

VERBALE DI COLLAUDO

CLIENTE: **DOW CHEMICAL IBÉRICA, S.L.**

RICHIEDENTE: **CARLOS CASTRO MARTÍN**

INDIRIZZO: **RIBERA DEL LOIRA, 4-6, 4ª (EDIFICIO IRIS)
28042 MADRID - MADRID**

MATERIALE TESTATO: **POLIURETANO RIF. «TILE BOND»**

OGGETTO DELLA RICHIESTA: **DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL
SOLLEVAMENTO DELLE TEGOLE DI ARGILLA
O DI CALCESTRUZZO PER TETTI. METODO
DI COLLAUDO DEL SISTEMA DI COPERTURA
CONFORMEMENTE ALLA NORMA EN 14437:2004**

DATA DI RICEVIMENTO: **02/05/2007**

DATA DI INIZIO COLLAUDO: **27/06/2007**

DATA DI FINE COLLAUDO: **05/09/2007**

DATA DI RILASCIO DEL VERBALE **03/12/2007**

I risultati raccolti in questo verbale si riferiscono esclusivamente al materiale ricevuto e testato presso questo Centro di Ricerca nelle date indicate.

Questo verbale consta di ventinove (29) pagine e non potrà essere riprodotto senza l'autorizzazione espressa di CIDEMCO, a meno che non lo sia integralmente.



Julen Astudillo
Tecnico Area Facciate Leggere
Dip. Edilizia



Miguel Mateos
Resp. Area Facciate Leggere
Dip. Edilizia



Asier Maiztegi
Direttore Dip. Edilizia

CARATTERISTICHE DEI CAMPIONI

Per la realizzazione del test è stato costruito un provino con i seguenti materiali:

- Tegola curva rossa 450x200 mm
- Struttura di supporto secondo disegno 1
- Poliuretano per fissaggio di tegole riferimento «TILE BOND»

(*)

- **Nell'allegato I si trova una tabella con i dati del peso delle tegole testate**
- **Nell'allegato II si trova il calcolo del valore caratteristico**
- **Nell'allegato III si trova un esempio di calcolo**
- **Nell'allegato IV si trovano fotografie del test realizzato**
- **Nell'allegato V si trova la scheda tecnica del prodotto testato**

Montaggio dei provini

Per realizzare i test è stata costruita una struttura di supporto sopra cui è stata collocata la copertura di tegole secondo la disposizione delle figure 1 e 2.

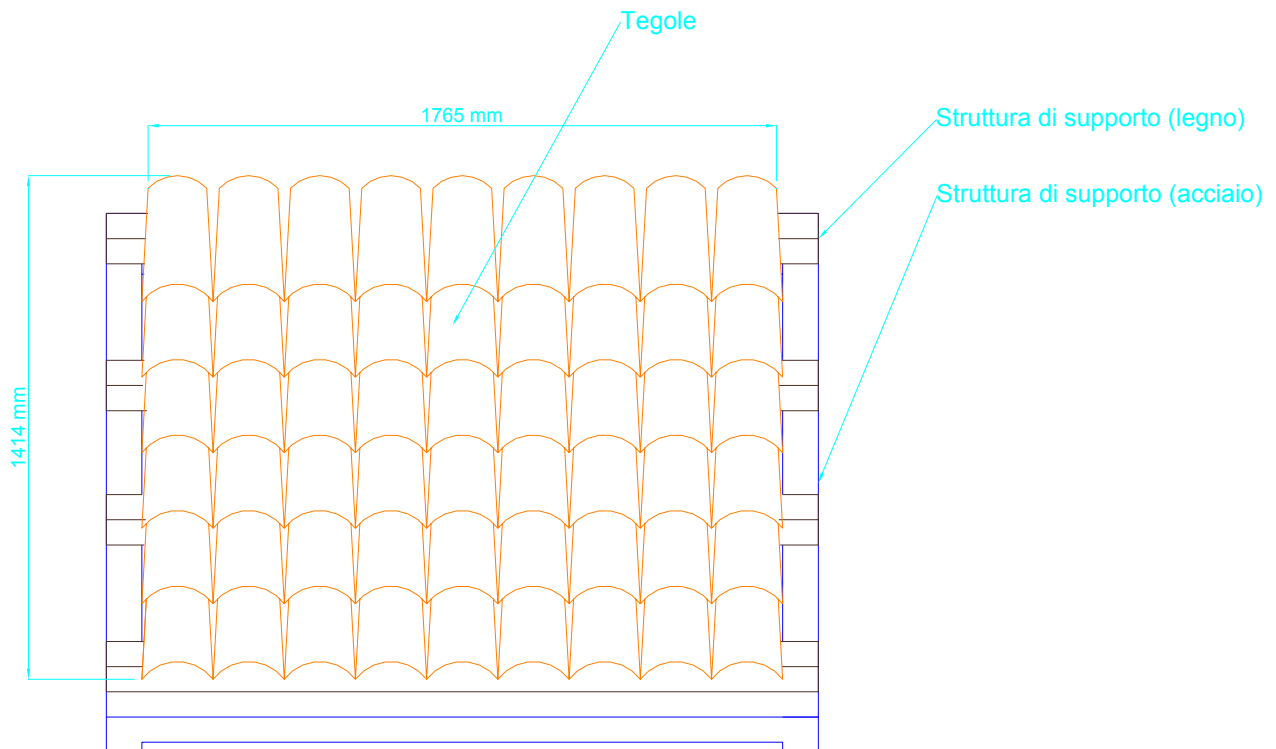


Figura 1: vista frontale della struttura di supporto con la disposizione delle tegole

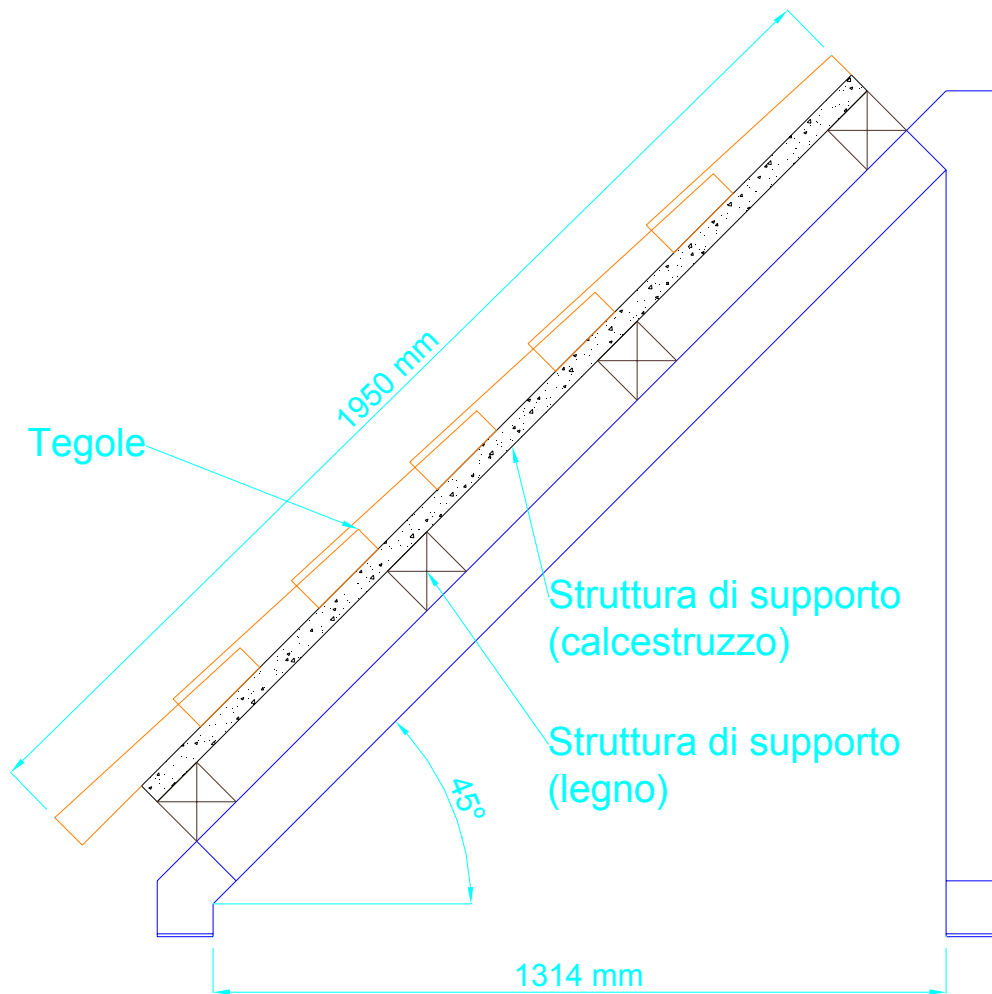


Figura 2: Profilo della struttura di supporto con la disposizione delle tegole

La struttura di supporto è formata da tubi d'acciaio sopra cui sono state collocate delle travicelle di legno che misurano lateralmente 10 cm. Sopra queste travicelle sono state collocate delle piastre di calcestruzzo prefabbricato allo scopo di simulare il calcestruzzo sul tetto.

La struttura di supporto dove vengono collocate le tegole forma un angolo di 45° con il piano orizzontale.

Le tegole sono state fatte aderire al supporto di calcestruzzo da tecnici di CIDEMCO usando il poliuretano per fissaggio di tegole di riferimento «Tilebond» fornito dal cliente.

TEST RICHIESTO

Il test richiesto è stato “Determinazione della resistenza al sollevamento delle tegole di argilla o di calcestruzzo per tetti. Metodo di collaudo del sistema di copertura” conformemente alla Norma EN 14437:2004

Nota 1: l'allegato H della norma EN 14437:2004 specifica una configurazione di tetto con tegola curva per cui questa procedura non è applicabile. Ciononostante e d'accordo con il cliente, si è stabilito che il test realizzato è la procedura esistente che può dare maggiori informazioni sul comportamento di un sistema con queste caratteristiche.

TEST REALIZZATO

Condizionamento del campione

Prima del test, il campione rimane esposto per 24 ore a una temperatura di $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ e a una umidità relativa di $(60\pm 20)\%$, secondo quanto stabilito dalla norma EN 14437:2004

PROCEDURA DI COLLAUDO

Prima del test si determina il peso singolo W_i di almeno 10 tegole (i valori si trovano nell'allegato I).

Viene praticato un foro (di diametro inferiore a 10 mm) in ciascuna delle tegole per collocare il cavo che effettuerà la trazione, come mostrano le Figure 3 e 4

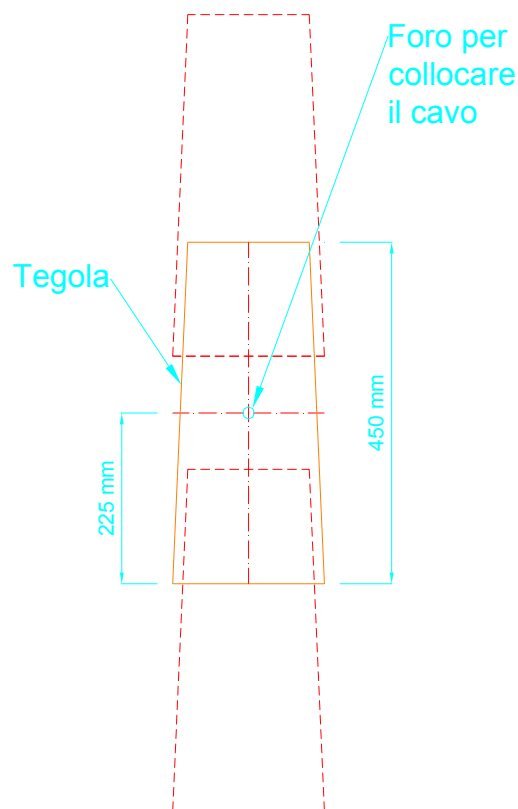


Figura 3: Ubicazione dei fori per collocare i cavi nelle tegole

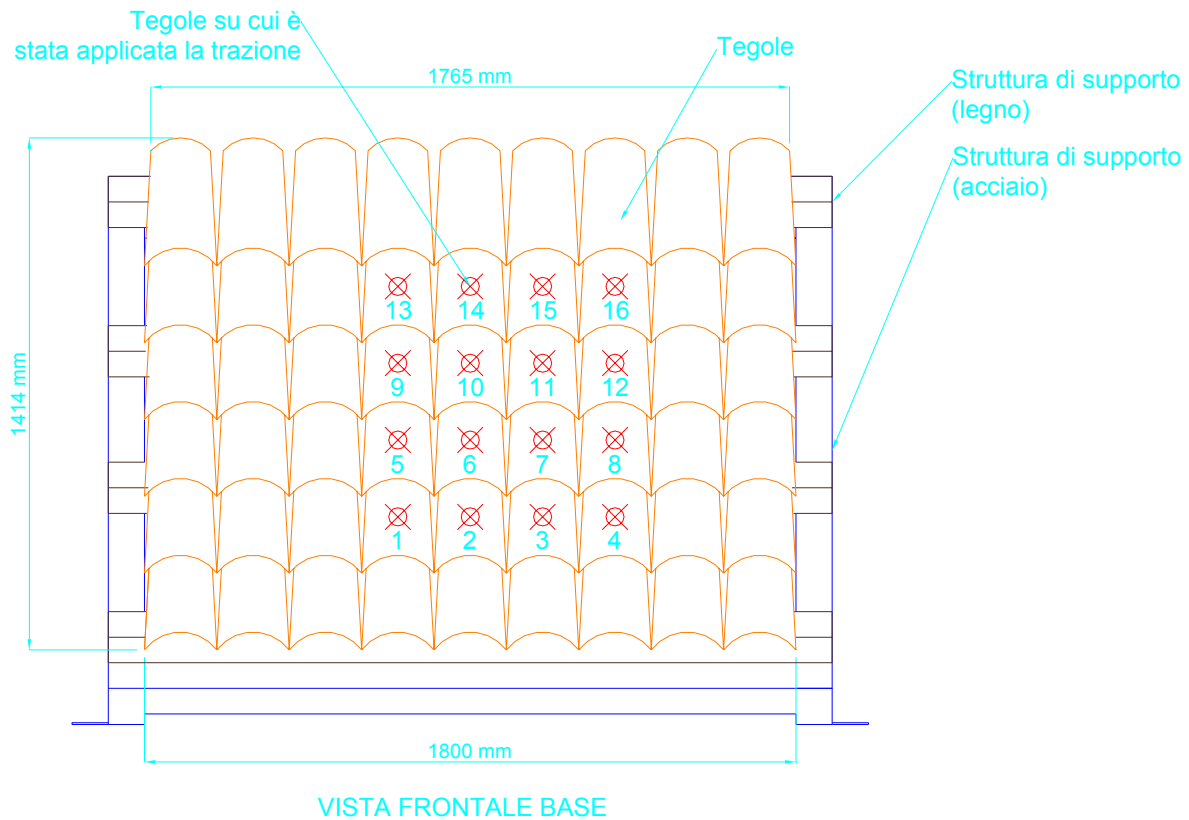


Figura 4: Ubicazione delle perforazioni per la giunzione dei cavi di trazione alle tegole e localizzazione delle tegole

Test di prova

Viene effettuato un test di prova su 16 tegole collocate sul tetto come mostrano le figure 1 e 2. Il modo in cui sono collocate deve essere rappresentativo della collocazione effettiva.

Il tetto testato deve misurare almeno 1,5x1,5 m.

La forza viene applicata perpendicolarmente al tetto tramite un sistema di cavi, come mostra la figura 5.

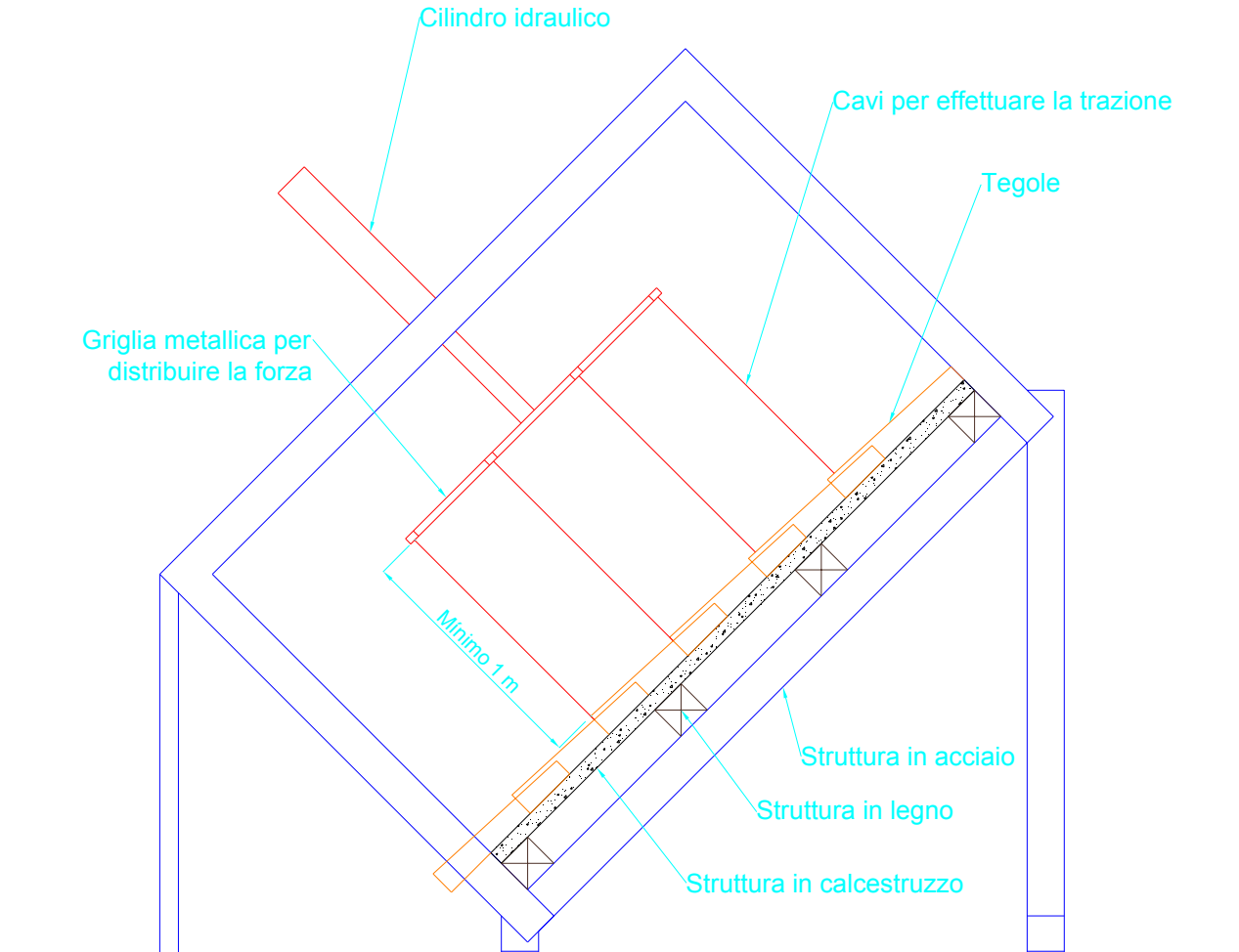


Figura 5: Profilo del sistema completo

La forza applicata non deve essere aumentata a una velocità superiore a 50 N/s fino a quando non si verifica una delle seguenti condizioni:

- Rottura della giunzione meccanica tra la tegola e i listoni (se presenti)
- Rottura o distacco della giunzione meccanica alla base del tetto
- Rottura degli elementi del tetto
- Lo spostamento massimo di una qualsiasi delle tegole supera il valore d_{max} (mm) dato da:

$$d_{max} = 75 l_h / 400$$

dove d_{max} è lo spostamento massimo consentito, in mm
dove l_h è la lunghezza della tegola, in mm

- Lo spostamento delle altre tegole dovuto a deformazioni dei fissaggi dopo aver azzerato la forza supera 5 mm.
- Le tegole non devono sganciarsi dai listoni.

Si misura la forza massima raggiunta (F_t) dall'insieme delle 16 tegole e si identifica la tegola che mostra il maggiore spostamento così come la zona della stessa in cui è avvenuto.

Serie di test

Si effettua una serie di tre test come minimo.

Seguendo i criteri del test di base spiegati in precedenza, in un primo momento la forza deve essere applicata per un massimo di $0,7 F_t$, e per un massimo di $1/20 F_t$ negli step successivi, mantenendosi al massimo livello per almeno 5 secondi. Una volta trascorsi i 5 secondi, la forza deve essere azzerata. La forza deve essere aumentata e ridotta a un massimo di 50 N/s.

Quando si raggiunge il valore massimo della forza, occorre misurare lo spostamento come indicato al punto precedente.

La figura 5 mostra la modalità di applicazione della forza

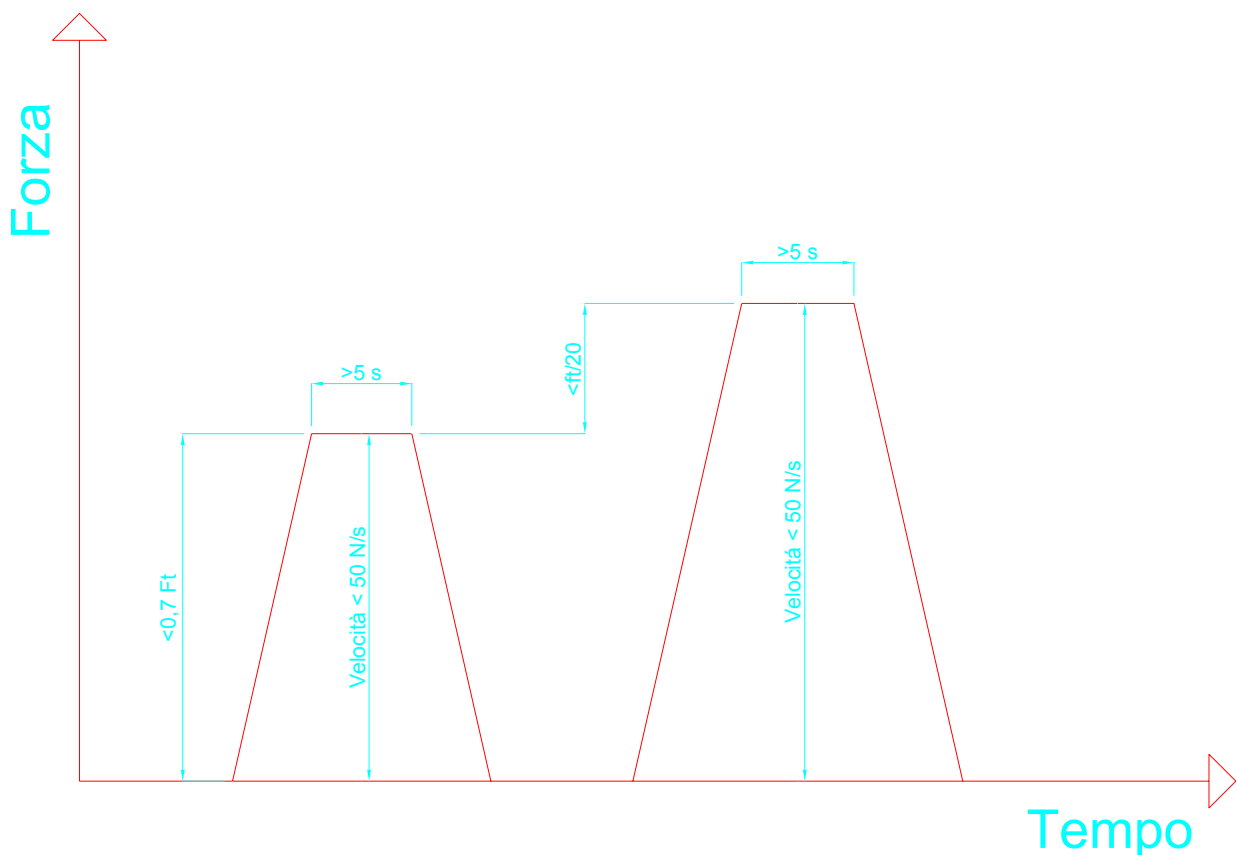


Figura 5: Grafico della modalità di applicazione della forza

Come per il test di prova, il test viene interrotto se si verifica una delle seguenti condizioni:

- Rottura della giunzione meccanica tra la tegola e i listoni (se presenti)
- Rottura o distacco della giunzione meccanica alla base del tetto
- Rottura degli elementi del tetto
- Lo spostamento massimo di una qualsiasi delle tegole supera il valore d_{max} (mm) dato da:

$$d_{max} = 75 l_n / 400$$

dove d_{max} è lo spostamento massimo consentito, in mm

dove l_h è la lunghezza della tegola, in mm

- e) Lo spostamento delle altre tegole dovuto a deformazioni dei fissaggi dopo aver azzerato la forza supera 5 mm.
- f) Le tegole non devono sganciarsi dai listoni.

Si misura la forza massima raggiunta (F_t) dall'insieme delle 16 tegole e si identifica la tegola che mostra il maggiore spostamento così come la zona della stessa in cui è avvenuto.

Valutazione ed espressione dei risultati

Il valore medio e lo scarto standard della resistenza di tutti i test deve essere calcolato mediante:

$$R_x = \frac{1}{n} \sum R_{r,i}$$

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum (R_{r,i} - R_x)^2$$

dove:

- $R_{r,i}$ è la resistenza all'avvio del test
- n è il numero di test effettuati.

Quando, dopo tre serie, il rapporto s_x/R_x supera il valore 0,10, devono essere effettuati due test aggiuntivi. Quando, dopo aver effettuato 5 test, il rapporto s_x/R_x continua a superare il valore 0,10, verranno effettuati due test aggiuntivi.

RISULTATI

TEST INIZIALE

Le condizioni ambientali sono state le seguenti:

Temperatura:	20°C	Umidità relativa:	63%	Pressione Atmosferica:	101.3 Kpa
--------------	------	-------------------	-----	------------------------	-----------

DESCRIZIONE	Forza applicata (N)
CARICO MASSIMO NEL TEST INIZIALE	4500
70% DEL CARICO MASSIMO INIZIALE	3150
INCREMENTI DI CARICO FINO A CARICO MASSIMO	225
TIPO DI ERRORE	Distacco della giunzione meccanica alla base del tetto

TEGOLA CON DEFORMAZIONE MASSIMA (VEDI FIGURA 4 PER VERIFICARE UBICAZIONE)	Deformazione (mm)
2	7,29
ZONA DI DEFORMAZIONE MASSIMA	
ZONA INFERIORE	

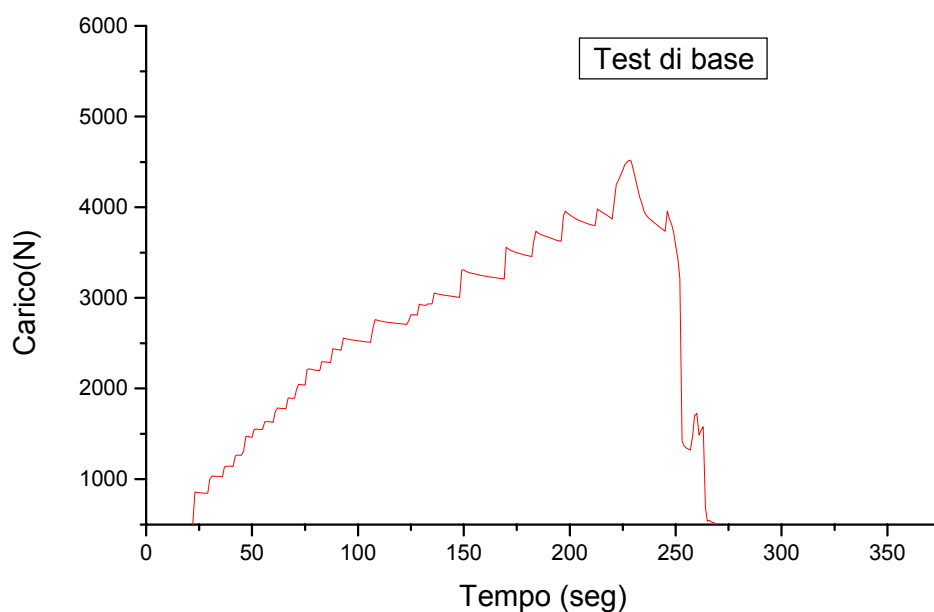


Grafico 1: Carico – Tempo nel test iniziale

TEST 1

Le condizioni ambientali sono state le seguenti:

Temperatura:	22°C	Umidità relativa:	63%	Pressione Atmosferica:	100.5 Kpa
--------------	------	-------------------	-----	------------------------	-----------

DESCRIZIONE	Forza applicata (N)
70% DEL CARICO MASSIMO INIZIALE	3150
INCREMENTI DI CARICO FINO A CARICO MASSIMO	225
CARICO MASSIMO $R_{r,1}$	5400
TIPO DI ERRORE	Distacco della giunzione meccanica alla base del tetto

TEGOLA CON DEFORMAZIONE MASSIMA (VEDI FIGURA 4 PER VERIFICARE UBICAZIONE)	Deformazione (mm)
1	6,35
ZONA DI DEFORMAZIONE MASSIMA	
ZONA INFERIORE	

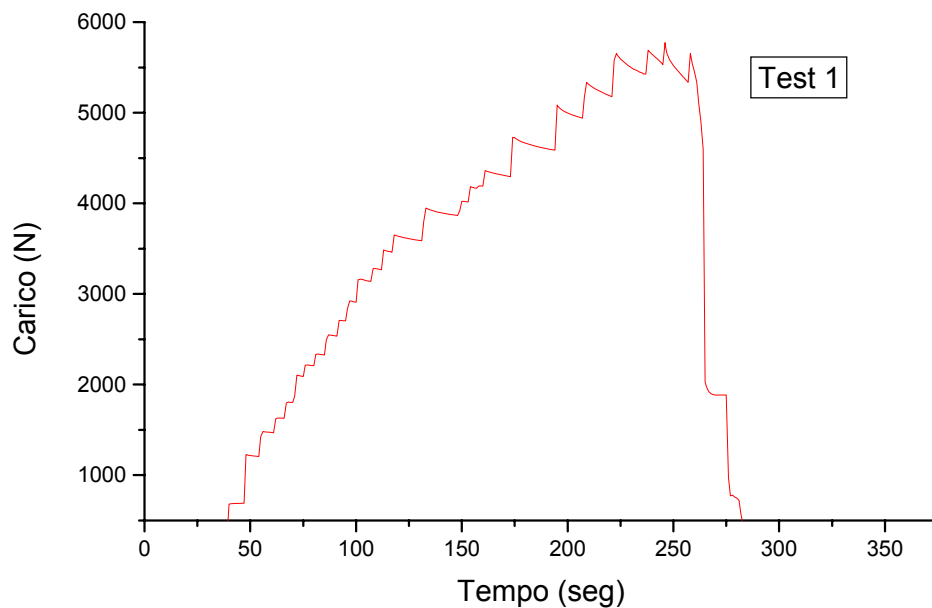


Grafico 2: Carico – Tempo nel test 1

TEST 2

Le condizioni ambientali sono state le seguenti:

Temperatura:	24°C	Umidità relativa:	62%	Pressione Atmosferica:	101.2 Kpa
--------------	------	-------------------	-----	------------------------	-----------

DESCRIZIONE	Forza applicata (N)
70% DEL CARICO MASSIMO INIZIALE	3150
INCREMENTI DI CARICO FINO A CARICO MASSIMO	225
CARICO MASSIMO $R_{r,2}$	4500
TIPO DI ERRORE	Distacco della giunzione meccanica alla base del tetto

TEGOLA CON DEFORMAZIONE MASSIMA (VEDI FIGURA 4 PER VERIFICARE UBICAZIONE)	Deformazione (mm)
2	4,42
ZONA DI DEFORMAZIONE MASSIMA	
ZONA INFERIORE	

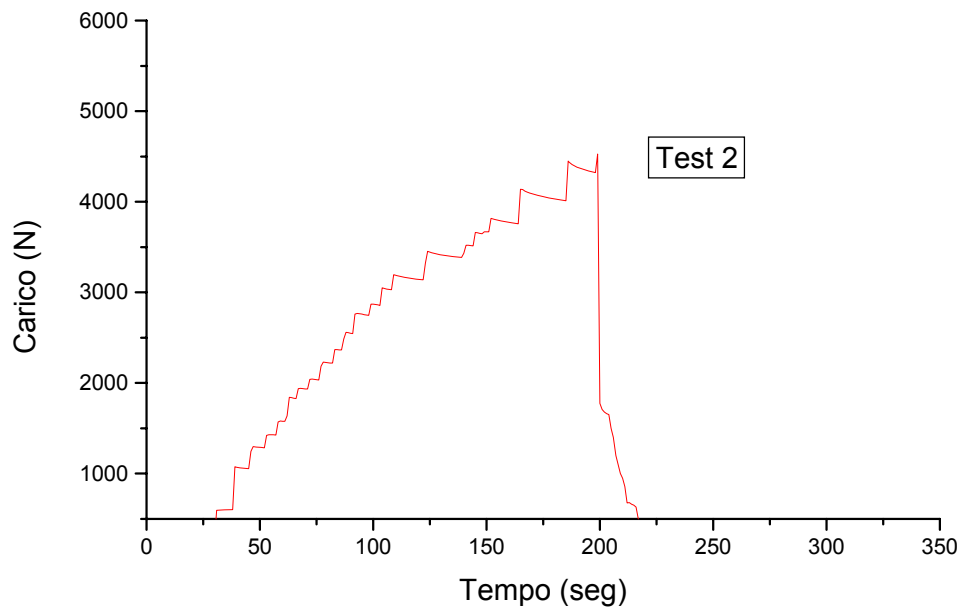


Grafico 3: Carico – Tempo nel test 2

TEST 3

Le condizioni ambientali sono state le seguenti:

Temperatura:	19°C	Umidità relativa:	61%	Pressione Atmosferica:	100.7 Kpa
--------------	------	-------------------	-----	------------------------	-----------

DESCRIZIONE	Forza applicata (N)
70% DEL CARICO MASSIMO INIZIALE	3150
INCREMENTI DI CARICO FINO A CARICO MASSIMO	225
CARICO MASSIMO $R_{r,3}$	5175
TIPO DI ERRORE	Distacco della giunzione meccanica alla base del tetto

TEGOLA CON DEFORMAZIONE MASSIMA (VEDI FIGURA 4 PER VERIFICARE UBICAZIONE)	Deformazione (mm)
2	10,18
ZONA DI DEFORMAZIONE MASSIMA	
ZONA INFERIORE	

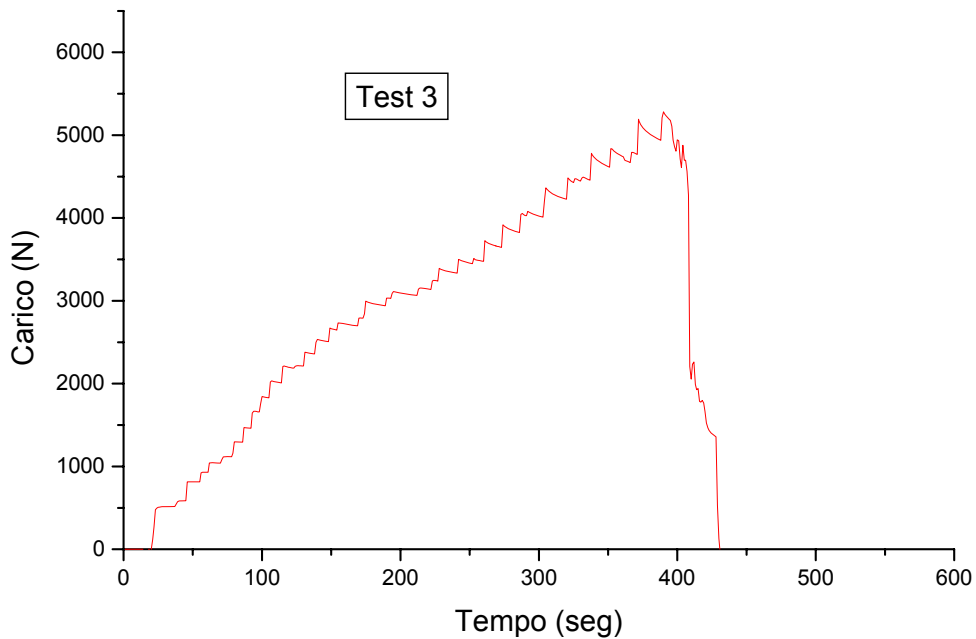


Grafico 4: Carico – Tempo nel test 3

Applicando le formule della sezione “calcolo e risultati” di questo verbale il risultato della serie di test sarebbe il seguente:

VALORE MEDIO DELLA RESISTENZA (R_x)	5025 N
SCARTO STANDARD S_x	468,37 N
S_x/R_x	0,09

ALLEGATO I TABELLA DATI (w_i)



TEGOLA NUMERO	PESO (grammi)
W ₁	2108
W ₂	2077
W ₃	2176
W ₄	2178
W ₅	2082
W ₆	2177
W ₇	2075
W ₈	2179
W ₉	2076
W ₁₀	2174

ALLEGATO II CALCOLO VALORE CARATTERISTICO (Informativo)



Il valore caratteristico della resistenza può essere determinato mediante la seguente formula:

$$R_k = R_x - k_n s_x$$

Dove R_k è il valore caratteristico della resistenza
 k_n è un fattore statistico a seconda del numero di test (n) (Tabella 1)
 R_x è il valore medio della resistenza durante i test
 s_x è lo scarto standard della resistenza

n	3	5	7
k_n	3,37	2,33	2,08

Tabella 1: Valori del fattore k_n a seconda del numero di test (n)

R_x	5025 N
s_x	468,37
k_n (per 3 test)	3,37

R_k	3446,59 N
-------	-----------

ALLEGATO III ESEMPIO DI CALCOLO (Informativo)



Esempio di calcolo dell'azione del vento in una zona specifica:

Dati di partenza:

- **Ubicazione dell'edificio:** Pamplona
- **Tipo di edificio:** Edifici fino a 3 altezze (altezza massima 9 m)
- **Tipo di tetto:** a due e quattro falde (pendenza di 15° o superiore)
- **Ambiente:** Zona urbana in generale, industriale o forestale

Calcolo:

L'azione del vento si calcola in base alla seguente formula:

$$q_e = q_b C_e C_p$$

dove:

- q_e , è l'azione del vento, come forza perpendicolare alla superficie di ogni punto esposto o pressione statica
 - q_b , è la pressione dinamica del vento.
 - C_e , è il coefficiente di esposizione, variabile a seconda del punto considerato, in funzione del grado di asprezza dell'ambiente in cui si trova l'edificio.
 - C_p , è il coefficiente eolico o di pressione, a seconda della forma e dell'orientamento della superficie rispetto al vento.
- In generale si può ottenere che la pressione dinamica del vento per la zona di Pamplona, che rientra nella zona C della figura D1 "Valore di base della velocità del vento, v_b ", e prendendo come riferimento il punto 4 della sezione D1 "Pressione dinamica" dell'Allegato D "Azione del vento" del Documento di Base SE-AE Azioni dell'edificazione, sarebbe **$q_e=0,52 \text{ KN/m}^2$** .
 - Il coefficiente di esposizione C_e viene calcolato in base al punto D2 "coefficiente di esposizione" del Documento di Base SE-AE Azioni dell'edificazione. Viene determinato in base all'espressione:

$$C_e = F (F+7k)$$

dove $F = k \ln (\max (z,Z)/L)$

Ottenendo i dati k, L, Z della tabella D2 dello stesso documento.

Applicando questi parametri si può ottenere che **$C_e=1,71$**

- Il coefficiente eolico o di pressione C_p si ottiene prendendo il valore più sfavorevole per i tipi di tetto specificati in precedenza (a due e quattro falde e con pendenze superiori a 15°).

Se si prendono le tabelle D4 "Tetti a due falde" e D5 "Tetti a quattro falde" dell'Allegato D "Azione del vento" del Documento di Base SE-AE Azioni dell'edificazione, si può verificare che per questo tipo di tetti, con pendenze superiori a 15°, il valore più sfavorevole per tutto il tetto considerato è **$C_p=-2$** .

Il risultato sarebbe il seguente:

$$q_e = 0,52 \cdot 1,71 \cdot (-2)$$

Trasformando il risultato in N/m²

$$q_e = -1778,4 \text{ N/m}^2$$

Nota: questo calcolo è effettuato il modo generico e a titolo informativo. Non deve costituire altro che un esempio. I casi particolari dovranno essere calcolati e verificati dal proprio progettista.

ALLEGATO IV FOTOGRAFIE





Fotografia 1: Veduta generale del banco di prova con il tetto e i cavi di trazione collocati



Fotografia 2: Veduta generale del banco di prova con il tetto e i cavi di trazione collocati



Fotografia 3: Veduta generale del banco di prova con il tetto e i cavi di trazione collocati



Fotografia 4: Veduta generale del banco di prova con il tetto e i cavi di trazione collocati durante il test



Fotografia 5: Dettaglio di fissaggio dei cavi alle tegole una volta provocato il distacco delle tegole



Fotografia 6: Dettaglio di fissaggio dei cavi alle tegole una volta provocato il distacco delle tegole



Fotografia 7: Dettaglio zona superiore del montaggio in cui si può vedere uno dei punti di applicazione del poliuretano



Fotografia 8: Dettaglio zona superiore del montaggio in cui si può vedere uno dei punti di applicazione del poliuretano

ALLEGATO V SCHEDA TECNICA DEI PRODOTTI





Foglio Dati Tecnici

Adesivo TILE BOND™

Pistola applicatrice (750 ml)

Descrizione L'Adesivo TILE BOND™ è un adesivo in poliuretano monocomponente in aerosol trattato in umidità, sviluppato specialmente per fissare tegole. In questo modo sostituisce la malta e i mezzi di fissaggio meccanico. Contiene un propellente che non danneggia l'ambiente e rispetta le più recenti normative U.E.

Aree tipiche di applicazione di Tetti. Installazione di tegole, sia quelle in ceramica, curve e miste, sia quelle in calcestruzzo, su supporti in calcestruzzo, lastre in cemento rinforzato con fibra o lastre isolanti di pannelli ONDULINE e lastre di gesso laminato.

Proprietà tipiche del prodotto L'Adesivo TILE BOND™ aderisce alla maggior parte di tegole e materiali per tetti più comuni, il che comprende qualsiasi combinazione di:

- √ tegole ceramiche e in calcestruzzo
- √ polistirolo estruso, XPS, ed espanso, EPS
- √ poliuretano, PUR, e poliisocianurato, PIR
- √ calcestruzzo, mattoni, pietra, legno
- √ metallo
- √ membrane bituminose

ad eccezione di polietilene a superficie liscia, silicone, grasso e olio o substrati simili.

L'Adesivo TILE BOND™ può essere usato a temperatura ambiente tra +5°C e +35°C. Le temperature ottimali di applicazione variano tra +18°C e +25°C. Il tempo di trattamento totale della schiuma è di 12 ore.

E' termicamente stabile tra -30°C e +80°C. E' duraturo e permanente, salvo se esposto ai raggi ultravioletti.

Condizioni di applicazione raccomandate di Prima di applicare l'adesivo, le superfici devono essere salde, pulite e prive di polvere, grasso o particelle libere. Per accelerare il processo di trattamento, le superfici devono essere leggermente inumidite con acqua prima di applicare l'adesivo.

Tenere presente quanto segue: l'umidità è necessaria per trattare l'adesivo velocemente e in modo uniforme. Una scorretta umidificazione può causare un trattamento insufficiente o una successiva e indesiderata espansione eccessiva della schiuma.

Raccomandiamo di coprire le superfici di lavoro con carta o pellicole plastiche per proteggerle dagli scoli. E' consigliabile tenere a portata di mano il detergente GREAT STUFF PRO GUN CLEANER. Usare sempre guanti e protezioni per gli occhi prima di iniziare ad applicare l'Adesivo TILE BOND™.

La temperatura di lavoro ideale per l'ambiente e il contenuto della confezione è +20°C.



- Applicazione
raccomandata passo a
passo
1. Agitare con forza la confezione per 30 secondi.
 2. Avvitare completamente la pistola applicatrice nella valvola.
 3. Durante l'applicazione, la confezione deve essere sostenuta in posizione rovesciata con la valvola verso il basso. Affinché esca la schiuma, premere attentamente il grilletto della pistola applicatrice. Questo grilletto può essere regolato facendo girare la peretta rotonda situata nella parte posteriore della pistola applicatrice.
 4. Applicare l'Adesivo TILE BOND™ a strisce sul substrato, e a punti o manciate tra le tegole.
 5. Per le tegole miste, sia di ceramica sia di calcestruzzo, applicarlo sul listello: applicare una striscia spessa di TILE-BOND™ sul listello prima di collocare le tegole; a seconda del tipo di montaggio, dell'esposizione al vento ecc., è consigliabile unire le tegole tra loro usando più Adesivo TILE-BOND™. Così facendo, è preferibile applicare l'adesivo sulla parte superiore curva della tegola per impedire che l'acqua si trattenga.
 6. Per le tegole curve su supporto in calcestruzzo, lastre di cemento rinforzato con fibra o pannelli ONDULINE: applicare l'Adesivo TILE-BOND™ a punti o manciate sul substrato del tetto per fissare le tegole canale. Applicare un po' più di Adesivo TILE BOND™ sulla parte superiore tra le tegole canale per fissare i coppi.

Gli spargimenti recenti di schiuma devono essere tempestivamente eliminati quando la schiuma non si è ancora asciugata al tatto (tempo aperto), usando il detergente **GREAT STUFF PRO GUN CLEANER**. Una volta asciugata la schiuma, è possibile eliminarla meccanicamente.

Durante le interruzioni di lavoro relativamente brevi, lasciare la pistola applicatrice nella confezione e avvitare completamente la vite dosatrice. Quando il contenuto di una confezione si è esaurito, avvitare immediatamente la pistola applicatrice in un'altra confezione. Durante le interruzioni di lavoro relativamente lunghe, svitare la confezione e pulire la pistola applicatrice con il detergente **GREAT STUFF PRO GUN CLEANER**.

Una volta avvitata una pistola applicatrice, questa dovrebbe essere usata nell'arco di quattro settimane.

Se la confezione di aerosol si è attaccata alla pistola applicatrice, non forzare per separarle, in quanto c'è il rischio che il prodotto si sparga incontrollatamente.

Se il prodotto non defluisce agevolmente, non estrarlo violentemente dalla confezione.

Lattine: 750 ml

Cassa: 12 confezioni per ogni cassa

Mantenere e trasportare le confezioni sempre in posizione verticale e in ambienti asciutti. Temperatura di stoccaggio: da +15°C a + 25°C

Le confezioni non dovrebbero essere conservate in luoghi caldi come, per esempio, all'interno di veicoli esposti direttamente alla luce solare.
Stoccaggio: 12 mesi





Proprietà fisiche tipiche ⁽¹⁾

	Unità	Pistola (750 ml)	Metodo di collaudo
Tempo aperto fino ad asciugatura al tatto	Minuti	9	Metodo interno di DOW
Rendimento per volume	L	45	Metodo interno di DOW

1. Conformemente ai suddetti metodi di collaudo, tutti i dati corrispondono alla schiuma fresca a 23°C e 50% di umidità relativa.

Il rendimento è minore per la schiuma invecchiata. Le applicazioni speciali devono essere singolarmente testate. Per ottenere migliori risultati, inumidire previamente la superficie prima di applicare l'adesivo.

Considerazioni di sicurezza

di I fogli dati di sicurezza (foglio prodotto) si possono richiedere a The Dow Chemical Company e permettono di aiutare i clienti a soddisfare ancora meglio le loro esigenze di sicurezza, manovra e smaltimento, così come quelle che le regolamentazioni locali in materia di sicurezza e igiene possono stipulare. I fogli dati di sicurezza (fogli prodotto) vengono periodicamente aggiornati. Di conseguenza, prima di lavorare con un prodotto, richiedere e analizzare il relativo foglio dati più aggiornato, che si può richiedere all'ufficio vendite di Dow più vicino.

Raccomandazioni ai clienti

ai Dow raccomanda ai propri clienti di analizzare l'applicazione dei prodotti Dow dal punto di vista della salute delle persone e della qualità ambientale. Al fine di assicurare che i prodotti di Dow non vengano usati per scopi diversi da quelli per cui sono stati previsti e testati, il personale di Dow aiuterà i clienti a trattare le questioni ecologiche e di sicurezza del prodotto. Il rappresentante di vendita di Dow potrà organizzare i contatti adeguati.

Contatti:

Per maggiori informazioni su TILE BOND e su tutti i prodotti per l'edilizia di Dow, è possibile visitare la nostra pagina web: <http://www.dow.com/pusystems/index.htm>

AVVISO: Informazioni e dati qui contenuti non costituiscono specifiche di vendita. Le proprietà registrate possono cambiare senza preavviso. Questo documento non implica accettazione di responsabilità o garanzia rispetto alle prestazioni del prodotto. E' responsabilità del cliente determinare se i prodotti sono adatti all'uso a cui li destina e garantire che sia gli impianti sia i metodi per il loro smaltimento siano conformi alla legislazioni in vigore. Questo documento non conferisce né garantisce di potersi avvalere di brevetti o di qualsiasi altro diritto di proprietà industriale o intellettuale.

