

# UNA STORIA DI PERFORMANCE E DURABILITA'

## Test su lamine Sika® CarboDur® di 27 anni

17/02/2025 V1.3 // SIKA ITALIA SPA ANTONINO MONTALBANO

**PUBLIC**

## SOMMARIO

1	ABSTRACT	3
2	INTRODUZIONE	3
3	PROVE DI TRAZIONE	4
4	CONCLUSIONE	5
5	RICONOSCIMENTI	6
6	PAROLE CHIAVE	6

## 1 ABSTRACT

Il presente documento presenta i risultati delle prove di trazione eseguite su delle lamine Sika® CarboDur® di 27 anni, ritrovate all'EMPA (Zürich) e confrontando i risultati con i test di trazione originali eseguiti nel Maggio 1997.

## 2 INTRODUZIONE

Sika ha iniziato a studiare l'uso di materiali compositi nelle costruzioni negli anni '80 del secolo scorso. La prima applicazione documentata di lamine pultruse in fibra di carbonio di Sika è stata effettuata su un ponte di legno in Svizzera tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90. Il ponte, situato a Sins, è stato progettato da Joseph Ritter e costruito nel 1807.



*Ponte SINS (Svizzera) - prima applicazione del sistema Sika FRP*

Prima e dopo la prima applicazione delle lastre pultruse, Sika ha condotto diverse campagne sperimentali per lo sviluppo e la caratterizzazione completa delle proprietà meccaniche degli FRP, la maggior parte delle quali sono state condotte presso l'EMPA (Laboratori Federali Svizzeri per la Scienza e la Tecnologia dei Materiali), con il professor Urs Meier, pioniere nell'uso della FRP nelle costruzioni.

Dopo ogni campagna sperimentale, vi erano sempre alcune rimanenze. Nell'ottobre 2023 è stato trovato un rotolo di lamine di Sika® CarboDur® all'EMPA, conservate in un magazzino per anni e completamente ricoperte di polvere.

Dopo la pulizia, è stato identificato come un rotolo di lamine pultruse Sika® CarboDur® con larghezza 50 mm e spessore 1 mm, prodotto nel marzo 1996. Il triangolo Sika, sebbene leggermente sbiadito, era ancora visibile.



*Sika® CarboDur® 50 mm di larghezza e 1 mm di spessore, prodotto a marzo 1996*

### 3 PROVE DI TRAZIONE

L'EMPA ha condotto ricerche documentali approfondite e ha trovato i rapporti di prova originali dei test di trazione eseguiti sulle lamine. Le lamine sono state inizialmente testate il 13 maggio 1997. Sono stati testati due diversi lotti, per un totale di 8 campioni (4 per lotto).

EMPA Aht. Kunststoffe/Composites  
 Datum : 13.05.97  
 Pruefung : Zug DIN-EN 2561  
 Material : CFK-Lamellen H  
 Pruefer : Hom  
 EMPA Nr. : 53479  
 Lfd. Nr. : 1059  
 Vorbehandlung : keine  
 Prueftemperatur :  
 PARAMETER :  
 Vorkraft F : 200 N  
 Pruefgeschwindigkeit : 2 mm/min  
 Dateiname Ergebnisse (ZWICK) : b:53479 H RLT  
 Dateiname MeBwertkurve : b:53479 H TRS  
 E-Modul in % von Fmax : 10,50 %

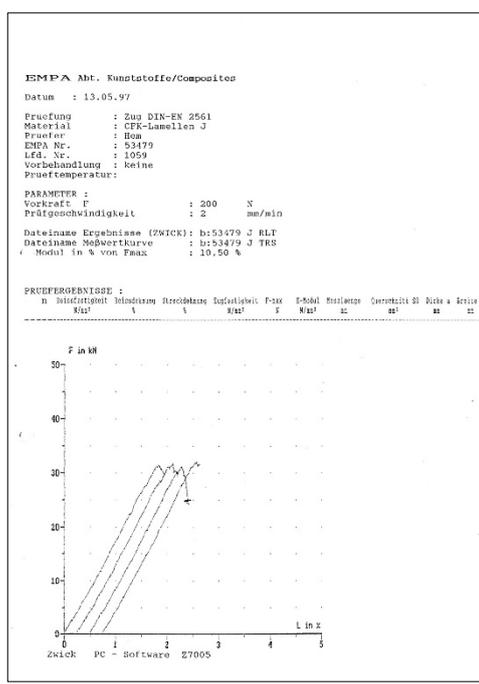
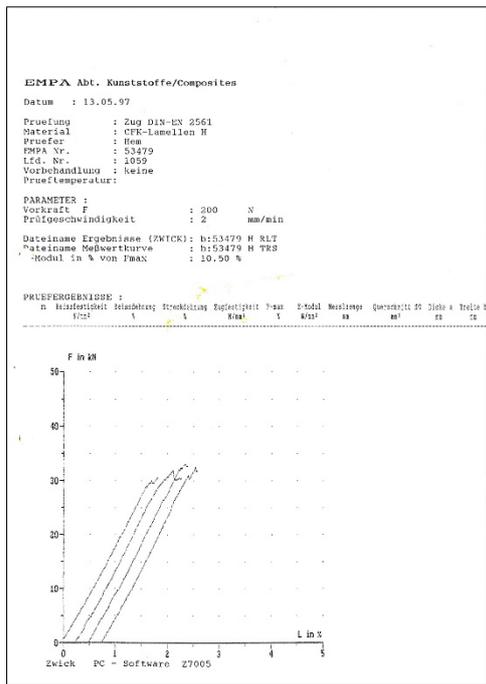
n	Bruchdehnung %																				
1	2034.6	1.8	1.8	2037.6	2033.2	2033.90	202.2	20.88	1.07	8.98											
2	2033.3	2.0	1.9	2032.3	2028.8	2029.82	201.8	21.89	1.78	18.28											
3	2050.9	1.9	1.8	2035.3	2035.2	2035.10	202.1	26.53	1.99	15.83											
4	2011.3	1.8	1.8	2009.8	2005.1	2006.45	202.5	22.97	1.23	18.22											

STATISTIK :  
 X : 2033.9  
 S : 15.3  
 min : 2011.3  
 max : 2050.9  
 V : 1.82  
 v95% : 201.1

EMPA Aht. Kunststoffe/Composites  
 Datum : 13.05.97  
 Pruefung : Zug DIN-EN 2561  
 Material : CFK-Lamellen J  
 Pruefer : Hom  
 EMPA Nr. : 53479  
 Lfd. Nr. : 1059  
 Vorbehandlung : keine  
 Prueftemperatur :  
 PARAMETER :  
 Vorkraft F : 200 N  
 Pruefgeschwindigkeit : 2 mm/min  
 Dateiname Ergebnisse (ZWICK) : b:53479 J RLT  
 Dateiname MeBwertkurve : b:53479 J TRS  
 E-Modul in % von Fmax : 10,50 %

n	Bruchdehnung %																				
1	2011.3	1.9	1.9	2005.1	2005.1	2005.10	202.2	20.88	1.07	8.98											
2	2032.1	2.1	1.5	2031.5	2031.4	2031.45	202.0	20.88	1.25	11.19											
3	2062.1	1.9	1.9	2061.8	2061.8	2061.80	202.1	25.74	1.58	18.14											
4	2024.3	1.1	1.3	2014.4	2023.4	2023.42	201.9	20.33	1.01	11.13											

STATISTIK :  
 X : 2032.1  
 S : 24.3  
 min : 2011.3  
 max : 2062.1  
 V : 2.06  
 v95% : 201.1



Rapporto sulle prove di trazione Sika® CarboDur® – 13 maggio 1997

Nell'ottobre 2023, in collaborazione con il Dott. Zafiris Triantafyllidis e il Prof. Dott. Giovanni P. Terrasi dell'EMPA, sono stati testati cinque campioni estratti dal rotolo da 1996 e i risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti nel 1997.

UNA STORIA DI PERFORMANCE E DURABILITA'

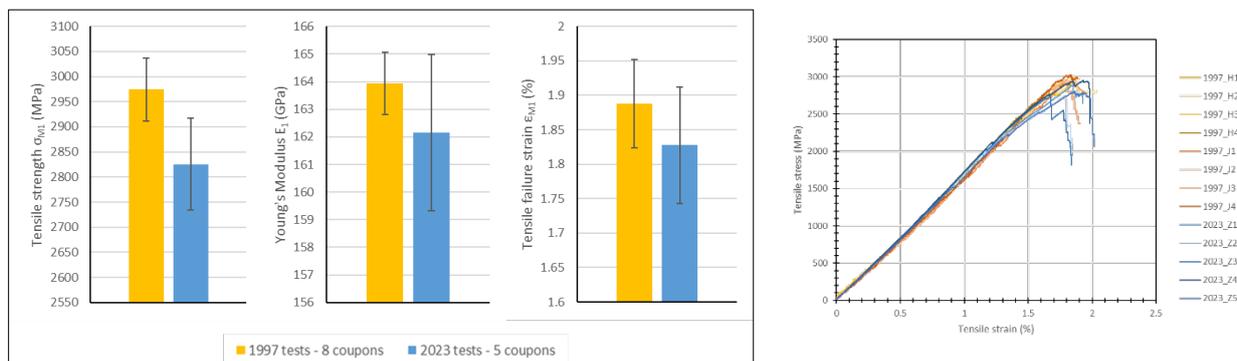
Test su lamine Sika® CarboDur® di 27 anni

PUBLIC

17/02/2025 v1.3

ID: 870 26 09 IT





Confronto delle prove di trazione Sika® CarboDur®

Anno	N. di test	Resistenza a trazione $\sigma_{M1}$ (MPa)			Modulo di Young $E_1$ (GPa)			Deformazione a rottura $\epsilon_{M1}$ (%)		
		Ave.	St. Dev.	% diff.	Ave.	St. Dev.	% diff.	Ave.	St. Dev.	% diff.
1997	8	2974,1	62,8		164,2	1,1		1,888	0,064	
2023	5	2825,3	91,8	<b>-5,00</b>	162,1	2,8	<b>-1,29</b>	1,820	0,097	<b>-3,59</b>

27 anni dopo la produzione e 26 anni dopo le prove precedenti, le lamine Sika® CarboDur® hanno mostrato una variazione minima della **resistenza alla trazione del -5,0 %**, una variazione trascurabile del **modulo di elasticità del -1,3%** ed una variazione del **-3,6% per la deformazione massima**.

**Questi numeri dimostrano la stabilità delle prestazioni nel tempo delle nostre lamine e mostrano la sorprendente tenuta delle proprietà meccaniche dopo quasi trent'anni dalla produzione.**

**Inoltre, è stato osservato che le lamine presentavano un perfetto comportamento elastico, e, nonostante fossero state arrotolate per oltre 27 anni, sono tornate ad una forma perfettamente piana dopo lo srotolamento, senza alcun effetto di memoria di forma.**

## 4 CONCLUSIONE

Le lamine in fibra di carbonio pultruse sono ampiamente utilizzate nel settore delle costruzioni da oltre 3 decenni e le loro prestazioni e il loro comportamento sono ben documentati nella letteratura scientifica.

La durata e la costanza delle prestazioni nel tempo sono argomenti chiave, discussi frequentemente con progettisti e clienti.

I risultati dei test sulle lamine Sika® CarboDur®, eseguiti 27 anni dopo la produzione e mostrati in questo articolo, dimostrano una notevole stabilità nelle proprietà meccaniche, confermando l'eccezionale qualità dei nostri prodotti.

## 5 RICONOSCIMENTI

Un ringraziamento all'EMPA e al Laboratorio per l'Ingegneria Meccanica dei Sistemi e in particolare al Dott. Zafiris Triantafyllidis e al Prof. Dott. Giovanni P. Terrasi per il loro contributo.

 <b>Empa</b> Materials Science and Technology	<b>Contatti:</b> Dr. Zafiris Triantafyllidis Zafeirios.Triantafyllidis@empa.ch Prof. Dr. Giovanni P. Terrasi Giovanni.Terrasi@empa.ch
	<b>Laboratorio di ingegneria dei sistemi meccanici</b> EMPA, Überlandstrasse 129, Dübendorf CH-8600 www.empa.ch/web/s304

Un ringraziamento speciale a Heinz Meier (meier.heinz@ch.sika.com) per il suo sostegno.

## 6 PAROLE CHIAVE

#wearesika #buildingtrust #beyondtheexpected #carbodur #sikacarbodur #frp #empa

Sika Italia SpA  
TM Engineered Refurbishment  
Via L. Einaudi, 6  
20068 Peschiera Borromeo  
(MI)  
Italia  
www.sika.it

**Versione fornita da**  
Antonino montalbano  
Telefono: +39 335 5212918  
Posta: montalbano.antonino@it.sika.com

UNA STORIA DI PERFORMANCE E DURABILITA'  
Test su lamine Sika® CarboDur® di 27 anni  
17/02/2025 v1.3  
ID: 870 26 09 IT

PUBLIC