono i seguenti valori:

$a_g = 0,055 g$  (g è l'accelerazione gravitazionale pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>);

$F_0 = 2,760$ ;

Il coefficiente **S** tiene conto della specifica stratigrafia del sito e di particolari condizioni topografiche. Il suo valore si ottiene dalla moltiplicazione tra  $S_s$  (coefficiente stratigrafico tab. 3.2.IV delle NTC2018) e  $S_T$  (coefficiente topografico tab. 3.2.III NTC2018). Per il calcolo si considera che l'edificio è costruito su un terreno a grana grossa (categoria B tab. 3.2.II NTC2018) e superficie pianeggiante (categoria T1 tab.3.2.III NTC2018) da cui:

$$S = S_s \cdot S_T = 1,20 \cdot 1,00 = 1,20$$

## Calcolo di $S_a$

$$S_a = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot \eta = 0,55 \cdot 1,20 \cdot 2,76 \cdot 1 = 1,82 \text{ g}$$

Dove per il calcolo di  $\eta$  è stato assunto un coefficiente di smorzamento viscoso convenzionale pari al 5%.

## Calcolo della forza sismica

Si considera che le tamponature esterne siano realizzate con pannello parete sp. 120, con entrambe le lamiere di supporto sp. 0,6 mm. Per questa tipologia la massa  $W_a$  vale 14 kg/m<sup>2</sup>.

L'entità della forza statica equivalente dovuta al sisma vale:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a = (1,82 \cdot 14) = 25,50 \text{ kgf/m}^2$$

Dove  $q_a$  è il fattore di comportamento dell'elemento. Tale fattore tiene conto della risposta dell'elemento al sisma ed è un valore maggiore o uguale a 1. La circolare esplicativa del 2019 consente di utilizzare un valore pari a 2 per pareti interne ed esterne. A favore di sicurezza, e in mancanza di studi specifici sulla risposta sismica dell'elemento, si è adottato il valore 1 nel calcolo.

### Confronto con l'azione del vento e considerazioni finali

La forza appena calcolata deve essere applicata al pannello per le verifiche di stabilità e dunque per il calcolo dei fissaggi e della resistenza ultima del pannello.

Si vuole ora confrontare tale forza con l'azione del vento, calcolata precedentemente per il medesimo fabbricato. Il massimo carico dovuto al vento vale:

$$q_{vmax,k} = 75,7 \text{ kgf/m}^2$$

Dato che l'azione sismica calcolata fa riferimento allo SLV (stato limite di salvaguardia della vita), inquadrato nello Stato Limite Ultimo, affinché il confronto sia corretto bisogna moltiplicare l'azione del vento per il coefficiente parziale di sicurezza per le azioni allo stato limite ultimo che vale 1,5 (considerando il vento come azione principale).

$$q_{vmax,d} = 1,5 \cdot q_{vmax,k} = 1,5 \cdot 75,7 = 113,6 \text{ kgf/m}^2$$

**L'azione del vento risulta più di 4 volte maggiore rispetto a quella del sisma.** Tale risultato è dovuto a due principali aspetti:

- I pannelli sandwich sono elementi molto leggeri per i quali difficilmente l'azione sismica risulta determinante, mentre lo è la verifica dei pannelli e dei fissaggi in presenza dell'azione del vento;
- il Piemonte è una regione a bassa sismicità, in altre zone dell'Italia si potrebbero ottenere valori più elevati causati dall'azione sismica.

Si vuole però sottolineare come la verifica sismica possa essere utile a stimare un carico di progetto per i pannelli interni, non direttamente investiti dall'azione del vento, e come la forza statica dovuta al sisma vada applicata, in maniera alternata, sia in direzione verticale sia orizzontale. Tale forza in direzione verticale, sommata al peso proprio del pannello, può essere utilizzata per la verifica della stabilità del pannello ad un carico di punta.

## 5. RACCOMANDAZIONI PER MOVIMENTAZIONE E MONTAGGIO DEI PANNELLI METALLICI PRECOIBENTATI

I Produttori raccomandano vivamente a Progettisti/Installatori/Utenti finali di leggere attentamente ed attenersi scrupolosamente alle Condizioni Generali di Vendita, Movimentazione, Stoccaggio dei pannelli sandwich **edite dall'AIPPEG**. Esse rappresentano l'insieme delle esperienze della maggior parte dei costruttori di tali manufatti e sono riconosciute come assimilabili a norme di riferimento da adottare, in via esclusiva, nel mondo di chi impiega pannelli sandwich precoibentati.

In via puramente indicativa i Produttori, lasciando a Progettisti/Installatori/Utenti finali l'onere di fornire al personale le disposizioni operative ritenute più idonee, anche in relazione alle specifiche situazioni di ogni singolo cantiere, desiderano fornire alcune indicazioni non impegnative da ritenersi semplici suggerimenti.

### 5.1 IMBALLO E PROTEZIONE

I pannelli vengono consegnati in colli, ciascuno costituito da un determinato numero di pannelli sovrapposti. Il numero per confezione è definito in funzione dei seguenti fattori:

- Tipo di pannello;
- spessore del pannello;
- lunghezza del pannello;
- tipo di mezzo di trasporto;
- ottimizzazione del piano di carico.

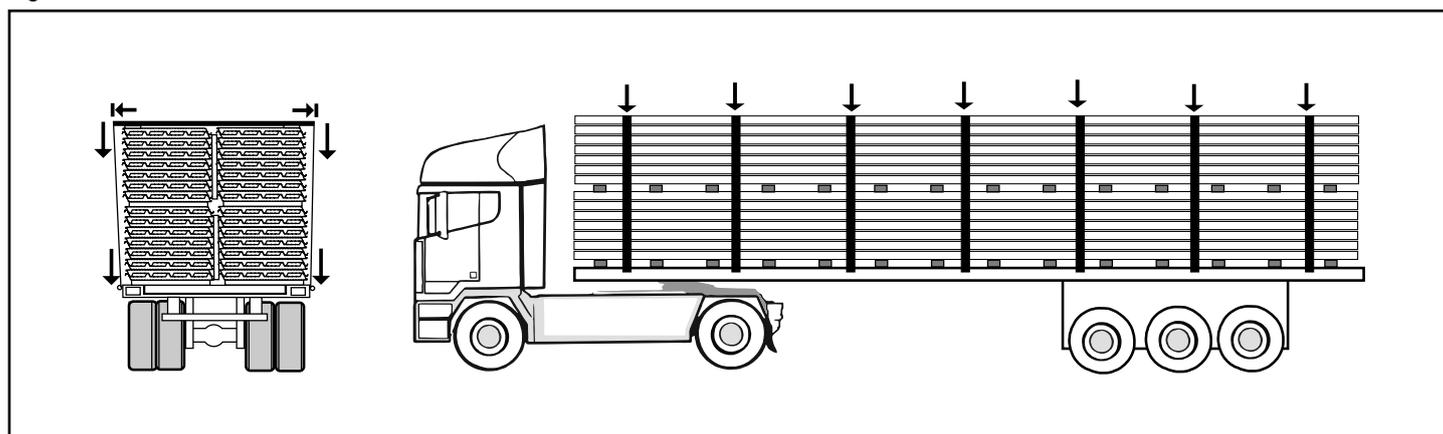
Per mantenere la loro integrità, soprattutto di natura estetica, i pannelli dispongono di sistemi di protezione temporanea. Su richiesta, durante le fasi di fabbricazione, i suddetti materiali possono essere dotati di protezione con film di polietilene adesivo sulle superfici preverniciate.

### 5.2 TRASPORTO DEI PANNELLI E SCARICO

Quando il trasporto viene effettuato a cura di Progettisti/Installatori/Utenti finali sarà indispensabile che gli stessi facciano riferimento a quanto previsto dalla Norma UNI 10372-2004 comma 9.9.2, pertanto accertino l'impiego di mezzi idonei che consentano il perfetto appoggio dei pacchi sul piano di carico con appositi distanziali in legno o materie plastiche espanse (allineati in linea verticale). Ogni colonna di pacchi sarà assicurata al mezzo di trasporto mediante legature trasversali con cinghie (mai funi) ad interasse opportuno e che comunque non superi mai la distanza di 3 m (vd. fig. 13). Sono consigliati carichi coperti.

La legatura dovrà garantire una pressione adeguata a mantenere fermo il carico ma non essere mai eccessiva, per evitare che il peso gravante sui pacchi inferiori sommato ad una eccessiva pressione esercitata nei punti di legatura dalle cinghie, possa causare piccole deformazioni del prodotto che, peraltro, vengono considerate ammissibili e non possono dare origine a contestazioni di sorta.

Figura n° 13



Anche la fase di scarico dei colli di pannelli deve seguire scrupolosamente le presenti indicazioni poiché solo l'impiego di idonei sistemi di sollevamento garantisce la perfetta integrità dei pannelli.

Quando lo scarico viene effettuato con carrozzone, gru, autogru, deve assolutamente essere evitato l'impiego di funi, catene, cavi metallici, filo di ferro o reggiature (che talvolta possono essere presenti), ma vanno utilizzate unicamente fasce in nylon di larghezza adeguata (min 20 cm) da applicare su bilancino ripartitore così da evitare strozzature e garantire la suddivisione dei pesi del collo su più punti (vd. fig. 14).

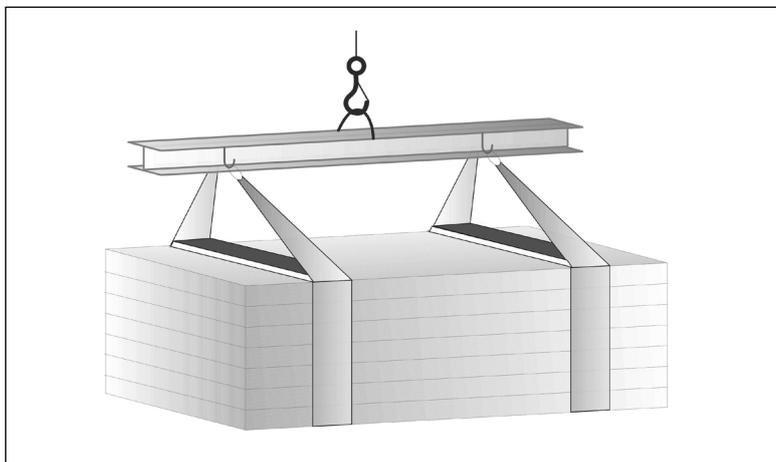


Figura n° 14

Nel caso di scarico con mezzi a forche, escluso il caso dei sollevatori a forche laterali multiple, è indispensabile la massima cautela, poiché le probabilità di danneggiare l'ultimo pannello in basso se non l'intero collo sono elevatissime anche a causa della naturale flessione che il pacco assume, per peso proprio, quando la sua lunghezza non è proporzionale alla distanza tra le forche del mezzo; lo scarico con mezzi a forche, inoltre, provoca frequenti danneggiamenti quali abrasioni o graffi delle superfici dei quali i Produttori non rispondono.

### 5.3 RICEVIMENTO MATERIALI E ACCORGIMENTI IN CANTIERE

Quando il carico di pannelli raggiunge il sito di installazione Progettisti/Installatori/Utenti finali devono:

- Verificare l'esatta rispondenza delle quantità di tutti gli articoli al documento di spedizione;
- accertare ed approvare dimensioni e colori dei prodotti;
- attestare l'assenza di danni dovuti al trasporto, ecc.;
- in presenza di carenze, danni, difetti dei pannelli e/o accessori appostare nota scritta sul documento di trasporto e farla firmare dall'autista, quindi accantonare i materiali danneggiati;
- come già trattato, la modalità di scarico e sollevamento in quota deve rispettare i criteri sopra indicati ma, qualora carenze di cantiere prevedessero unicamente l'impiego di un carrello a forche sarà indispensabile che lo stesso venga disposto con le forche ampiamente distanziate poste sotto il centro del pacco. Se il pacco di pannelli avesse una lunghezza eccessiva (oltre quattro volte l'interasse delle forche) si dovranno utilizzare due carrelli elevatori equidistanti (vd. fig. 15a). In ogni caso i Produttori non risponderanno in alcun modo dei danneggiamenti che i prodotti potranno subire;

Figura n° 15a

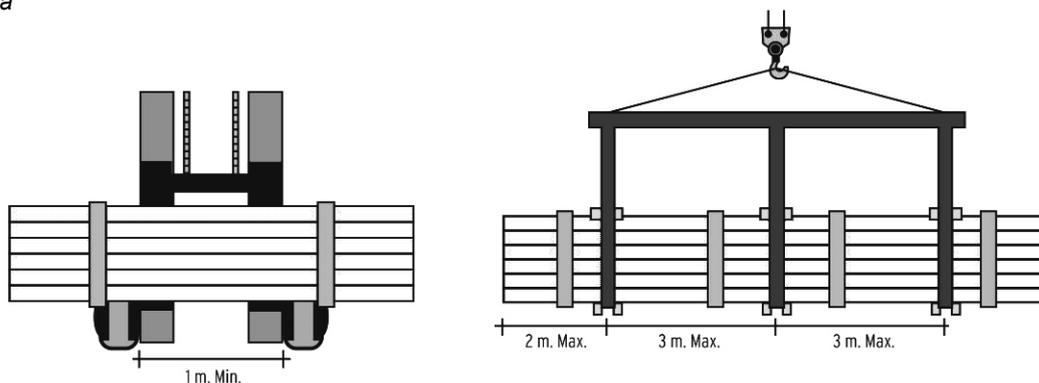
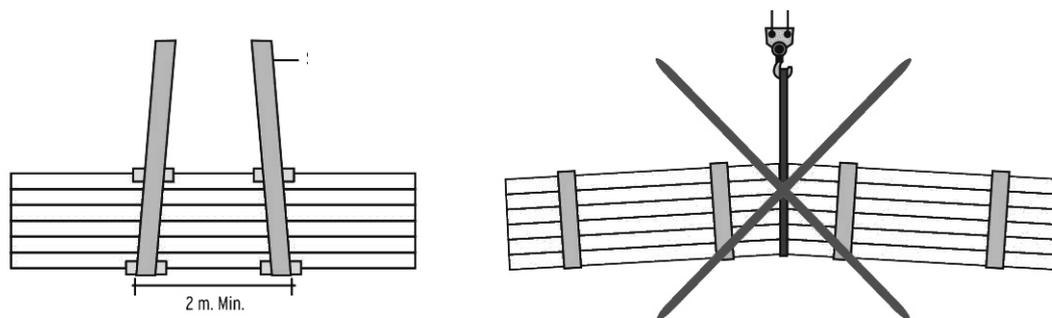


Figura n° 15b



- per evitare che i pannelli si danneggino durante il sollevamento, scaricare i pacchi uno alla volta;
- ispezionare l'itinerario che il mezzo sollevatore dovrà percorrere in cantiere per assicurarsi che il percorso sia privo di solchi e buche che, con gli inevitabili sobbalzi, danneggerebbero il materiale;
- se si utilizza una gru bisogna impiegare cinghie in nylon di larghezza adeguata (min. 20 cm) posizionate su almeno due punti, lungo la lunghezza del pacco; come già indicato debbono essere evitate strozzature, pertanto si raccomanda l'impiego di assi di legno o altro genere di distanziale posizionati nella parte superiore e inferiore del pacco in corrispondenza delle cinghie per proteggere i bordi dei pannelli superiore e inferiore (vd. fig.15b);
- nel caso di pannelli con lunghezza oltre 6 metri è necessario utilizzare un bilancino ripartitore.

## 5.4 STOCCAGGIO

Come accennato nel paragrafo dedicato alle dilatazioni termiche, i pannelli, esposti alla luce solare diretta, possono incurvarsi e conseguentemente rendere difficile il montaggio. Per questa ragione i colli non dovranno mai sostare al sole prima della loro installazione bensì essere ricoverati in un'area ombreggiata (fig. 16).

Progettisti/Installatori/Utenti finali prima di provvedere al ritiro dei pannelli dovranno definire l'area nella quale i prodotti saranno stoccati, sia essa all'interno o all'esterno, poiché è fondamentale l'adozione di appropriati accorgimenti (attenersi alla Norma UNI 10372-2004 comma 9.9.3) volti ad evitare la formazione di condensa superficiale o l'infiltrazione e ristagno di umidità, acqua piovana ecc. che possano causare il danneggiamento dei supporti metallici e/o della vernice.

Figura n° 16

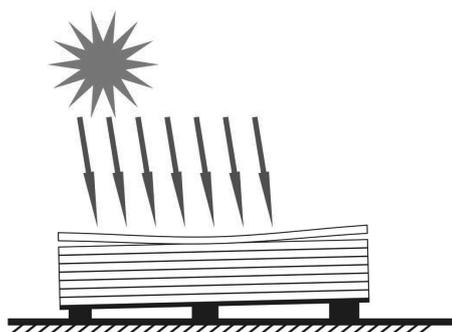
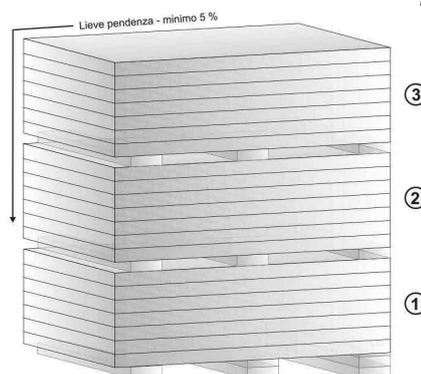


Figura n° 17



Come ampiamente riportato sulle **Condizioni Generali AIPPEG**, delle quali si richiede un'attenta presa visione, è consigliato non sovrapporre tra loro i pacchi; laddove ciò non fosse possibile è opportuno interporre distanziali in legno o materie plastiche estruse (allineati in linea verticale) così da creare le migliori condizioni di trasmissione a terra dei carichi.

Nel caso di stoccaggio all'interno è bene scegliere luoghi ventilati, non polverosi e non soggetti a repentini sbalzi termici; si raccomanda peraltro di fare in modo che sui pacchi non siano appoggiati materiali ferrosi o untuosi che possano danneggiare il supporto metallico del pannello e/o la vernice. Per mantenere le prestazioni originali del prodotto è opportuno non superare i 4 mesi di immagazzinamento all'interno dalla data di produzione.

Nel caso di stoccaggio all'aperto è necessario prevedere un piano di appoggio inclinato in senso longitudinale onde evitare il ristagno di acqua o umidità, soprattutto se non è previsto a breve termine il prelievo dei pannelli per la posa; resta consigliabile l'utilizzo di teloni di protezione che consentano il ricircolo dell'aria e il deflusso di eventuale condensa (vd. fig. 18).

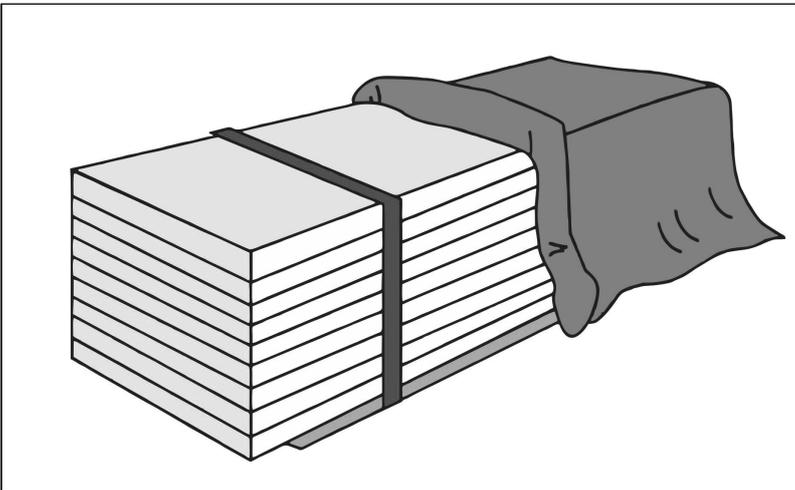


Figura n° 18

Occorre prestare attenzione alle condizioni atmosferiche a cui vengono esposti i pannelli: precipitazioni intense con grandine possono danneggiare i supporti metallici, mentre l'eccessiva esposizione all'irraggiamento solare specie nei periodi più caldi può portare a deformazioni plastiche del prodotto. Un pannello con supporto di colore scuro, se esposto direttamente al sole, può raggiungere una temperatura superficiale di 80/90°C. Lo stoccaggio all'aperto non dovrà, comunque, mai superare i 60 giorni dalla data di produzione.

Progettisti/Installatori/Utenti finali debbono aver cura di rimuovere il film pelabile protettivo adesivo entro 15 giorni dalla data di approntamento-avviso di merce pronta (pena - trascorso tale periodo - il rischio di notevoli difficoltà o impossibilità di rimozione di tale pellicola), in attesa della posa, immagazzinare i pannelli osservando le modalità prescritte dall'**Allegato A delle Condizioni Generali di Vendita AIPPEG**.

**DURANTE LE SUCCESSIVE FASI DEVONO ESSERE ADOTTATE PRECAUZIONI A SALVAGUARDIA DELL'INTEGRITÀ DEL PRODOTTO:**

- PROTEZIONE DELLA SUPERFICIE DA FENOMENI DI ABRASIONE, SOPRATTUTTO DURANTE LA MOVIMENTAZIONE
- PROTEZIONE DEGLI ANGOLI E DEI BORDI CONTRO URTI E SCHIACCIAMENTI
- PROTEZIONE DEGLI ELEMENTI SU CUI GRAVA LA MASSA DELL'INTERO PACCO, O DEI PACCHI SOVRASTANTI, ONDE EVITARE DEFORMAZIONI PERMANENTI.

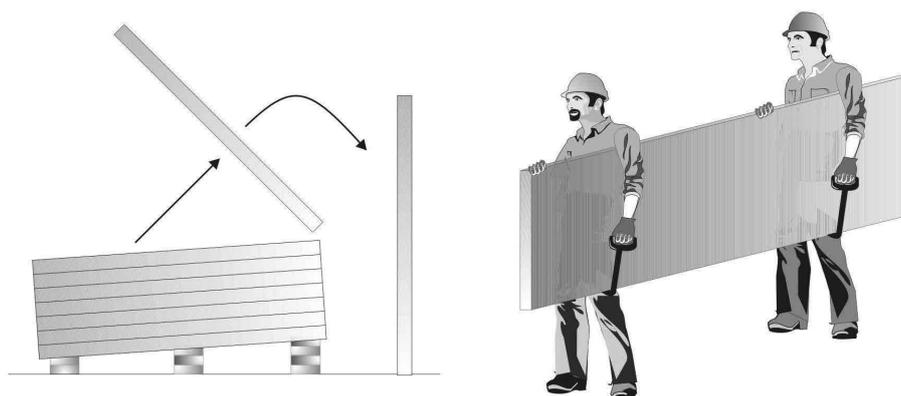
## 5.5 SOLLEVAMENTO IN QUOTA

La movimentazione prima della posa in opera dei pannelli coibentati richiede attenzione e uno scrupoloso rispetto delle regole, che le Condizioni Generali Aipeg elencano chiaramente, così come la Norma UNI 10372-2004 comma 9.9.4, per evitare che i prodotti possano subire danneggiamenti che, in seguito, potrebbero compromettere il pregevole risultato estetico/funzionale tipico del prodotto.

**Riportiamo qui a seguire le suddette regole:**

- Il sollevamento in quota con elevatori a forche telescopici è accettabile solo per pacchi corti (<6,00 m) e leggeri; le forche devono essere più lunghe della larghezza dei pacchi ed essere divaricate il più possibile, la superficie superiore delle forche deve essere pulita e liscia per evitare danni alla superficie dei pannelli. Mai movimentare più di un pacco alla volta.
- Il sollevamento con gru deve escludere tassativamente l'impiego di funi, catene, cavi metallici, mentre sarà consigliabile unicamente l'uso di fasce in nylon di larghezza adeguata (min. 20 cm) che non dovranno essere attorcigliate. Si suggerisce inoltre di utilizzare un bilancino così da evitare strozzature e di interporre tavole di legno o altro distanziale per proteggere i bordi superiori e inferiori (vedi figura 14) .
- Pannelli corti e leggeri possono essere sollevati manualmente. Ma non devono mai essere spostati in posizione orizzontale (piatta) in quanto una flessione eccessiva potrebbe portare alla rottura del poliuretano compromettendo permanentemente il pannello stesso, inoltre non devono essere mai sollevati con la presa sul paramento metallico della greca vuota. La movimentazione di un pannello deve sempre essere effettuata in verticale (di taglio) così da sfruttare l'inerzia dell'elemento stesso (vd. fig. 19).

Figura n° 19



- Progettisti/Installatori/Utenti finali devono provvedere affinché la manipolazione degli elementi sia effettuata impiegando adeguati mezzi di protezione (guanti, caschetto, cinture di sicurezza, scarpe antinfortunistiche, tute, ecc.), in conformità alle normative vigenti (una scorretta movimentazione può causare danni alle persone e alle cose). In caso di pannelli pesanti, o quando questi devono essere sollevati in altezza è necessario utilizzare specifiche attrezzature di sollevamento.

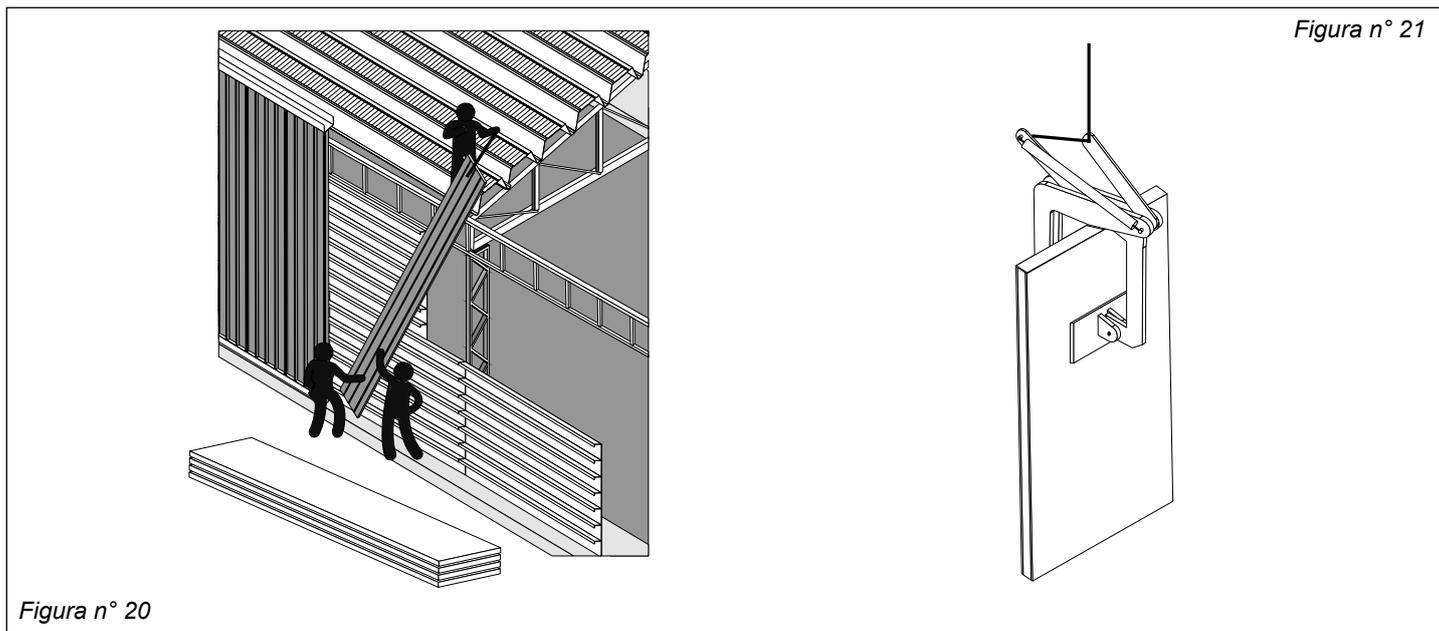


Figura n° 20

Figura n° 21

- Per il sollevamento in quota del singolo pannello sono disponibili diversi attrezzi (vedi ad es. figg. 20 e 21). Può essere impiegato uno speciale “gancio” da applicare alla gru che agisce, con il principio di una pinza, sull’estremità superiore del pannello; detta modalità è consueta per l’installazione di pareti verticali ma deve essere condotta con estrema perizia, sotto il diretto controllo di Progettisti/Installatori/Utenti finali, poiché è possibile il rischio di schiacciamento della parte sulla quale l’attrezzo esercita la presa, con conseguente deformazione permanente.
- Altra modalità utilizzata per il sollevamento del singolo pannello è la presa con ventose che garantiscono la movimentazione in sicurezza. Tuttavia, pur essendo un sistema pratico ed efficace, richiede alcuni accorgimenti al fine di evitare danneggiamenti. La scelta del modello del dispositivo di sollevamento tramite la creazione di vuoto si differenzia per il numero di ventose e per la taratura di forza applicata, e dipenderà dalla tipologia (schiuma PUR/PIR o lana minerale), dalla lunghezza dei pannelli e dalle specifiche di montaggio, caratteristiche che ne determinano il peso totale. Quando si movimentano pannelli con il sistema a ventose è necessario che l’operatore che materialmente effettua il sollevamento segua le istruzioni fornite a bordo macchina dall’ufficio tecnico dell’azienda che produce o noleggia i dispositivi di sollevamento, quest’ultimo dovrà inoltre calibrare le ventose in base alle esigenze del caso ed assumersi la responsabilità nell’applicazione (vd. foto n.8).



Foto n° 8



Foto n° 9

- Progettisti/Installatori/Utenti finali, in quanto consapevoli del fatto che l'utilizzo di ventose esercita un carico a trazione sul supporto metallico del pannello, dovranno predisporre il sistema in base alla lunghezza ed al peso del pannello da movimentare che, ovviamente, varierà in relazione allo spessore delle lamiere, della schiuma o in presenza di lana minerale. I Produttori suggeriscono di non applicare mai carico in aspirazione (vuoto) superiore a  $47 \text{ gr/cm}^2$ , e di inserire sempre un adeguato ripartitore di irrigidimento.
- Progettisti/Installatori/Utenti finali dovranno pertanto verificare il numero di ventose, la loro dimensione aspirante e il loro posizionamento, prima di autorizzare l'impiego di tale modalità di movimentazione. Si raccomanda di impiegare almeno due coppie di ventose (due per lato) per pannelli fino a 5 m di lunghezza, distribuite ad un quarto della lunghezza del pannello, partendo dagli estremi, sia sul lato destro sia sul lato sinistro così da ripartire il carico e ridurre la flessione dell'elemento. Per pannelli fino a 8 m di lunghezza occorrono almeno tre coppie di ventose (tre per lato) posizionate ad un quinto della lunghezza, quelle laterali partendo dagli estremi del pannello (a destra e a sinistra), ed una coppia il più possibile sull'asse centrale del pannello (mezzeria). Quando i pannelli raggiungono lunghezze superiori, fino a 13,50 m, sono indispensabili quattro coppie di ventose (quattro per lato) da posizionare ad un ottavo della lunghezza, quelle laterali partendo dagli estremi (a destra e a sinistra), mentre le due coppie centrali dovranno essere posizionate ad un quinto della lunghezza del pannello partendo dalla mezzeria (vd. Foto n.9 e n.10). Nel caso il bilanciere con ventose non fosse di lunghezza adeguata per soddisfare i suggerimenti di cui sopra è importante che le coppie di ventose laterali siano sempre posizionate il più lontano possibile dalla mezzeria.

Foto n° 10



## 5.6 TAGLIO DEI PANNELLI SANDWICH

Le operazioni di taglio dei pannelli richiedono l'adozione dei seguenti accorgimenti:

- Mascheratura della zona interessata dal taglio con nastro adesivo;
- tracciamento con pennarello sul nastro adesivo del taglio da eseguire.

Effettuare il taglio esclusivamente con roditrice/seghetto alternativo (dotato di aspirazione e filtrazione) seguendo tutte le cautele e procedure di sicurezza previste dalle normative vigenti.

Vivamente sconsigliato l'impiego del disco da taglio per smerigliatrici (l'alta velocità di rotazione del disco proietta su un'ampia superficie circostante faville incandescenti che al momento del contatto con la vernice dei pannelli la bruciano, compromettendone l'integrità estetica ma soprattutto la funzione protettiva agli agenti atmosferici del supporto metallico sottostante; inoltre le stesse faville possono innescare incendi e originare fumi nocivi per l'uomo).

Per qualsivoglia tipo di taglio che verrà adottato, il Produttore raccomanda la completa rimozione di ogni residuo derivante dal taglio stesso, così come è importante che, nei pannelli con supporti in acciaio, le estremità tagliate non vengano a contatto con i manufatti complementari quali scossaline, gronde, gocciolatoi, angolari ecc., onde evitare fenomeni di corrosione.

## 5.7 APERTURE E FORI NEI PANNELLI SANDWICH

La creazione di fori o aperture nel pannello, mediante rimozione di una parte dello stesso, può compromettere in maniera significativa le caratteristiche di resistenza dell'elemento. Ogni qualvolta sia necessario realizzare un passaggio di tubazioni, canali per impianti, inserimento di serramenti ecc. è necessaria un'attenta analisi e valutazione degli effetti che derivano dalla riduzione di sezione resistente che tale operazione comporta.

La normativa europea di riferimento (EN14509) non contempla la possibilità di realizzare aperture nei pannelli, dunque non esistono procedure standardizzate per la valutazione della riduzione di capacità portante. Progettisti/Installatori/Utenti finali dovranno calcolare e prevedere l'opportunità di inserire adeguati rinforzi utili ad evitare i problemi esposti a seguire.

I possibili problemi che i tagli comportano possono essere distinti in tre categorie:

- Difetti locali in prossimità del taglio;
- problemi di stabilità globale del pannello;
- probabile scollamento parziale della lamiera dall'isolante.

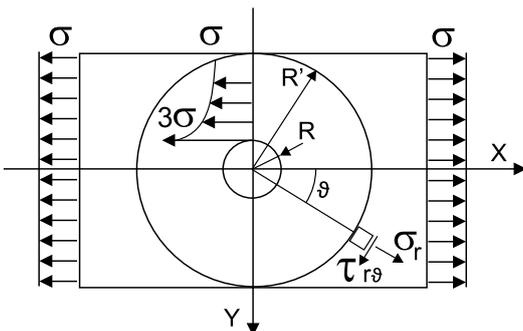


Figura n° 22: Soluzione di Kirch (1898) che descrive lo stato tensionale in corrispondenza di un foro nell'ipotesi di lastra infinita e stato tensionale

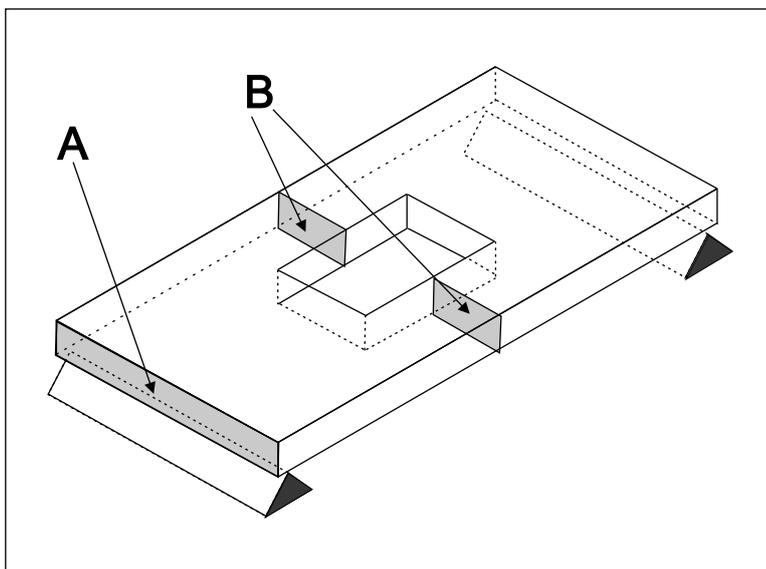
I primi, in particolare, sono dovuti alla concentrazione di tensioni che si manifestano sulle lamiere a seguito della riduzione di sezione resistente. Si consideri ad esempio il caso di una lamiera sottoposta ad uno stato tensionale di trazione. Ipotizzando che la tensione applicata sia uniforme e pari ad un valore  $\sigma$  è possibile verificare analiticamente (nell'ipotesi  $R' \gg R$ ) come la tensione rimanga costante  $\sigma$  lungo la circonferenza di raggio  $R'$  mentre, al suo interno, si verifichi una concentrazione di tensione. Il massimo viene raggiunto sui bordi del taglio dove la tensione arriva ad essere tripla rispetto a quella applicata (vd. fig. 22).

Il fenomeno sopra descritto può portare alla plasticizzazione della lamiera in prossimità del foro e la conseguente formazione di deformazioni permanenti. L'effetto di concentrazione delle tensioni risulta più marcato negli spigoli di tagli rettangolari.

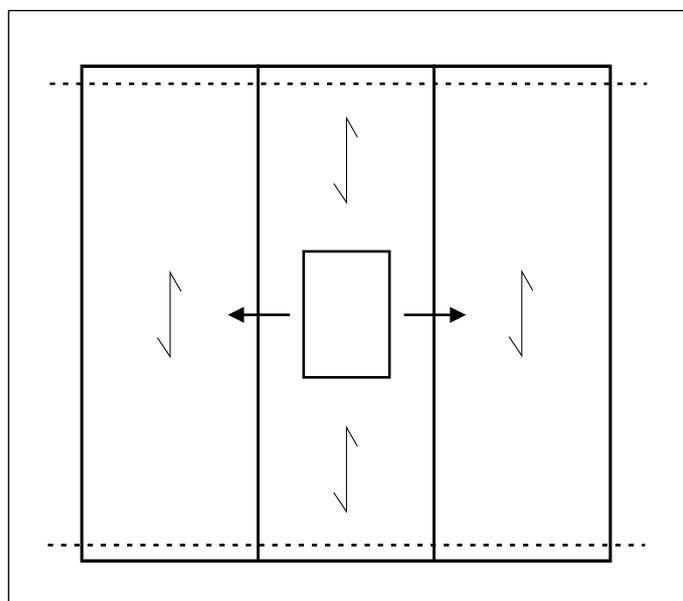
### 5.8 INDICAZIONI ORIENTATIVE PER VALUTARE LA RESISTENZA RESIDUA

Una prima verifica per testare la capacità portante di un pannello con aperture è la valutazione della sezione effettiva resistente, che è data dalla sezione del pannello integro a cui bisogna sottrarre l'area in cui verrà realizzata l'apertura (vedi immagine in figura n° 23). Tale approccio semplificato, in cui si ipotizza una distribuzione costante delle tensioni nella rimanente sezione del pannello, non risulta cautelativo. Assumendo infatti le tensioni costanti, non si considera la loro concentrazione che si verifica negli spigoli del taglio. L'approccio descritto può essere utilizzato per le aperture di piccole dimensioni, ma applicando tale metodo per grandi aperture (porte e finestre) i risultati si discostano dall'effettivo comportamento in opera.

Figura n° 23



Uno dei limiti del metodo di calcolo appena descritto è quello di considerare il pannello come isolato. Nella pratica edilizia usuale e ricorrente, il pannello sandwich viene utilizzato accoppiato ad altri. Il grado di unione tra i diversi elementi è funzione delle caratteristiche del giunto longitudinale (vd. fig. 24).



I pannelli sui quali viene realizzata un'apertura non rinforzata hanno una rigidità flessionale ridotta in proporzione alla dimensione stessa del taglio. Questo fenomeno comporta una redistribuzione delle tensioni verso i pannelli adiacenti, la cui rigidità flessionale non è stata compromessa.

Figura n° 24

Dalle considerazioni esposte ne consegue che avviene una trasmissione dei carichi ai pannelli vicini, che dunque dovranno essere dimensionati per un carico maggiore a quello che compete il singolo pannello, aggiungendo opportunamente l'aliquota di carico trasmessa dal pannello su cui sono state realizzate le aperture (vd. fig. 26).

Alla luce di quanto esposto, nel caso si preveda di realizzare aperture, risulta opportuno ridurre il valore di luce ammissibile che viene fornito nelle tabelle di portata. Tale riduzione deve essere valutata caso per caso in funzione di posizione e dimensione delle aperture stesse. Per evitare che i pannelli adiacenti subiscano un incremento di carico, con conseguente riduzione della luce utile, è possibile prevedere un adeguato telaio all'interno del foro che sia in grado di ripristinare la rigidità flessionale del pannello compromesso.

Figura n° 25

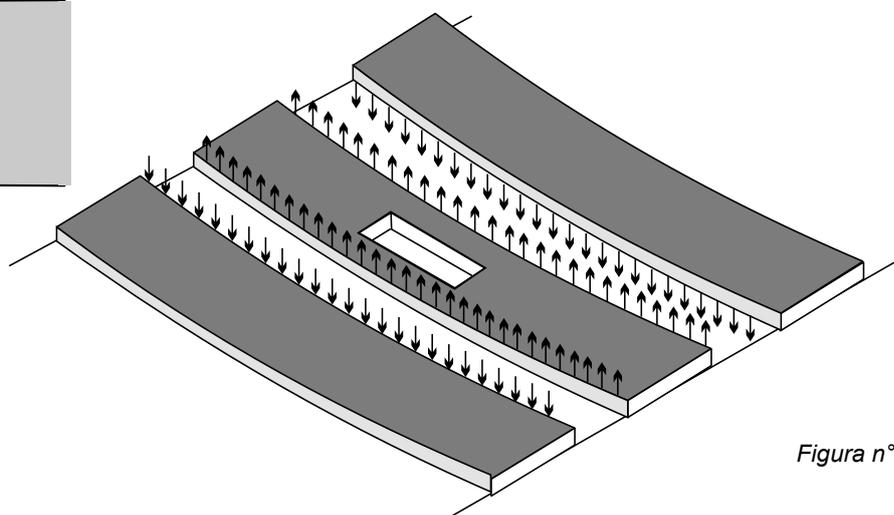
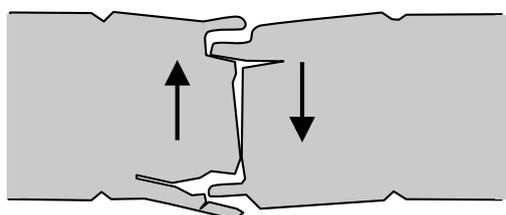
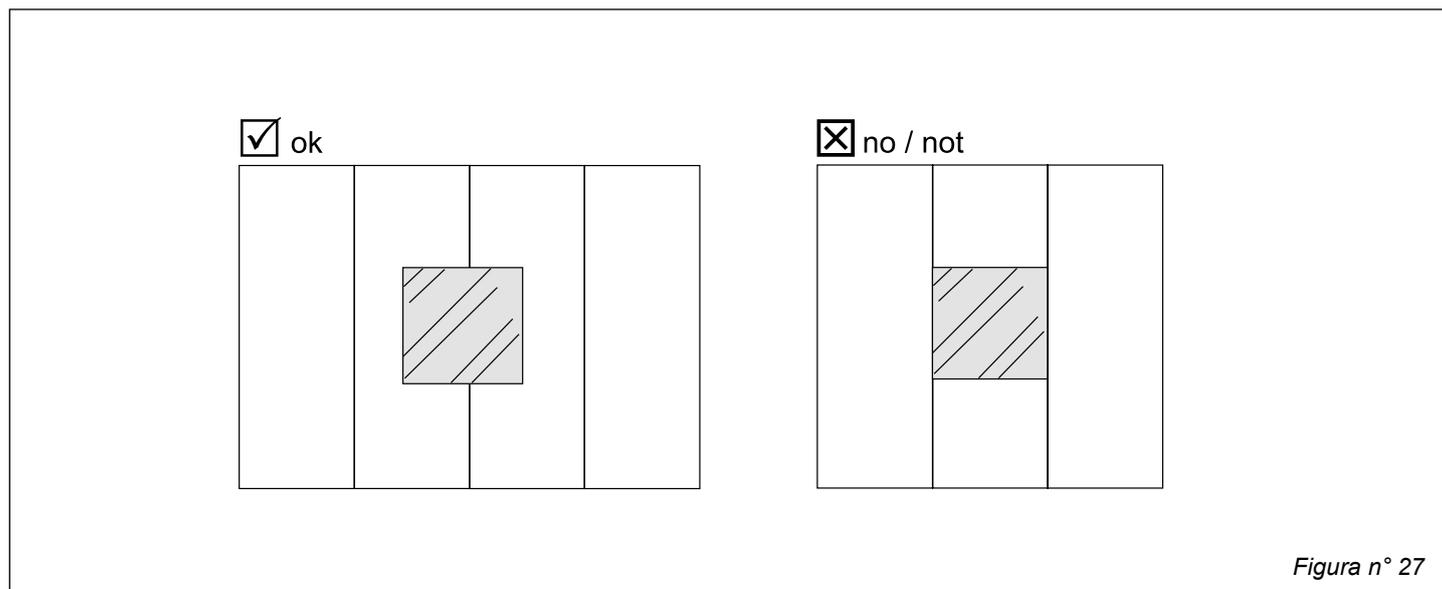


Figura n° 26

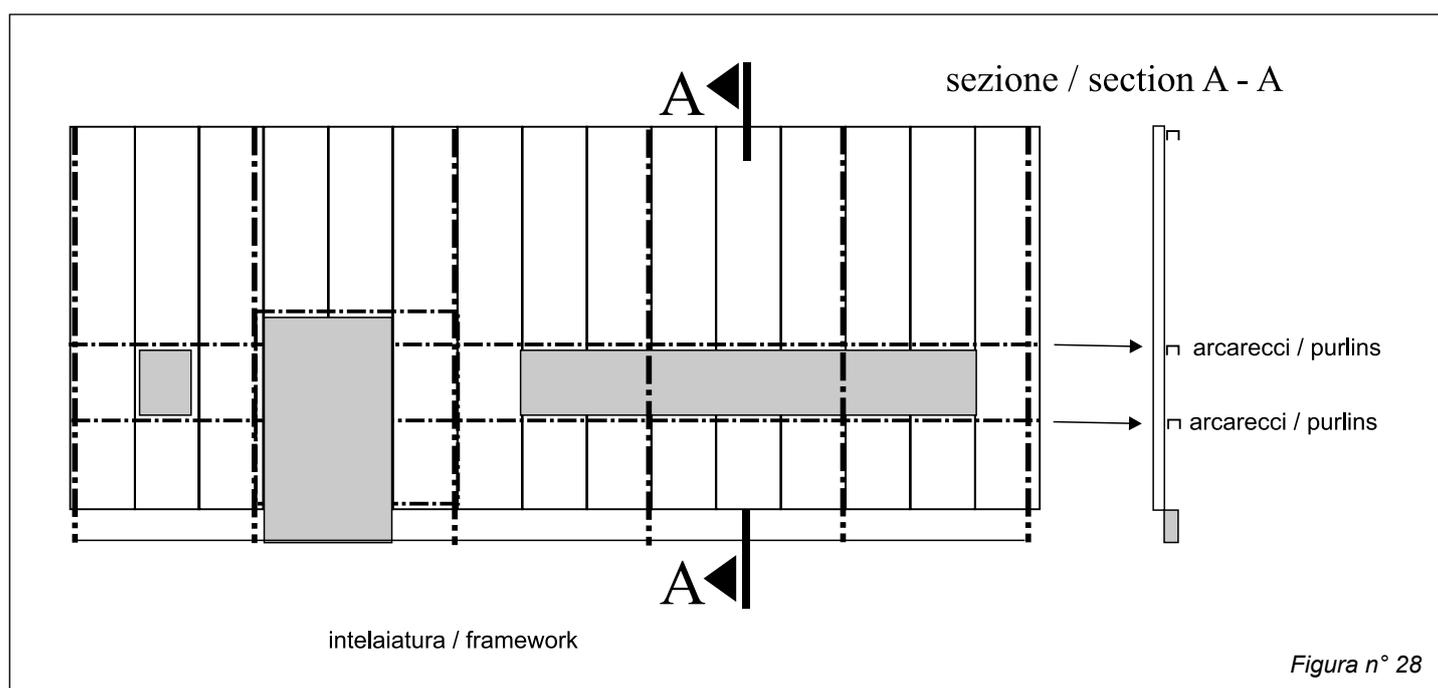
## 5.9 SUGGERIMENTI PROGETTUALI

Premesso che sarà compito unicamente di Progettisti/Installatori/Utenti finali operare le scelte maggiormente confacenti alla realizzazione dell'opera nel rispetto del progetto previsto, i Produttori desiderano fornire alcune indicazioni non impegnative definibili come semplici suggerimenti:

- Mai realizzare tagli o aperture prima della posa del pannello. Le sollecitazioni che subisce il pannello come elemento isolato, nel corso di movimentazione e posa, possono spesso essere superiori a quelle di esercizio;
- se possibile preferire la realizzazione di forometrie circolari piuttosto che rettangolari. Con questo accorgimento è possibile limitare il fenomeno della concentrazione delle tensioni in corrispondenza del foro;
- evitare di realizzare fori su un pannello adiacente ad uno in cui sono già state realizzate aperture;
- prevedere profili di rinforzo del pannello ogniqualvolta si preveda la realizzazione di un foro;
- a seconda della larghezza del foro, ove possibile, si raccomanda di realizzare un taglio che interessi più pannelli piuttosto di indebolire in maniera significativa un singolo pannello (vd. fig. 27);



- se la realizzazione dell'apertura compromette uno o più fissaggi prevedere strutture di ripartizione o altre soluzioni che permettano il ripristino dei fissaggi previsti (vd. fig. 28).



## 6. PANNELLI SANDWICH PARETE

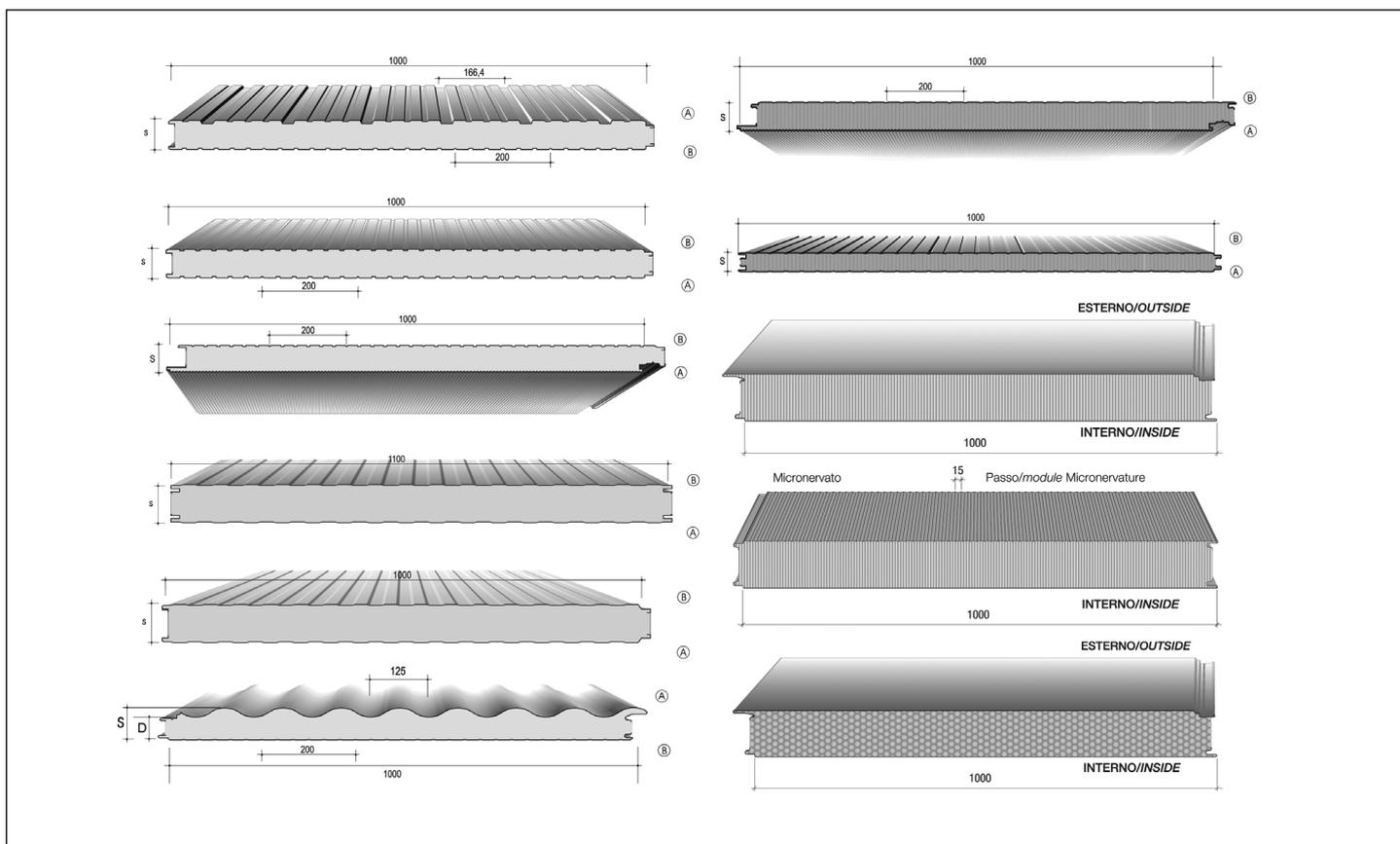


Figura n° 29

### 6.1 INSTALLAZIONE PANNELLI IN VERTICALE

I Produttori consigliano di seguire semplici procedure preliminari all'installazione quali:

- ✓ Controllare i disegni esecutivi per verificare la congruenza tra progetto e materiale fornito;
- ✓ accertare la geometria e l'allineamento del supporto strutturale prima dell'installazione dei pannelli a parete/soffitto;
- ✓ assicurarsi che gli elementi a cui andranno vincolati i pannelli siano complanari e privi di ostruzioni quali cordoni di saldatura, bulloni, teste di viti o quant'altro possa ostacolare il corretto montaggio;
- ✓ verificare che le strutture portanti non presentino tolleranze di costruzione o di montaggio tali da pregiudicare l'installazione dei pannelli, poiché qualsiasi scostamento può influire sia sulle prestazioni sia sull'estetica, compromettendo il risultato finale;
- ✓ predisporre scossaline/supporti di base, profili angolari, guarnizioni, ecc., secondo progetto;
- ✓ controllare che, nei pannelli ove è previsto, sia presente e integra la guarnizione per tutta la lunghezza del giunto. Per alcuni casi specifici (ad esempio per celle frigorifere o comunque per applicazioni ove è prevista forte differenza di umidità o di temperatura) implementare la sigillatura (operazione da effettuare unicamente in cantiere) iniettando, prima dell'accostamento tra pannelli, specifici prodotti siliconici tra i giunti maschio e femmina così da creare una barriera pressoché impenetrabile;
- ✓ accertarsi che la direzione di installazione dei pannelli sia opposta alla direzione del vento prevalente (vd. fig. 30);

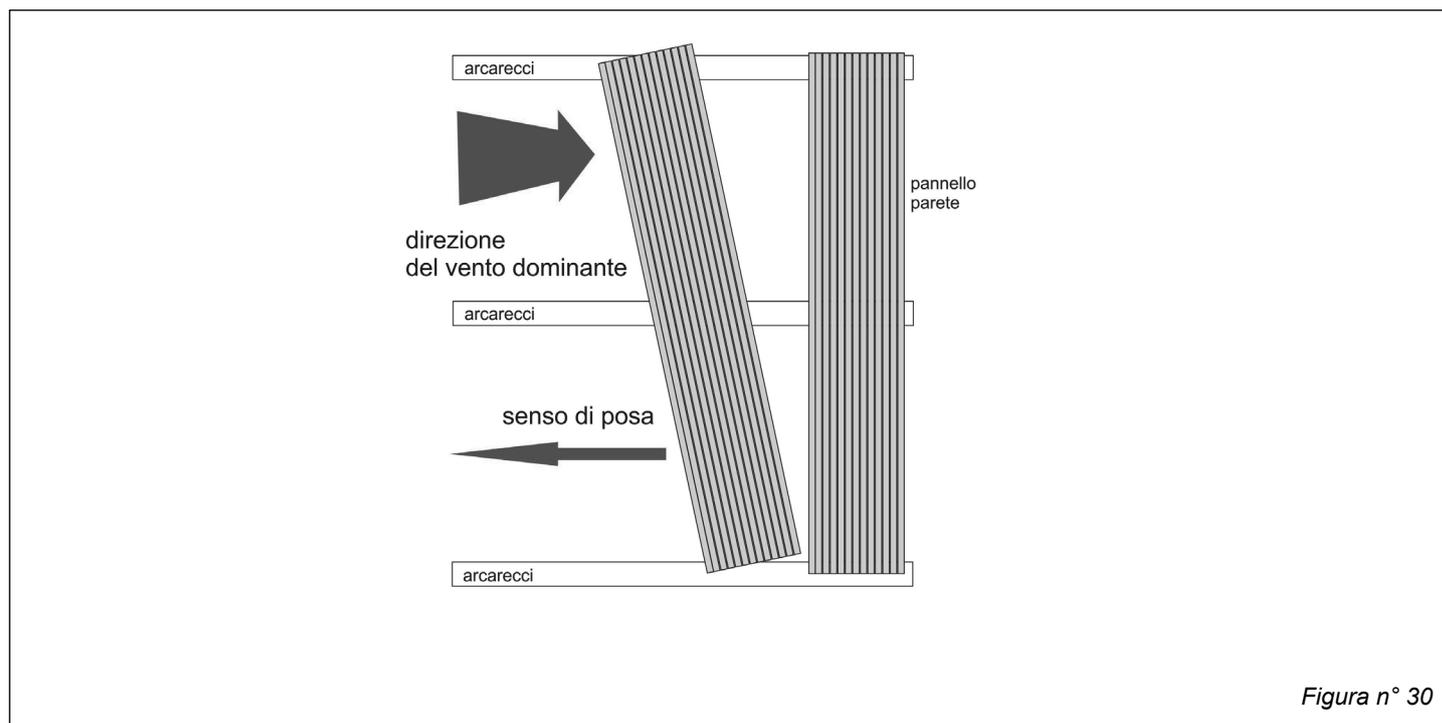


Figura n° 30

✓ sollevare il primo pannello in posizione e premere saldamente sulla struttura di supporto verificando la corretta inclinazione in tutte le direzioni, quindi bloccare con le apposite viti fornite dal Produttore. La tolleranza sulla verticalità del pannello deve rispettare il valore di  $\pm 2$  mm.; completare il fissaggio sui correnti metallici rammentando che un eccessivo serraggio delle viti porta alla deformazione della lamiera esterna (imbozzamento) con il conseguente inestetismo. Progettisti/ Installatori, conoscendo la tipologia di struttura alla quale sarà fissato il pannello, effettueranno la scelta del fissaggio più appropriato anche in funzione del tipo/spessore/nervatura della lamiera esterna del pannello utilizzato (vedi par. “Modalità e sistemi di fissaggio”);

✓ per proseguire la posa della parete, accostare il secondo pannello al precedente con una leggera inclinazione partendo dalla base e spingendolo in aderenza, al fine di ottenere un perfetto accoppiamento tra i giunti. Le operazioni successive saranno simili a questa, tuttavia si consiglia di controllare la verticalità dei pannelli ogni 3-4 fissati.

Queste indicazioni valgono per posa del pannello in verticale senza soluzione di continuità, tuttavia esistono dei casi in cui, per varie ragioni, il rivestimento dovrà essere realizzato in più tratti, quali, ad esempio:

- Altezza della facciata maggiore della lunghezza pannelli normalmente producibile;
- pannelli di colore diverso sul lato esterno (su ciascuna fascia), per motivi architettonici;
- pannelli troppo lunghi con colore scuro sul lato esterno (vedere il paragrafo: “Effetti della dilatazione termica” del presente prontuario).

Il suggerimento dei Produttori per affrontare questo complesso problema, dovuto alla temperatura differenziale tra lato esterno ed interno, a causa del quale i pannelli tendono a deformarsi creando problemi in corrispondenza dei supporti intermedi, è di limitare la lunghezza dei pannelli (max 5 – 6 metri in funzione del colore) prevedendo dei giunti di dilatazione. Ovviamente la facciata avrà due o più bande delimitate da opportuni rompi tratta. Questa soluzione non è adatta per alcune applicazioni, per esempio le celle frigorifere, caso in cui è preferibile non avere soluzione di continuità per evitare ponti termici.

## 6.2 POSA IN ORIZZONTALE DEI PANNELLI PARETE

La gran parte dei modelli di pannelli parete sono progettati per essere posati in senso verticale: l'incastro maschio-femmina è stato concepito per poter ottenere il massimo isolamento termico e tenuta all'acqua lungo tutte le linee di giunzione tra i pannelli. La posa in modalità orizzontale, che differisce dalla modalità standard consigliata, richiede la responsabilità progettuale di un professionista abilitato, che ne valuterà la fattibilità in funzione delle condizioni specifiche del progetto (zona climatica dell'edificio, esposizione solare per le dilatazioni termiche, tipologia della struttura sottostante e di tutti i parametri necessari), proponendo la soluzione tecnica più idonea per l'intervento.

Vengono prodotti modelli appositamente studiati per la posa in orizzontale (ad esempio il mod. ONDA/ Zeroklass Leonardo RWPanel) che offrono adeguate garanzie di tenuta quando installati con tale modalità; in tal caso i pannelli parete copriranno una o più campate intervallate da una serie di giunti verticali, che diventeranno parte integrante del disegno di facciata. Sarà inoltre opportuno prevedere giunti di dilatazione in prossimità delle sezioni adiacenti al fine di compensare gli allungamenti dei pannelli dovuti alle variazioni di temperatura. Ogni giunto dovrà essere sigillato e coibentato.

Laddove Progettisti/Installatori/Utenti finali operino la scelta di realizzare una parete con pannelli a fissaggio nascosto montati in orizzontale per prudenza sarà necessario iniziare l'installazione dal primo pannello in alto per scendere verso il basso e mai con andamento inverso onde evitare possibili (pur minime) infiltrazioni.

Terminato il montaggio di tutti i lati di pareti del fabbricato l'opera dovrà essere completata con l'accessoristica complementare (angoli, lattonomie, scossaline, gocciolatoi, cantonali, imbotti, ecc.).

## 6.3 MODALITÀ E SISTEMI DI FISSAGGIO PER PANNELLI PARETE

I fissaggi hanno il compito di ancorare efficacemente il pannello sandwich alla struttura portante; la scelta della tipologia del gruppo di fissaggio avviene in funzione del tipo di struttura presente (metallica, in legno o in cemento). Sarà cura del Progettista/Installatore/Utente finale scegliere il numero e la posizione dei fissaggi tali da garantire la resistenza alle sollecitazioni indotte da carichi permanenti o dinamici.

I fissaggi sono un elemento importante nella realizzazione di un'opera. Sia dal punto di vista strutturale (resistenza meccanica, impermeabilità, durabilità), sia da quello economico; infatti incidono del 2-3% sul costo finale. Il numero e il posizionamento dei fissaggi dipende dalle variabili di progetto e ambientali (per esempio: interasse degli arcarecci, vento, altezza del fabbricato, ecc.). Sarà onere e cura dei Progettisti/Installatori/Utenti finali la valutazione del numero appropriato e della tipologia dei fissaggi con specifico riferimento al singolo impiego.

Si ricorda a Progettisti/Installatori/Utenti finali che il fissaggio dei pannelli su struttura in legno lamellare o semplicemente in legno (specialmente per quanto riguarda i pannelli di copertura con alto spessore di schiuma isolante) dovrà essere eseguito con particolare attenzione e perizia, poichè una forte coppia di serraggio rischierebbe di provocare il cedimento del supporto in legno, mentre un serraggio con coppia ridotta potrebbe non essere sufficiente a trattenere in posizione i pannelli e dar quindi luogo all'incurvamento trasversale degli stessi per effetto di deformazione da irraggiamento, dilatazioni termiche, ecc, come già indicato nei paragrafi precedenti. Un fissaggio non corretto può essere causa di infiltrazioni di aria, acqua piovana, condensa all'interno del fabbricato.

### 6.3.1 La forma della testa

La forma della testa del fissaggio ha la funzione della trasmissione della forza durante la fase di installazione. Si hanno tipologie diverse di forma, quelle più comuni sono: **ESAGONALI e TORX**.

La testa **esagonale**, seppure sia quella più usata in assoluto, ha la caratteristica di avere una superficie di contatto molto limitata (solo sullo spigolo dell'esagono), per questo, in caso venga applicata una coppia di serraggio molto elevata gli spigoli potrebbero spanarsi. La vite **Torx**, invece, ha maggiore superficie di contatto, ed è migliorativa per coppie di serraggio elevate. In generale, per l'installazione dei pannelli sandwich non è consigliata una coppia di serraggio elevata, altrimenti si potrebbero spaccare le guarnizioni o addirittura deformarsi il paramento metallico del pannello; per questo motivo l'impiego delle viti **Torx** è meno frequente.

### 6.3.2 La filettatura

Ha la funzione di serrare e trasmettere le forze e si estende sul gambo della vite. Tendenzialmente esistono due tipologie di filettature: 1) filettatura per supporti in legno 2) filettatura per supporti in metallo. Le viti per legno hanno una filettatura relativamente ampia e distanziata visto che si avvitano in un materiale organico, mentre le viti per ferro hanno filettatura più sottile essendo il metallo molto più compatto. Il diametro della vite normalmente è 6,3 mm.

### 6.3.3 La punta

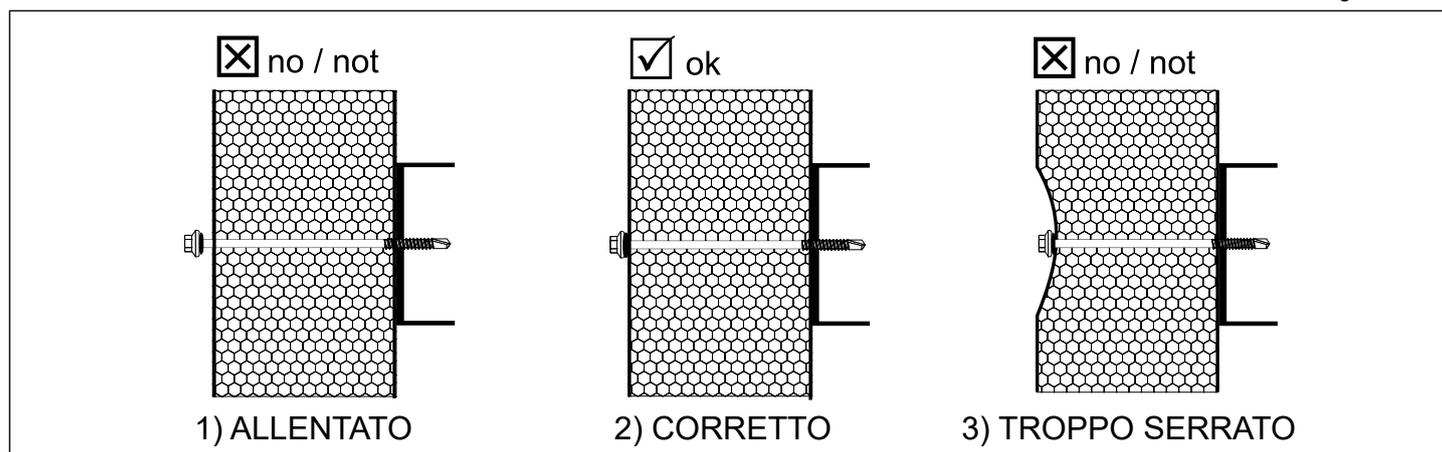
È un elemento importantissimo della vite. Tra le più usate vi sono le viti autoperforanti. Si usano in presenza di appoggi in acciaio di spessori compresi tra i 2 mm ed i 5 mm e non è necessario praticare dei pre fori con il trapano. Quando gli spessori di metallo dell'arcareccio sono più alti dovranno essere impiegate le viti autofilettanti o automaschianti dalla forma conica. In questo caso si deve pre forare l'arcareccio in acciaio. Esistono infine tirafondi da legno. Se il pannello si posa su listelli di legno la vite nel listello deve mordere almeno 40 mm.

### 6.3.4 Le guarnizioni

Le viti di fissaggio devono essere dotate di guarnizione in vipla o altro materiale di tenuta laddove vadano ad occupare il foro nel pannello, così da garantire la durata della facciata. Il design dell'anello di tenuta deve tenere conto di fattori quali:

- Oscillazioni termiche;
- acqua;
- acidi/Alcali/Ozono;
- raggi U.V./Invecchiamento;
- abrasioni e fessure (anche dovute all'eccessivo serraggio meccanico dell'avvitatore - vedi disegno in figura 31);
- spinte oblique e non perpendicolari (sollecitazioni dovute a forze esterne: aria, variazioni temperatura, sismi).

Figura n° 31

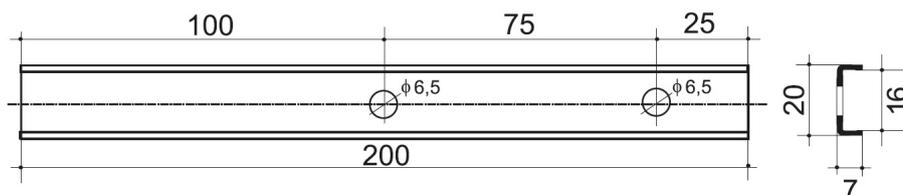


Nella maggior parte dei casi l'elemento sigillante è in elastomero EPDM. Si tratta di un materiale che può essere ripetutamente compresso per almeno il doppio della sua dimensione e che ritorna alla sua forma originale non appena il carico di compressione viene rimosso.

**In caso di utilizzo del pannello Star / Fiberstar / Leonardo con fissaggio nascosto montato in verticale, per i fissaggi si suggerisce di utilizzare la staffa di ripartizione.** Si tratta di una staffetta di acciaio che ripartisce la tenuta della testa della vite su un'area pari a tutta la lunghezza della staffetta, conferendo una migliore ripartizione della tenuta del fissaggio sul pannello.

#### STAFFA DI IRRIGIDIMENTO E FISSAGGIO IN ACCIAIO ZINCATO SP. 1,5 mm

Figura n° 32



Tale staffa consente, ove il supporto lo permetta, di installare due viti per ogni punto di fissaggio (vd. fig. 33).

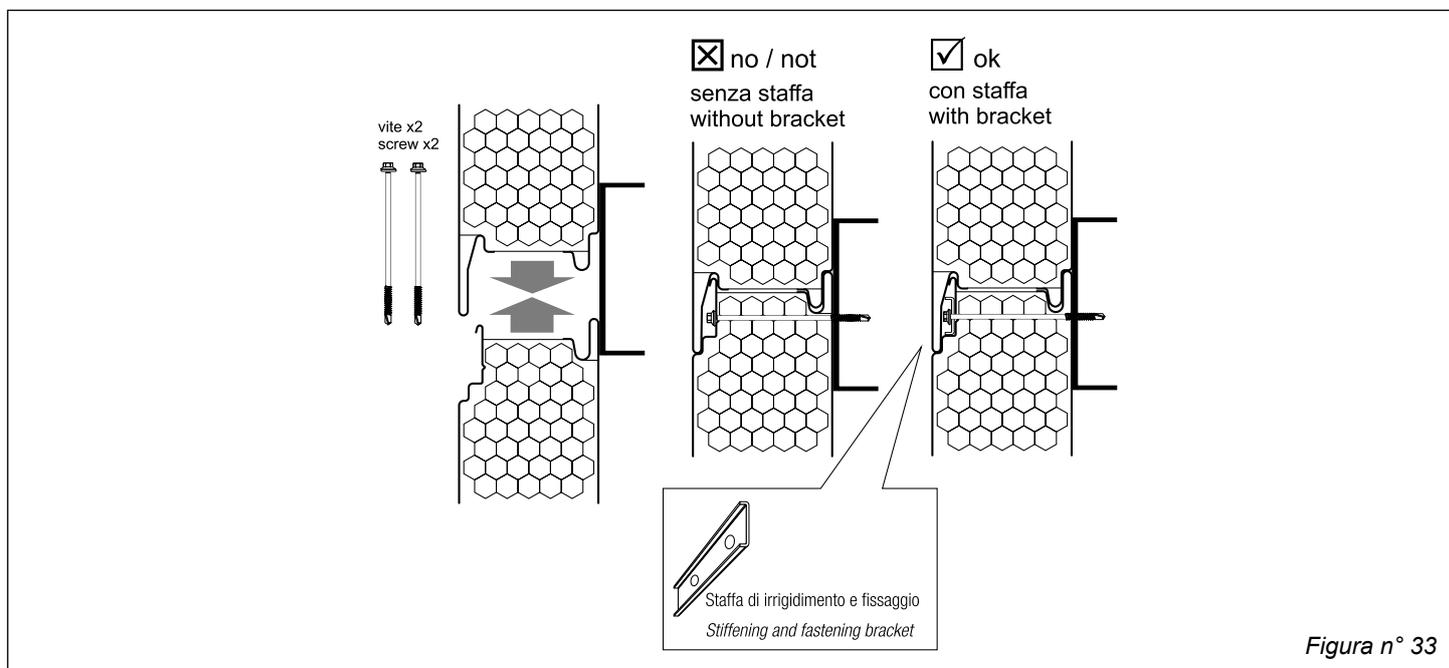


Figura n° 33

#### 6.4 NOTE PER LO STOCCAGGIO DEI PANNELLI PARETE

- Posizionare i pacchi su un terreno liscio, piano e rigido;
- posizionare i pacchi su distanziatori in legno, o in polistirolo di almeno 200 mm di larghezza, ogni 1,00 m ;
- i pacchi devono essere posizionati leggermente inclinati (min. 6%), per tenere conto del drenaggio dell'acqua di infiltrazione/condensa;
- i pacchi devono essere impilati in un numero massimo di 2 o 3 pacchi in altezza (così come trasportati sul camion);
- i pacchi devono essere conservati in luoghi riparati. Se non fosse possibile, dovrebbero essere protetti da pioggia e raggi solari con teli antipioggia, garantendo, allo stesso tempo, un'adeguata ventilazione;
- la pellicola protettiva rimovibile della superficie dei pannelli non deve essere esposta ai raggi solari per periodi prolungati. In ogni caso va rimossa entro 15 giorni dall'approntamento (avviso di merce pronta) dei pannelli.

## 7. PANNELLI SANDWICH COPERTURA

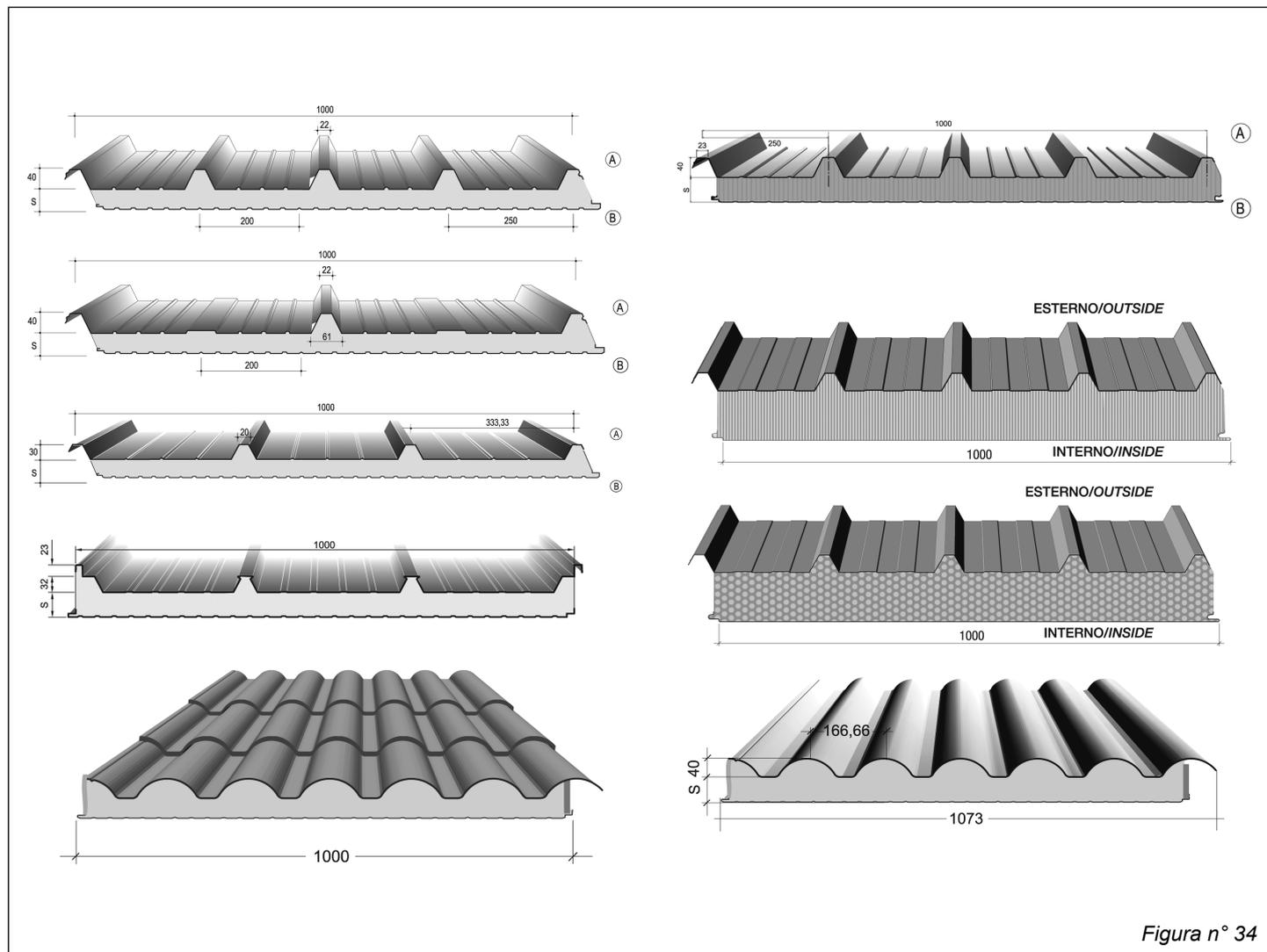


Figura n° 34

### TIPOLOGIE DI COPERTURE

I pannelli metallici coibentati e le lamiere grecate trovano impiego nell'edilizia civile ed industriale per la realizzazione di coperture.

### STRUTTURE DI COPERTURA

Per strutture della copertura si intende l'orditura portante che consente di sistemare e sorreggere il manto di copertura; esse, in genere, sono adeguate al tipo di costruzione: carpenterie metalliche, cemento armato normale e precompresso, legno lamellare e legno tradizionale.

I carichi che agiscono su una struttura e che generano sollecitazioni cui essa è sottoposta, si distinguono in statici e dinamici.

I carichi statici sono rappresentabili come forze di intensità costante che si suppone rimangano inalterate nel tempo.

I carichi dinamici sono rappresentabili come forze di cui può variare l'intensità o la retta d'azione, forze applicate in modo rapido ed improvviso – azioni sismiche, corpi in caduta.

### 7.1 PENDENZE MINIME DELLA FALDA DI COPERTURA E SUGGERIMENTI DI POSA

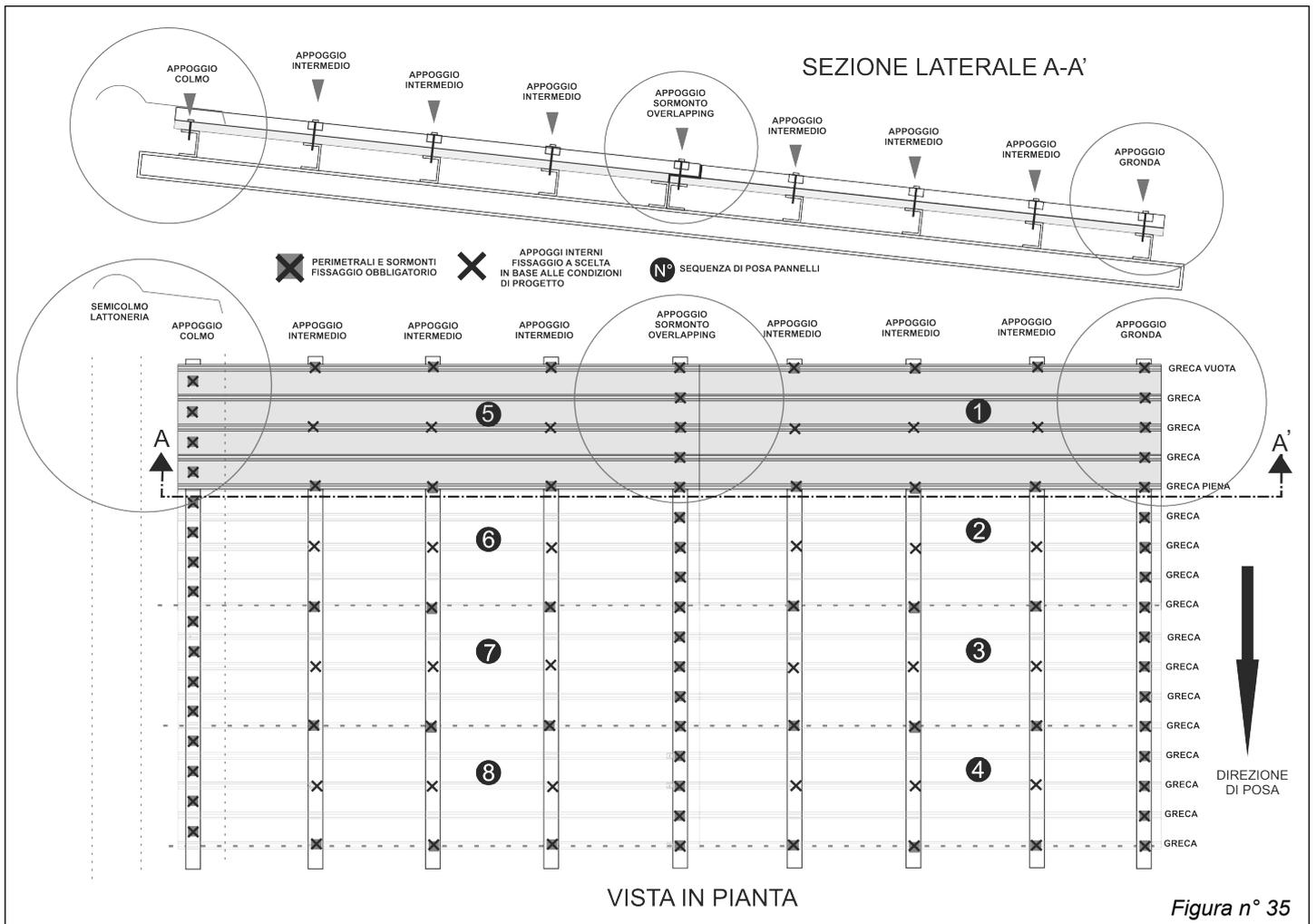
La pendenza di una falda di copertura/tetto è data dal rapporto tra il dislivello compreso tra la linea di gronda e il colmo e la distanza tra di essi. Tale rapporto si esprime in percentuale %. Una copertura realizzata con pannelli precoibentati deve avere una pendenza minima del 7% (Norme Aippeg), questo per garantire un rapido smaltimento dell'acqua che in caso contrario crea depositi che nel lungo periodo danneggerebbero la funzionalità della copertura.

Al fine di garantire un'installazione di qualità si consiglia di utilizzare materiali e/o parti fornite dal produttore di pannelli in quanto compatibili con i prodotti acquistati.

Il Progettista/Installatore/Utente finale dovrà accertarsi che le strutture portanti del tetto siano state montate in conformità con la documentazione di progetto.

Utilizzare un fissaggio dei pannelli che sia in grado di compensare gli spostamenti causati dalle eccessive dilatazioni termiche diventa particolarmente importante nei casi in cui si utilizzino pannelli con paramenti in alluminio.

A seguire riportiamo uno schema raffigurante una sequenza di posa con overlapping (vd. fig. 35).



**ATTENZIONE: LA DIREZIONE DI INSTALLAZIONE DEI PANNELLI DOVREBBE ESSERE OPPOSTA ALLA DIREZIONE DEL VENTO PREVALENTE (vd. fig. 36).**

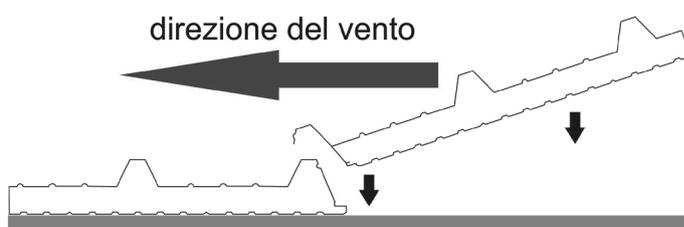


Figura n° 36

Foto n° 11: posa del pannello TECHTUM su travi alari in CAP



## 7.2 CARATTERISTICHE DEI PANNELLI SANDWICH MONOLAMIERA

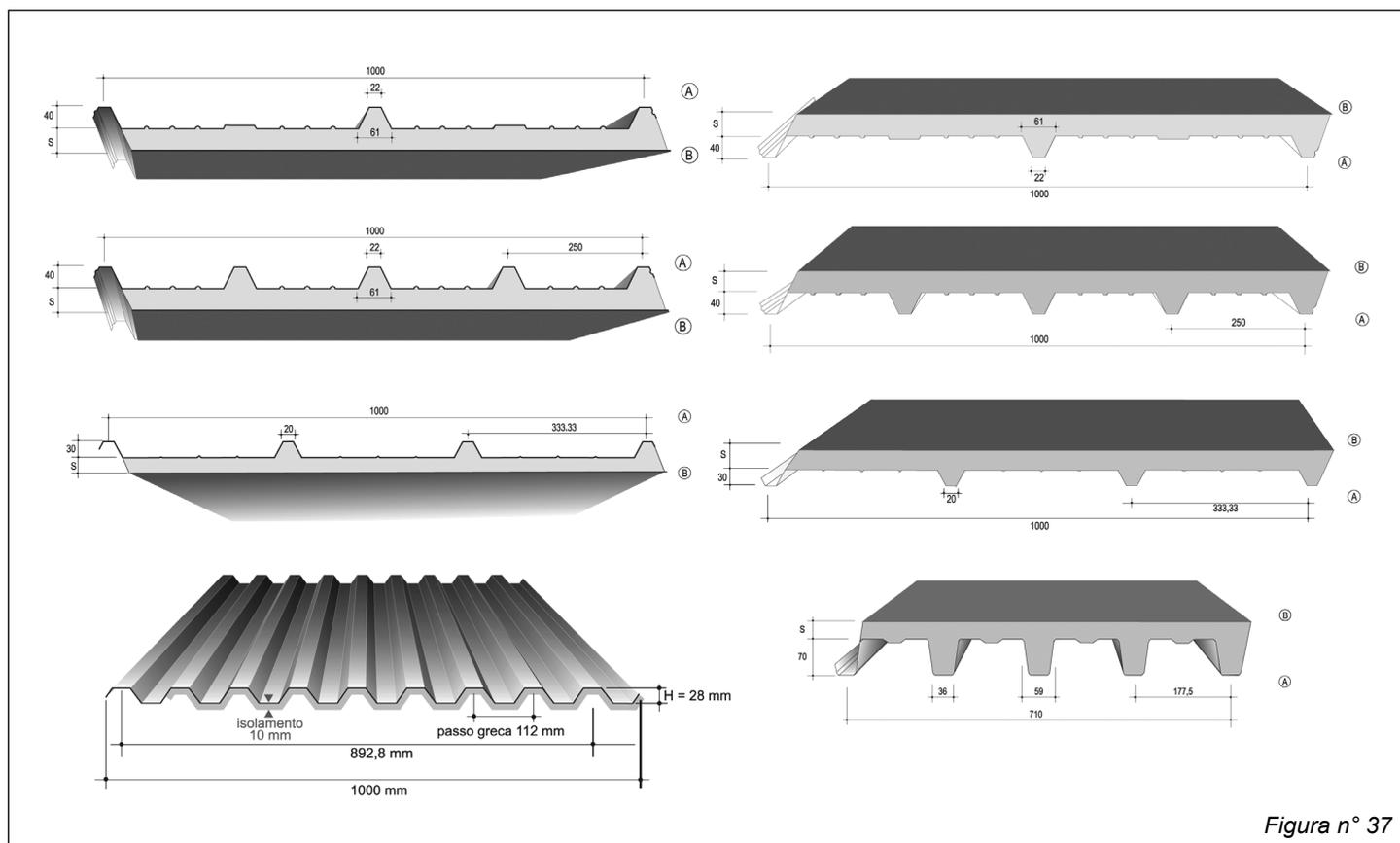


Figura n° 37

La famiglia dei pannelli **SANDWICH DECK** è composta da numerosi modelli, realizzati con un supporto costituito da elementi grecati metallici, profilati a freddo, aventi sezione differente - altezza e passo delle greche variabile, per offrire ampia facoltà di scelta a Progettisti/Installatori/Utenti finali, anima isolante in poliuretano e da uno strato in cartongesso bitumato, oppure una lamina centesimale di alluminio goffrato o ancora una lastra di vetroresina (che verranno illustrati nei paragrafi seguenti) e altri supporti non metallici nella parte interna. Il prodotto si presta ad una moltitudine di impieghi ed offre parecchi vantaggi derivanti dalle sue caratteristiche che prevedono di poterlo montare in due sensi:

- Con le greche rivolte verso il basso, quindi con la possibilità di realizzare un tetto piano offrendo lo strato di cartongesso come base per la successiva installazione di guaine impermeabilizzanti (vd. fig. 38);
- con le greche rivolte verso l'esterno, laddove sia necessaria una semplice copertura economica per la quale non venga richiesta una finitura interna particolarmente accurata e dove l'aspetto estetico del lato interno non rivesta particolare importanza.

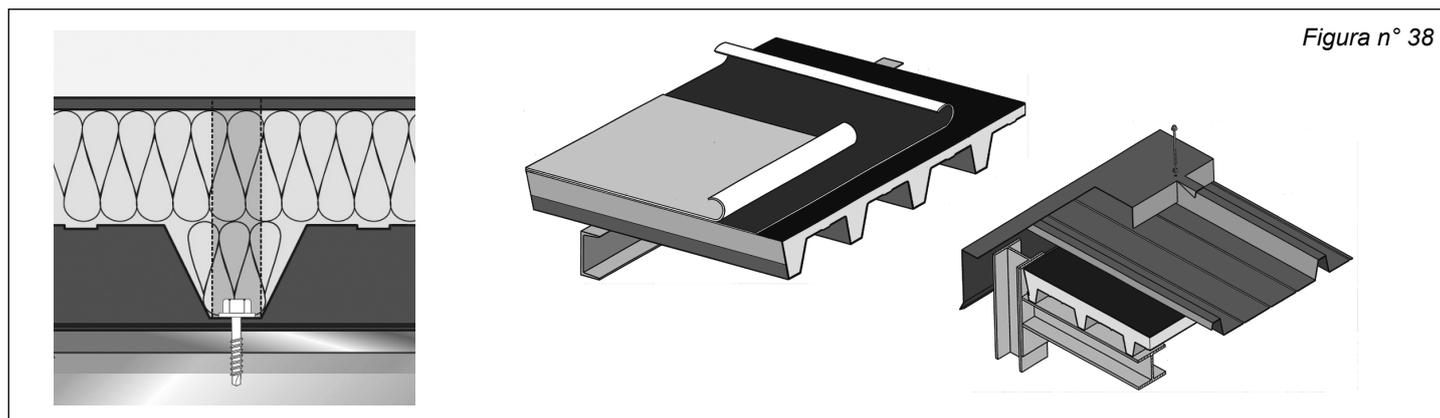


Figura n° 38

### 7.2.1 Cartongfello bitumato

Il cartongfello è composto da una base di fibre e feltri di cellulosa derivanti da carta e cartone riciclati, successivamente impregnati di sostanza bituminosa. Il cartongfello bitumato è un materiale che offre una buona adesione alle schiume poliuretaniche e garantisce una valida adesione della guaina impermeabile, e quindi si presta alla creazione di una superficie, anche piana, con ottime caratteristiche di durata nel tempo.

Si rammenta a Progettisti/Installatori/Utenti finali che, per sua natura, il cartongfello bitumato subisce un veloce degrado della sua struttura se esposto a irraggiamento solare, esposizione ad intemperie (rugiada, pioggia, neve, ecc.) e alternanza caldo freddo.

I Produttori sottolineano che, per evitare problematiche in fase di posa del manto impermeabilizzante, devono essere evitate situazioni di criticità e adottate misure a protezione del prodotto:

- ✓ il prodotto deve essere protetto dalla pioggia e dall'umidità, poiché il supporto in cartongfello non perfettamente asciutto impedisce la perfetta adesione della guaina bituminosa;
- ✓ è fortemente consigliato lo stoccaggio dei pacchi di pannelli **SANDWICH DECK**, prima della posa in opera degli stessi, al coperto e in ambiente asciutto così da evitare l'assorbimento di umidità da parte del supporto in cartongfello e un'eventuale compromissione della perfetta adesione tra manto impermeabilizzante e cartongfello;
- ✓ evitare di esporre i pannelli montati all'irraggiamento solare diretto per periodi prolungati prima della stesura del manto protettivo;
- ✓ evitare l'esposizione dei pannelli montati a rugiada, pioggia, neve prima della stesura della guaina impermeabile per scongiurare l'imbibizione del cartongfello. Infatti il degrado accelerato delle fibre base cellulosa comporta una peggiore qualità della superficie destinata all'adesione della guaina e conseguentemente una peggiore adesione della guaina stessa;
- ✓ programmare la posa della guaina impermeabile contestualmente o immediatamente dopo il montaggio dei pannelli assicura longevità al prodotto, consente di preservare tutte le qualità del pannello monolamiera e quindi di ottenere una superficie planare con connessioni maschio femmina ottimali.

Il deterioramento del supporto in cartongfello può comportare contrazione dello strato bitumato con effetti di ritiro della schiuma poliuretaniche e con il rischio di compromettere la planarità del pannello, la qualità della copertura, la finitura funzionale ed estetica dei giunti maschio femmina e la tenuta stessa degli strati di guaine impermeabilizzanti.

### 7.2.2 Alluminio gofrato centesimale

Il supporto in alluminio extra sottile è stato introdotto per l'utilizzo in ambienti all'interno dei quali risultino presenti agenti corrosivi particolarmente aggressivi, laddove l'acciaio, anche se preverniciato, non garantisce adeguata durabilità.

Rilevante l'impiego del prodotto nei fabbricati per l'agricoltura e l'allevamento nei quali prevale la richiesta di funzionalità, economicità e l'aspetto estetico non riveste primaria importanza.

Progettisti/Installatori/Utenti finali utilizzeranno la famiglia di prodotti denominata **SANDWICH DECK AGRI** consapevoli che il supporto offre una discreta adesione alle schiume poliuretaniche, non è pedonabile, necessita di appoggi di larghezza adeguata e la resistenza allo schiacciamento del lato in appoggio è modesta.

Lo strato di alluminio – avente spessore di pochi centesimi – non garantisce la tipica planarità dei pannelli

dotati di lastra metallica inferiore dello spessore di alcuni decimi di millimetro, e ciò, talvolta, può essere motivo della formazione di bolle dovute alla formazione di gas interni alla schiuma isolante e alla scarsa resistenza alla spinta della lamina.

Progettisti/Installatori/Utenti finali debbono tenere in considerazione le citate caratteristiche che, mentre da un lato assicurano una buona funzionalità del prodotto e notevole economicità, dall'altro lo rendono scarsamente indicato laddove la finitura interna richiesta preveda determinati standard estetici.

I Produttori suggeriscono, al fine di evitare deformazioni e deterioramenti dei pannelli **SANDWICH DECK AGRI** di adottare i seguenti accorgimenti:

- ✓ I pannelli, quando stoccati in cantiere, devono essere protetti dalla pioggia e dall'umidità onde evitare processi precoci di ossidazione autoprotettiva;
- ✓ è fortemente consigliato lo stoccaggio dei pacchi di pannelli **SANDWICH DECK AGRI**, prima della posa in opera, al coperto e in ambiente asciutto così da evitare incurvamenti longitudinali e/o trasversali.

Microfori nel supporto in alluminio centesimale così come piccole grinze, raggrinzimenti più estesi e rugosità, presenti sulla lamina sottile di alluminio non possono essere considerati difetto poiché il processo produttivo comporta foratura e stiramento della lamina che è caratterizzata, già in origine, da una superficie goffrata, pertanto questi rappresentano la naturale conseguenza del trattamento.

### 7.2.3 Vetoresina

La finitura all'intradosso dei pannelli con lastra in vetoresina rappresenta una variante molto interessante laddove l'ambiente presenti elevata concentrazione acida (ad es. allevamenti suini).

La vetoresina è un materiale plastico rinforzato con fibre di vetro che i Produttori acquistano in rotoli; nella fattispecie si tratta di un semilavorato con finitura piuttosto grezza la cui finalità è esclusivamente funzionale (resistenza ai vari agenti corrosivi particolarmente aggressivi) e l'impiego è limitato alla superficie interna dei pannelli esposta a tali elementi per garantirne adeguata durabilità.

Rilevante l'impiego del prodotto nei fabbricati per l'agricoltura e l'allevamento, nei quali prevale la richiesta di funzionalità, economicità e l'aspetto estetico non riveste primaria importanza.

Progettisti/Installatori/Utenti finali utilizzeranno la famiglia di prodotti denominata **SANDWICH DECK VTR** consapevoli che il supporto offre una discreta adesione alle schiume poliuretaniche, non è pedonabile, necessita di appoggi di larghezza adeguata e la resistenza allo schiacciamento del lato in appoggio è modesta.

Importante ricordare che la vetoresina risulta particolarmente sensibile alle temperature elevate con conseguenti ondulazioni e ingiallimento della superficie; talvolta detto fenomeno può avere origine dalle fasi di lavorazione che, come noto, generano elevato calore a causa della reazione chimica che origina il poliuretano.

I Produttori ritengono sconsigliabile la realizzazione di **SANDWICH DECK VTR** con spessore isolante superiore a 60 mm, poiché la temperatura derivante dalla reazione e il tempo di dispersione possono essere causa della formazione di antiestetiche bolle e dell'ingiallimento, anche non uniforme, della superficie.

Progettisti/Installatori/Utenti finali debbono tenere in considerazione le citate caratteristiche che, mentre da un lato assicurano una buona funzionalità del prodotto e notevole economicità, dall'altro rendono il prodotto scarsamente indicato laddove la finitura interna richiesta preveda determinati standard estetici.

Viene infine posta in evidenza la fragilità dello strato in vetoresina il quale, per la natura propria di tale materiale e per la presenza dell'ala di sovrapposizione risulta facilmente danneggiabile – prima o durante la posa in opera - da urti, movimentazione e sollevamento inadeguati o scarico da autotreni con mezzi non idonei.

E' fortemente consigliato lo stoccaggio dei pacchi di pannelli **SANDWICH DECK VTR**, prima della posa in opera, al coperto e in ambiente asciutto così da evitare incurvamenti longitudinali e/o trasversali.

### **7.3 NOTE PER LO STOCCAGGIO E LA MOVIMENTAZIONE DEI PANNELLI**

✓ Lo stoccaggio in spazi chiusi non deve superare i 6 mesi di immagazzinamento continuo dalla data di produzione, mentre all'aperto non dovrà mai comunque superare i 60 giorni dalla data di produzione;

✓ in generale occorre evitare il contatto con acciaio standard durante le fasi di produzione, trasporto, immagazzinamento in cantiere (se depositato sulle forche dei muletti, per esempio), evitando in questo modo che la superficie in acciaio inossidabile sia contaminata da acciaio standard, che si ossida. Il film protettivo eviterà il contatto tra i due tipi di acciaio. Non utilizzare per la pulizia detergenti a base di cloro.

N.B. I Produttori confermano la possibilità di produrre pannelli in metalli misti (ad es. alluminio + acciaio) ma ne sconsigliano fortemente l'utilizzo a causa dei differenti allungamenti dovuti alle dilatazioni termiche.

### **8. SMALTIMENTO**

Il pannello sandwich non richiede etichettature, ai sensi della direttiva 65/548/CEE, in quanto non è considerato materiale pericoloso. Lo smaltimento dei residui di montaggio può essere effettuato da ditte incaricate senza particolari limitazioni o autorizzazioni. I paramenti metallici possono essere riciclati come materia prima in acciaio separandoli dal materiale isolante. Istruzioni più dettagliate per il riciclo dei materiali sono disponibili presso le autorità locali competenti.

### **9. MANUTENZIONE PROGRAMMATA DEL FABBRICATO REALIZZATO IN PANNELLI**

L'involucro edilizio, come ogni altra opera, deve essere periodicamente controllato dall'Utilizzatore finale al fine di rilevare per tempo eventuali inconvenienti prossimi a verificarsi e poterli affrontare con tempestività, riducendo al minimo gli oneri della manutenzione.

Il controllo in sede di ispezione è da intendersi rivolto sia agli elementi di copertura e di parete che alle opere complementari presenti (giunti, dispositivi di fissaggio, colmi, scossaline, fermaneve, grondaie, displuvi, ecc.) e agli eventuali impianti tecnologici (comignoli, evacuatori di fumo, esalatori, protezione contro i fulmini), elementi strettamente correlati al pannello il cui deterioramento può comprometterne nel tempo l'integrità.

Nel caso l'esito dei sopralluoghi ispettivi portasse alla constatazione di problemi di conservazione in atto, è necessario procedere con un intervento di manutenzione straordinaria, a cura e onere della proprietà, allo scopo di ripristinare le condizioni iniziali.

**Condizioni Generali di Vendita  
AIPPEG  
delle lamiere grecate,  
dei pannelli metallici coibentati  
e degli accessori**

Atto di deposito presso Studio Notai Associati Ricci & Radaelli – in Milano in data 2 settembre 2020 al  
N. 9.821 di Repertorio e N. 5.758 di Raccolta, registrato a Milano il 18 settembre 2020 n. 61645 serie 1T.

# INDICE

<b>1. PARTI DEL CONTRATTO</b>	<b>3</b>
<b>2. ORDINE - ACCETTAZIONE</b>	<b>3</b>
<b>3. CONSEGNA, SPEDIZIONE E TRASPORTO</b>	<b>3</b>
<b>4. IMBALLO E PROTEZIONE</b>	<b>4</b>
<b>5. TOLLERANZE</b>	<b>5</b>
<b>6. RACCOMANDAZIONI E ISTRUZIONI</b>	<b>5</b>
<b>7. GARANZIE</b>	<b>6</b>
<b>8. REVISIONE PREZZI</b>	<b>7</b>
<b>9. PAGAMENTI</b>	<b>8</b>
<b>10. RECESSO DAL CONTRATTO</b>	<b>8</b>
<b>11. NORME REGOLATRICI</b>	<b>9</b>
<b>12. FORO COMPETENTE</b>	<b>9</b>
<b>13. TRATTAMENTO DATI</b>	<b>9</b>
<b>ALLEGATO A</b>	<b>10</b>
<b>NORME SULLA MOVIMENTAZIONE, MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO DELLE LAMIERE GRECATE, DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI E DEGLI ACCESSORI</b>	
<b>ALLEGATO B</b>	<b>15</b>
<b>STANDARD QUALITATIVI DELLE LAMIERE GRECATE E DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI</b>	
<b>ALLEGATO C</b>	<b>19</b>
<b>RACCOMANDAZIONI PER IL MONTAGGIO DELLE LAMIERE GRECATE E DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI</b>	
<b>ALLEGATO D</b>	<b>28</b>
<b>ISTRUZIONI PER L'ISPEZIONE E LA MANUTENZIONE DELLE COPERTURE E PARETI IN PANNELLI METALLICI COIBENTATI E IN LAMIERE GRECATE</b>	

## 1. PARTI DEL CONTRATTO

Per parte *Venditrice* si intende la società produttrice e/o fornitrice dei manufatti oggetto della fornitura di cui si tratta, che emetterà fattura per gli stessi manufatti. Per parte *Acquirente* si intende l'intestatario delle fatture relative ai manufatti di cui si tratta.

## 2. ORDINE – ACCETTAZIONE

L'ordine dell'*Acquirente* ha valore di proposta ed è irrevocabile per la durata di 30 (trenta) giorni. La conferma della *Venditrice* ha valore di accettazione ed è il solo documento che impegna le parti e regola il rapporto contrattuale, per quanto non previsto dalle presenti “**Condizioni Generali di Vendita**”.

Ai fini dell'accettazione dell'ordine, vale la data indicata nel timbro postale o nel telefax o mail di spedizione della conferma.

Nel caso in cui la conferma preveda la fornitura di manufatti appartenenti a tipologie diverse e/o consegne ripartite, ciascuna tipologia e/o consegna è considerata contrattualmente autonoma rispetto alle altre.

## 3. CONSEGNA, SPEDIZIONE E TRASPORTO DEI MATERIALI

La *Venditrice* si obbliga a rispettare i termini di consegna pattuiti; è ammessa comunque una franchigia di 15 (quindici) giorni lavorativi.

I fatti che impediscano o ritardino la produzione dei manufatti come, in via esemplificativa ma non limitativa, scioperi (anche aziendali), serrate, incendi, divieti di importazione, ritardati rifornimenti di materie prime o limitazioni di fonti energetiche ed altri fatti che impediscano o ritardino la fabbricazione, sono convenzionalmente considerati causa di forza maggiore e la *Venditrice* non potrà essere ritenuta responsabile del ritardo nella consegna.

Nei casi sopra citati, la *Venditrice* potrà ritardare la consegna quanto dovessero durare le cause del ritardo.

Qualora le cause del ritardo durassero oltre 30 (trenta) giorni, la *Venditrice* avrà la facoltà di recedere dal contratto, senza che ciò possa implicare il diritto dell'*Acquirente* al risarcimento dei danni direttamente o indirettamente riconducibili al ritardo.

Allo scadere dei termini di consegna pattuiti, entro 15 (quindici) giorni solari dal ricevimento dell'avviso di merce pronta, l'*Acquirente* dovrà ritirare i manufatti ordinati, o, in caso di consegna a destino, dovrà richiederne la spedizione.

Trascorso tale termine, i manufatti potranno essere stoccati all'aperto, con esonero per la *Venditrice* di ogni responsabilità, con decadenza da tutte le garanzie e con addebito dei costi di movimentazione e di magazzinaggio nella misura dell'1% del valore dei manufatti per ogni settimana di giacenza; la *Venditrice* si riserva, inoltre, il diritto di spedire i manufatti in porto assegnato all'*Acquirente*, o di depositarli a spese dello stesso.

Dopo 8 (otto) giorni dalla emissione dell'avviso di merce pronta, sarà comunque emessa regolare fattura, e decorreranno i termini di pagamento.

L'*Acquirente* è tenuto a verificare i manufatti al momento della consegna. I manufatti, anche se venduti franco destino, viaggiano sempre a rischio e pericolo dell'*Acquirente*.

Eventuali vizi apparenti ed ammanchi devono essere denunciati all'atto della consegna, a pena di decadenza della relativa garanzia, mediante annotazione nella bolla di accompagnamento.

Il pannello, prodotto su linea in continuo, viene tagliato a misura mediante l'utilizzo di seghe a nastro o, in taluni casi, mediante seghe a disco. Le tecnologie conosciute non consentono di effettuare il taglio dei supporti metallici in assenza di sbavatura. Pertanto non potrà essere invocato il vizio apparente, nel caso in cui sia presente sbavatura da taglio con sporgenza non superiore a 3 mm rispetto al piano del supporto metallico di riferimento. Tale materiale di risulta potrà essere facilmente rimosso, in fase di posa in opera e non costituisce vizio del manufatto.

Non potrà altresì essere considerato vizio apparente la presenza di residui di materiale espanso sulla superficie metallica. Questo può avvenire dopo l'asportazione del coibente, effettuata in automatico, per consentire la sovrapposizione longitudinale degli elementi nel caso di lavorazione cd. "*overlapping*". La rimozione a metallo nudo dovrà, in ogni caso essere completata in cantiere durante le fasi di posa in opera e sarà onere dell'*Acquirente*, non costituendo vizio del manufatto.

Nei casi sopra indicati, pertanto, non è previsto alcun riconoscimento economico e/o indennizzo per eventuali costi, diretti o indiretti, sostenuti dall'*Acquirente*.

Le operazioni di cui all'**Allegato A** delle presenti **Condizioni Generali di Vendita AIPPEG**, oltre a quelle di scarico e montaggio, indipendentemente dal punto di resa delle merci, se non diversamente concordato, sono effettuate a cura e responsabilità dell'*Acquirente*, seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite in proposito dalla *Venditrice*.

Le eventuali spese di sosta, magazzinaggio o attesa sono a carico dell'*Acquirente*, anche nel caso in cui la merce sia venduta franco destino ed il trasporto avvenga con mezzi della *Venditrice* o da questa commissionati.

## 4. IMBALLO E PROTEZIONE

I materiali sono forniti privi di imballo. Eventuali imballi dovranno essere richiesti all'atto del conferimento dell'ordine e saranno addebitati in fattura.

Per garantire l'integrità estetica dei pannelli e delle lamiere grecate preverniciate risulta indispensabile che tali superfici, durante le fasi di fabbricazione, movimentazione, trasporto e montaggio siano ricoperte con un film protettivo, asportabile dopo la posa in opera. L'*Acquirente* che richiama o accetta la fornitura di pannelli o lamiere grecate preverniciate privi di tale protezione si assume ogni responsabilità e di fatto manleva la *Venditrice* per qualsivoglia danno e/o imperfezione che risultasse su tali superfici.

Onde prevenire danneggiamenti e/o imperfezioni sulle superfici dei manufatti, o complicazioni nella fase di rimozione, la *Venditrice* raccomanda all'*Acquirente* di effettuare l'asportazione del film protettivo entro 15 (quindici) giorni dalla data di "avviso merce pronta" (in mancanza di tale avviso vale la data di consegna) e comunque, in attesa della posa, di immagazzinare i pannelli osservando le modalità di cui all'**Allegato A** delle presenti **Condizioni Generali di Vendita AIPPEG**.

Numerose esperienze evidenziano infatti che una lunga permanenza in cantiere, all'aperto, senza una stretta osservanza delle modalità di movimentazione e stoccaggio dei manufatti può comportare l'insorgenza di fenomeni di eccessiva adesività della pellicola stessa, difficoltà di rimozione, e talvolta interazioni impreviste con il rivestimento organico sottostante.

In assenza di una rigorosa adozione dei predetti accorgimenti in cantiere, l'eventuale contestazione per asserite anomalie relative alla pellicola adesivizzata e/o conseguenze direttamente e/o indirettamente collegabili alla predetta pellicola non saranno accettate dalla *Venditrice*.

Nel solo caso in cui l'*Acquirente* provi di aver concretamente adottato tutte le misure idonee in cantiere, la contestazione per vizi imputabili alla pellicola dovrà essere presentata nei termini e con le modalità di cui al successivo **punto 6**; la mancanza di tempestività della contestazione e/o l'utilizzo e/o la posa del manufatto, pur in presenza di contestazione tempestiva, impedendo di fatto alla *Venditrice* la verifica dell'asserito problema, fanno decadere l'*Acquirente* dalle garanzie di cui oltre.

Qualora la *Venditrice* riconoscesse l'esistenza del difetto, la quantificazione del danno sofferto dall'*Acquirente* non potrà comunque superare il valore del prezzo di vendita del film protettivo ordinato dall'*Acquirente*.

## 5. TOLLERANZE

L'*Acquirente* accetta le tolleranze riportate sui cataloghi e/o schede tecniche della *Venditrice* (ultima edizione).

## 6. RACCOMANDAZIONI E ISTRUZIONI

Tutti i materiali utilizzati per la realizzazione di coperture e pareti, in particolar modo i metalli, sono soggetti al fenomeno della dilatazione termica a causa delle variazioni di temperature. Le sollecitazioni risultanti per questo effetto nelle lamiere agiscono sul piano del pannello e possono causare delle anomalie funzionali ed estetiche del prodotto, in particolare nel caso di:

- Rilevante lunghezza del pannello ( $L > 5000$  mm);
- Irraggiamento elevato;
- Colori scuri
- Spessore del supporto metallico non adeguato;
- Impiego di schiume di poliisocianurati.

Per alti valori di temperatura superficiale, gli allungamenti ~~lineari~~ del supporto metallico esterno, rispetto a quello interno alla struttura o a qualsiasi altro vincolo, generano tensioni che vanno a scaricarsi in prossimità dei cambi di sezione del profilo per effetto della variazione di forma. Il fenomeno può essere accentuato dai cambi ciclici di temperatura legati alle escursioni giorno-notte o gelo-disgelo, i quali provocano tensioni cicliche non controllabili che comportano carichi addizionali a fatica per gli elementi di supporto. Pertanto è demandato all'*Acquirente* e/o al suo progettista il calcolo delle deformazioni e la modalità di applicazione del prodotto in tali condizioni, al fine di evitare tensioni che possono provocare inestetismi ed ondulazioni con formazione di bolle.

Si possono minimizzare i rischi adottando le seguenti prescrizioni:

- Evitare colori scuri per pannelli con lunghezza elevata ( $L > 5000$  mm);
- Usare idonei spessori dei supporti metallici (min. 0,6 mm da valutare in funzione delle specifiche di progetto);
- Segmentare i pannelli;
- Adottare una idonea tipologia e tessitura di fissaggio, in particolar modo per pannelli copertura;
- Utilizzare un fissaggio dei pannelli a parete che sia in grado di compensare gli spostamenti causati dalle eccessive dilatazioni termiche; tale soluzione diventa particolarmente importante nei casi in cui si utilizzano pannelli con supporti in alluminio

## 7. GARANZIE

I manufatti devono essere impiegati rispettando rigorosamente le indicazioni della documentazione tecnica della *Venditrice*, pertanto la garanzia decade qualora i prodotti vengano applicati in maniera non conforme a quanto riportato nei cataloghi o vengano utilizzati schemi di installazione non rispondenti alle schede tecniche (ultima edizione) della *Venditrice*.

I reclami, di qualsiasi genere, fatti salvi quelli previsti al precedente **punto 3**, devono essere avanzati per iscritto (raccomandata o telegramma) alla *Venditrice* entro 8 (otto) giorni dal ricevimento dei prodotti, intendendosi l'*Acquirente* decaduto, dopo tale termine, da ogni diritto alla garanzia per vizi e/o per mancanza di qualità e/o per difformità dei manufatti venduti. Si applica in ogni caso quanto previsto dall'**art. 1495 del Codice Civile** in tema di prescrizione.

I reclami dovranno essere circostanziati, per consentire alla *Venditrice* un pronto e completo controllo. I manufatti oggetto di reclamo dovranno essere tenuti a disposizione della *Venditrice*, nello stato in cui sono stati consegnati, nel rispetto delle "*norme sulla movimentazione, manipolazione e stoccaggio*" di cui all'**Allegato A** alle presenti "**Condizioni Generali di Vendita**" e delle eventuali istruzioni particolari fornite dalla *Venditrice*.

Soddisfatto quanto sopra, qualora la *Venditrice* accerti che i prodotti risultino non idonei, la garanzia viene assolta con sostituzione e resa nel punto contrattualmente convenuto.

In ogni caso, i manufatti che presentino vizi evidenti di qualsivoglia specie (ed ancor più vizi palesi) non dovranno essere utilizzati in alcun modo dall'*Acquirente*; pertanto non dovranno essere sollevati in quota, fissati alla struttura portante, tagliati ecc. In difetto l'*Acquirente* decade da ogni garanzia.

E' escluso il diritto dell'*Acquirente* alla risoluzione del contratto ed è altresì esclusa ogni responsabilità della *Venditrice* per danni diretti e/o indiretti eventualmente subiti dall'*Acquirente*, fatto salvo il limite previsto dall'**art. 1229 del Codice Civile**.

In caso di fornitura a consegne ripartite, eventuali reclami, anche se tempestivi, non esonerano l'*Acquirente* dall'obbligo di ritirare la restante quantità di manufatti ordinati.

La *Venditrice* garantisce la rispondenza dei manufatti venduti alle specifiche contenute nei propri cataloghi e/o schede tecniche (ultima edizione).

Qualora la *Venditrice*, su istanza scritta dell'*Acquirente*, accerti la presenza di vizi e/o difetti non rilevabili al momento della consegna, pertanto anche nel caso in cui i prodotti siano stati utilizzati e/o montati dall'*Acquirente*, la garanzia viene assolta, a scelta della *Venditrice*:

- mediante esecuzione di opere di ripristino da parte della *Venditrice*;  
\* oppure \*
- accettando, in forma scritta, il concorso alle spese di ripristino dell'idoneità, che comunque non potranno mai essere superiori al prezzo originario del materiale affetto da vizi.

Per i manufatti rivestiti con materiale organico, la garanzia relativa al rivestimento stesso viene assolta a scelta della *Venditrice*, come segue:

- mediante esecuzione di opere di ripristino da parte della *Venditrice*  
\* oppure \*
- con il concorso alle spese di ripristino per un importo non superiore a tre volte il prezzo originario del rivestimento organico affetto da vizi; l'importo del concorso spese, come sopra determinato, sarà progressivamente ridotto proporzionalmente al periodo di utilizzo del prodotto consegnato.

In ogni caso, la garanzia della *Venditrice* per tali manufatti non potrà superare i limiti fissati dalla garanzia rilasciata dal fornitore del rivestimento organico.

Per i manufatti con rivestimento organico, l'*Acquirente* deve provvedere al corretto stoccaggio in cantiere in modo conforme a quanto disciplinato al successivo **Allegato A**, onde prevenire la formazione precoce dell'ossidazione dello zinco; tale ossidazione può indurre la formazione di vescicole, principale causa del distacco del rivestimento organico durante l'operazione di asportazione del film protettivo. In assenza di prove concrete di avvenuto corretto stoccaggio e manipolazione del manufatto da parte dell'*Acquirente*, la *Venditrice* non potrà dar seguito all'assolvimento della predetta garanzia.

Per le superfici metalliche senza rivestimento organico, la *Venditrice* non rilascia alcuna garanzia, al di fuori della loro corrispondenza alle norme in vigore; la *Venditrice* è esonerata da ogni responsabilità relativa all'insorgere di fenomeni di ossidazione, trattandosi di fenomeni probabili.

La garanzia della *Venditrice*, anche per le parti riparate e/o sostituite, verrà prestata entro e non oltre i limiti di cui all'**art. 1495 del Codice Civile**.

La *Venditrice* non assume responsabilità nel caso di ripristini effettuati da terzi.

Particolari garanzie e/o certificazioni possono essere rilasciate, a discrezione della *Venditrice*, solo se richieste specificatamente dall'*Acquirente* al conferimento dell'ordine e specificamente accettate nella conferma d'ordine della *Venditrice*. Ogni garanzia decade sia per l'uso non conforme alle caratteristiche "prestazionali", sia per il mancato rispetto delle "*Norme sulla movimentazione, manipolazione e stoccaggio*" di cui all'**Allegato A** e delle eventuali istruzioni particolari fornite dalla *Venditrice*, sia per l'utilizzo di accessori funzionali all'impiego dei manufatti (quale ad esempio: sistemi di fissaggio, tamponi, chiudi-greca, colmi, scossaline, ecc.) non forniti e/o non espressamente approvati dalla *Venditrice*.

I dati di calcolo, i valori tabellari, le distinte dei materiali, gli elaborati grafici, i dati tecnici sui sistemi di fissaggio, come ogni altro documento fornito dalla *Venditrice*, dovranno essere considerati come semplici elementi di orientamento e non comportano alcuna responsabilità della *Venditrice*, rimanendo, per definizione e normativa, la progettazione, la direzione lavori ed il collaudo di esclusiva pertinenza, responsabilità e cura dell'*Acquirente*.

I manufatti oggetto della fornitura di cui si tratta, salvo che sia diversamente ed espressamente pattuito per iscritto con la *Venditrice*, non contribuiscono in alcun modo alla stabilità globale o parziale della struttura dell'edificio; essi pertanto non sono idonei a sopportare carichi verticali – orizzontali o carichi statici permanenti (escluso il peso proprio). Infatti, essi poggiano su una struttura portante esistente, che deve essere stata opportunamente calcolata e ritenuta idonea dall'*Acquirente* al posizionamento ed installazione dei manufatti stessi, i quali svolgono unicamente la funzione di copertura/rivestimento e/o miglioramento del livello energetico dell'edificio.

La *Venditrice* non riconosce altro utilizzo dei manufatti oltre a quelli esplicitamente indicati nella documentazione tecnica da essa fornita.

Qualora le contestazioni dovessero risultare infondate, la *Venditrice* addebiterà le spese dei sopralluoghi e di eventuali perizie anche di terzi.

La *Venditrice* si riserva il diritto di apportare alla propria produzione le modifiche o i miglioramenti tecnici ritenuti necessari.

E' espressamente escluso il diritto di regresso dell'*Acquirente* che abbia rivenduto a terzi, come previsto dall'art. 131 del D.lgs. n.206 del 2005.

## 8. REVISIONE PREZZI

I prezzi sono calcolati in base ai costi in vigore alla data della conferma di vendita.

Qualora dovessero intervenire aumenti superiori al 2 % del costo dei manufatti, si provvederà alla revisione dei prezzi, che sarà applicata al momento della fatturazione, con riconoscimento integrale dell'effettiva variazione secondo le incidenze percentuali di seguito indicate:

- lamiere grecate: 10 % manodopera, 90 % metallo
- pannelli: 10 % manodopera, 30 % componenti isolanti, 60 % paramenti esterni.

Per la manodopera si farà riferimento alle tabelle **A.N.I.M.A.**.

Per i metalli si farà riferimento al listino **C.C.I.A.A. di Milano**.

Per i componenti isolanti e le altre materie prime si farà riferimento all'attestazione del Fornitore della *Venditrice*.

Per gli accessori, la revisione sarà effettuata in via convenzionale applicando le eventuali variazioni dell'indice **ISTAT** ufficiale del costo della vita.

Nel caso in cui fossero previste consegne ripartite, la revisione dei prezzi verrà applicata solamente ai manufatti consegnati successivamente all'avvento degli aumenti.

## 9. PAGAMENTI

I pagamenti dovranno essere effettuati presso la sede della *Venditrice*. La riscossione da parte della *Venditrice* di somme versate all'atto dell'ordine, non costituisce accettazione dello stesso.

La *Venditrice*, qualora non dovesse accettare l'ordine, restituirà le somme incassate, senza interessi.

In caso di inadempimento da parte dell'*Acquirente* (a titolo esemplificativo: l'annullamento dell'ordine dopo l'accettazione della *Venditrice*, il mancato ritiro dei manufatti nei tempi convenuti; il cambio delle condizioni contrattuali, ecc...), le somme versate in conto saranno trattenute dalla *Venditrice* a titolo di caparra, fatto salvo il diritto all'indennizzo dei maggiori danni; in caso di inadempimento della *Venditrice*, sarà restituito il doppio dell'importo versato in conto dall'*Acquirente*, con esclusione di qualsiasi diritto all'indennizzo di ulteriori eventuali danni.

Nel caso di pagamenti effettuati in ritardo, l'*Acquirente* dovrà corrispondere, ai sensi del *D.L.vo 231/02*, gli interessi di mora, oltre al risarcimento dei costi, al tasso ufficiale di riferimento maggiorato di sette punti, a decorrere dalle date di scadenza del termine convenuto.

Eventuali reclami o contestazioni, sollevati sia in via di azione che di eccezione, non danno diritto alla sospensione dei pagamenti.

Qualora il pagamento dei manufatti sia previsto per cambiali o a mezzo titoli (assegni, cambiali, ecc.), questi dovranno pervenire alla sede della *Venditrice* prima o contestualmente al ritiro dei manufatti.

Nel caso di mancato pagamento alla prevista scadenza anche di una sola parte del prezzo, l'*Acquirente* decadrà dal beneficio della dilazione nei pagamenti ("*beneficio del termine*") anche per le forniture in corso; la *Venditrice*, inoltre, potrà invocare l'applicazione degli articoli 1460 e 1461 del Codice Civile.

L'estratto conto inviato dalla *Venditrice* si intende accettato dall'*Acquirente*, qualora non sia stato contestato entro 15 (quindici) giorni dal ricevimento.

## 10. RECESSO DAL CONTRATTO

Oltre che nei casi previsti dal precedente **punto 3**, la *Venditrice* si riserva la facoltà di recedere dal contratto senza alcun onere qualora si verificassero fatti o circostanze che alterino la stabilità dei mercati, il valore della moneta, le condizioni delle industrie produttrici della materia prima e le condizioni di approvvigionamento.

La *Venditrice* avrà altresì facoltà di recedere dal contratto senza alcun onere, qualora venisse a conoscenza dell'esistenza di protesti di titoli, nonché dell'avvio di procedure giudiziarie monitorie, ordinarie, concorsuali anche extragiudiziarie a carico dell'*Acquirente*.

## 11. NORME REGOLATRICI

Quanto non espressamente disciplinato dalle presenti "**Condizioni Generali di Vendita**", sarà regolato dalle norme sulla vendita previste dagli **articoli 1470** e seguenti del Codice Civile, anche nel caso di fornitura in opera dei manufatti.

## 12. FORO COMPETENTE

Qualsiasi controversia derivante dalla interpretazione, applicazione, esecuzione, risoluzione del contratto e/o delle presenti "**Condizioni generali di Vendita**" o comunque ad essi relativa, verrà devoluta in via esclusiva alla competenza del Foro ove ha sede legale la Venditrice, anche in caso di connessione di cause. La legge applicabile è in ogni caso quella italiana.

## 13. TRATTAMENTO DATI

L'Acquirente dichiara di aver ricevuto l'informativa sul trattamento dei dati ai sensi del Regolamento UE n. 2016/679 (GDPR) e del D.lgs. 30.06.2003, n. 196 (Codice in materia in protezione dei dati personali), come modificato dal D.lgs. 10.08.2018, n. 101.

## ALLEGATO A

# NORME SULLA MOVIMENTAZIONE, MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO DELLE LAMIERE GRECATE, DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI E DEGLI ACCESSORI

## 1. IMBALLO E CONFEZIONAMENTO

Si riporta integralmente (testo in corsivo) il **punto 9.10.1** della norma **UNI 10372:2013**.

*“Per mantenere la loro durabilità in opera gli elementi metallici per coperture non devono essere danneggiati durante le operazioni di immagazzinamento, trasporto, movimentazione e posa. E’ quindi consigliabile prevedere sistemi di protezione temporanea dei prodotti relativamente alle prestazioni, soprattutto di natura estetica, richieste.*

*Durante le fasi di fabbricazione i suddetti materiali sono generalmente protetti con film di polietilene (adesivo o in semplice contatto) oppure con altre soluzioni.*

*Durante le successive fasi devono essere adottate precauzioni affinché siano garantiti i seguenti aspetti:*

- *protezione della superficie da fenomeni di abrasione, soprattutto durante la movimentazione;*
- *protezione degli angoli e dei bordi contro urti e schiacciamenti;*
- *protezione contro il ristagno di acqua o umidità condensata;*
- *protezione degli elementi su cui grava la massa dell'intero pacco, o di pacchi sovrapposti, contro deformazioni permanenti.*

*Le lamiere profilate ed i pannelli sono generalmente confezionati in pacchi. Il numero di lamiere del pacco è tale da contenere il peso complessivo del pacco stesso nei limiti imposti dai mezzi di sollevamento e trasporto disponibili.*

*Generalmente i materiali utilizzati per confezionare l'imballo sono: legno, materiali plastici espansi, cartone, film di polietilene (termoretraibile o estensibile) o altri; le legature sono realizzate con regge (mai con fili di ferro) ed adeguate protezioni (paraspigolo, ecc.). Le regge non devono essere utilizzate come imbragature per il sollevamento.”*

I pacchi di prodotto dovranno pertanto essere sempre corredati da un sistema di appoggio tale da distribuire il peso in modo omogeneo e rendere possibile la presa del pacco per la movimentazione.

A titolo esemplificativo e non limitativo il sistema di appoggio può essere costituito da travetti di materiale plastico espanso oppure di legno asciutto oppure ancora da fogli di materiali compositi, posti ad interasse adeguati alle caratteristiche del prodotto.

L'imballo dovrà essere opportunamente definito in fase d'ordine in funzione delle modalità di trasporto (ad esempio gabbia o cassa per trasporti che prevedono trasbordi, trasporti via treno o via mare). In relazione alle prestazioni che si richiedono al prodotto, bisognerà prevedere un adeguato tipo di imballo.

Il confezionamento dei pacchi avverrà secondo parametri prestabiliti dal fabbricante. Eventuali differenti suddivisioni degli elementi e/o confezionamenti particolari, in relazione a specifiche esigenze dell'Acquirente, dovranno essere concordate in sede di conferimento d'ordine.

## 2. TRASPORTO

Si riporta integralmente (testo in corsivo) il **punto 9.10.2** della norma **UNI 10372:2013**.

*“Il trasporto dei pacchi deve avvenire con mezzi idonei in modo che:*

- *l'appoggio dei pacchi avvenga su distanziali, di legno o materie plastiche espanse, posti ad una distanza tra loro adeguata alle caratteristiche del prodotto;*
- *il piano di appoggio sia compatibile con la forma del pacco (piano se il pacco è piano, se il pacco è curvo deve essere creato un appoggio che mantenga la medesima curvatura);*
- *la sovrapposizione dei pacchi avvenga sempre interponendo opportuni distanziali, se non presenti nell'imballo, in legno o materie plastiche espanse;*
- *i pacchi non abbiano sbalzi maggiori di 1 m;*
- *siano indicati chiaramente sui pacchi i punti in cui essi devono essere imbragati per il sollevamento, qualora questi non siano altrimenti identificabili;*
- *si rispetti ogni altra eventuale prescrizione del fabbricante.”*

In particolare occorre posizionare i pacchi in piano e porre, al di sotto dei pacchi stessi, distanziali di legno o materiale plastico espanso di opportune dimensioni e in numero adeguato, posizionati in perfetto allineamento verticale.

I pacchi dovranno essere assicurati dal vettore al mezzo di trasporto mediante legature trasversali con cinghie poste ad interasse massimo di 3 m e comunque ogni pacco dovrà prevedere non meno di due legamenti trasversali.

Il carico deve sempre viaggiare coperto ed in special modo deve essere reso impermeabile il lato esposto al senso di marcia. L'Acquirente che provvede al ritiro, dovrà istruire in proposito gli autisti.

Il carico dovrà avvenire su pianale libero e pulito. Non si accettano al carico automezzi già parzialmente occupati da altri materiali o con pianale non idoneo.

La merce sugli automezzi viene posizionata seguendo le disposizioni del trasportatore, unico responsabile dell'integrità del carico, il quale dovrà avere particolare cura affinché il peso gravante sul pacco inferiore, così come la pressione esercitata dai punti di legatura, non provochino danneggiamenti e le cinghie non causino comunque deformazioni del prodotto. Condizioni particolari di carico potranno essere accettate solo su proposta scritta dell'Acquirente, il quale se ne assume la completa responsabilità.

## 3. IMMAGAZZINAMENTO

Si riporta integralmente (testo in corsivo) il **punto 9.10.3** della norma **UNI 10372:2013**.

*“La forma degli elementi viene studiata anche per consentire l'immagazzinamento mediante sovrapposizione così da ridurre al minimo l'ingombro di stoccaggio e trasporto; occorre comunque avere cura che nella sovrapposizione non si verifichi alcun danneggiamento delle superfici.*

*I pacchi devono sempre essere mantenuti sollevati da terra sia in magazzino che, a maggior ragione, in cantiere; devono avere sostegni preferibilmente di legno o materie plastiche espanse a superfici piane di lunghezza maggiore della larghezza delle lastre e a distanza adeguata alle caratteristiche del prodotto.*

*Il piano di appoggio deve essere compatibile con la forma dei pacchi; piano se il pacco è piano, se il pacco è curvo deve essere creato un appoggio che mantenga la medesima curvatura.*

*I pacchi devono essere depositati in luoghi non umidi, altrimenti si verificherebbero sugli elementi interni meno ventilati ristagni di acqua di condensa, particolarmente aggressiva sui metalli, con conseguente formazione di prodotti di ossidazione (per esempio ruggine bianca per lo zinco).*

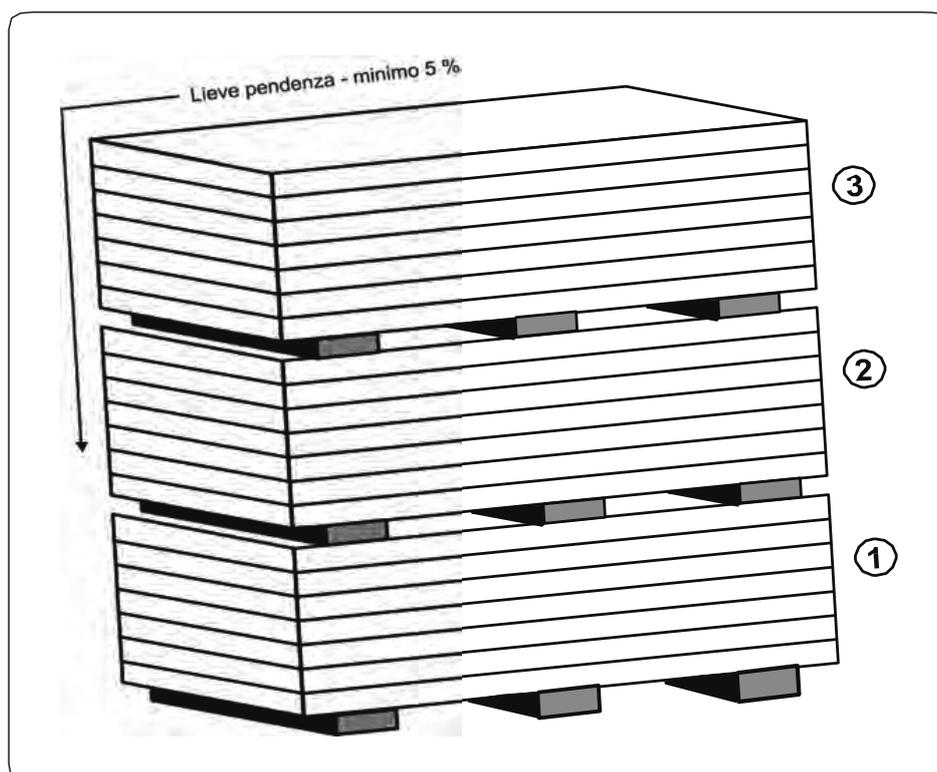
*I pacchi devono essere depositati in modo da favorire il deflusso delle acque, soprattutto quando sia necessario procedere al loro immagazzinamento provvisorio all'aperto" (vedasi figura).*



*Se lo stoccaggio non è seguito a breve scadenza dal prelievo per la posa, è bene ricoprire i pacchi con teloni di protezione.*

*Occorre porre attenzione ad eventuali fenomeni di corrosione elettrochimica conseguenti a contatti tra metalli differenti anche durante il periodo di immagazzinamento.*

*Generalmente è preferibile non sovrapporre i pacchi; qualora si ritenga possibile sovrapporli per il loro modesto peso, occorre interporre sempre distanziali di legno o materie plastiche espanse con una base di appoggio la più ampia possibile e in numero adeguato, disposti sempre in corrispondenza dei sostegni dei pacchi sottostanti" (vedasi figura).*



Le migliori condizioni di immagazzinamento si hanno in locali chiusi, con leggera ventilazione, privi di umidità e non polverosi.

In ogni caso, ed in particolare per l'immagazzinamento in cantiere, è necessario predisporre un adeguato piano di appoggio stabile, che non permetta il ristagno di acqua.

Il posizionamento dei pacchi non dovrà avvenire in zone prossime a lavorazioni (esempio: taglio di metalli, sabbiatura, verniciatura, saldatura, ecc.) né in zone in cui il transito o la sosta di mezzi operativi possa provocare danni (urti, schizzi, gas di scarico, ecc.).

Si potranno sovrapporre al massimo tre pacchi, con un'altezza complessiva di metri 2,6 circa, ed in questo caso è necessario infittire adeguatamente i sostegni.

Nel caso in cui i materiali siano ricoperti da film protettivo, lo stesso dovrà essere completamente rimosso in fase di montaggio e comunque entro e non oltre 15 (quindici) giorni dalla data di "avviso merce pronta" (in mancanza di tale avviso vale la data di consegna) e a condizione che i colli siano ricoverati in luogo ombreggiato, coperto, ventilato e protetto da qualsivoglia tipo di intemperie. Dovranno essere seguite eventuali ulteriori specifiche istruzioni del Fornitore.

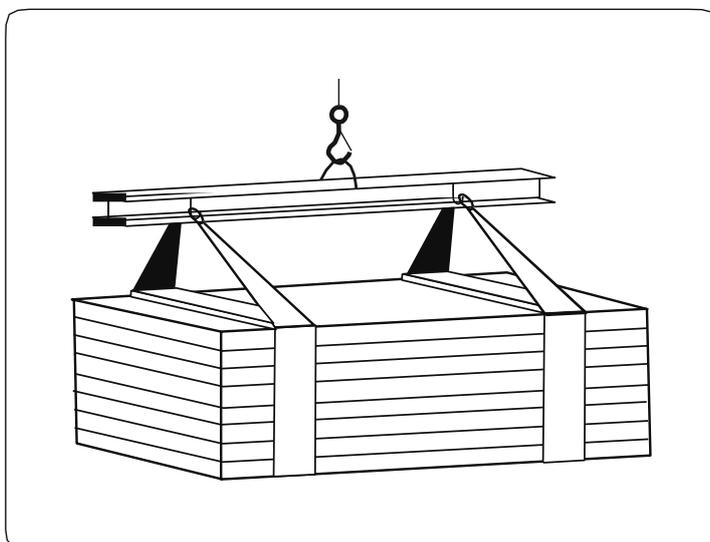
Sulla base delle conoscenze acquisite, per mantenere le prestazioni originali del prodotto, è opportuno, previo rispetto delle presenti norme, non superare i sei mesi di immagazzinamento continuo in ambiente chiuso e ventilato, mentre il periodo di immagazzinamento all'aperto non dovrà mai superare due settimane. I materiali comunque dovranno essere sempre protetti dall'irraggiamento solare diretto, in quanto lo stesso può essere causa di alterazioni.

Nel caso di protezione a mezzo telone, occorre assicurare sia l'impermeabilità, che un'adeguata aerazione per evitare ristagni di condensa e la formazione di sacche di acqua.

#### 4. SOLLEVAMENTO E MOVIMENTAZIONE

Si riporta integralmente (testo in corsivo) il **punto 9.9.4** della norma **UNI 10372:2013**.

*"I pacchi devono essere sempre imbragati in almeno due punti, distanti tra loro non meno della metà della lunghezza dei pacchi stessi."*



*Il sollevamento deve preferibilmente essere effettuato con cinghie tessute con fibra sintetica (nylon) di larghezza non minore di 10 cm in modo che il carico sulla cinghia sia distribuito e non provochi deformazioni” (vedasi figura).*

*Devono essere impiegati appositi distanziatori posti al di sotto e al di sopra del pacco, costituiti da robusti elementi piani di legno o materiale plastico, che impediscano il diretto contatto delle cinghie con il pacco.*

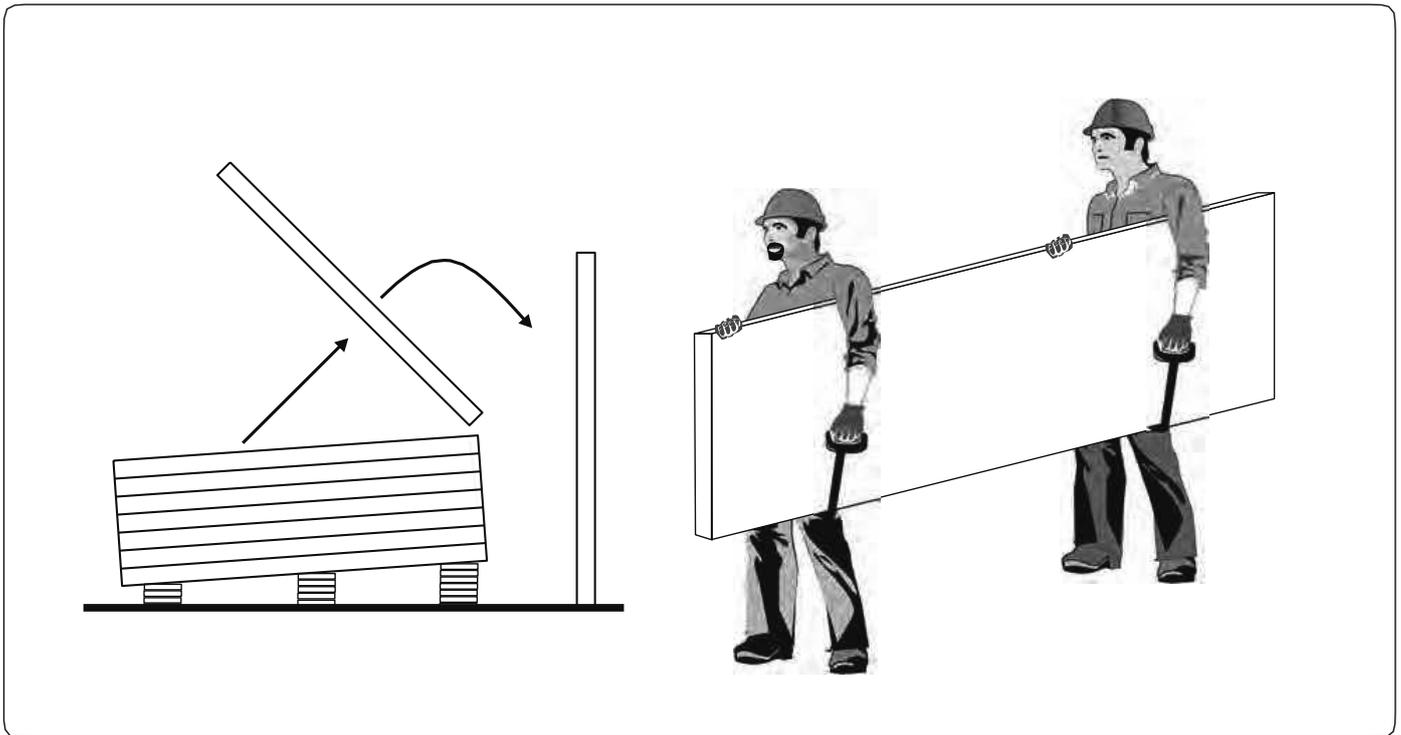
*Tali distanziatori devono avere lunghezza di almeno 4 cm maggiore della larghezza del pacco e larghezza non minore a quella della cinghia. In ogni caso i distanziatori inferiori devono avere una larghezza sufficiente ad evitare che il peso del pacco provochi deformazioni permanenti agli elementi inferiori.*

*Occorre porre attenzione affinché le imbragature ed i sostegni non possano muoversi durante il sollevamento e le manovre siano eseguite con cautela e gradualità.*

*Il deposito dei pacchi sulla struttura della copertura deve essere effettuato solo su piani idonei a sopportarli, sia per resistenza che per condizioni di appoggio e di sicurezza anche in relazione agli altri lavori in corso. E' consigliabile richiedere sempre alla direzione lavori l'autorizzazione al deposito.”*

La manipolazione degli elementi dovrà essere effettuata impiegando adeguati mezzi di protezione (guanti, scarpe antinfortunistiche, tute, ecc.), in conformità alle normative vigenti.

La movimentazione manuale del singolo elemento dovrà sempre essere effettuata sollevando l'elemento stesso senza strisciarlo su quello inferiore e ruotandolo di costa a fianco del pacco; il trasporto dovrà essere effettuato almeno da due persone in funzione della lunghezza, mantenendo l'elemento in costa (vedasi figura).



Attrezzature di presa, così come i guanti da lavoro, dovranno essere puliti e tali da non arrecare danni agli elementi. Si sconsiglia l'uso di carrelli elevatori per la movimentazione degli elementi, in quanto causa di danneggiamenti.

I pacchi depositati in quota dovranno sempre essere adeguatamente vincolati alle strutture.

# ALLEGATO B

## STANDARD QUALITATIVI DELLE LAMIERE GRECATE E DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI

Le lamiere grecate ed i pannelli metallici coibentati vengono utilizzati per pareti, coperture e solai di edifici civili ed industriali. Gli standard qualitativi riportati nel presente Allegato devono essere preventivamente concordati tra *Acquirente* e *Venditrice* in sede di conferma dell'ordine. Il fattore estetico esula dalle caratteristiche proprie dei prodotti e non costituisce requisito corrente di fornitura.

Le norme europee armonizzate di prodotto, vevoli per l'acquisizione della **Marcatura CE**, sono **UNI EN 14782:2006** e **UNI EN 14783:2013** per le lamiere grecate, **UNI EN 14509:2013** per i pannelli metallici coibentati con doppia lamiera e **ETAG 016** per i pannelli metallici coibentati monolamiera.

MATERIALI	NORMATIVA	RIFERIMENT	VALORE-NOTE
<b>1. LAMIERE GRECATE</b>			
<b>1.1 CARATTERISTICHE</b>			
1.1.1 Acciaio al carbonio	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 508-1:2014	3.2 e 4.2	
	UNI EN 10346:2015		S250GD DM ( <i>carico di snervamento min = 250 N/mm<sup>2</sup></i> )
	UNI EN 10346:2015		Acciai non strutturali
	UNI 10372:2013		
1.1.2 Alluminio	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 508-2:2008	3.2 e 4.2	Leghe: dichiarazione della Venditrice ( <i>carico di rottura min = 150 MPa</i> )
	UNI 10372:2013		
	UNI EN 573-3:2019	3.	
	UNI EN 1396:2015	5.	
1.1.3 Acciaio inox	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 508-3:2008	3.2 e 4.2	Tipo 1.3401 (AISI304)
	UNI 10372:013		
	UNI EN 10088-1:2014	4.	
	UNI EN 10088-2:2014	6.	Presente Errata Corrige della Norma: EC 1-2008 UNI EN 10088-2:2005

1.1.4 Rame	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783:2013		
	UNI EN 506:2008	3.2 e 3.4	Tipo: dichiarazione della Venditrice (salvo richiesta specifica dell'Acquirente e accettata dalla Venditrice)
	UNI 10372:2013		
	UNI EN 1172:2012	4 - 5 - 9	
	UNI EN 1173:2008	3.	
	UNI EN 1412:2017	4.	Presente Errata Corrige della Norma: EC 1-2013 UNI EN 1412:1998
1.1.5 Rivestimenti metallici	UNI EN 508-1:2014	3.2 e 3.4	
	UNI EN 10346:2015		
	UNI 10372:2013		Compresi rivestimenti differenziati
1.1.6 Rivestimenti organici (preverniciato e plastificato)	UNI EN 10169-1:2012		
	UNI EN 508-1:2014	Allegato B	UNI EN 508-2-3:2008
	UNI 10372: :2013		
	UNI EN 1396:2015	6.	
1.1.7 Rivestimenti bituminosi multistrato	UNI EN 14782:2006	Allegato A	
	UNI EN 14783:2013	Allegato A	
	UNI EN 508-1:2014	3.2.6	
	UNI 10372: :2013		
<b>1.2 TOLLERANZE DIMENSIONALI</b>			
1.2.1 Acciaio al carbonio	UNI EN 10143:2006		Tolleranze normali salvo diversa richiesta
	UNI EN 508-1:2014	Appendice D	
1.2.2 Alluminio	UNI EN 485-4:1996	3.1	
	UNI EN 508-2:2008	Appendice B	
1.2.3 Acciaio inox	UNI EN 10088-2:2014	6.9 - Allegato B	
	UNI EN 508-3:2008	Appendice B	
1.2.4 Rame	UNI EN 1172:2012	6.4	
	UNI EN 506:2008	Appendice A	
	UNI EN 1172:2012		
<b>1.3 REQUISITI</b>			
1.3.1 Prestazioni	UNI EN 14782:2006		
	UNI EN 14783: :2013		
	D.M. 09.01.1996	Parte II	
	D.M. 14.09.2005	11.2.4.8.1.1	
	Regolamento (UE) n. 305/2011	Capo II Artt. 4-5-6-7-Allegato III	Dichiarazione di prestazione e marcatura CE
1.3.2 Metodi di prova (nastri metallici rivestiti)	UNI EN 13523-0:2014		Valori e tolleranze dichiarati dalla Venditrice
1.3.3 Durabilità	UNI EN 10169-1:2012		
	UNI EN 1396:2015		

1.3.4 Comportamento al fuoco	UNI EN 14782:2006	Allegato C	
	UNI EN 14783:2013	Allegato B	
1.3.5 Procedure per il calcolo (carichi concentrati)	UNI EN 14782:2006	Allegato B	
1.3.6 Ispezione e manutenzione	UNI 10372:2013		
	Condizioni generali di vendita AIPPEG	Allegato D	

## 2. PANNELLI METALLICI COIBENTATI (DOPPIA LAMIERA)

### 2.1 CARATTERISTICHE

2.1.1 Paramenti metallici rigidi	Valgono gli stessi riferimenti di cui al precedente punto 1.1 (sono escluse le prescrizioni specifiche della UNI EN 14782:2006 e della UNI EN 14783:2013)		
2.1.2 Coibenti			
2.1.2.1 Materie plastiche cellulari rigide	UNI EN 13165:2016		PUR e PIR
	UNI EN 13164:2015		Polistirene
	UNI EN 13172:2012		Valutazione e conformità
2.1.2.2 Fibre minerali	UNI EN 13162:2015		

### 2.2 TOLLERANZE DIMENSIONALI

2.2.1 Paramenti metallici rigidi	Valgono le stesse normative, riferimenti, valori e note di cui al precedente punto 1.2		
2.2.2 Pannello	UNI EN 14509:2013	Allegato D	
2.2.3 Bolle	"Si definiscono bolle le zone convesse con mancanze di aderenza coibente - paramento. In assenza di normativa, si ritiene che, sulla base dell'esperienza acquisita, eventuali bolle fino al 5 % dell'area del singolo pannello e con dimensioni massime per bolla di 0.2 m <sup>2</sup> , non possano presumibilmente pregiudicare la funzionalità del pannello. Quanto sopra è da ritenersi valido per i pannelli in cui il coibente abbia anche la funzione di trasmettere i carichi."		

### 2.3 REQUISITI

2.3.1 Prestazioni	UNI EN 14509:2013		
	UNI 10372:2013		
	Regolamento (UE) n. 305/2011	Capo II Artt. 4-5-6-7-Allegato III	Dichiarazione di prestazione e marcatura CE
2.3.2 Metodi di prova	UNI EN 14509:2007	Allegato A	
2.3.3 Durabilità	UNI EN 14509:2013	Allegato B	
2.3.4 Comportamento al fuoco	UNI EN 14509:2013	Allegato C	
2.3.5 Procedure per il calcolo	UNI EN 14509:2013	Allegato E	
2.3.6 Ispezione e manutenzione	UNI 10372:2013		
	Condizioni generali di vendita AIPPEG	Allegato D	

**3. PANNELLI METALLICI COIBENTATI (MONOLAMIERA)****3.1 CARATTERISTICHE**

3.1.1 Paramenti metallici rigidi	Valgono gli stessi riferimenti di cui al precedente punto 1.1 (sono escluse le prescrizioni specifiche della UNI EN 14782:2006 e della UNI EN 14783:2013)		
3.1.2 Coibenti			
3.1.2.1 Materie plastiche cellulari rigide	UNI EN 13165:2016		PUR e PIR
	UNI EN 13164:2015		Polistirene
	UNI EN 13172:2012		Valutazione e conformità
3.2 TOLLERANZE DIMENSIONALI			
3.2.1 Paramenti metallici rigidi	Valgono le stesse normative, riferimenti, valori e note di cui al precedente punto 1.2		
3.2.2 Pannello	ETAG 016	Parte 1 e 2	Valori dichiarati dalla Venditrice
3.2.3 Bolle	Riferimento Punto 2.2.3		

**3.3 REQUISITI**

3.3.1 Prestazioni	UNI 10372:2013		
	Regolamento (UE) n. 305/2011	Capo II Artt. 4-5-6-7-Allegato III	Dichiarazione di prestazione e marcatura CE
3.3.2 Altri requisiti	ETAG 016	Parte 1 e 2	Valori dichiarati dalla Venditrice
3.3.3 Ispezione e manutenzione	UNI 10372:2013		
	Condizioni generali di vendita AIPEGG	Allegato D	

# ALLEGATO C

## RACCOMANDAZIONI PER IL MONTAGGIO DELLE LAMIERE GRECATE E DEI PANNELLI METALLICI COIBENTATI

### 1. PREMESSA

Le presenti Raccomandazioni intendono fornire un supporto informativo di riferimento per il montaggio delle lamiere grecate e dei pannelli metallici coibentati. Sono comunque integrative della norma **UNI 10372:2013** “*Coperture discontinue - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre*”.

Ogni lavoro deve tener conto delle esigenze dello specifico cantiere, che sarà dotato delle attrezzature idonee per la movimentazione e la posa in opera, in conformità alla vigente normativa sulla sicurezza e sull'antifortunistica.

L'impresa preposta alla messa in opera delle lamiere grecate/pannelli, oltre che conoscere le caratteristiche dei materiali impiegati, deve disporre di manodopera qualificata e adeguata al lavoro di cantiere assicurando la corretta esecuzione dell'opera conformemente alle specifiche di progetto.

L'inosservanza delle presenti Raccomandazioni e la non corretta esecuzione delle operazioni di cantiere, esonerano la *Venditrice* da ogni responsabilità.

Un'efficiente organizzazione ed una coordinata operatività del cantiere assicurano le migliori condizioni di produttività globale del lavoro.

### 2. GLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

I manufatti oggetto della fornitura di cui si tratta, salvo che sia diversamente ed espressamente pattuito per iscritto con la *Venditrice*, non contribuiscono in alcun modo alla stabilità globale o parziale della struttura dell'edificio; essi pertanto non sono idonei a sopportare carichi verticali – orizzontali o carichi statici permanenti (escluso il peso proprio). Infatti, essi poggiano su una struttura portante esistente, che deve essere stata opportunamente calcolata e ritenuta idonea dall'*Acquirente* al posizionamento ed installazione dei manufatti stessi, i quali svolgono unicamente la funzione di copertura/rivestimento e/o miglioramento del livello energetico dell'edificio.

Eguale valutazione preventiva dovrà essere effettuata ad onere e cura dell'*Acquirente* per verificare che i pannelli con isolamento in schiuma poliuretanic non vengano impiegati in realizzazioni che comportano temperature di esercizio continuo troppo elevate o eccessivamente ridotte tali da causare l'alterazione dei componenti principali dei pannelli stessi.

Le lamiere grecate/pannelli trovano impiego nell'edilizia civile ed industriale per la realizzazione di coperture, pareti e solai; vengono montate su ogni tipo di struttura di sostegno: carpenteria metallica, cemento armato normale e precompresso, legno.

Le strutture di sostegno ed i relativi dispositivi di fissaggio con le lamiera grecate/pannelli devono essere adeguatamente dimensionati e devono soddisfare le previste condizioni di progetto in quanto a sicurezza, stabilità e funzionalità.

Le lamiera grecate ed i pannelli metallici coibentati risultano di rapida ed agevole messa in opera, con la possibilità di coprire in un'unica tratta l'intera lunghezza della falda di copertura ossia l'intera altezza della parete o più campate del solaio. La lunghezza degli elementi metallici è condizionata prevalentemente da esigenze di trasporto e movimentazione, nonché dalla natura del materiale impiegato e dalla tecnologia di produzione.

E' opportuno che le superfici di appoggio siano compatibili con l'utilizzo e le modalità di fissaggio delle lamiera grecate e dei pannelli metallici coibentati.

Le tipologie più ricorrenti sono:

## **A. COPERTURE**

- A.1 in lamiera grecata
  - A.1.1 in lamiera grecata semplice
  - A.1.2 in sandwich eseguito in opera
  - A.1.3 in deck eseguito in opera
- A.2 in pannelli monolitici coibentati
  - A.2.1 in sandwich monolitico prefabbricato
  - A.2.2 in deck precoibentato

## **B. PARETI**

- B.1 in lamiera grecata
  - B.1.1 in lamiera grecata semplice
  - B.1.2 in sandwich eseguito in opera
- B.2 in pannelli monolitici coibentati
  - B.2.1 in sandwich monolitico prefabbricato

## **C. SOLAI**

- C.1 in lamiera semplice
- C.2 in lamiera con calcestruzzo collaborante
- C.3 in lamiera grecata come cassaforma a perdere

Le sequenze di montaggio delle coperture, pareti e solai si differenziano in funzione delle relative tipologie.

### 3. OPERAZIONI PRELIMINARI

Prima di intraprendere il lavoro di montaggio in cantiere, l'installatore deve:

1. visionare gli elaborati di progetto ed attenersi alle relative prescrizioni;
2. procedere alla verifica degli allineamenti delle strutture di sostegno delle lamiere grecate/pannelli;
3. controllare che le superfici delle strutture di sostegno, le quali verranno a contatto con le lamiere grecate/pannelli, siano compatibili tra loro o altrimenti protette da possibili corrosioni per effetto elettrochimico;
4. assicurarsi che non sussistano interferenze con linee elettriche aeree nella zona di manovra delle lamiere grecate/pannelli;
5. accertarsi che il lavoro a piè d'opera e in quota sia compatibile con le altre attività di cantiere;
6. verificare l'idoneità dell'area di cantiere per il deposito e la movimentazione del materiale, onde questo non abbia a subire danni.

L'installatore deve effettuare tutte le operazioni di montaggio in conformità e nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza. Inoltre per il sollevamento, la movimentazione e il deposito in quota delle lamiere grecate/pannelli, si rimanda al **punto 4. dell'Allegato A.**

Il personale addetto alla posa in opera deve essere equipaggiato con calzature aventi soles che non provochino danni al paramento esterno. Per le operazioni di taglio in cantiere devono essere utilizzati attrezzi idonei (seghetto alternativo, cesoia, roditrice, ecc.). Si sconsiglia l'uso di attrezzi con dischi abrasivi.

Per le operazioni di fissaggio è opportuno utilizzare un avvitatore con limitazione di coppia.

E' necessario eseguire, per i pannelli di copertura in particolare, una perfetta sovrapposizione e accostamento degli elementi per evitare fenomeni di condensa.

### 4. COPERTURE

#### PENDENZE

La pendenza della copertura è funzione delle condizioni ambientali, della soluzione progettuale e della tipologia della copertura stessa.

Per le coperture con elementi di falda senza giunti intermedi di testa (lastre di pari lunghezza della falda), la pendenza da adottare è usualmente **non minore del 7 %**. Per pendenze inferiori occorre adottare le prescrizioni del fornitore.

Nel caso di sovrapposizione di testa, la pendenza deve tener conto della tipologia del giunto e del materiale adottato, oltre che delle specifiche condizioni ambientali.

Per le coperture deck, la pendenza può essere ridotta fino al valore minimo che consenta il regolare deflusso delle acque.

#### SEQUENZE DI MONTAGGIO

Si riportano i punti essenziali di una corretta sequenza di montaggio.

#### A) Lamiera grecata semplice e sandwich monolitico prefabbricato (tipologie 1.1.1 e 1.2.1)

1. Montaggio dei canali di gronda e degli eventuali sottocolmi e scossaline di raccordo.
2. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di copertura e dagli accessori.
3. Posa degli elementi di copertura a partire dalla gronda e da un'estremità laterale dell'edificio, avendo cura di eseguire la corretta sovrapposizione ed allineamento degli elementi stessi e di verificare la perfetta ortogonalità rispetto alla struttura sottostante.
4. Fissaggio sistematico degli elementi in opera, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi. È necessaria la tempestiva asportazione di tutti i materiali residui, con particolare attenzione ai residui metallici.
5. Posa delle successive file di elementi sormontanti quella di gronda (in presenza di falda in due o più elementi). Nel caso di pannelli occorre preventivamente asportare il coibente nella zona di sormonto.
6. Fissaggio in corrispondenza di tutte le greche sulle linee di colmo, gronde, compluvi e sormonti di testa.
7. Posa degli elementi di completamento (colmi, scossaline e lattoneria in genere) ed eventuali relative coibentazioni.
8. Asportazione totale dei materiali residui e controllo generale della copertura, con particolare attenzione ai fissaggi ed alle zone di raccordo con gli altri elementi costituenti la copertura stessa.

## **B) Sandwich eseguito in opera (tipologia 1.1.2)**

### **B.1) Sandwich a lamiera grecate parallele**

1. Montaggio dei canali di gronda e delle eventuali scossaline di raccordo: può essere eseguito, secondo le indicazioni di progetto, prima della posa della lamiera interna o prima della posa della lamiera esterna.
2. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di copertura e dagli accessori.
3. Posa della lamiera interna a partire dalla gronda e da un'estremità laterale dell'edificio, avendo cura di eseguire la corretta sovrapposizione ed allineamento degli elementi stessi e di verificare la perfetta ortogonalità rispetto alla struttura sottostante.
4. Fissaggio sistematico degli elementi in opera, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi. È necessaria la tempestiva asportazione di tutti i materiali residui, con particolare attenzione ai residui metallici.
5. Posa delle successive file di elementi sormontanti quella di gronda (in presenza di falda in due o più elementi).
6. Fissaggio in corrispondenza di tutte le greche sulle linee di colmo, gronde, compluvi e sormonti di testa.
7. Posa dei distanziali rigidi opportunamente dimensionali e posizionati come da progetto. Nel caso di distanziali metallici, è opportuno prevedere la realizzazione di un taglio termico tra gli stessi distanziali e la lamiera grecata esterna. Qualora la struttura secondaria di sostegno consenta il diretto alloggiamento della lamiera interna, risultano superflui i citati distanziali rigidi.
8. Posa in opera del coibente (avendo cura di assicurare l'uniformità dell'isolamento termico), di eventuali strati con funzione specifica (ad es. barriera al vapore, strato separatore, ecc.) e di eventuali "tamponi" di testata.
9. Posa della lamiera esterna, secondo le successioni da 2. a 6. della voce 8.1).
10. Asportazione totale dei materiali residui e controllo generale della copertura, con particolare attenzione ai fissaggi ed alle zone di raccordo con gli altri elementi costituenti la copertura stessa.

## **B.2) Sandwich a lamiera grecate incrociate**

1. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di copertura e dagli accessori.
2. Posa della lamiera interna a partire dalla gronda e da un'estremità laterale dell'edificio, avendo cura di eseguire la corretta sovrapposizione ed allineamento degli elementi stessi e di verificare la perfetta ortogonalità rispetto alla struttura sottostante.
3. Fissaggio sistematico degli elementi in opera, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi. E' necessaria la tempestiva asportazione di tutti i materiali residui, con particolare attenzione ai residui metallici.
4. Posa degli elementi di lattoneria riguardanti la prima lamiera (sottocolmi, raccordi, elementi speciali).
5. Posa dei distanziali rigidi opportunamente dimensionati e posizionati come da progetto. Nel caso di distanziali metallici è opportuno prevedere la realizzazione di un taglio termico tra gli stessi distanziali e la lamiera grecata esterna. Nel caso in cui la lamiera interna sia costituita da doghe, non sono necessari i distanziali ma è sempre opportuno prevedere la realizzazione di un taglio termico.
6. Posa in opera del coibente (avendo cura di assicurare l'uniformità dell'isolamento termico), di eventuali strati con funzione specifica (ad es. barriera al vapore, strato separatore, ecc.) e di eventuali "tamponi" di testata.
7. Posa della lamiera esterna, secondo le successioni da 1. a 8. della voce A) Lamiera grecata semplice.

## **C) Deck eseguito in opera (tipologia 1.1.3) e Deck precoibentato (tipologia 1.2.2)**

Valgono le prescrizioni di montaggio relative alle lamiere interne della voce B). Occorre eseguire il fissaggio di cucitura lungo le sovrapposizioni longitudinali.

Per il deck eseguito in opera la coibenza è garantita dall'isolante applicato successivamente.

Per il deck precoibentato i fissaggi devono essere eseguiti previa locale asportazione temporanea del coibente.

La tenuta è garantita dagli strati applicati successivamente (guaina bituminosa o membrana sintetica, ecc.).

## **5. PARETI**

### **SEQUENZE DI MONTAGGIO**

Si riportano i punti essenziali di una corretta sequenza di montaggio.

#### **A) Lamiera grecata semplice e sandwich monolitico prefabbricato (tipologie 2.1.1 e 2.2.1)**

1. Posa della lattoneria di base (quando prevista) al piede della parete allineata con il piano dell'orditura di sostegno, nonché della lattoneria che necessariamente deve essere installata prima della parete (gocciolatoio superiore ai serramenti, raccordi con le aperture, cantonali interni, ecc.), previa asportazione dell'eventuale film di polietilene di protezione.
2. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di parete.
3. Posa degli elementi a partire dal piede della parete, avendo cura di eseguire la corretta giunzione ed allineamento degli stessi e di verificare la loro messa a piombo.
4. Fissaggio sistematico degli elementi in opera, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi.

5. Nel caso in cui l'altezza della parete o la natura del materiale implicino la necessità di eseguire la posa di successive file di elementi in sviluppo verticale, la giunzione avviene in corrispondenza di un corrente dell'orditura ed occorre operare come segue:
  - **pannello piano:** *accostamento di testa con interposizione di una lattoneria di raccordo (scossalina) opportunamente sagomata;*
  - **pannello grecato e lamiera grecata:** *come pannello piano oppure mediante sormonto.*
6. Posa degli elementi di completamento (cantonali, bordature perimetrali, raccordi con la copertura e le aperture, ecc.).
7. Controllo generale e pulizia della parete, con particolare attenzione ai fissaggi ed ai raccordi con la serramentistica e con gli altri componenti la parete stessa. Nel caso di pareti con lamiere grecate/pannelli a posizionamento orizzontale, occorre fare riferimento alle indicazioni di progetto.

## **B) Sandwich eseguito in opera tipologia 2.1.2)**

### **B.1) Sandwich a lamiere grecate parallele**

1. Montaggio della lattoneria di base (quando prevista) e delle eventuali scossaline di raccordo: può essere eseguito, come da progetto, prima della posa della lamiera interna o prima della posa della lamiera esterna, previa asportazione dell'eventuale film di protezione.
2. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di parete.
3. Posa degli elementi a partire dal piede della parete, avendo cura di eseguire la corretta giunzione ed allineamento degli stessi e di verificare la loro messa a piombo.
4. Fissaggio sistematico degli elementi in opera, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi.
5. Nel caso in cui l'altezza della parete o la natura del materiale implicino la necessità di eseguire la posa di successive file di elementi in sviluppo verticale, la giunzione avviene mediante sovrapposizione dei medesimi elementi di parete in corrispondenza di un corrente della orditura.
6. Posa dei distanziali rigidi opportunamente dimensionati e posizionati come da progetto. Nel caso di distanziali metallici, è opportuno prevedere la realizzazione di un taglio termico tra gli stessi distanziali e la lamiera grecata esterna. Qualora la struttura secondaria di sostegno consenta il diretto alloggiamento della lamiera interna, risultano superflui i citati distanziali rigidi.
7. Posa in opera del coibente (avendo cura di assicurare l'uniformità dell'isolamento termico) e di eventuali strati con funzione specifica (ad es. barriera al vapore, strato separatore, ecc. secondo le particolari necessità dell'uso dell'edificio). Detta operazione deve essere eseguita contestualmente alla posa della lamiera interna.
8. Posa della lamiera esterna secondo le successioni da 2. a 5. della voce 8.1).
9. Posa degli elementi di completamento (cantonali, bordature perimetrali, raccordi con la copertura e con le pareti, ecc.).
10. Controllo generale e pulizia della parete, con particolare attenzione ai fissaggi ed ai raccordi con la serramentistica e con gli altri componenti la parete stessa.

### **B.2) Sandwich a lamiere grecate incrociate**

1. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di parete e dagli accessori.
2. Posa delle lamiere a partire dal piede della parete, avendo cura di eseguire la corretta giunzione ed allineamento delle stesse.
3. Fissaggio sistematico degli elementi in opera, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi.

4. Posa degli elementi di lattoneria riguardanti la prima lamiera (raccordi, elementi speciali).
5. Posa dei distanziali rigidi opportunamente dimensionati e posizionati come da progetto. Nel caso di distanziali metallici è opportuno prevedere la realizzazione di un taglio termico tra gli stessi distanziali e la lamiera grecata esterna. Nel caso in cui la lamiera interna sia costituita da doghe, non sono necessari i distanziali ma è sempre opportuno prevedere la realizzazione di un taglio termico.
6. Posa della lattoneria di base (quando prevista) al piede della parete.
7. Posa in opera del coibente (avendo cura di assicurare l'uniformità dell'isolamento termico) e di eventuali strati con funzione specifica (ad es. barriera al vapore, strato separatore, ecc. secondo le particolari necessità dell'uso dell'edificio). Detta operazione deve essere eseguita contestualmente alla posa della lamiera esterna.
8. Posa della lamiera esterna secondo le successioni da 2. a 5. della voce 8.1).
9. Posa degli elementi di completamento (cantonali, bordature perimetrali, raccordi con la copertura e con le pareti, ecc.).
10. Controllo generale e pulizia della parete, con particolare attenzione ai fissaggi ed ai raccordi con la serramentistica e con gli altri componenti la parete stessa.

## 6. SOLAI

### SEQUENZE DI MONTAGGIO

Si riportano i punti essenziali di una corretta sequenza di montaggio.

#### A) Lamiera semplice (tipologia 3.1)

1. Montaggio delle eventuali scossaline perimetrali.
2. Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di solaio.
3. Posa delle lamiere avendo cura di eseguire il corretto accostamento o sovrapposizione delle stesse. Verificare inoltre il perfetto allineamento e l'ortogonalità rispetto alla struttura sottostante.
4. Fissaggio sistematico degli elementi in opera secondo le prescrizioni di progetto, previa verifica del perfetto accostamento degli stessi; eseguire inoltre il fissaggio di cucitura lungo le sovrapposizioni longitudinali. E' necessaria l'asportazione di tutti i materiali residui con particolare attenzione ai residui metallici.
5. Completamento del solaio secondo le prescrizioni di progetto evitando di gravare gli elementi di solaio con carichi concentrati.

#### B) Lamiera con calcestruzzo collaborante (tipologia 3.2)

1. Montaggio degli elementi di contenimento del getto di calcestruzzo.
2. Posa delle lamiere avendo cura di eseguire il corretto accostamento o sovrapposizione delle stesse. Verificare inoltre il perfetto allineamento e l'ortogonalità rispetto alla struttura sottostante.
3. Fissaggio sistematico delle lamiere in opera secondo le prescrizioni di progetto, previa verifica del perfetto accostamento delle stesse; eseguire inoltre il fissaggio di cucitura lungo le sovrapposizioni longitudinali. Occorre verificare che le lamiere grecate siano esenti da ossido e macchie di olio o

comunque da sostanze che impediscano l'adesione con il conglomerato cementizio. E' necessaria l'asportazione di tutti i materiali residui con particolare attenzione ai residui metallici.

4. Per evitare colature di calcestruzzo in corrispondenza delle giunzioni di testa delle lamiere grecate, è opportuno prevedere un nastro adesivo di tenuta.
5. Posizionamento della rete elettrosaldata e/o degli eventuali ferri di armatura in corrispondenza degli appoggi o integrativi, sulla base delle prescrizioni di progetto.
6. Esecuzione del getto di conglomerato cementizio, evitando l'accumulo soprattutto nella zona centrale della campata.
7. Nel caso le prescrizioni di progetto prevedano l'utilizzo di puntelli rompitratta, questi devono essere evidentemente posizionati prima della fase di getto conferendo alle lamiere grecate l'eventuale controfreccia richiesta.

### **C) Lamiera grecata come cassaforma a perdere (tipologia 3.3)**

1. Montaggio degli elementi di contenimento del getto di calcestruzzo.

Valgono le prescrizioni di montaggio relative alla voce B), salvo il punto 5. in cui i ferri di armatura sono evidentemente obbligatori.

## **7. DISPOSITIVI DI FISSAGGIO**

I dispositivi di fissaggio costituiscono parte essenziale del sistema di copertura, di parete e di solaio. E' pertanto necessario adottare i dispositivi di fissaggio specificati dal produttore di lamiere grecate/pannelli.

Un corretto montaggio deve prevedere:

### **Per le coperture:**

paramento esterno (tipologie 1.1.1 - 1.1.2 - 1.2.1): un gruppo completo generalmente costituito da viti, cappello e relative guarnizioni di tenuta, da collocare sulla cresta della greca;  
paramento interno (tipologie 1.1.2 - 1.1.3 - 1.2.2): viti con eventuale guarnizione.

### **Per le pareti:**

paramento esterno (tipologie 2.1.1.- 2.1.2- 2.2.1): viti con guarnizione paramento interno (tipologie 2.1.2): viti con eventuale guarnizione; pannelli monolitici prefabbricati con fissaggio "nascosto": gruppo di fissaggio specifico.

### **Per i solai:**

viti, chiodi, rondella da saldare in opera.

La densità e il posizionamento dei fissaggi è funzione delle caratteristiche dell'elemento costruttivo, del tipo e dimensione dei sostegni, della situazione climatica locale (ventosità in particolare). Occorre comunque riferirsi alle indicazioni di progetto.

Nelle situazioni più ricorrenti il fissaggio delle lamiere grecate/pannelli viene effettuato mediante viti che si differenziano in funzione del tipo di struttura di sostegno.

### **Fissaggio su carpenteria metallica:**

- viti autofilettanti e viti autoformanti/automaschianti (in funzione dello spessore del supporto)
- viti autoproforanti
- chiodi sparati (per solai e per lamiere interne di sandwich in opera)

- ganci filettati con dado (in genere per ancoraggi su elementi tubolari)

#### **Fissaggio su carpenteria di legno:**

- viti a legno ganci filettati

#### **Fissaggio su c.a. e su c.a.p.:**

- Viene realizzato su elementi di supporto di acciaio o legno mediante le tipologie di cui ai punti 1. e 2.

E' sconsigliabile il fissaggio diretto su c.a. e su c.a.p..

Per le coperture deck e per i solai è necessario adottare fissaggi di cucitura, generalmente mediante rivetti, lungo la sovrapposizione longitudinale con distanza dei fissaggi di cucitura non maggiore di 1000 mm.

Per gli altri elementi di copertura e di parete, il fissaggio di cucitura è consigliabile, in funzione della morfologia del sormonto.

## **8. GLI ELEMENTI DI COMPLETAMENTO**

Gli elementi di completamento risultano parte integrante dell'opera e concorrono in maniera determinante ad assicurare le caratteristiche prestazionali di progetto.

Il produttore di lamiere grecate/pannelli generalmente è in grado di fornire gli elementi di completamento, che dovranno essere utilizzati secondo le prescrizioni di progetto e/o fornitura.

L'*Acquirente* deve definire la gamma tipologica degli elementi di completamento di proprio interesse in funzione delle esigenze d'uso. Il produttore di lamiere grecate/pannelli risponde della conformità dei materiali alla conferma d'ordine solo ed esclusivamente per quelle parti direttamente fornite e correttamente utilizzate.

Tra gli elementi di completamento sono comprese le guarnizioni variamente sagomate, le lattonerie (colmi, sottocolmi, canali di gronda, compluvi e pluviali, scossaline, gocciolatoi, cantonali, ecc.), le lastre traslucide, i cupolini, gli aeratori, la serramentistica e la componentistica accessoria.

# ALLEGATO D

## ISTRUZIONI PER L'ISPEZIONE E LA MANUTENZIONE DELLE COPERTURE E PARETI IN PANNELLI METALLICI COIBENTATI E IN LAMIERE GRECATE

Tutte le costruzioni richiedono una sistematica ispezione periodica e una programmata manutenzione allo scopo di assicurare nel tempo la funzionalità ed il mantenimento dei requisiti prestazionali del fabbricato.

Il controllo in sede di ispezione è da intendersi rivolto sia agli elementi di copertura e di parete che alle opere complementari presenti (giunti, dispositivi di fissaggio, colmi, scossaline, fermaneve, grondaie, displuvi, ...) e agli eventuali impianti tecnologici presenti (comignoli, evacuatori di fumo, esalatori, protezione contro i fulmini, ...).

### 1. ISPEZIONE

- 1.1. Durante e appena terminata la posa dei pannelli metallici coibentati o delle lamiere grecate, sarà cura e onere dell'impresa di montaggio provvedere all'asportazione di tutto il materiale non più necessario compreso possibili tracce del film di protezione temporanea. In particolare l'impresa dovrà porre la massima cura e premura nell'asportare i trucioli metallici e gli elementi abrasivi che si siano depositati sulla copertura.
- 1.2. La consegna dei lavori potrà comunque avvenire solo dopo che l'involucro (copertura e/o pareti, compresi gli elementi di completamento ed in particolare le gronde) sia stato adeguatamente pulito ed esente da ogni materiale estraneo.

Le ispezioni devono essere effettuate a intervalli regolari facendo obbligatoriamente coincidere la prima con la consegna dei lavori eseguiti oppure con il relativo collaudo.

Il collaudo può essere rivolto sia alla funzionalità dello specifico intervento (copertura e/o parete) che al fabbricato nel suo complesso secondo le prescrizioni di progetto oppure in aderenza ai rapporti contrattuali tra fornitore o impresa generale o imprese di montaggio con la committenza.

Le ispezioni devono verificarsi con periodicità semestrale (è preferibile in primavera e in autunno di ogni anno).

Nella prima ispezione, a cura e onere dell'impresa di montaggio o dell'impresa generale o della committenza/ proprietà secondo specifica di capitolato oppure accordi tra le parti, occorre controllare che non siano stati abbandonati materiali estranei o stridi di lavorazione in grado di innescare fenomeni di corrosione o danneggiamenti nei confronti dell'involucro edilizio, o che possano impedire il corretto deflusso delle acque meteoriche.

E' necessario comunque verificare che non si possa produrre un accumulo di sostanze indesiderate, quali polvere, sabbia, foglie, ecc. E' inoltre opportuno che vengano segnalate alla committenza/proprietà potenziali punti deboli (vedasi assenza di protezione superficiale) sull'intero involucro che possano generare fonti di corrosione (vedasi per via elettrochimica) con conseguenti fenomeni di deterioramento precoce anche in quanto all'aspetto estetico del fabbricato (vedasi colaticci di ruggine).

Altra osservanza è la localizzazione del fabbricato: è da segnalare alla committenza/proprietà il tipo di atmosfera esistente in loco anche in quanto a possibili sorgenti (vedasi fumi) di corrosione accelerata da parte di fabbricati adiacenti (il tipo di atmosfera esistente deve essere conosciuto prima di acquistare i materiali).

Le ispezioni successive consistono in un controllo delle condizioni generali dell'involucro: stato di conservazione (durabilità) e funzionalità sia delle lamiere grecate e/o dei pannelli metallici coibentati che di tutti gli elementi di completamento e/o complementari, comprendendo colmi, scossaline, gronde, tenuta dei fissaggi, eventuali sigillature, che possono interessare l'involucro dell'edificio, monitorando la progressione dell'invecchiamento, sia fisiologico che patologico, onde programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria eventualmente necessari.

Nel contempo è da controllare l'efficienza dell'impianto di deflusso delle acque meteoriche e degli altri impianti tecnologici.

## 2. MANUTENZIONE

2.1. L'involucro edilizio, come ogni altra opera, deve essere periodicamente controllato al fine di rilevare per tempo eventuali inconvenienti che stanno per verificarsi e poterli affrontare con tempestività, riducendo al minimo gli oneri della manutenzione.

Gli interventi di manutenzione sono da rivolgere anche alle opere di completamento principali (vedasi dispositivi di ancoraggio e interfaccia con l'orditura di supporto) e secondarie (vedasi imbocchi dei pluviali) che possono compromettere la funzionalità globale dell'involucro.

2.2. La manutenzione ordinaria programmata deve essere stabilita ed eseguita a cura e onere della proprietà per entità e periodicità in funzione dei risultati delle visite ispettive oltre che delle condizioni di esercizio del fabbricato e della situazione ambientale esistente e delle condizioni di esercizio. E' comunque finalizzata al mantenimento o all'adeguamento delle esigenze funzionali dell'involucro.

Potrà essere sufficiente una pulizia regolare della superficie della copertura e della parete, come potrebbero essere necessari interventi localizzati dovuti a guasti, scalfitture e danneggiamenti.

Eventuali chiazze di sporco denotano l'evaporazione di liquidi che hanno dilavato le superfici; pertanto, in fase manutentiva, oltre alla loro eliminazione è necessario eliminare la causa dei ristagni (vedasi cedimenti nelle gronde in cui si è camminato, assestamenti delle carpenterie, schiacciamenti dei colmi e delle scossaline, ecc.).

2.3. Nel caso l'esito dei sopralluoghi ispettivi portasse alla constatazione di problemi di conservazione in atto, è necessario procedere con un intervento di manutenzione straordinaria, a cura e onere della proprietà, allo scopo di ripristinare le condizioni iniziali.

Gli interventi sono rivolti sia all'insorgere, precoce e non valutato in sede di progettazione, di fenomeni di corrosione sugli elementi metallici, sia in quanto a situazione generale dell'involucro compromesso da opere di completamento non rispondenti in termini di durabilità oppure derivanti da fattori non pertinenti (vedasi dilatazioni, invecchiamento, condensa, incompatibilità elettrochimica, nuove sorgenti inquinanti, mutata destinazione d'uso, ecc.).

Le presenti Istruzioni regolano i rapporti contrattuali tra parte *Venditrice* e parte *Acquirente* (intestatario della fattura). L'inosservanza degli interventi di ispezione e di manutenzione e la non corretta esecuzione, esonerano la *Venditrice* da ogni responsabilità nel periodo che intercorre dal momento della spedizione del materiale ai limiti di tempo per un suo ipotetico coinvolgimento entro i termini legali di pertinenza (Art. 1495 CC – D.L. 2 febbraio 2002 n. 24).

La parte *Acquirente* si impegna in prima persona a rispettare ed a far rispettare dai terzi interessati l'adozione delle presenti Istruzioni, sempre limitatamente agli obblighi, da parte della *Venditrice*, previsti dalla legislazione vigente (prescrizioni, limitazioni, decadenza).

Per terzi interessati e coinvolti dall'*Acquirente* si intendono: aziende di commercio, imprese di costruzione, operatori di montaggio, enti appaltanti e committenza, proprietà dell'immobile e successiva proprietà che potrà intervenire nei trasferimenti di proprietà.

L'impegno della ispezione e della manutenzione viene intrapreso dalla parte *Acquirente* nei riguardi della parte *Venditrice*. La parte *Acquirente* trasmette a sua volta il presente impegno quando diventa a sua volta parte *Venditrice* e così di seguito in successione fino alla proprietà dell'immobile.

Per la validazione degli interventi di ispezione e di manutenzione, la proprietà deve comunque sottoscrivere l'accettazione ad eseguire, a propria cura e onere, gli interventi di ispezione e di manutenzione da riportare in ordine cronologico su apposito registro con tutti i rilievi tecnici riscontrati oltre che con la descrizione dei lavori di manutenzione ordinaria e di quelli eventuali di manutenzione straordinaria.

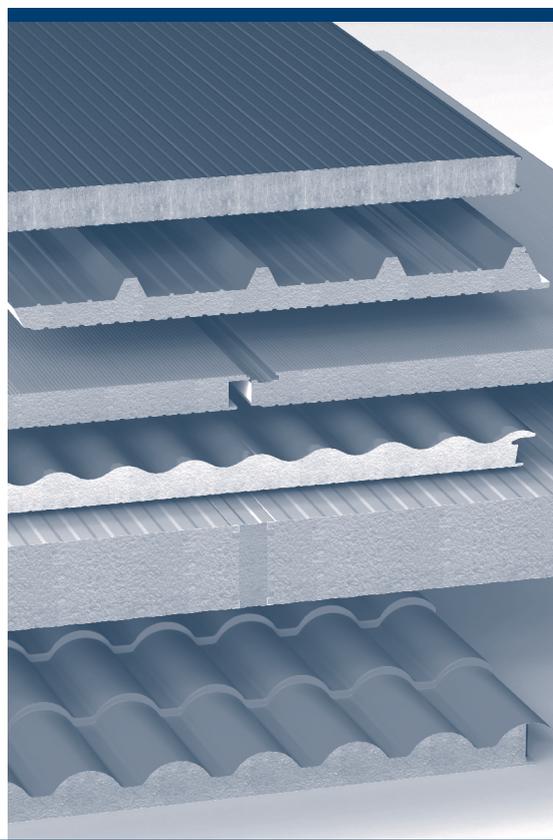
Questo registro è istituito ad iniziativa della proprietà e viene gestito e aggiornato dalla proprietà stessa o per sua delega dall'Amministratore dell'edificio. Il registro deve essere disponibile e consultabile quale documento di regolare conduzione dell'immobile, sempre nell'ambito dei termini legali di pertinenza della *Venditrice*.

Sul registro devono essere annotate le forniture dei pannelli metallici coibentati e delle lamiere grecate riportando il nome del fornitore, gli estremi della conferma d'ordine, la tipologia e le caratteristiche del materiale (anche riferimenti di catalogo), la data delle consegne in cantiere ed i relativi documenti di viaggio, la successiva cronologia della messa in opera.

Sono inoltre da trascrivere sul registro i nominativi (e loro sedi) di: progettista, direttore dei lavori, responsabile della sicurezza in cantiere, collaudatore, impresa generale, impresa di montaggio (o dei singoli operatori).

Dovrà pertanto essere assicurata la identificazione e la rintracciabilità delle forniture per tutto il tempo di durata della validità delle presenti Istruzioni che si estinguono con la cessazione dei rapporti con l'azienda produttrice dei pannelli metallici coibentati o delle lamiere grecate in materia di possibile coinvolgimento a norma di legge.





PRONTUARIO PANNELLI PRODUTTORI ed. rev. 02/05/2022 - 3000 copie



**ISOLPACK SPA**

C.so Vittorio Emanuele, 99  
10128 Torino  
Tel. +39 011.5607511  
Fax +39 011.5611713  
info@isolpack.com  
www.isolpack.com

**ISOMETAL SRL**

Via Antonello da Messina  
(Area ind. Ex Pirelli)  
98049 Villafranca Tirrena (ME)  
Tel. +39 090.337701  
Fax +39 090.3378562  
info@isometal.it  
www.isometal.it

**ISOTECNICA SRL**

Località Sala 14/B  
52015 Pratovecchio Stia (AR)  
Tel. +39 0575.1902152  
Fax +39 0575.1902150  
contatti@isotecnica.com  
www.isotecnica.com

**RWPI SRL**

Via Industria, 1  
30029 San Stino di Livenza (VE)  
Tel. +39 0421 312083  
Fax +39 0421 312084  
commerciale@rwpi.it  
www.rwpi.it