

CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA

ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale Div. 2°

| | |
|---|---|
| Denominazione commerciale del Prodotto | CARBO-STRUCTURA |
| Oggetto della certificazione e campo di impiego | Materiali compositi fibro-rinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. <i>Sistemi di rinforzo realizzati in situ.</i> |
| Titolare del Certificato | Società TCS S.r.l. Via Sigalina a Mattina, 8/C 25018 Montichiari (BS) |
| Centro di distribuzione | Via Sigalina a Mattina, 8/C 25018 Montichiari (BS) |
| Validità del Certificato | Anni 5 dalla data del protocollo soprariportata |
| <p>Il presente Certificato di idoneità è composto di n.8 pagine.</p> <p>Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.</p> | |



VIA NOMETANA 2 – 00161 ROMA
TEL. 06.4412.5430
www.cslp.it



IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

Vista la legge 5 novembre 1971 n.1086;

Vista la legge 2 febbraio 1974 n.64;

Visto il D.P.R. 6 giugno 2001 n.380, che tra l'altro riordina e armonizza il disposto delle Leggi n.1086/1971 e n.64/1974;

Visto il Regolamento (UE) 305/2011 concernente i prodotti da costruzione, che sostituisce la Direttiva 89/106/CEE ed il relativo Regolamento di attuazione di cui al D.P.R. n.246/1993;

Visto il D.M. 17 gennaio 2018 (Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) ed in particolare il punto 11.1 lett. C), con il quale il Certificato di Idoneità Tecnica (CIT) è stato sostituito dal Certificato di Valutazione Tecnica (CVT);

Visto il decreto n.293 del 29 maggio 2019 che approva la "*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti*" (di seguito chiamato "Linea Guida");

Vista la domanda presentata dalla Società TCS S.r.l. di Montichiari (BS), finalizzata al rilascio del Certificato di idoneità tecnica all'impiego con i relativi allegati;

Visto il Rapporto tecnico di valutazione predisposto dalla Div.2 del STC con la collaborazione tecnico scientifica dell'ITC-CNR;

Visto il parere della Prima Sezione di questo Consiglio Superiore dei lavori pubblici, n. 2/2017 reso nell'adunanza del 2017;

Vista la domanda prot. 3358 del 16.03.2023 presentata dalla Società TCS S.r.l. di Montichiari (BS), finalizzata al rinnovo del Certificato di idoneità tecnica all'impiego n.492/2019 con i relativi allegati;

Visto il parere della Prima Sezione di questo Consiglio Superiore dei lavori pubblici, n. 29/2023 reso nell'Adunanza del 25.09.2023;

PREMESSO

1 Descrizione tecnica del prodotto

1.1 Definizione di prodotto

Il presente Certificato di Valutazione Tecnica (di seguito CVT) si riferisce al sistema composito fibro-rinforzato a matrice polimerica, da utilizzarsi per il rinforzo strutturale in opere di ingegneria civile, denominato:

CARBO-STRUCTURA

fornito dalla Società TCS S.r.l. (di seguito chiamato "Fabbrikante").

Il presente CVT è rilasciato sulla base dei documenti depositati dal Fabbrikante presso il STC.

1.2 Componenti del sistema

Il sistema di rinforzo CARBO-STRUCTURA è costituito da:

- un tessuto di carbonio
- un sistema legante epossidico

1.2.1 Caratteristiche del tessuto

Il tessuto "TCS CARBON U300" è un tessuto unidirezionale composto da fibra di carbonio in ordito e da un filo di vetro termoplastico senza funzioni strutturali in trama. Non possono essere utilizzati tessuti diversi se non previa autorizzazione del STC ed aggiornamento del presente CVT.

Le caratteristiche del filo di carbonio e del tessuto del prodotto CARBO-STRUCTURA sono riportate in Tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche del tessuto del sistema di rinforzo considerato.

| CARBO-STRUCTURA | |
|--|------------------------|
| Fibra | |
| <i>Tipo di fibra</i> | CARBONIO |
| <i>Densità della fibra [g/cm³]</i> | 1,82 |
| <i>Diametro del filamento [µm]</i> | 6 |
| <i>Numero dei filamenti</i> | 18.000 |
| <i>Resistenza meccanica a trazione [MPa]</i> | 4900 |
| <i>Modulo elastico [GPa]</i> | 243 |
| <i>Allungamento a rottura [%]</i> | 2,1 |
| Tessuto | TCS CARBON U300 |
| <i>Tipo di tessuto</i> | Unidirezionale |
| <i>Peso del tessuto secco [g/m²]</i> | 319,17 (300 nominale) |
| <i>Area resistente per unità di larghezza [mm²/m]</i> | 165 |
| <i>Spessore equivalente [mm]</i> | 0,165 |
| <i>Carico massimo per unità di larghezza [kN/m]</i> | 808 |

1.2.2 Caratteristiche del Sistema legante epossidico

Il Fabbricante dichiara che il sistema legante epossidico bicomponente utilizzato nel sistema considerato, marcato CE, costituito da una resina e da un indurente, è fornito da ELANTAS Italia S.r.l., azienda certificata UNI EN 9001 e che lo stesso è stato utilizzato nelle prove sperimentali alla base della presente valutazione.

Non possono essere utilizzati materiali diversi se non previa autorizzazione del STC ed aggiornamento del presente CVT.

La funzione del sistema legante epossidico è quello di fungere da impregnante del tessuto unidirezionale (applicazione in situ) garantendo la trasmissione degli sforzi tra le singole fibre e tra composito e supporto nonché garantire la durabilità del sistema di rinforzo.

Il sistema legante epossidico "Elan-tech MC256/W256" è costituito da:

- Elan-tech MC256 componente A (resina)
- Elan-tech W256 componente B (indurente)

Dopo miscelazione del componente A con il componente B, secondo quanto indicato dalle schede tecniche, la resina deve avere un peso specifico compreso tra 1,31 [g/ml].

Le caratteristiche del legante epossidico per il sistema di rinforzo considerato sono riportati in Tabella 2.

| Matrice Polimerica: | Elan-tech MC256/W256 |
|---|---|
| <i>Tipologia</i> | legante epossidico bicomponente |
| <i>Densità [g/cm³]</i> | 1,31 g/cm ³ |
| <i>Rapporto di catalisi in peso</i> | per 100 g di resina / 50 g di indurente |
| <i>Temperatura di transizione vetrosa Tg (°C)</i> | 1° CICLO: 42,1 |
| | 2° CICLO: 58,5 |
| <i>Resistenza a trazione [MPa]</i> | 30,82 |

| | |
|---|------|
| <i>Modulo elastico</i> [MPa] | 2890 |
| <i>Allungamento a rottura</i> [%] | 1,72 |
| <i>Tempo di Indurimento a 10°C</i> [gg] | 15 |
| <i>Tempo di Indurimento a 20°C</i> [gg] | 5 |
| <i>Tempo di Indurimento a 30°C</i> [gg] | 3 |

Tabella 2. Caratteristiche del legante epossidico

1.3 Classificazione

Il sistema di rinforzo realizzato in situ proposto dal fornitore è riconducibile alle Classi specificate dalla Tabella 4 della Linea guida di riferimento, con i relativi valori nominali del modulo elastico medio e della tensione caratteristica di rottura a trazione, nella direzione delle fibre. Tali valori nominali costituiscono, per ciascuna Classe di appartenenza, i requisiti minimi che il sistema deve garantire, in termini di Modulo elastico e Resistenza a trazione nella direzione delle fibre.

| PRODOTTO | CLASSE | Natura delle fibre | Modulo Elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa] | Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa] |
|------------------------|---------------|---------------------------|---|--|
| <i>CARBO-STRUCTURA</i> | 210C | CARBONIO | 210 | 2700 |

Sul sistema TCS S.r.l. in esame, sono state comunque effettuate le prove di caratterizzazione, sia meccanica che ambientale, previste dalla Linea guida, eseguite presso il Laboratorio Prove Materiali del Politecnico di Milano.

1.4 CARBO-STRUCTURA

Classificazione e valori nominali

| | |
|---|-----------------|
| <i>Classe di appartenenza</i> | 210 C |
| <i>Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre</i> | 210 GPa |
| <i>Resistenza a trazione nella direzione delle fibre</i> | 2700 MPa |

1.4.1 Caratteristiche geometriche e fisiche del sistema

| Proprietà CARBO-STRUCTURA | Valore | Normativa di riferimento |
|--|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Densità delle fibre, ρ_{fib} [g/cm³]</i> | 1,82 | ISO 3374; UNI EN ISO 1183-1 |
| <i>Massa del tessuto per unità di area, p_x [g/m²]</i> | 319,17 (300 nominale) | ISO 3374 |
| <i>Densità della resina, ρ_m [g/cm³]</i> | 1,31 g/cm ³ | ISO 1675 |
| <i>Area equivalente, A_{rt} [mm²/m]</i> | 165 | ISO 1675 |
| <i>Spessore equivalente, t_{eq} [mm]</i> | 0,165 | ISO 1675 |
| <i>Frazione in peso delle fibre nel composito [%]</i> | 31,22 | - |
| <i>Frazione in volume delle fibre nel composito [%]</i> | 24,17 | - |
| <i>Temperatura di transizione vetrosa della resina, T_g [°C]</i> | 1° CICLO: 42,1 2° CICLO: 58,5 | ISO 11357-2:2013(E) (DSC) |
| <i>Temperature limiti, minima e massima, di esercizio [°C]</i> | -18 ≤ T ≤ +43 | |
| <i>Temperature limiti, di applicazione del sistema [°C]</i> | +10 ≤ T ≤ +30 | |
| <i>Resistenza al fuoco</i> | P.N.D. | |
| <i>Reazione al fuoco</i> | Classe F | UNI EN 13501-1:2007 |

Proprietà meccaniche (Gruppo A – 3 strati)

| Proprietà | Valore | Normativa di riferimento |
|--|--------|--------------------------|
| Modulo elastico del laminato riferita all'area netta Fibre, E_f [GPa] (valore medio) | 250 | UNI EN 2561 |
| Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre, f_{fib} [MPa] (valore caratteristico) | 3500 | |
| Deformazione a rottura, ε_{fib} [%] (ipotesi di comportamento elastico lineare, $\varepsilon_{fib} = f_{fib}/E_f$) | 1,42 | |

Proprietà meccaniche (Gruppo B – 5 strati)

| Proprietà | Valore | Normativa di riferimento |
|--|--------|--------------------------|
| Modulo elastico del laminato riferita all'area netta Fibre, E_f [GPa] (valore medio) | 241 | UNI EN 2561 |
| Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre, f_{fib} [MPa] (valore caratteristico) | 3111 | |
| Deformazione a rottura, ε_{fib} [%] (ipotesi di comportamento elastico lineare, $\varepsilon_{fib} = f_{fib}/E_f$) | 1,29 | |

n.b. Per quanto riguarda le temperature minime e massime di posa in opera del sistema e le relative modalità di posa in opera, nonché i limiti di impiego del sistema stesso, occorre fare riferimento a quanto precisato nel Manuale di preparazione e nel Manuale di installazione del prodotto.

2 Specifiche tecniche di destinazione d'uso in conformità alla Linea guida

2.1 Generalità

Il sistema FRP fornito dalla TCS S.r.l. è indicato per il rinforzo a flessionale, taglio, compressione e pressoflessione di elementi sottodimensionati o danneggiati, per il miglioramento o l'adeguamento della resistenza a sollecitazioni sismiche, dinamiche e impulsive, per migliorare la rigidezza dei nodi trave-pilastro e per ridurre le deformazioni ultime degli elementi strutturali.

2.2 Caratteristiche prestazionali dei sistemi

Il Fornitore dichiara che:

la fibra del tessuto e la resina utilizzata per il sistema di rinforzo realizzato in situ sono conformi alle seguenti norme tecniche:

- fibre: ISO 13002 (fibre di carbonio);
- resine: ISO 178, ISO 527, ISO 11359; quelle utilizzate per solidarizzare i sistemi di rinforzo realizzati in situ alla struttura da consolidare, sono conformi alla norma UNI EN 1504-4.

2.3 Progettazione

Prima di utilizzare il sistema, il progettista deve eseguire prove atte a determinare le condizioni del supporto ove devono essere applicati i sistemi di rinforzo FRP certificati, in modo da verificare la possibilità di uso e le condizioni di utilizzo.

Nella progettazione si devono assumere i valori nominali corrispondenti alla Classe di appartenenza, ed in ogni caso il Direttore dei Lavori deve effettuare i previsti controlli di accettazione, finalizzati a verificare che i prodotti che si mettono in opera presentino caratteristiche non inferiori ai valori nominali previsti per la Classe di appartenenza.

3 Dettagli tecnici necessari per l'attuazione del sistema di verifica della prestazione

3.1 Sistema di gestione della qualità aziendale

Il Fabbricante del sistema dispone di una certificazione di Sistema di Qualità Aziendale conforme alle norme UNI EN 9001, come si riscontra dal Manuale della Qualità e dalle Certificazioni rilasciate dagli Enti di sorveglianza, allegati alla documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale, ai fini del rilascio del CVT.

3.2 Obblighi per il fornitore, connessi con il sistema di verifica della prestazione del prodotto

Il Fabbricante deve eseguire, sui singoli componenti dei sistemi commercializzati, controlli di accettazione secondo il proprio Sistema di Qualità Aziendale.

Secondo le Linee Guida, il Fabbricante deve eseguire con frequenza annuale prove finalizzate a verificare i valori delle proprietà fisico meccaniche dei componenti rispetto ai valori nominali delle classi di riferimento degli FRP di cui al presente Certificato.

Gli esiti delle predette prove sono annotati sul registro produzione, e trasmessi al STC.

Il Fabbricante è inoltre tenuto a rilasciare una dichiarazione, sostituibile con la Declaration of Performance (DoP) per i prodotti soggetti a marcatura CE, che indichi che il prodotto da costruzione è coerente con quanto riportato nel presente Certificato e che precisi le specifiche condizioni di impiego.

Il Fabbricante ha l'obbligo di dichiarare, oltre alle prestazioni dei prodotti forniti, anche le potenziali criticità cui essi possono essere soggetti, sia per ciò che riguarda la loro integrità e funzionalità, sia per ciò che concerne la sicurezza dell'opera in cui saranno inglobati, indicando i conseguenti necessari accorgimenti da adottare ai fini della salvaguardia della pubblica incolumità, in particolare l'intervallo delle temperature minima e massima per la messa in opera e l'intervallo delle temperature di esercizio.

4 Aspetti generali

4.1 Imballaggio, trasporto e stoccaggio

Ogni sistema di rinforzo deve essere identificato attraverso una specifica marcatura e deve rispettare le condizioni di stoccaggio delle materie prime, arrotolamento del tessuto, imballaggio e stoccaggio, come descritto nella documentazione depositata presso il STC.

Inoltre, ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento di trasporto riportante i dati del fabbricante, tipologia del sistema, codice univoco dei componenti del sistema e quantità.

4.2 Installazione, monitoraggio e controllo del prodotto

Il Fabbricante, unitamente al presente certificato ed alle schede tecniche dei sistemi, deve consegnare il Manuale di Installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la completa e corretta posa in opera dei sistemi di rinforzo, con particolare riguardo ai trattamenti da eseguire sul supporto preliminarmente all'installazione.

Inoltre, la scheda tecnica ed il Manuale di Installazione devono essere resi disponibili sul sito internet del Fabbricante.

È responsabilità del Fabbricante assicurare che tutte le informazioni necessarie riportate nel presente Certificato siano sottoposte ai responsabili dell'utilizzatore del prodotto.

4.3 Controlli di accettazione in cantiere

Si ribadisce che i materiali componenti i sistemi di cui al presente certificato sono soggetti ai controlli di accettazione in cantiere a cura del Direttore dei Lavori, secondo le procedure e le finalità previste dalla Linea Guida.

4.4 Dichiarazione di corretta installazione

Il Direttore dei Lavori è tenuto a richiedere all'installatore una dichiarazione di conformità dell'installazione dei sistemi oggetto del presente CVT alle indicazioni riportate nel Manuale di Installazione, restando inteso che la posa in opera dei sistemi FRP deve essere eseguita da parte di personale specializzato.

La dichiarazione di conformità dell'installazione dovrà attestare la veridicità delle dichiarazioni in essa contenute e dovrà essere sottoscritta ai sensi e per gli effetti del D.P.R. 28 dicembre 2000 n.445; essa dovrà essere riportata nella Relazione a Strutture Ultimate, unitamente al resoconto dei controlli di accettazione eseguiti e richiamata nell'atto di Collaudo Statico nonché, quando richiesto, nel Collaudo Tecnico-Amministrativo.

Tutto ciò premesso il Presidente Coordinatore del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

CERTIFICA

Che, ai sensi del p.to 11.1, lett. c), del D.M. 14.01.2008, il sistema di rinforzo strutturale:

CARBO-STRUCTURA

commercializzato dalla Società TCS S.r.l., come descritto nel presente Certificato, è idoneo all'impiego quale sistema per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti nei limiti e con le prestazioni sopra indicate, fatte salve le responsabilità del Progettista, del Direttore dei lavori e del Collaudatore, con la stretta osservanza delle allegate Precisazioni ed Avvertenze.

**Il Presidente Coordinatore del Servizio
Tecnico Centrale**
Ing. Pietro Baratonò

Documento verificato dal
Dirigente Divisione II - STC
Ing. Mariarcangela Ramundo

Precisazioni ed avvertenze

1. Il presente Certificato si riferisce esclusivamente ai materiali ed ai componenti ivi richiamati e descritti in maniera completa nella documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.
2. Qualsiasi modifica dei materiali e dei componenti proposta dal titolare del presente Certificato deve essere preventivamente autorizzata dal Servizio Tecnico Centrale. Eventuali modifiche al processo di produzione dei prodotti, devono essere notificate a STC prima della loro introduzione.
3. Il presente Certificato non è trasferibile a fabbricanti o mandatarî né a stabilimenti che non siano quelli indicati nella pagina 1. La sua riproduzione, inclusa la comunicazione per via elettronica, deve essere integrale. Tuttavia, una riproduzione parziale può essere autorizzata per iscritto dal Servizio Tecnico Centrale. In questo caso, deve essere indicato che si tratta di una riproduzione parziale. I testi e i disegni contenuti negli opuscoli pubblicitari, non devono essere in contraddizione o dar luogo ad un uso improprio del presente Certificato;
4. Il Fabbricante resta responsabile della conformità del prodotto al presente Certificato e della sua idoneità all'impiego previsto.
5. Il mancato rispetto delle prescrizioni sopra riportate, accertato dal STC anche attraverso sopralluoghi, comporta la decadenza del presente Certificato.
6. Il corretto impiego dei sistemi sopra citati è illustrato nei documenti predisposti dal titolare del presente Certificato e depositati presso il Servizio Tecnico Centrale.
7. Per ogni applicazione del sistema di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di strutture esistenti richiamato nel presente Certificato, da parte dei Soggetti che a vario titolo sono responsabili della progettazione, realizzazione e collaudo degli interventi, deve essere svolta specifica progettazione e condotta espressa valutazione preventiva, anche attraverso prove di laboratorio e prove in sito, della loro sicurezza e durabilità, in conformità alla *Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti* predisposta dal STC ed approvata dal Presidente del Consiglio Superiore con decreto n.293 del 29 maggio 2019, nonché a quanto espressamente indicato e prescritto nel presente Certificato, a tale scopo sono allegati al presente certificato le “avvertenze” per il Progettista, il Direttore dei Lavori ed il Collaudatore;
8. Il verificarsi, nell'anno, di prove non soddisfacenti relativamente alle proprietà meccaniche del prodotto, documentate dal controllo continuo di fabbrica o da prove di accettazione in cantiere, dovranno essere comunicate al Servizio Tecnico Centrale e valutati dal Servizio stesso. Per i casi più gravi il STC può procedere alla revoca del CVT;
9. Ove sia richiesta una adeguata resistenza al fuoco, il sistema oggetto del presente Certificato deve essere protetto con materiali idonei a garantire le prestazioni previste in progetto, la cui idoneità deve essere accertata e garantita dai predetti Soggetti che a vario titolo sono responsabili dell'opera, nel rispetto delle normative vigenti in materia di prevenzione incendio.
10. I tecnici (progettisti, Direttore dei Lavori, Collaudatori) interessati all'uso dei materiali oggetto del presente certificato devono osservare tassativamente le avvertenze contenute nel testo del certificato ed i contenuti dispositivi del decreto n.293 del 29 maggio 2019 che approva la “*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti*”; sono inoltre tenuti a seguire le istruzioni per la progettazione, esecuzione e collaudo contenute nel documento DT 200 versione 2013 redatto dal CNR nonché le *Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo di interventi di rinforzo di strutture di c.a., c.a.p., e murarie mediante FRP* predisposte dal STC.
11. Il CVT ha una durata di 5 anni dalla data del rilascio e può essere rinnovato su richiesta del Fabbricante, che entro 6 mesi dalla scadenza deve produrre relativa istanza di rinnovo, corredata dalla documentazione indicata dalla Linea Guida di riferimento, al paragrafo 8.3.