

# Istituto statale delle prove sui materiali di Darmstadt

Direzione: Prof. Ing. C. Berger  
Grafenstraße 2, 64283 Darmstadt

## Sezione materiali da costruzione Rapporto di collaudo/prova B 07 0663



2° copia

Committente : SUNOVA AG  
Bretonischer Ring 11  
85630 Grasbrunn

Commessa del : 16.04.2007 N. dell'ordine o contrassegno:

Commessa per : Prove di trazione su sistemi di fissaggio su impermeabilizzazioni del tetto in polivinilcloruro (PVC) nello specifico poliolefine flessibili (FPO)

Materiale oggetto di prova : Campioni di prova con sistemi di fissaggio sulle scanalature dell'impermeabilizzazione del tetto del tetto ai sensi del capitolo 3

Prelievo di materiale di prova : -

Data della prova : Le prove sono state eseguite nel periodo compreso tra il 15 maggio 2007 e il 14 febbraio 2008

---

Darmstadt,	19 03 2008	Pagine	: 9
Contrassegno:	B/Ho	Tabelle	: 1
		Figure	: 7
		Allegati	: -

La Direzione



(Ing. Dr. B. Kaiser)

Il Responsabile

(Ing. Dr. P. Hof)

**I risultati della prova resi noti con il presente rapporto di prova nonché gli esempi si riferiscono esclusivamente al materiale di prova indicato. L'inoltro, la produzione di più copie, la traduzione o l'utilizzo del presente rapporto prova a scopo pubblicitario, a prescindere se integralmente, in forma ridotta o per estratti, necessita dell'autorizzazione scritta rilasciata dall'Istituto statale delle prove sui materiali di Darmstadt.**

B 070663\_Progetto.doc\*

## 1. Commessa e motivo della stessa

La società Sunova AG, 85630 Grasbrunn ha incaricato a suo tempo l'Istituto statale delle prove sui materiali di Darmstadt di eseguire delle prove di trazione su sistemi di fissaggio per impermeabilizzazioni del tetto fatti di polivinilcloruro (PVC) nello specifico poliolefine flessibili (FPO). Con i citati sistemi di fissaggio viene realizzata la sottostruttura per collegare per via statica gli elementi fotovoltaici sugli esistenti tetti piani. I sistemi di fissaggio vengono per l'appunto fissati alla esistente manto di copertura (tetto) senza ricorrere a strumenti di fissaggio meccanici. Le lamine metalliche utilizzate per il fissaggio vengono saldate ricorrendo alla giusta temperatura e soprattutto alle scanalature presenti sul tetto. Nell'ambito dello sviluppo del sistema di fissaggio vengono utilizzate ed esaminate diverse condizioni limite.

## 2. Panoramica delle rilevazioni eseguite

Vengono eseguite in totale 119 prove di trazione suddivise in 14 serie; di norma di volta in volta 10 campioni per serie sono oggetto di verifica. Nell'ambito delle rilevazioni portate a termine vengono indagati e modificati diversi parametri e condizioni limite, descritte nel testo che segue. I risultati ottenuti in tal modo vanno a potenziare lo sviluppo continuo del sistema di fissaggio. La geometria dei campioni come anche le prove eseguite con i rispettivi risultati conseguiti vengono descritti in questa relazione per il sistema ottimizzato e attualmente impiegato.

Per quanto riguarda le prime serie di prove eseguite viene esaminato il diverso impatto della temperatura sulle prove di trazione. In conformità con la linea guida per le autorizzazioni tecniche europee, ETAG 002, per entrambi i due diversi materiali ovvero PVC e FPO, vengono eseguite delle prove con temperatura -20 °C, 23 °C e 80 °C. I campioni presentano un manto protettivo sul quale viene saldato il sistema di fissaggio. La sottostruttura che si caratterizza per il manto protettivo viene posizionata nell'apposita macchina per i test, mentre con il sistema di fissaggio si provvede alla trazione a velocità costante. Quanto alla diversità dei materiali per tutti e tre i gradi di temperatura vengono eseguite 5 prove. Dai risultati ottenuti si può evincere che le prove effettuate in presenza di una temperatura pari a 80 °C si ottengono i più bassi risultati in termini di resistenza. Per questo motivo tutte le successive prove verranno eseguite con temperatura pari a 80 °C.

I campioni in PVC con prove eseguite a temperatura pari a meno di 80 °C presentano una diminuzione del carico di circa il 50% in rapporto ai risultati dei test con temperatura inferiore a 23 °C. Il carico con temperatura sotto i -20 °C aumenta facendo un confronto con il valore registrato con temperatura a meno di 23 °C, fino al 160%. \*

I campioni in FPO durante le prove sotto gli 80 °C mostrano una diminuzione del carico fino a circa il 30% facendo riferimento ai risultati ottenuti al di sotto di 23 °C. Il carico sotto i -20 °C aumenta fino al 180% in confronto al valore registrato sotto i 23 °C.

La percentuale di diminuzione o di aumento del peso dipende sia dal tipo di plastica usata nonché dalla struttura e dalla struttura della lamina metallica. Se varia il produttore di lamine metalliche e quindi la struttura della lamina citata si può in tal caso ottimizzare il risultato.

La formazione dei punti di fissaggio, quali forma e dimensione, risulta rilevante in termini di riduzione del carico durante l'applicazione del carico e in termini di possibilità di produzione; in ogni caso durante la prova viene modificata e ottimizzata. Le prove descritte nei seguenti capitoli da 3 a 5, costituiscono il risultato delle succitate prove. La serie V13 mostra i risultati ottenuti con un sistema di fissaggio di materiale flessibile poliolefine del produttore 5. La serie V14 mostra i risultati ottenuti con un sistema di fissaggio in polivinilcloruro del produttore 3.

Le esatte definizioni di questi prodotti sono depositate presso il committente.

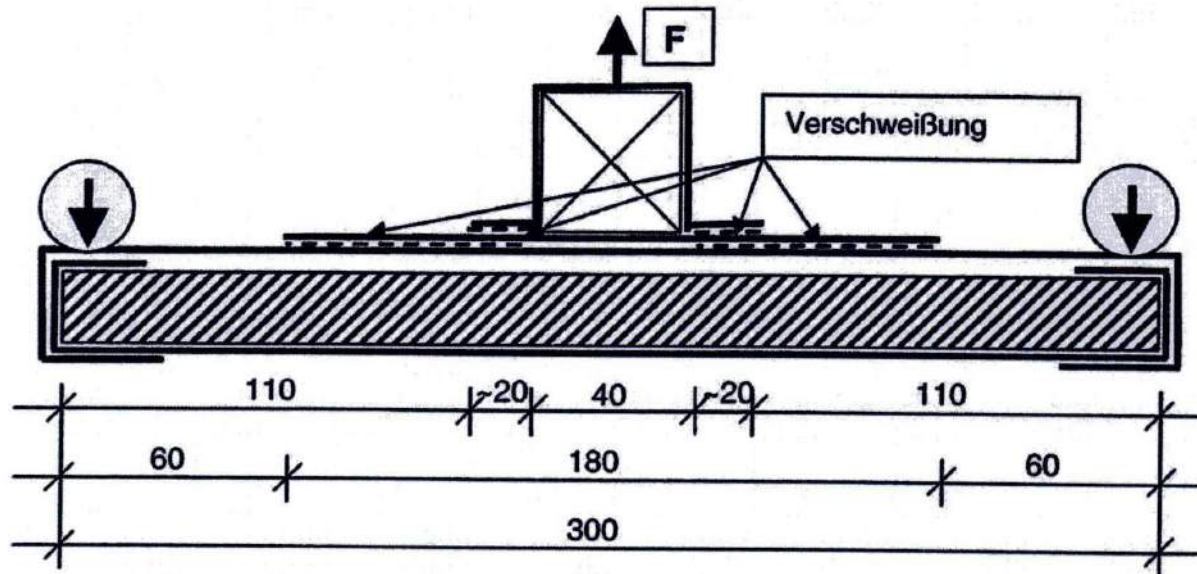
### 3. Strutturazione della prova e descrizione dei campioni

Come già menzionato in precedenza in questa relazione verranno descritte nel dettaglio unicamente le prove eseguite con i sistemi di fissaggio utilizzati attualmente.

Su di una piastra di legno dapprima viene collocata dapprima una striscia della lamina di metallo da esaminare e che deve rappresentare la lamina del tetto. La citata lamina di metallo viene fatta scorrere tutt'attorno alle estremità della piastra nonché fissata ad una lamina applicata al lato sottostante o di fondo. La lamina in questione ovvero quella sul lato sottostante diviene così una sorta di lamina di metallo rinforzata con della lamiera. La larghezza del campione e quindi anche della membrana di lamina risulta pari a 200+/-2mm.

Sul campione così preparato per la serie di prove V13 su di questa membrana di lamina, viene applicata su di una lunghezza di 180+/-3mm al centro una uguale membrana dello stesso materiale e della stessa larghezza nonché saldata su tutta la superficie, ai lati del profilo X, superficie pari sempre per lunghezza a 70 x 200 mm<sup>2</sup>. Al di sopra ancora una volta viene applicata tramite saldatura un'ulteriore striscia di lamina tutt'attorno ad un cosiddetto profilo X. Tale striscia della stessa larghezza del campione viene saldata di volta in volta su ambo i lati del profilo su di una lunghezza tra i 15mm e i 20mm. Nella Figura 1 viene rappresentata una sezione del campione.



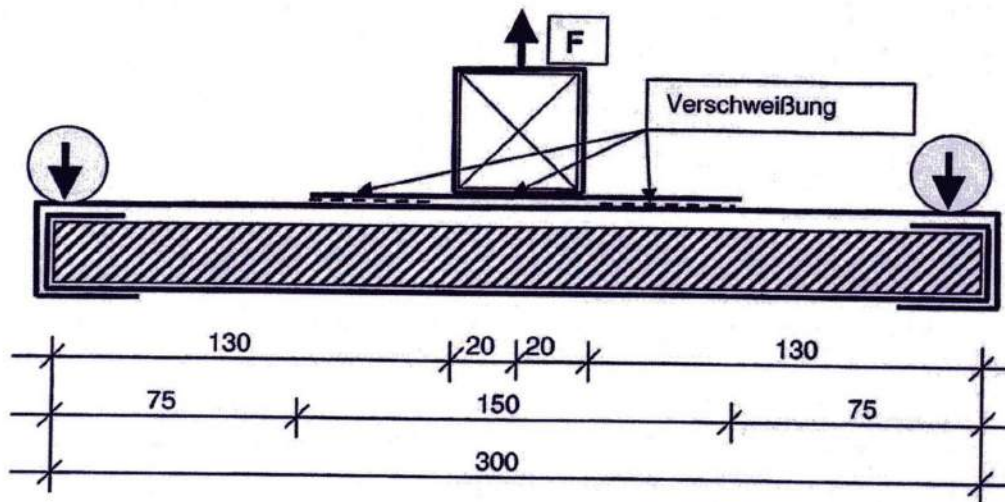


**Figura 1: Campione della serie V13, sezione, misurazioni in mm**

Verschweißung = saldatura

Quanto alla serie di prove V14 sul campione provvisto di lamina di metallo, viene collocata su di una lunghezza pari a  $150 \pm 3$  mm una seconda striscia al centro e fatta dello stesso materiale per una larghezza di 160 mm; quindi in due zone laterali del profilo X viene saldata su di un'intera superficie di  $50 \times 160$  mm<sup>2</sup>. Al di sopra ancora una volta tutt'attorno un cosiddetto profilo X viene collocata un'ulteriore striscia della lamina. La medesima lamina viene applicata tramite saldatura per una larghezza di 160 mm di volta in volta su entrambi i lati del profilo su di una lunghezza pari a 20 mm. La saldatura ha luogo per via meccanica e trattasi di saldatura ad alta frequenza. La saldatura in oggetto è collocata sotto il Profilo X. Nella Figura 2 viene rappresentata una sezione del campione.





**Figura 2: Campione della serie V14, sezione, misurazioni in mm**  
 Verschweißung = saldatura

Le prove della Serie V13 e V14 vengono eseguite nel periodo tra il 17 gennaio 2008 e il 14 febbraio 2008 ricorrendo all'ausilio della macchina universale per tali test con il numero di dispositivo per le prove K - 990 all'interno dell'Istituto statale delle prove sui materiali di Darmstadt. La temperatura nel locale per le prove risulta pari per entrambe le serie a 80 °C. La velocità di prova della prova di trazione è pari a 50mm/min. I campioni vengono collocati tramite due cilindri a rullo d'acciaio (rappresentati in Fig. 1 e 2 in grigio) nella macchina per le prove ad una distanza l'uno dall'altro pari a 270mm. Si provvede ad un potenziamento di un fissaggio con viti all'interno del profilo X ricorrendo ad una costante velocità di carico. Nella Figura 3 si può vedere l'esecuzione della prova.



**Figura 3: Esecuzione della prova, serie V14, PVC, Produttore 3**



#### 4. Risultati della prova

Nella Tabella 1 vengono riportati i risultati della prova di trazione. Le Figure 4 e 5 mostrano il diagramma di formatura della forza delle Serie V13 e V14.

**Tabella 1: Forza di trazione e formatura da trazione**

Campione per Serie	Forza di trazione, Serie V13, FPO, Produttore 5 in kN	Formatura/deformazione da trazione, Serie V13, FPO, Produttore 5 in mm	Forza di trazione, Serie V14, PVC, Produttore 3 in kN	Formatura/deformazione da trazione, Serie V14, PVC, Produttore 3 in mm
1	2,17	121	2,11	90
2	2,19	124	2,31	94
3	2,08	124	2,10	79
4	1,96	123	2,22	86
5	2,11	122	2,03	78
6	1,29*	82	2,29	86
7	1,92	126	2,38	85
8	1,90	122	2,13	80
9	2,08	122	1,88	83
10	1,80	121	1,86	83
Valore medio	2,02*	123*	2,13	84

\*I valori del campione 6 vengono meno durante la valutazione, test dei record secondo Grubbs

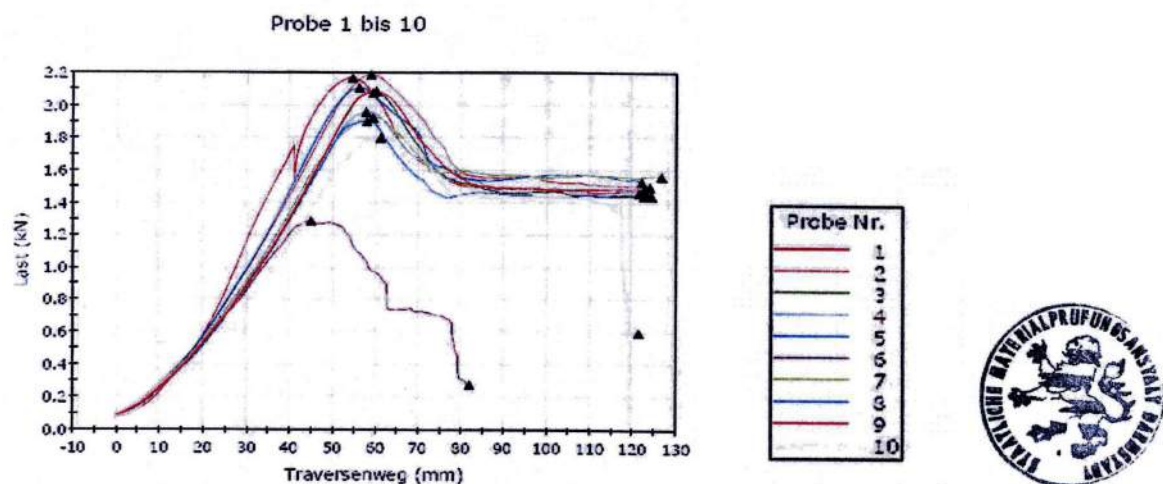
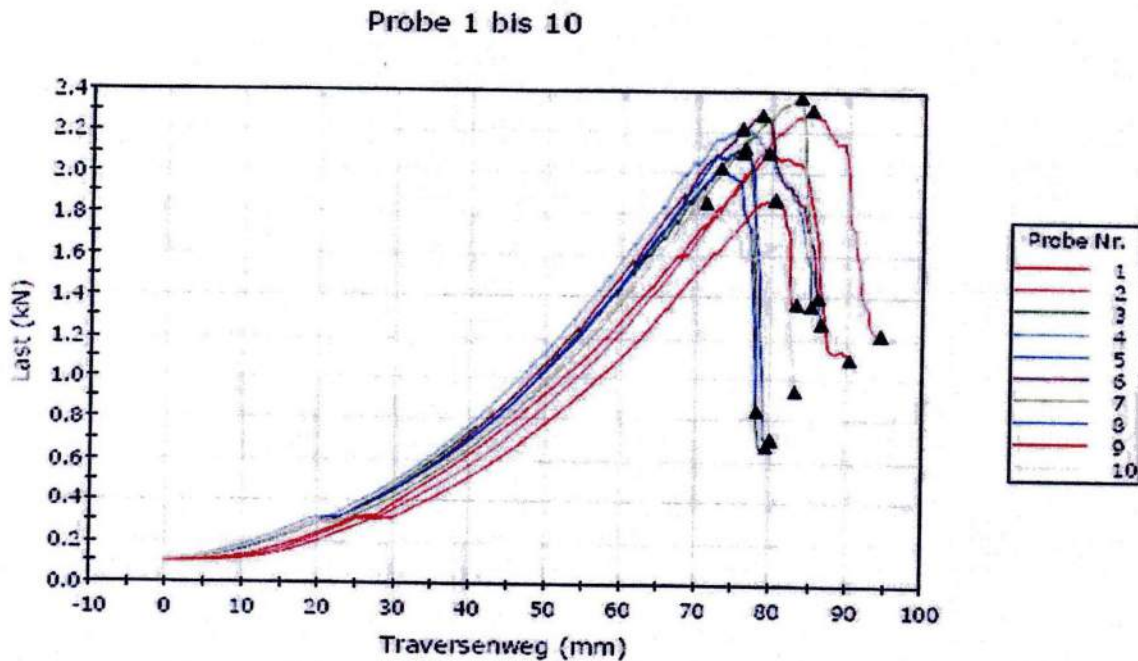


Figura 4: Diagramma di formatura della forza, Serie V13, FPO, Produttore 5



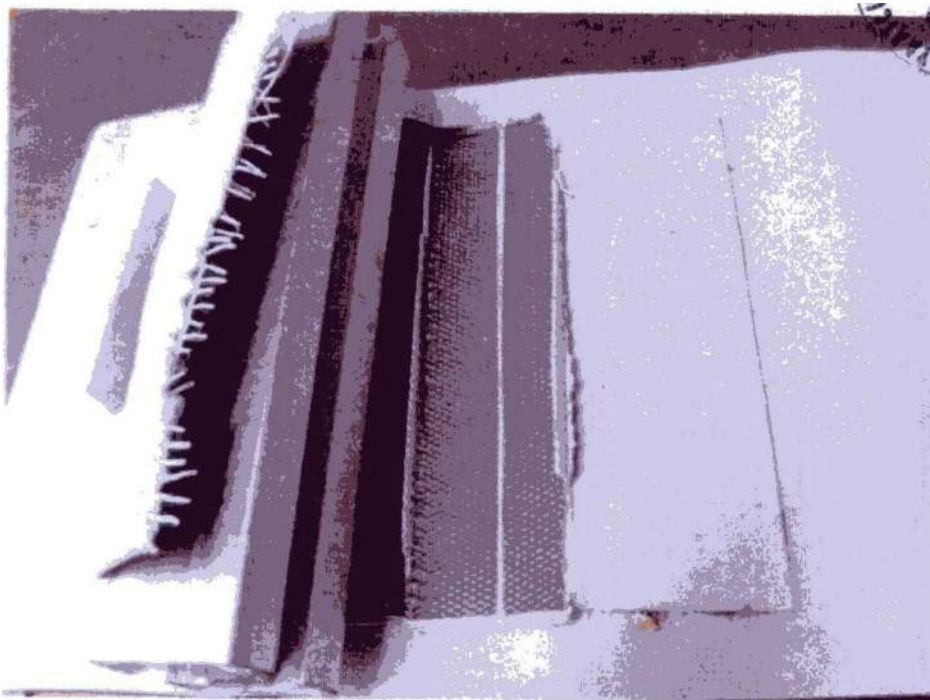
**Figura 5: Diagramma di formatura della forza, Serie V14, PVC, Produttore 3**

La valutazione dei risultati indica per entrambe le Serie un valore intermedio nel settore 2 kN di ciascun campione. Il risultato della misurazione della formatura nella sua dimensione assoluta dipende dalla situazione di partenza di ciascuna prova. Tale situazione di partenza può differire per eccesso o per difetto di circa 5mm da prova a prova. Le Figure 6 e 7 mostrano ciascuna un campione verificato/testato appartenente alle Serie V13 e V14.





**Figura 6: risultato della prova, Serie 13, FPO, Produttore 5**



**Figura 7: esecuzione della prova, Serie V14, PVC, Produttore 3**



## 5. Riassunto

La società Sunova AG, 85630 Grasbrunn, ha incaricato l'Istituto statale delle prove sui materiali di Darmstadt di eseguire delle prove di trazione sui sistemi di fissaggio per impermeabilizzazioni per il tetto in polivinilcloruro (PVC) nello specifico poliolefine flessibili (FPO). Grazie ai sistemi di fissaggio si può realizzare la sottostruttura per il collegamento statico di elementi fotovoltaici su già esistenti tetti piani. I sistemi di fissaggio vengono applicati senza ricorrere a dispositivi meccanici, sull'esistente manto di copertura del tetto. Le lamine del fissaggio vengono saldate con l'ausilio della necessaria temperatura con le scanalature presenti sul tetto. Nell'ambito dello sviluppo del sistema di fissaggio vengono modificate e esaminate diverse condizioni limite.

I sistemi di fissaggio oramai prossimi al completamento al momento attuale sono un PVC del produttore 3 ed un FPO del produttore 5. Il sistema di fissaggio fatto di PVC durante la prova di trazione sopporta al di sotto degli 80 C un carico medio pari a 2,13 kN, mentre quello in FPO nelle medesime condizioni reggono 2,02 kN.

La probabilità che si verificano degli eventi atmosferici legati ad un vento potente unitamente alla presenza di una elevata temperatura, di norma è molto bassa. Le rilevazioni e le indagini effettuate mostrano che in Germania di norma gli eventi atmosferici caratterizzati da forte vento si verificano prevalentemente con temperature moderate e viceversa temperature molto elevate sono accompagnate unicamente da una modesta velocità delle raffiche di vento.

