



NGT-TEST
Laboratorio sperimentale
Controlli non distruttivi

NGT-TEST S.R.L.
VIA FIUME BUSENTO N.157 88100 CATANZARO (CZ)
TEL.: 0961 764755 P.IVA 03257490791
e-mail:ngt.testcz@gmail.com pec:ngttest@pec.it www.ngt-test.it
LABORATORIO DI PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
C.S.LL.PP. – STC D.M. n. 27 DEL 28/02/2020 Art.59 D.P.R. n.380/2001



INFORMAZIONE TECNICA 01

Al fine di contribuire a diffondere la conoscenza delle prove ed indagini in ambito delle strutture civili, il Laboratorio NGT-TEST ha iniziato questa attività di divulgazione relativa alle prove di laboratorio e prove su strutture esistenti, contestualizzate nel vigente quadro normativo. Il documento si rivolge ai colleghi ingegneri, architetti, geometri e tecnici che entrano nel merito delle prove in fase di qualificazione/accettazione sui materiali e delle campagne di indagini su strutture esistenti.

PROVE DI LABORATORIO SU SISTEMI COMPOSITI FRIBRORINFORZATI “FRP” NELL’AMBITO DEI CONTROLLI DI ACCETTAZIONE



NGT-TEST S.R.L.
VIA FIUME BUSENTO N.157 88100 CATANZARO (CZ)
GESTIONE QUALITA' CERTIFICATA ISO 9001
TECNICI CERTIFICATI CND UNI PDR 56:2019 E UNI 9712:2012



❖ Premessa normativa

Al punto 8.6 delle Norme Tecniche 2018 “Materiali” si dispone che *"gli interventi sulle strutture esistenti devono essere effettuati con i materiali previsti dalle presenti norme; possono altresì essere utilizzati materiali non tradizionali, purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità, ovvero quelle elencati al cap. 12"*.

Nello specifico, al cap. 12, le norme chiariscono che sono coerenti con le NTC : gli Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN; le Norme UNI EN - Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (C.S.LL.PP.), Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Nell’ambito della caratterizzazione dei compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP), le prove di accettazione devono essere effettuate in conformità a quanto riportato dalla *“Linea Guida per l’identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti”* approvata dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con Decreto n° 293 del 29 maggio 2019.

❖ Controlli di accettazione in cantiere (cap. 9 LG)

I controlli di accettazione in cantiere:

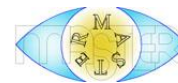
- sono obbligatori e di competenza del Direttore dei Lavori;
- devono essere effettuati realizzando campioni contestualmente alla messa in opera del sistema di rinforzo dell’elemento strutturale da consolidare e nelle stesse condizioni ambientali;
- devono essere eseguiti su campioni di rinforzo realizzati, o ricavati, in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbrikante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali.



Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, deve verificare che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) in corso di validità, di cui una copia deve essere allegata ai documenti di trasporto. Nel caso di materiali e prodotti recanti la Marcatura CE è onere del **Direttore dei Lavori**, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marchiatura stessa e richiedere ad ogni Fabbrikante, per ogni diverso prodotto, il Certificato di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero la dichiarazione di conformità D.O.P. (Declaration of Performance) in relazione alla normativa europea sui prodotti da costruzione applicabile. In ogni caso, è inoltre onere del **Direttore dei Lavori** verificare che i prodotti consegnati in cantiere rientrino nelle tipologie previste nella detta documentazione. **Il Direttore dei Lavori**, prima della messa in opera, è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbrikante. Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, **il Direttore dei Lavori** deve annotare con cura l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo corrispondenti ai diversi lotti di spedizione, trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore o all'esecutore dell'intervento. Il Fabbrikante deve assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle eventuali annotazioni trasmesse dal **Direttore dei Lavori**, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

❖ LE PROVE DI ACCETTAZIONE SUI SISTEMI COMPOSITI FRP

Le prove previste nella Linea Guida **devono essere effettuate da un Laboratorio autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001**, in tempo ritenuto utile dal Direttore dei Lavori ai fini dell'accertamento della qualità e della conformità alle specifiche di progetto. A tal fine, **il Direttore dei Lavori** deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal **Direttore dei Lavori** e deve contenere indicazioni sui campioni prelevati. La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni prelevati. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal Laboratorio non



possono assumere valenza ai fini della procedura prevista dalla 1086/71 e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. Le prove obbligatorie per la caratterizzazione del sistema composito FRP sono:

- La prova di trazione con determinazione del valore della tensione di rottura e il valore medio del modulo elastico, eseguita su campione di composito (fibra + resina) di cui alla norma UNI 2561;
- Determinazione della temperatura di transizione vetrosa (T_g) eseguita su tutte le resine polimeriche utilizzate come impregnante nei compositi, resine utilizzate come promotore di adesione (primer) o rasatura (putty) qualora il sistema ne preveda l'impiego; il metodo di prova è quello denominato DSC (Calorimetria a scansione differenziale) di cui alla ISO 11537-2.

Riguardo il confezionamento dei campioni e il ricavo dei provini da sottoporre a prova di trazione, la Linea Guida suggerisce che *“la larghezza dei campioni da sottoporre a prova sia compresa nell'intervallo 25-70 mm; la loro lunghezza può variare nell'intervallo 250-350 mm, al netto delle porzioni necessarie per gli afferraggi”*.

Riguardo le resine, il campione da sottoporre a prova si realizza miscelando i componenti per come specificato nella scheda tecnica del Fabbrikante.

I risultati ottenuti dalle prove di laboratorio dovranno essere non inferiori ai valori della classe di appartenenza dichiarata nel CVT.

❖ **Controlli di accettazione su Sistemi preformati**

Ai fini dell'accettazione dei sistemi preformati, il **Direttore dei Lavori** deve provvedere al prelievo di 3 campioni per ciascun tipo di lamina utilizzata nel sistema di rinforzo da installare, dal lotto di spedizione ricevuto. Sui campioni consegnati in laboratorio devono essere eseguite **le prove di trazione, con determinazione del valore della tensione di rottura e del modulo elastico. La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza.** In caso di risultato negativo della prova, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia al Fabbrikante, preleva in cantiere ulteriori 3 campioni dal medesimo lotto di spedizione e li invia allo stesso Laboratorio incaricato, che effettua nuove prove.



La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico, calcolati sui 6 campioni complessivamente sottoposti a prova (i primi 3 più gli ulteriori 3), risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza. In caso di ulteriore esito negativo, il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC. In tal caso l'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale. **Si prescrivono inoltre delle prove di determinazione della temperatura di transizione vetrosa su tutte le resine utilizzate, in ragione di 3 provini per ogni tipologia di resina, per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbrikante.** Si adottano a tal fine le stesse modalità di prova utilizzate in fase di qualificazione. Il valore medio dei risultati sperimentali ottenuti dovrà essere non inferiore a quello determinato in fase di qualificazione. In caso di risultato negativo, le prove devono essere ripetute, su ulteriori 3 campioni prelevati dal medesimo lotto di spedizione. Qualora si verifichi un ulteriore insuccesso, la prova di accettazione sulla resina si ritiene non superata; in tal caso il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC. Il Progettista o il **Direttore dei Lavori** potranno, ove ritenuto opportuno, prevedere ulteriori prove sperimentali che valutino la resistenza al distacco dal supporto sul quale dovrà essere installato il sistema di rinforzo, per verificare che le modalità di crisi e la forza di delaminazione siano quelle attese (PROVE PULL-OFF).

❖ **Controlli di accettazione su Sistemi realizzati in situ**

Ai fini dell'accettazione dei sistemi realizzati in situ, il Direttore dei Lavori deve provvedere al confezionamento **di 6 campioni per ciascun tipo sistema di rinforzo da installare**, realizzati in cantiere con la procedura di installazione prescritta dal Fabbrikante, impiegando gli stessi addetti del cantiere ed utilizzando i medesimi materiali. I campioni devono essere confezionati con il massimo numero di strati previsti nell'intervento da realizzare; le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione. Sui campioni consegnati in laboratorio devono essere eseguite le prove di trazione, con determinazione del valore della tensione di rottura. La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di rottura e del modulo elastico riscontrati risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza. In caso di risultato negativo della prova, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia al Fabbrikante, procede al confezionamento di ulteriori n. 6 provini, con le medesime modalità di cui sopra, e li invia allo stesso Laboratorio incaricato, che effettua nuove prove. La prova si ritiene superata se i valori medi della tensione di



rottura e del modulo elastico, calcolati sui 12 campioni complessivamente sottoposti a prova (i primi 6 più gli ulteriori 6), risultano non inferiori all'85% di quelli nominali relativi alla classe di appartenenza. In caso di ulteriore esito negativo, il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC. In tal caso l'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale. Si prescrivono inoltre delle prove di determinazione della temperatura di transizione vetrosa su tutte le resine utilizzate, in ragione di 3 provini per ogni tipologia di resina, per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbricante. Si adottano a tal fine le stesse modalità di prova utilizzate in fase di qualificazione. Il valore medio dei risultati sperimentali ottenuti dovrà essere non inferiore a quello determinato in fase di qualificazione. In caso di risultato negativo, le prove devono essere ripetute, su ulteriori 3 campioni prelevati dal medesimo lotto di spedizione. Qualora si verifichi un ulteriore insuccesso, la prova di accettazione sulla resina si ritiene non superata; in tal caso il Direttore dei Lavori assume le determinazioni più opportune e ne dà comunicazione al STC. Il Progettista o il **Direttore dei Lavori** potrà, ove ritenuto opportuno, prevedere ulteriori prove sperimentali che valutino la resistenza al distacco dal supporto sul quale dovrà essere installato il sistema di rinforzo, per verificare che le modalità di crisi e la forza di delaminazione siano quelle attese (PROVE PULL-OFF).

A cura del LABORATORIO NGT-TEST srl

Il Laboratorio NGT-TEST esegue le prove per la caratterizzazione dei sistemi compositi FRP
Prove meccaniche e prove chimiche per la determinazione della temperatura di transizione
vetrosa.

