



Sch. Tec. FS05 HM UD 390/300

**LINEA  
FRP SYSTEM**

Consolidamento strutturale



# C-SHEET 390/300®

**Tessuto unidirezionale in fibra di carbonio alto modulo per rinforzo strutturale, dotato di CVT.**

**Linea FRP SYSTEM®**

## Descrizione

L'uso dei rinforzi FRP SYSTEM, come il tessuto unidirezionale in fibra di carbonio alto modulo C-SHEET 390/300, con gli adesivi approvati, per il consolidamento di strutture in c.a., c.a.p., murature e acciaio è una tecnica ampiamente diffusa nel mercato nazionale ed internazionale. Tale sistema è inoltre largamente impiegato nel settore della conservazione e messa in sicurezza di edifici storici e monumentali.

Dal 2005 in Italia il progetto e il dimensionamento degli interventi con l'impiego degli FRP è regolamentato dalle linee guida CNR DT 200/2004, approvate dal Cons.Sup. dei LLPP nel Luglio 2009 assieme alle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni. Il documento aggiornato DT 200 R1 2013 riguarda l'impiego dei materiali compositi nel settore del cemento armato e delle murature.

A titolo informativo molti altri Paesi hanno approvato linee guida e norme nel settore degli FRP, tra cui si citano le BS 8110, le DIN 1045-1, le ACI 440.2R-02. La nostra azienda ha inoltre presentato nel mercato nazionale per i tecnici del settore un nuovissimo software di calcolo gratuito per strutture in c.a., denominato **FRP<sup>sofTware</sup>** e il software **FRP<sup>node</sup>** per il calcolo dei nodi trave-pilastro ai sensi delle linee guida ReLuis.

Completano il sistema di rinforzo strutturale FRP SYSTEM, con tessuto unidirezionale in fibra di carbonio alto modulo C-SHEET 390/300, il sistema di ancoraggio con i connettori AFIX e CFIX, con le barre pultruse CFK e BFK e gli adesivi approvati della linea RESIN, marcati C€ai sensi della norma EN 1504-4.

La nostra azienda inoltre sviluppa un importante servizio di consulenza ed assistenza ingegneristica riservato alle pubbliche amministrazioni, alle imprese, ai progettisti e ai tecnici di settore.

## Campi d'impiego

I principali impieghi del tessuto unidirezionale in fibra di carbonio alto modulo C-SHEET 390/300 sono i seguenti:

- rinforzo a flessione, taglio e torsione di travi e solai in c.a. e c.a.p. anche di grandi luci
- rinforzo per confinamento a carico assiale e pressoflessione di colonne e pilastri
- incremento di duttilità per miglioramento e adeguamento antisismico quali nodi travi-pilastro
- incremento di resistenza agli urti e riduzione dei meccanismi di collasso di tipo fragile
- incremento di resistenza di pannelli murari, archi, volte a carichi e ad azioni sismiche
- collegamenti di elementi collaboranti ad azioni esterne
- realizzazioni di cordoli a livello di solaio e di copertura
- realizzazione di fasce antiribaltamento per azioni fuori dal piano murario
- elementi resistenti per azioni sismiche nel piano e fuori dal piano murario
- riduzione degli effetti di elementi spingenti
- rinforzo di travi e colonne in acciaio

## Vantaggi

Caratteristiche meccaniche e prestazioni molto elevate.  
Elevate resistenze chimiche e alla corrosione.  
Assenza di creep.  
Assenza di scorrimento all'interfaccia rinforzo-struttura.  
Affidabilità e durabilità.  
Buona resistenza in ambiente umido (assorbimento d'acqua 0,1%).  
Eccellente bagnabilità delle fibre in carbonio.  
Elevata resistenza a strappo del sistema anche su supporti non omogenei.  
Peso del sistema molto ridotto.  
Spessore medio del rinforzo 1-3 mm ca.  
Semplicità applicativa del sistema senza onerosi allestimenti di cantiere e con disagi contenuti.  
Tempi di riutilizzo nulli o molto contenuti.  
Sistema ampiamente testato nel tempo.  
Tempi e costi di applicazione ridotti.

## Dati tecnici

### CLASSE 350/2800C

### Valori tabellari

Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre	350 GPa
Resistenza a trazione nella direzione delle fibre	2.800 MPa

### Caratteristiche geometriche e fisiche

Proprietà	Valore	Normativa di riferimento
Larghezza tessuto [cm]	10-20-30-50	
Densità della fibra, $\rho_{fib}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,85	ASTM D 792 ISO 1183-1
Resistenza meccanica a trazione della fibra [MPa]	>4600	
Massa del tessuto per unità di area, $\rho_x$ [g/m <sup>2</sup> ]	300	ISO 3374
Densità della resina, $\rho_m$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,16	ISO 1675
Area equivalente, $A_{rt}$ [mm <sup>2</sup> /m]	162	UNI EN 2561
Spessore equivalente, $t_{eq}$ [mm]	0,162	UNI EN 2561
Frazione in peso delle fibre nel composito [%]	37	
Frazione in volume delle fibre nel composito [%]	27	
Temperatura di transizione vetrosa del Primer $T_g$ [°C]	69	ISO 11357-2:1999(E) (DSC)
Temperatura di transizione vetrosa della resina, $T_g$ [°C]	81	ISO 11357-2:1999(E) (DSC)
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo	-10°C/+54°C	
Temperature di applicazione del sistema [°C]	+10°C/+35°C	
Reazione al fuoco	F	EN 13501-1
Resistenza al fuoco	NPD	

### Proprietà meccaniche

Proprietà	Valore	Normativa di riferimento
Modulo elastico del laminato riferita all'area netta fibre, $FE^f$ [GPa] <i>valore medio</i>	360	UNI EN 2561
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre, $f^{fib}$ [MPa] <i>valore medio</i>	3250	UNI EN 2561
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre, $f^{fib}$ [MPa] <i>valore caratteristico</i>	2900	UNI EN 2561
Deformazione a rottura, $\varepsilon^{fib}$ [%]	0,80	UNI EN 2561



CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA	
ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018	
Denominazione commerciale del Prodotto	Sistemi di rinforzo realizzati in situ: C-Sheet 240/300 C-Sheet 240/400 C-Sheet 300/300 C-Sheet 300/400 CFB 240/300 C-Sheet 240/300(Q) Sistemi di rinforzo preformati: Lamella CFK 150/2000 Lamella CFK 200/2000
Oggetto della certificazione e campo di impiego	Materiali compositi fibre-rinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. Sistemi di rinforzo realizzati in situ e preformati
Titolare del Certificato	G&P Intech S.r.l. Via Retrona, 39 36077 Altavilla Vicentina (VI)
Centro di distribuzione e Stabilimento di produzione	Via Retrona, 39 36077 Altavilla Vicentina (VI)
Validità del Certificato	Anni 5 a decorrere dal 18/7/2017

Il presente Certificato integra e sostituisce il precedente CTF n.287 del 18/7/2017 a decorrere dalla data di emissione sopra indicata.  
Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.

## Caratteristiche dell'adesivo RESIN 75

Tipo di resina	Epossidica bicomponente
Densità [g/cm <sup>3</sup> ]	1,16
Viscosità a 23°C [mPa s]	2700
Rapporto di catalisi in peso	3:1
Pot Life a 23°C [min]	30
Modulo elastico a trazione [MPa]	4400
Modulo elastico a flessione [MPa]	4500
Resistenza a trazione [MPa]	30
Allungamento a trazione [%]	0,9
Adesione al calcestruzzo [MPa]	>3
Temperatura di transizione vetrosa Tg [°C]	81



## Istruzioni per l'impiego

Il ciclo applicativo di rinforzo strutturale con il tessuto alto modulo C-SHEET 390/300 richiede una preventiva accurata preparazione del supporto. Il calcestruzzo deve garantire una resistenza allo strappo di almeno 0,9 MPa. Deve presentarsi irruvidito a mezzo sabbatura od energica spazzolatura. Il supporto deve inoltre essere asciutto (< 4% di umidità) e privo di olii, grassi, materiale incoerente. La superficie deve essere depolverata. Nel caso di superfici fortemente deteriorate è necessario ricostruire le volumetrie mancanti con malte ad alta resistenza tipo CONCRETE ROCK V, V2, S. La temperatura di applicazione deve essere nell'intervallo 10-35 °C. Si procederà quindi alla primerizzazione del supporto regolarizzato con RESIN PRIMER a mezzo pennello o rullo in quantità idonea all'assorbimento del supporto. Dopo il tempo di fuori tatto e comunque entro le 24 ore successive viene applicata, se richiesta, la rasatura con Resin 90 a mezzo spatola; applicare quindi la resina di incollaggio RESIN 75 a mezzo pennello o rullo. Stendere accuratamente il rinforzo in carbonio secondo l'orientamento di progetto ed esercitare una pressione costante con rullino o manualmente fino a completa impregnazione delle fibre. Dopo alcune ore e comunque entro 24-48 ore stendere una seconda mano ad impregnazione di adesivo. Ripetere il ciclo se sono previsti più strati di rinforzo, utilizzando per gli strati successivi l'adesivo RESIN 75 a pennello o rullo. Ove richiesto dalle disposizioni progettuali, per migliorare l'ancoraggio del tessuto al supporto si procederà all'installazione di connettori in fibra AFIX o CFIX oppure di barre fioccate CFK o BFK a seconda delle indicazioni di progetto. Questi connettori verranno applicati utilizzando l'adesivo RESIN 75. Per ulteriori indicazioni sull'applicazione di questi connettori consultare le relative schede tecniche.

Sulla mano finale di adesivo potrà essere applicata della sabbia di quarzo fresco su fresco, qualora si dovessero realizzare intonaci o rivestimenti successivi in aderenza. La protezione finale della fibra, se prevista, viene applicata al fuori tatto dell'adesivo. Dovrà essere fatta attenzione onde evitare spigoli vivi che vanno sempre smussati ai sensi di norma in quanto inibiscono le caratteristiche prestazionali del rinforzo. In tali casi si dovrà procedere ad una rasatura oppure all'arrotondamento dello spigolo a mezzo flessibile o altro idoneo attrezzo. E' buona norma inoltre sormontare i rinforzi in fibra di almeno 20 cm in direzione della fibra stessa e di 2 cm in direzione trasversale, per esempio nel confinamento di colonne. Per rinforzi a flessione e taglio seguire le indicazioni progettuali.

Evitare vibrazioni sulla struttura per almeno 1-2 giorni.

### Norme generali a cui attenersi in fase applicativa

I risultati prestazionali del rinforzo strutturale con il tessuto alto modulo C-SHEET 390/300 sono strettamente legati alla cura con cui vengono eseguite le fasi di applicazione del ciclo. In particolare dovrà essere posta attenzione ai seguenti aspetti applicativi:

- Seguire attentamente i tempi di applicazione, le temperature e le prescrizioni di progetto;
- Eseguire una corretta preparazione e regolarizzazione del supporto;
- Manipolare il tessuto con attenzione al fine di evitare danneggiamenti alle fibre in fase esecutiva;
- Controllare visivamente la perfetta impregnazione dell'adesivo nel tessuto di rinforzo, evitando la presenza di zone non bagnate dall'adesivo e di bolle d'aria;
- Il tessuto deve rimanere ben disteso e ben ancorato al fine di trasmettere correttamente le sollecitazioni;
- Evitare nelle zone di estremità affioramenti del tessuto che possono innescare azioni di peeling locali agendo con adeguata impregnazione dell'adesivo;
- Ancorare secondo indicazioni progettuali il tessuto in corrispondenza degli appoggi o comunque nelle zone di estremità con tessuti ortogonali, connettori in fibra AFIX, CFIX o barre fioccate CFK, BFK od altri idonei sistemi secondo le disposizioni progettuali.
- Smussare angoli o asperità preesistenti con  $r = 2,5$  cm

## Consumi

Sono strettamente correlati alle prescrizioni di progetto e alle condizioni del supporto. Per il RESIN PRIMER il consumo medio è di ca. 0,2-0,3 l/m<sup>2</sup> in funzione del supporto.

Per la rasatura, ove richiesta, sono necessari ca. 2-3 kg/m<sup>2</sup> di RESIN 90. Per il tessuto sono necessari ca. 0,8-1 kg/m<sup>2</sup> di adesivo di incollaggio e saturazione RESIN 75; per applicazioni di più strati di tessuto sono necessari ca. 0,5 kg/m<sup>2</sup> di adesivo RESIN 75 per ogni strato.

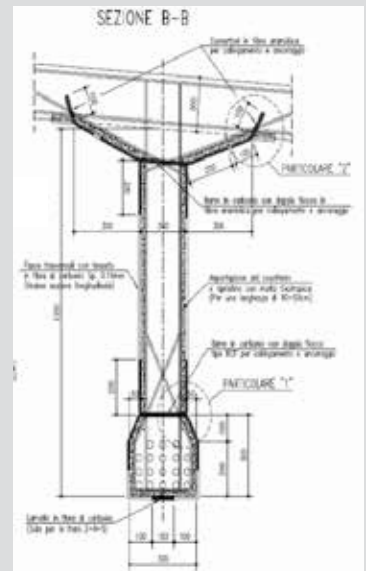
## Confezioni

Tessuto di altezze diverse in rotoli da 50-100 m.

Connettori in cartoni da 10 m.

Barre in elementi da 1 a 6 m.

Adesivi RESIN: per le quantità fare riferimento alle indicazioni sulle confezioni.



## Precauzioni

Usare guanti di gomma durante le lavorazioni. Evitare il contatto della resina con la pelle, le mucose e gli occhi. Usare occhiali da lavoro infrangibili. In caso di contatto accidentale lavare abbondantemente la parte imbrattata con acqua e sapone neutro. Non utilizzare solventi per lavarsi mani, braccia e altre parti del corpo. Nel caso di spruzzi di resina negli occhi provvedere al loro lavaggio immediatamente con acqua corrente e rivolgersi ad un oculista informandolo del tipo e natura della sostanza che ha causato l'inconveniente. Per altre informazioni fare riferimento alla scheda di sicurezza dei prodotti.

## Immagazzinaggio

Il tessuto si conserva in luogo riparato illimitatamente nel tempo; gli adesivi si conservano negli imballi originali sigillati ed a temperatura ambiente per almeno 12 mesi. Gli adesivi vanno protetti dal gelo.

## Voce di capitolato

**Rinforzo a flessione e taglio di c.a. e c.a.p. mediante applicazione di nastri in fibra di carbonio alto modulo unidirezionali tipo C-SHEET 390/300**

### SPECIFICA TECNICA

Fornitura e montaggio di armatura di rinforzo in tessuto in fibra di carbonio alto modulo unidirezionale tipo C-SHEET 390/300, per intervento di rinforzo strutturale di travi, solai, pilastri, paramenti murari in calcestruzzo senza sovraccarico della struttura e con ridotti oneri di cantiere. Sono da computarsi a parte l'arrotondamento di eventuali spigoli con raggio minimo  $r = 2,5$  cm, la preparazione del supporto, l'eliminazione dell'eventuale intonaco, la messa a nudo della superficie d'applicazione dei rinforzi, il recupero del calcestruzzo ammalorato e del copriferro con malte fibrorinforzate idonee e compatibili tipo Concrete Rock V, V2.

Sono inclusi: pulitura e depolveratura della superficie tramite bruschino e/o aspirapolvere; l'applicazione di apposito primer approvato tipo Resin Primer; l'eventuale applicazione della rasatura con adesivo epossidico approvato tipo Resin 90; stesura di un primo strato di adesivo epossidico approvato tipo RESIN 75; applicazione del tessuto in fibra di carbonio alto modulo unidirezionale tipo C-SHEET 390/300 aventi le seguenti caratteristiche:

- Classe	350/2800C
- Spessore equivalente	0,165 mm
- Larghezza dei nastri	20-30-50 cm

Stesura di adesivo epossidico di saturazione approvato tipo Resin 75; eventuale spargimento quarzifero per l'aggrappo dell'intonaco finale.

Temperatura minima d'applicazione 10°C.

Per strati successivi: stesura di adesivo per multistrato tipo Resin 75, applicazione del tessuto in fibra di carbonio alto modulo unidirezionale tipo C-SHEET 390/300, stesura di adesivo epossidico di saturazione tipo Resin 75.

Sono incluse le sovrapposizioni con sistema di incollaggio ad elevata resistenza allo strappo. Il tessuto deve presentarsi facilmente drappeggiabile ed impregnabile in tutta la sezione. Potranno essere applicati uno o più strati sovrapposti in funzione delle caratteristiche di progetto. La eventuale sovrapposizione in direzione fibra sarà di almeno 20 cm, quella trasversale di almeno 2 cm, o quanto stabilito in progetto.

Il materiale dovrà essere munito del relativo Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) emanato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, attestante le caratteristiche sopra enunciate.

Gli adesivi dovranno essere marcati secondo la EN 1504-4.

Sono esclusi perché da computarsi a parte i seguenti oneri: ponteggi, oneri per la messa in sicurezza ed impianto cantiere; fornitura acqua, energia elettrica, allacciamenti; demolizione dell'intonaco presente, degli elementi in laterizio, etc.; preparazione idonea del supporto; connettori ed ancoraggi secondo progetto.

E' compreso e compensato nel prezzo tutto quanto occorre per dare i nastri di carbonio collocati in opera a perfetta regola d'arte.

Fornitura e posa di nastri in fibra di carbonio alto modulo unidirezionali tipo C-SHEET 390/300

€/mq

Dal 2009 in Italia il progetto e il dimensionamento degli interventi per c.a. e murature con l'impiego degli FRP è regolamentato dalle linee guida CNR DT 200/2004, approvate dal Cons. Sup. dei LLPP nel luglio 2009 assieme alle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni NTC8. Il documento è stato poi aggiornato nella nuova versione in vigore DT 200 R1 2013.

Dal luglio 2016 sono inoltre entrati in vigore le linee guida relative alla qualificazione e alla idoneità tecnica dei principali sistemi FRP impiegati nel mercato.

G&P intech ha ottenuto l'omologa CVT dei propri sistemi di rinforzo FRP dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - STC.

**Il sistema di rinforzo FRP SYSTEM viene corredato di softwares di calcolo FRPsoftware e FRPnode per cementi armati per le verifiche strutturali con l'impiego di materiali compositi in carbonio CFRP e in tessuti di acciaio UHTSS.**

**I softwares sono aggiornati alle normative tecniche in vigore NTC 8, DT 200 R1 2013, EUROCODICE 2, linee guida di qualificazione dei materiali. FRPsoftware e FRPnode sono protetti da copyright 2016.**

**I softwares sono disponibili all'utente, previa registrazione, scaricandoli direttamente dal sito [www.gpintech.com](http://www.gpintech.com) oppure su richiesta a: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)**



**G&P intech** s.r.l - via Retrone 39  
36077 Altavilla Vicentina (VI) - ITALY  
Tel. +39 0444.522797 - Fax +39 0444.349110  
E mail: [info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)  
[www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)



**Copyright 2020 – Tutti i diritti sono riservati**

**Rev. FS05 HM UD 390/300/01/20**

Le indicazioni contenute nel presente documento tecnico rispondono in modo reale e veritiero alle nostre migliori e attuali conoscenze. In funzione dell'attenzione e accuratezza delle diverse fasi di posa in opera sulle quali non abbiamo alcuna responsabilità, possono verificarsi delle variazioni. La nostra garanzia si limita pertanto alla qualità e costanza del prodotto fornito di cui alle indicazioni riportate.