



*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

*Servizio Tecnico Centrale*

***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***

## **INDICE**

1	Scopo	1
2	Campo di applicazione	1
3	Riferimenti normativi	2
3.1	Sistemi di rinforzo preformati	2
3.2	Sistemi di rinforzo realizzati in situ	2
4	Sistemi di rinforzo preformati	2
4.1	Classificazione	2
4.2	Qualificazione	3
4.2.1	Sistema di gestione della qualità	3
4.2.2	Sistema di controllo della produzione in stabilimento	4
4.2.3	Controlli sui materiali base	4
4.2.4	Sistema di identificazione dei prodotti	4
4.3	Prove iniziali di tipo	5
4.3.1	Prove di qualificazione di tipo meccanico	5
4.3.2	Prove cicliche di gelo-disgelo	6
4.3.3	Prove di invecchiamento artificiale	6
4.3.4	Tabella di sintesi delle prove iniziali di tipo	7
4.3.5	Certificazione dei risultati delle prove iniziali di tipo	8
4.3.6	Scheda Tecnica di prodotto	8
4.4	Prove periodiche di verifica della qualità	8
4.4.1	Contenuto dei Certificati delle prove periodiche	9
4.4.2	Documentazione per il controllo della produzione	9
4.5	Procedure per il rilascio del Certificato di Idoneità Tecnica (CIT)	9
4.5.1	Rintracciabilità dei prodotti qualificati	11
4.5.2	Istruttoria del Servizio Tecnico Centrale	11
4.5.3	Rinnovo del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego	12
4.5.4	Sospensione e Ritiro del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego	12
4.6	Documentazione di accompagnamento delle forniture	13
4.7	Controlli di accettazione in cantiere	13
4.7.1	Prelievo	13
4.7.2	Prove di accettazione	14
4.7.3	Valutazione dei risultati	14
4.7.4	Certificazione dei risultati delle prove di accettazione	14
4.8	Rintracciabilità in cantiere	15
4.9	Qualificazione dei Fornitori	15
4.10	Prodotti provenienti dall'estero	16
4.11	Installazione	16
5.	Sistemi di rinforzo realizzati in situ	17
5.1	Classificazione	17
5.2	Qualificazione	18
5.2.1	Qualificazione dei Fornitori	18
5.2.2	Qualificazione dei sistemi di rinforzo realizzati in situ	18
5.2.3	Prove di qualificazione di tipo meccanico	19
5.2.4	Prove per l'accertamento della durabilità ambientale	20
5.2.5	Tabella di sintesi delle prove di qualificazione per i sistemi di rinforzo realizzati in situ	21
5.2.6	Scheda tecnica di prodotto	21
5.2.7	Certificazione	21
5.2.8	Prodotti provenienti dall'estero	22
5.2.9	Controlli di accettazione in cantiere	22
5.2.10	Certificazione dei risultati delle prove di accettazione.	23
5.2.11	Installazione.	24
6.	Appendice	25

## 1. SCOPO

Le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. 14 gennaio 2008 (nel seguito NTC 2008) prescrivono, al punto 11.1, che tutti i materiali e prodotti da costruzione, quando impiegati per uso strutturale, debbano essere identificabili, in possesso di specifica qualificazione all'uso previsto e debbano altresì essere oggetto di controllo in fase di accettazione da parte del Direttore dei lavori.

A tal fine il citato Decreto prevede che i materiali e prodotti da costruzione per uso strutturale, quando non marcati CE ai sensi del Regolamento (UE) n.305/2011 o non provvisti di Benestare Tecnico Europeo, debbano essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (nel seguito CIT) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale (nel seguito STC), sulla base di linee guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Una particolare attenzione è portata dalle norme all'impiego di materiali non tradizionali e tra questi ai compositi fibrorinforzati (FRP - Fiber Reinforced Polymer).

L'utilizzo a fini strutturali dei suddetti materiali nell'ambito di interventi di consolidamento di costruzioni esistenti, e perciò comunemente noti anche come sistemi di rinforzo FRP, è attualmente trattato al punto 8.6 delle NTC 2008.

La presente Linea Guida fornisce le procedure per l'identificazione, la qualificazione e l'accettazione dei sistemi di rinforzo FRP.

Pertanto essa sostituisce le procedure di identificazione, qualificazione ed accettazione riportate nelle *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* approvate il 24 luglio 2009 dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e pubblicate a cura del STC.

## 2. CAMPO DI APPLICAZIONE

I sistemi di rinforzo FRP, realizzati mediante l'impiego di fibre lunghe e continue di vetro, carbonio o arammide, ed immerse in una matrice polimerica termoindurente, oggetto della presente Linea Guida, sono di due tipi:

- Sistemi preformati (pre-cured systems), costituiti principalmente da elementi a forma di lastre sottili (lamine o nastri) preparati in stabilimento mediante pultrusione, o altri processi produttivi di comprovata validità tecnologica, e successivamente incollati in cantiere alla membratura da rinforzare con collanti forniti dallo stesso Produttore. Sono escluse le barre e gli elementi di altre sezioni, differenti da quella rettangolare sottile.

- Sistemi impregnati in situ (ad esempio wet lay-up systems), costituiti da fogli o tessuti di fibre uni o multi-direzionali, impregnati direttamente in cantiere con resina polimerica, che può fungere anche da adesivo al substrato interessato dall'intervento di rinforzo.

Sono escluse dalla presente Linea Guida le matrici polimeriche termoplastiche.

Per le caratteristiche tecniche dei materiali impiegati, filati, tessuti, matrici, si può fare riferimento ai documenti di cui al capitolo 12 delle NTC 2008 e, in particolare, alle citate *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*.

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 3.1 Sistemi di rinforzo preformati

Per la descrizione delle caratteristiche tecniche dei sistemi di rinforzo preformati e dei competenti metodi di prova, si deve far riferimento alle UNI-EN 13706-1-2-3, fatto salvo quanto appresso diversamente specificato.

#### 3.2 Sistemi di rinforzo realizzati in situ

Le fibre dei tessuti e le resine utilizzate devono essere conformi alle seguenti norme tecniche:

- fibre: ISO 13002 e UNI EN 13002-2 (fibre di carbonio), UNI 8746 e UNI 9409 (fibre di vetro), UNI EN 13003-1-2-3 (fibre di arammide);
- resine: ISO 178, ISO 527, ISO 11359; quelle utilizzate per solidarizzare i sistemi di rinforzo realizzati in situ alla struttura da consolidare devono essere conformi alla norma UNI EN 1504-4.

Per la determinazione del modulo elastico e della resistenza a trazione dei rinforzi FRP realizzati in situ si deve far riferimento al metodo indicato nella norma UNI EN 2561.

### 4. SISTEMI DI RINFORZO PREFORMATI

#### 4.1 Classificazione

Nell'ambito della presente Linea Guida i sistemi di rinforzo preformati sono classificati in base ai valori delle seguenti due caratteristiche meccaniche: modulo elastico e tensione di rottura.

Tali caratteristiche, valutate in regime di trazione uniassiale, devono essere riferite all'unità di superficie complessiva della sezione retta del rinforzo FRP (fibre e matrice), ortogonalmente cioè alla direzione delle fibre.

La successiva Tabella 1 riporta le classi di tali rinforzi contemplate dalla Linea Guida ed i corrispondenti valori delle suddette caratteristiche meccaniche, da calcolarsi come indicato al punto 4.3.2. Le classi E17 ed E23 sono riprese dalla UNI-EN 13706-3.

Prodotti della stessa classe che siano realizzati con fasi differenti (fibre e/o resina) richiedono processi di qualificazione separati.

I valori esposti sono nominali. La condizione che i valori del modulo elastico e della resistenza a trazione di un sistema preformato, calcolati come sopra indicato, siano maggiori o uguali a quelli nominali, ne legittima l'appartenenza alla corrispondente classe. Nel caso di un materiale che, nella fase di qualificazione, presenti valori del modulo elastico e della resistenza a trazione ricadenti in classi differenti, la denominazione è fatta con riferimento alla classe con caratteristiche inferiori.

Tabella 1- Classi degli FRP preformati

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
--------	--------------------	--	---

E17	Vetro	17	170
E23	Vetro	23	240
G38/600	Vetro	38	600
G38/800	Vetro	38	800
G45	Vetro	45	1000
C120	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55	Arammide	55	1200

I valori del modulo elastico e della resistenza a trazione devono risultare opportunamente stabili nei confronti del degrado indotto sul composito FRP da azioni ambientali, come di seguito descritto.

Le ulteriori caratteristiche tra quelle elencate nell'Annesso F della UNI EN 13706-2, come ad esempio la resistenza ai carichi di lunga durata, possono essere oggetto di qualificazione a mezzo di opportune prove su proposta del Produttore e accettate dal STC.

## **4.2 Qualificazione**

### ***4.2.1 Sistema di gestione della qualità***

Tutti i sistemi di rinforzo preformati, oggetto della presente Linea Guida, devono essere prodotti in uno stabilimento dotato di un sistema permanente di controllo interno della qualità.

Fatto salvo quanto disposto da norme europee armonizzate, ove disponibili, il sistema di gestione della qualità, che sovrintende al processo di fabbricazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN 9001 e valutato, in sede di rilascio del CIT, dal STC.

Successivamente, in sede di rinnovo, il sistema di certificazione, ai sensi della UNI EN 9001, deve essere attestato da un Organismo di certificazione abilitato ai sensi della vigente normativa in materia.

Il sistema di gestione della qualità deve prevedere specifici controlli in ordine ai seguenti aspetti:

- pianificazione delle attività di gestione del sistema stesso;
- controllo della progettazione;
- qualifica dei fornitori;
- controllo della documentazione di sistema e delle registrazioni;
- controllo degli strumenti di misurazione e verifica;
- controllo dei prodotti/servizi;
- attività di monitoraggio di tutti i processi individuati all'interno dell'azienda;
- gestione di un sistema di indicatori per la valutazione dei processi;
- rapporti e riesami periodici della direzione;

- monitoraggio della soddisfazione del cliente e gestione dei reclami (UNI ISO 10002);
- gestione dei resi.

#### ***4.2.2 Sistema di controllo della produzione in stabilimento***

Il sistema di controllo della produzione di sistemi di rinforzo FRP preformati deve prevedere:

- controlli sui materiali base quali fibre, tessuti, resine ed eventuali additivi, le cui caratteristiche devono essere dichiarate dai relativi produttori;
- l'utilizzo da parte del Produttore di un sistema di identificazione dei prodotti;
- l'effettuazione di prove iniziali di tipo al fine di determinare le caratteristiche prestazionali dei propri prodotti e inquadrarli nella normativa di riferimento;
- un sistema di controlli periodici della produzione (FPC - Factory Production Control) che deve includere la valutazione su base statistica delle proprietà geometriche, fisiche, meccaniche dei prodotti finiti, al fine di assicurare un livello adeguato e costante delle suddette caratteristiche. Il campionamento e la sperimentazione dei prodotti devono essere eseguiti regolarmente per ogni lotto di produzione e comunque per quantità minime predefinite di prodotto.

#### ***4.2.3 Controlli sui materiali base***

Per ciascun materiale base e per ciascuna fornitura, il Produttore dei preformati deve procedere a controlli periodici da precisarsi all'interno del sistema di controllo adottato dallo stabilimento di produzione, al fine di garantire che i materiali all'atto dell'utilizzo abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore del materiale base.

Il controllo deve prevedere prove tendenti a verificare, con gli stessi standard utilizzati dalla ditta fornitrice, i valori delle caratteristiche del materiale dichiarati da quest'ultima.

I controlli periodici sui materiali base devono essere oggetto di registrazione nel sistema di controllo di produzione aziendale.

#### ***4.2.4 Sistema di identificazione dei prodotti***

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative; riconducibile alla relativa linea di produzione ed allo stabilimento di produzione. Per tale motivo il Produttore è tenuto a dotarsi di un Sistema di identificazione dei prodotti.

La marcatura, deve essere apposta alla fine del ciclo di produzione e/o della linea di confezionamento ovvero per ogni lotto di produzione, prima del deposito a magazzino e comunque prima della spedizione. Deve esserne garantita la inalterabilità sino alla consegna in cantiere senza possibilità di manomissione.

Il sistema di marcatura deve prevedere marcature da apporsi ad ogni singolo pezzo, con identificativi diversi per ogni prodotto, per ogni linea di produzione ovvero per ogni stabilimento di produzione.

Ove ciò non sia possibile, per lo specifico tipo di prodotto, in accordo con il STC, la marcatura con le stesse caratteristiche di non modificabilità e durata potrà essere apposta sulla

più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) utilizzata per il confezionamento e la spedizione dei singoli prodotti.

Al fine di dettagliare le procedure di cui sopra si riportano di seguito le definizioni di:

- **Stabilimento:** unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso Produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato e presente in catalogo.
- **Linea di produzione:** ogni sistema produttivo capace di compiere in maniera automatizzata e sequenziale, secondo specifiche di lavorazione dettagliate, tutte le operazioni necessarie alla realizzazione di un prodotto di univoche caratteristiche tecniche.
- **Lotto di produzione:** il risultato di un'unica fase di produzione interamente realizzato con un unico tipo di matrice e fibre; costituito da sistemi preformati appartenenti ad un'unica classe; definito quantitativamente nel sistema di qualità aziendale.

Il sistema di marcatura deve essere depositato presso il STC.

### **4.3 Prove iniziali di tipo**

Ai fini del rilascio del CIT sono richieste prove iniziali di tipo.

Le prove devono essere effettuate presso un laboratorio autorizzato ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per prove su FRP. Nel seguito, riferendosi ad un laboratorio con i predetti requisiti, si parlerà semplicemente di "Laboratorio incaricato".

Le prove devono essere condotte da personale qualificato con comprovata esperienza nella caratterizzazione dei materiali compositi e devono essere eseguite utilizzando attrezzature di prova idonee ed opportunamente tarate.

Le prove devono essere effettuate per tutti i prodotti presenti in catalogo.

Sono "prodotti diversi" quelli che appartengano a classi diverse (vedere punto 4.1) ovvero che, pur della stessa classe, siano realizzati con un differente accoppiamento di fibre e resina, da intendersi come diversa percentuale dei due componenti o diverso processo produttivo.

Per ogni prodotto deve essere redatto un *Registro delle prove iniziali di tipo* dove devono essere riportati, per le elaborazioni statistiche, i dati caratteristici relativi ai campioni esaminati, unitamente ai valori medi, agli scarti quadratici e ad ogni altra informazione significativa.

Devono essere condotte le prove di cui ai successivi punti 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3

#### **4.3.1 Prove di qualificazione di tipo meccanico**

Il Laboratorio incaricato preleva presso lo stabilimento di produzione, per ogni prodotto, una serie di 15 campioni, ricavati da 3 diversi lotti di produzione: 5 per ogni lotto di produzione.

A cura del Laboratorio incaricato, sui campioni sono determinati il valore medio del modulo elastico e quello caratteristico della tensione di rottura, entrambi nella direzione delle fibre.

Il valore caratteristico è calcolato sottraendo al valore medio il doppio della deviazione standard. Le condizioni di temperatura, pressione ed umidità relativa alle quali le prove devono essere effettuate sono quelle *standard* (20 °C, pressione atmosferica, 50% U.R.).

I suddetti valori non devono risultare inferiori ai corrispondenti valori nominali della stessa classe, come specificato al punto 4.1.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 5 campioni dallo stesso lotto di produzione che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

#### ***4.3.2 Prove cicliche di gelo-disgelo***

Con le stesse modalità di cui al punto 4.3.1, il Laboratorio incaricato preleva ulteriori 4 coppie di campioni (totale 8 campioni): 2 coppie da uno a scelta dei 3 lotti di produzione di cui al punto precedente; altre 2 coppie da uno a scelta dei due lotti rimanenti.

Tutti i campioni sono relativi ad uno stesso prodotto preformato.

Uno dei campioni di ciascuna coppia è sottoposto a cicli di gelo-disgelo mediante la seguente procedura.

Esso è condizionato in una camera umida per una settimana, ad una umidità relativa del 100% e ad una temperatura di 38°C; successivamente, è sottoposto a 20 cicli di gelo-disgelo. Ciascun ciclo consiste di almeno 4 ore a -18°C, seguite da 12 ore in una camera umida (100% di umidità relativa, 38°C).

Alla fine dei 20 cicli di gelo-disgelo, il campione viene controllato visivamente per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, come erosioni, desquamazioni, fessurazioni e screpolature.

Sia il campione assoggettato a cicli di gelo-disgelo che quello non assoggettato sono quindi sottoposti a prova di trazione.

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale (con ingrandimento 5x) ed inoltre i valori della tensione di rottura e del modulo elastico del campione assoggettato a cicli di gelo-disgelo non risultano inferiori all'85% dei corrispondenti valori del campione non condizionato.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 4 campioni dallo stesso lotto di produzione che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

#### ***4.3.3 Prove di invecchiamento artificiale***

Con le modalità già descritte al punto 4.3.2, il Laboratorio incaricato preleva ulteriori 12 coppie di campioni (totale 24 campioni), di cui 4 coppie per la resistenza all'umidità, 4 coppie per la resistenza agli ambienti salini e 4 coppie per la resistenza agli ambienti alcalini.

I campioni invecchiati artificialmente, come indicato in Tabella 2, sono controllati visivamente (con ingrandimento 5x) per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, quali erosioni, desquamazioni, fessurazioni o screpolature.

Sia i campioni invecchiati artificialmente che quelli non invecchiati sono quindi sottoposti a prova di trazione nella direzione delle fibre.

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale ed inoltre i valori della tensione di rottura e del modulo elastico del campione assoggettato ad invecchiamento artificiale non risultano inferiori all'85% dei corrispondenti valori del campione non invecchiato per il caso di durata dell'invecchiamento di 1000 ore, ovvero all'80% nel caso di durata dell'invecchiamento di 3000 ore. Il Produttore può scegliere la durata dell'invecchiamento.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 4 campioni dallo stesso lotto di produzione che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

Tabella 2 – Invecchiamento artificiale.

Tipo di prova	Norma di riferimento	Condizioni di prova	Durata della prova (ore)	Percentuale conservata (%)
Resistenza all'umidità	ASTM D 2247-11 ASTM E 104-02	umidità relativa: 100% temperatura: $38 \pm 1$ °C	1000	85
Resistenza agli ambienti salini	ASTM D 1141-98 ASTM C 581-03	immersione a $23 \pm 1$ °C		
Resistenza agli ambienti alcalini		immersione in soluzione con pH = 12; temperatura: $23 \pm 2$ °C	3000	80

#### 4.3.4 Tabella di sintesi delle prove iniziali di tipo.

La tabella di seguito riportata (Tabella 3) sintetizza la numerosità dei campioni ai fini della qualificazione dei sistemi di rinforzo preformati ed il numero di lotti di produzione interessati.

Tabella 3- Sintesi delle prove

Tipo di prova		Numero di campioni	Numero di lotti di produzione interessati
Resistenza meccanica	Determinazione modulo elastico e tensione di rottura	15	3
Resistenza a cicli di gelo-disgelo	Verifica di alterazioni superficiali e determinazione del modulo elastico e della tensione di rottura	4 sottoposti a prova+4 di controllo	2
Resistenza all'umidità		4 sottoposti a prova+4 di controllo	2
Resistenza agli ambienti salini		4 sottoposti a prova+4 di controllo	2
Resistenza agli ambienti alcalini		4 sottoposti a prova+4 di controllo	2
<b>Numero totale di prove</b>		<b>47</b>	

#### 4.3.5 Certificazione dei risultati delle prove iniziali di tipo.

I risultati delle prove, formalizzati in un certificato predisposto dal Laboratorio incaricato e firmato dal relativo Responsabile, deve contenere almeno i seguenti dati:

- identificazione univoca del certificato (laboratorio, numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- indicazione del verbale del prelievo sottoscritto dal Direttore di stabilimento;
- indicazione del Produttore, dello stabilimento di produzione, del tipo di prodotto e dei campioni da provare utilizzando il sistema di identificazione – tracciabilità adottato dal Produttore;
- data del prelievo e ricevimento dei campioni;
- luogo e data di effettuazione delle prove;
- dimensioni nominali ed effettive del campione;
- indicazione della norma di riferimento della prova;
- valori delle grandezze misurate;
- durata dell'invecchiamento.

#### ***4.3.6 Scheda Tecnica di prodotto***

Al completamento delle prove iniziali di tipo i Produttori sono tenuti a predisporre apposite schede tecniche relative a tutti i prodotti che si intende commercializzare.

In Appendice (Allegato A) è riportata la struttura di una scheda tecnica tipo contenente le informazioni minime obbligatorie da fornire.

La scheda tecnica di un prodotto deve indicare obbligatoriamente, fra l'altro:

- resistenza e reazione al fuoco del prodotto;
- temperatura di transizione vetrosa;
- comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali;
- condizioni di impiego.

Laddove gli ambiti di utilizzo lo richiedano, è necessario che il Produttore esegua specifiche prove di resistenza al fuoco utili per la verifica degli elementi rinforzati con FRP secondo la vigente normativa di settore applicabile.

Le schede tecniche possono includere anche altre informazioni esplicative di ulteriori caratteristiche prestazionali.

#### **4.4 Prove periodiche di verifica della qualità**

Per quanto riguarda le prove di controllo continuo della produzione in fabbrica (a seguito dell'avvio della produzione e del rilascio del CIT ) sono previste solo prove di trazione nella direzione delle fibre per la determinazione della tensione di rottura e del modulo elastico secondo le modalità già illustrate al punto 4.3.1.

Ai fini della verifica della qualità, il Laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, a intervalli non superiori a dodici mesi, operando su 6 campioni prelevati da due differenti lotti di produzione, in ragione di 3 campioni per lotto e comunque ogni 500 m di prodotto.

Su tali campioni il Laboratorio incaricato effettua le prove di determinazione della tensione di rottura a trazione e del modulo elastico, entrambi nella direzione delle fibre.

Qualora i valori minimi del modulo elastico e della tensione di rottura risultassero inferiori ai corrispondenti valori nominali di cui al punto 4.1, il Laboratorio incaricato deve darne comunicazione al STC.

Il lotto da cui sono stati prelevati i campioni non potrà essere commercializzato.

Il Produttore dovrà ovviare alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente sulla specifica linea di produzione e quindi ripetere le prove.

Ad esito positivo delle prove il Produttore dovrà comunicare al STC i dettagli degli interventi effettuati per la rimozione delle cause e i risultati delle prove.

I risultati di dette prove, siano essi positivi o negativi, devono essere riportati nel Registro di controllo della produzione dello specifico prodotto, di cui al successivo punto 4.4.2.

#### ***4.4.1 Contenuto dei Certificati delle prove periodiche***

I certificati devono contenere almeno i seguenti dati:

- identificazione univoca del certificato (laboratorio, numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- identificazione del Committente che richiede le prove, con indicazione del verbale di prelievo sottoscritto dal Direttore di stabilimento;
- indicazione del Produttore, dello stabilimento di produzione, del tipo di prodotto e dei campioni da provare utilizzando il sistema di identificazione – tracciabilità adottato dal Produttore, tipo di provvedimenti adottati dal Produttore in caso di precedenti insuccessi;
- data del prelievo e ricevimento dei campioni;
- luogo e data di effettuazione delle prove;
- dimensioni nominali ed effettive del campione;
- indicazione della norma di riferimento della prova;
- valori delle grandezze misurate;
- estremi del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego, nonché l'ultimo Attestato di conferma della qualificazione.

I certificati devono essere firmati dal Responsabile del Laboratorio.

#### ***4.4.2 Documentazione per il controllo della produzione***

Le prove devono essere effettuate per tutti i prodotti presenti in catalogo.

Per ogni prodotto deve essere redatto un *Registro di controllo della produzione* dove devono essere riportati, ai fini delle elaborazioni statistiche, i dati caratteristici relativi alle prove sui materiali base impiegati, ai campioni esaminati, unitamente ai valori medi, agli scarti quadratici e ad ogni altra informazione significativa.

#### **4.5 Procedure per il rilascio del Certificato di Idoneità Tecnica (CIT)**

La richiesta di qualificazione deve essere inoltrata dal Produttore al STC allegando idonea documentazione nella quale siano riportati:

- relazione tecnica descrittiva dell'impianto di produzione recante l'individuazione dello stabilimento, la descrizione degli impianti e dei processi di produzione, l'elencazione di eventuali attività effettuate da soggetti esterni;
- indicazione del Direttore Tecnico di Stabilimento con allegato curriculum dove sono rappresentate le esperienze lavorative e la conoscenza del processo produttivo;
- descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali tra cui i nominativi del Direttore tecnico, del Responsabile di produzione, del Responsabile attrezzature/officine, del Responsabile della qualità aziendale e degli eventuali responsabili delle singole procedure di controllo di produzione;
- copia del Manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN 9001, e della certificazione del controllo di produzione in fabbrica, che specifichi gli aspetti dell'effettiva attuazione del sistema di garanzia di qualità, il trattamento delle non conformità;
- disegni tecnici completi e dettagliati di ciascun prodotto di cui si richiede la qualificazione, comprensivi di sezioni e particolari costruttivi, con indicazione di materiali, loro composizione (fibre, resine, eventuali additivi), trattamenti, finiture superficiali e quanto necessario per individuarne ogni aspetto; i disegni devono riportare l'approvazione del Direttore tecnico dello Stabilimento;
- dichiarazione di non tossicità dei prodotti e dei relativi materiali e componenti;
- modalità di marcatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- modalità di rintracciabilità del prodotto adottate nei documenti del Produttore e nel documento di trasporto;
- dichiarazione attestante che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- caratteristiche dichiarate dai Produttori delle materie prime utilizzate nel processo produttivo del sistema di rinforzo o ai fini della sua applicazione, con indicazione delle norme di riferimento per fibre, resine ed adesivi di incollaggio al supporto;
- indicazione di un Laboratorio di prova, con caratteristiche di cui al punto 4.3;
- certificati di prove iniziali di tipo suddivise per ogni prodotto oggetto di richiesta di CIT, eseguite ai sensi della presente Linea Guida, da un Laboratorio incaricato;
- Registro di controllo della produzione adottato per la conservazione ed elaborazione statistica dei controlli di produzione effettuati su ogni singolo prodotto costruito;
- scheda tecnica di ogni singolo prodotto, contenente almeno le informazioni di cui all'Appendice A;
- relazione su tutti gli aspetti logistici, di stoccaggio e di carico, nella quale devono essere descritte le seguenti fasi:
  - stoccaggio delle materie prime (allegando una pianta dello stabilimento);
  - eventuale arrotolamento del prodotto (modalità ed attrezzature impiegate atte a salvaguardare la qualità del prodotto in arrotolamento);
  - imballaggio (criteri e modalità impiegati per preservare il prodotto);

- stoccaggio del prodotto finito (modalità di stoccaggio del prodotto finito e criteri adottati per assicurare la rintracciabilità, la movimentazione, l'etichettatura ecc.);
- modalità di carico sul mezzo di trasporto.

#### ***4.5.1 Rintracciabilità dei prodotti qualificati***

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente identificabile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve essere riconducibile allo stabilimento di produzione.

Al fine di consentire l'identificazione dei prodotti qualificati ai sensi della presente Linea Guida, il Produttore propone al STC un sistema di marcatura dei propri prodotti adeguatamente strutturato e reso operativo ai sensi delle indicazioni contenute nel punto 4.5.

Il sistema di identificazione proposto è oggetto di valutazione da parte del STC in sede di istruttoria per il rilascio del CIT.

Il Produttore deve rispettare le modalità di marcatura dichiarate nella documentazione presentata al STC e deve comunicare preventivamente ogni modifica che intende apportare al fine di riceverne l'autorizzazione.

La mancata marcatura, la non corrispondenza al marchio o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, per motivazioni diverse, l'unità marchiata perda, in parte o totalmente, l'originale marcatura, è responsabilità sia degli utilizzatori, sia dei commercianti comprovarne la provenienza mediante i documenti di accompagnamento e gli estremi del deposito del marchio presso il STC.

#### ***4.5.2 Istruttoria del Servizio Tecnico Centrale***

Al ricevimento della istanza e della prescritta documentazione, il STC verifica la completezza e congruità della documentazione presentata. Se questa è ritenuta esaustiva effettua una visita iniziale in fabbrica allo scopo di valutare sul posto il Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso e verificare la corretta implementazione del sistema di controllo della produzione adottato dal Produttore. La visita riguarda lo stabilimento produttivo individuato nell'istanza e può riguardare anche stabilimenti/siti in cui vengono effettuate lavorazioni da altri soggetti.

Al termine della visita iniziale in fabbrica, il Servizio predisponde un verbale di ispezione contenente le risultanze della visita, l'esplicitazione delle eventuali non conformità rilevate e il termine temporale entro cui le stesse dovranno essere corrette dal Produttore.

Le eventuali azioni correttive e la loro efficacia sono oggetto di una successiva valutazione del STC.

All'esito positivo delle su esposte verifiche, il STC predisponde la relazione istruttoria conclusiva che, unitamente a tutta la documentazione relativa all'istanza, viene sottoposta all'esame e parere della competente Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Sulla base delle valutazioni della competente Sezione, il Servizio predisponde il provvedimento finale (rilascio o diniego del CIT) a firma del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il CIT ha una validità di 5 anni dalla data di rilascio e può essere rinnovato.

Il provvedimento di rilascio di un CIT, unitamente alla marcatura adottata dal Produttore, sono resi conoscibili dal STC a tutti i soggetti interessati mediante pubblicazione sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, al fine di rendere possibile, in modo inequivocabile, il riconoscimento dei prodotti qualificati attraverso il riferimento al Produttore, allo stabilimento ed alla classe del sistema preformato ed al sistema di marcatura adottato.

Il prodotto può essere utilizzato a fini strutturali solo dopo il rilascio del CIT.

La validità del CIT è subordinata al permanere delle condizioni di produzione in fabbrica ed inoltre alla circostanza che il relativo controllo interno non subiscano modifiche.

A tal fine i Produttori, annualmente ed entro 60 giorni dalla scadenza dell'anno di riferimento, sono tenuti ad inviare al STC:

- dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo e dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- evidenza del mantenimento della certificazione del controllo di produzione in fabbrica;
- rapporto in formato elettronico contenente l'indicazione dei quantitativi totali di ogni singolo prodotto qualificato, effettivamente realizzato nell'anno di riferimento, con indicazione del numero di lotti e delle certificazioni di tutte le prove periodiche di verifica della qualità effettuate (punto 4.4) e quadro riassuntivo dei relativi risultati (Registro di controllo della produzione).

Nel caso in cui si rendessero necessarie modifiche al ciclo di produzione o al sistema di controllo interno, il Produttore è tenuto a comunicare con immediatezza al STC ogni modifica effettuata rispetto a quanto dichiarato e/o previsto nella documentazione di qualificazione per la relativa valutazione ed il rilascio di eventuale nulla-osta.

#### ***4.5.3 Rinnovo del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego***

Il CIT può essere rinnovato su richiesta del produttore che deve produrre relativa istanza di rinnovo entro 6 mesi dalla scadenza.

Alla ricezione della domanda di rinnovo del CIT, il STC provvede ad un riesame di tutta la documentazione prodotta dal Produttore unitamente a quello delle dichiarazioni annuali presentate e procede ad eventuali ispezioni all'impianto di produzione. In caso di positiva valutazione, ed a seguito di eventuale visita di controllo, provvede a rinnovare al Produttore il CIT.

#### ***4.5.4 Sospensione e Ritiro del Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego***

La mancata applicazione, anche solo di una delle condizioni poste a presupposto del rilascio, è titolo per la sospensione del CIT.

In particolare, sono motivo di sospensione:

- la modifica della composizione del prodotto e/o del sistema di produzione
- l'adozione di un diverso sistema di marcatura, l'esternalizzazione di una fase della produzione senza la preventiva positiva valutazione del STC;

Il verificarsi, nell'anno, di prove negative relativamente alle proprietà meccaniche del prodotto, documentate dal controllo continuo di fabbrica o da prove di accettazione in cantiere dovrà essere valutato dal STC.

Per i casi più gravi il STC può procedere alla revoca del CIT.

#### **4.6 Documentazione di accompagnamento delle forniture**

Tutte le forniture di materiali oggetto della presente Linea Guida devono riportare nel Documento di trasporto (nel seguito DdT ) la indicazione del CIT e i materiali devono essere marcati secondo il sistema approvato e pubblicato dal STC.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da documento di trasporto del commerciante, sul quale deve essere riportata esplicita annotazione con indicazione del CIT di qualificazione del prodotto, e da copia dei documenti rilasciati dal Produttore, dichiarati conformi agli originali.

#### **4.7 Controlli di accettazione in cantiere.**

I controlli di accettazione in cantiere sui materiali FRP preformati:

- sono obbligatori e di competenza del Direttore dei lavori;
- devono essere campionati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione e devono riguardare tutti i rinforzi FRP preformati oggetto di fornitura;
- le prove meccaniche devono essere effettuate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per prove su FRP, in tempo ritenuto utile dal Direttore dei Lavori ai fini dell'accertamento della qualità e della conformità alle specifiche di progetto dei rinforzi oggetto di fornitura e comunque non oltre 30 giorni.

Ferme restando le responsabilità del Produttore, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare che tutti i prodotti oggetto della fornitura risultino adeguatamente marchiati ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Qualora il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il STC, i prodotti non possono essere accettati in cantiere ed il Direttore dei Lavori è tenuto a segnalare la circostanza al STC.

##### ***4.7.1 Prelievo***

Il campionamento deve essere effettuato dal Direttore dei Lavori o da tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante idonee sigle, etichettature indelebili, la rintracciabilità dei campioni in ordine alla fornitura ed alla ubicazione e all'uso previsto in cantiere.

Devono essere prelevati n. 3 campioni in riferimento ad ogni lotto di spedizione e comunque ogni 500 m o frazione di sistema di rinforzo preformato, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del sistema di rinforzo da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Sono previsti solo controlli di tipo meccanico.

Si prescrivono inoltre prove sulla resina – adesivo in ragione di un provino ogni lotto di spedizione per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Produttore e richiamate nel manuale di installazione. Si, adottano a tal fine le stesse norme di riferimento utilizzate per la qualificazione delle materie prime di cui al punto 4.5.

La richiesta di prove deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove e/o di omessa indicazione della destinazione del prodotto da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della presente Linea Guida e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I predetti certificati non potranno essere utilizzati dal Collaudatore per le operazioni di collaudo

#### **4.7.2 Prove di accettazione**

Per ciascun campione i valori della tensione di rottura a trazione e del modulo elastico, entrambi nella direzione delle fibre, devono risultare non inferiori ai corrispondenti valori nominali dichiarati nella scheda Prodotto.

Le proprietà della resina-adesivo devono soddisfare i valori dichiarati dal Produttore.

#### **4.7.3 Valutazione dei risultati**

Qualora la verifica di cui al precedente comma non dovesse essere soddisfatta, anche solo per una delle grandezze misurate, essa deve essere ripetuta prelevando e provando 3 ulteriori campioni provenienti da prodotti del lotto in esame.

Se, per tutti e tre i campioni, i valori delle due caratteristiche meccaniche da esaminare sono maggiori o uguali del competente valore di accettazione, il lotto consegnato può essere considerato conforme.

Se, per uno solo dei campioni, il valore di una delle due caratteristiche meccaniche risulta minore del corrispondente valore di accettazione, sia il provino che il metodo di prova devono essere attentamente analizzati.

Se nel campione è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorre prelevare un ulteriore (singolo) campione ed accertare il soddisfacimento dei requisiti di accettazione.

In tutti gli altri casi, il risultato negativo va comunicato al STC e il Direttore dei Lavori deve assumere le opportune determinazioni.

L'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

#### **4.7.4 Certificazione dei risultati delle prove di accettazione**

I certificati emessi dai laboratori devono contenere almeno le seguenti indicazioni:

- identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;

- identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- identificazione del Committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- nominativo del Direttore dei Lavori che richiede le prove;
- descrizione e identificazione dei campioni da provare con indicazione della relativa marcatura ove non reperibile sui campioni;
- estremi del verbale di prelievo sottoscritto dal Direttore dei lavori;
- data di ricevimento dei campioni;
- data di esecuzione delle prove;
- indicazione della norma di riferimento della prova;
- dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- valori delle grandezze misurate.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato dal Laboratorio incaricato sui campioni da sottoporre a prove ovvero di quello riportato dal Direttore dei Lavori nella richiesta di prove qualora i campioni fossero sprovvisti di tale marchio.

Qualora il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il STC, le certificazioni emesse dal Laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della presente Linea Guida e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni Fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

E' inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

#### **4.8 Rintracciabilità in cantiere**

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve assicurare la conservazione della documentazione di accompagnamento, unitamente a marcature o etichette di riconoscimento ed ad eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico e, ove previsto, tecnico-amministrativo.

#### **4.9 Qualificazione dei Fornitori**

Nel caso in cui i sistemi di rinforzo preformati, acquistati presso Produttori qualificati come descritto ai punti precedenti, siano successivamente immessi sul mercato, con un proprio marchio o logo, da soggetti differenti, di seguito denominati "Fornitori", che non effettuino su di essi alcuna altra trasformazione, ai fini della qualificazione devono essere soddisfatte le prescrizioni di seguito riportate.

I Fornitori suddetti devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità coerente con la norma UNI EN 9001 e certificato da un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che operi nel rispetto della norma UNI EN 17021:2006.

I Fornitori di cui al presente punto sono tenuti a dichiarare al STC la loro attività, assumendosi l'impegno a commercializzare esclusivamente sistemi di rinforzo preformati qualificati all'origine, sui quali non opereranno alcuna trasformazione, ed indicando un proprio logo o marchio che li identifichi in modo inequivocabile. Il STC attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La suddetta dichiarazione deve essere confermata annualmente al STC, specificando che nulla è variato rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero, in caso contrario, descrivendo le avvenute variazioni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il Fornitore.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da dichiarazione, sul DdT, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal STC, recante il logo o il marchio del Fornitore.

Il Direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fornitore.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il Collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del Fornitore.

#### **4.10 Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui ai punti precedenti si applicano anche ai sistemi preformati provenienti dall'estero.

Nel caso in cui tali prodotti siano provvisti di una certificazione riconosciuta dalle rispettive Autorità estere competenti, il Produttore e/o il Fornitore di sistemi di rinforzo preformati può, in alternativa alla richiesta di CIT, inoltrare al STC domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine. A tal fine deve depositare contestualmente la relativa documentazione per i prodotti che intende commercializzare sul territorio italiano ed il corrispondente marchio.

L'equivalenza è sancita con provvedimento del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

#### **4.11 Installazione**

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione il Produttore, o il Fornitore, deve allegare un Manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la completa posa in opera del sistema di rinforzo preformato, con particolare riguardo ai trattamenti da porre in essere a carico del supporto, preliminarmente all'installazione del composito FRP.

## 5. SISTEMI DI RINFORZO REALIZZATI IN SITU

Quanto riportato al presente punto si riferisce esclusivamente a sistemi di rinforzo realizzati in situ e costituiti da uno specifico tessuto ed una specifica resina.

Le due fasi costituenti il sistema di rinforzo devono essere entrambe commercializzate da una stessa ditta, di seguito chiamata “Fornitore”.

Per i sistemi di rinforzo da realizzare in situ si fa riferimento esclusivamente al lotto di spedizione, inteso come un insieme costituito da specifica resina e da uno specifico tessuto inviati al cantiere per la realizzazione di un ben definito tipo di composito riconducibile ad una delle classi di seguito riportate.

### 5.1 Classificazione

Nell’ambito della presente Linea Guida i sistemi di rinforzo realizzati in situ sono classificati in base ai valori del modulo elastico e della tensione di rottura.

Le suddette caratteristiche meccaniche devono essere riferite all’area delle sole fibre secche all’interno della sezione retta del rinforzo, al netto, cioè, della resina di impregnatura.

I sistemi di rinforzo realizzati in situ sono riconducibili alle classi specificate nella successiva Tabella, 4 nella quale sono riportati i relativi valori nominali del modulo elastico e della tensione di rottura a trazione, nella direzione delle fibre, calcolati come indicato al successivo punto 5.2.3.

I valori esposti sono nominali: la condizione che i valori del modulo elastico e della resistenza a trazione di un sistema di rinforzo realizzato in situ, calcolati come sopra indicato, siano maggiori o uguali a quelli nominali, ne legittima l’appartenenza alla corrispondente classe.

Nel caso di un materiale che, nella fase di qualificazione, presenti valori del modulo elastico e della resistenza a trazione ricadenti in classi differenti, la denominazione è fatta con riferimento alla classe con caratteristiche nominali inferiori.

Tabella 4 – Classi dei rinforzi FRP realizzati in situ.

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
60G	Vetro	60	1300
210C	Carbonio	210	2700
350/1750C	Carbonio	350	1750
350/2800C	Carbonio	350	2800
500C	Carbonio	500	2000
100A	Arammide	100	2200

Per tessuti pluriassiali, con fibre disposte in più direzioni, i valori della Tabella 4 si intendono riferiti alla direzione di prevalente interesse.

I valori del modulo elastico e della resistenza a trazione che caratterizzano il materiale devono risultare stabili nei confronti del degrado indotto da azioni ambientali, come di seguito specificato.

Le ulteriori caratteristiche tra quelle elencate nell'Annesso F della UNI EN 13706-2, come ad esempio la resistenza ai carichi di lunga durata, possono essere oggetto di qualificazione, a mezzo di opportune prove, proposte dal Fornitore e accettate dal STC.

## **5.2 Qualificazione**

E' richiesta una qualificazione del Fornitore ed una qualificazione iniziale dei sistemi di rinforzo realizzabili con le fasi (resina e fibre) commercializzate da quest'ultimo.

A tal fine sono previste, sia prove di tipo meccanico, che prove di accertamento della durabilità ambientale.

Le prove devono riguardare tutti i diversi prodotti presenti in catalogo, intendendo come tali prodotti che differiscano per la classe di appartenenza (vedere punto 5.1), ovvero che, pur se della stessa classe, siano realizzati con un diverso accoppiamento di fibre e resina e/o una diversa grammatura delle fibre.

### **5.2.1 Qualificazione dei Fornitori**

I Fornitori devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità coerente con la norma UNI EN 9001 e certificato da un Organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi nel rispetto della norma UNI EN 17021:2006.

### **5.2.2 Qualificazione dei sistemi di rinforzo realizzati in situ**

I Fornitori di cui al presente punto, sono tenuti ad inoltrare al STC richiesta di CIT, ai sensi del punto 11.1, caso C, delle NTC 2008, allegando:

- elenco e caratteristiche del sistema di rinforzo che si intende qualificare con l'indicazione della composizione in termini di fasi (fibre e resine);
- copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- modalità di marcatura che si intende adottare per l'identificazione del sistema di rinforzo;
- indicazione delle fonti di approvvigionamento delle fasi;
- dichiarazione, resa dai produttori delle fasi (fibre e resine), circa le caratteristiche prestazionali delle fasi stesse ;
- copia del *Manuale di qualità aziendale*, coerente alla norma UNI EN 9001;
- copia del *Manuale di preparazione dei prodotti* del sistema di rinforzo, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta realizzazione del prodotto fibrorinforzato;
- copia del *Manuale di installazione dei prodotti* del sistema di rinforzo, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo;
- indicazione del Laboratorio incaricato (si veda in merito quanto specificato al punto 4.3) presso il quale verranno eseguite le prove di qualificazione;
- eventuali certificazioni relative ai sistemi di rinforzo, per cui è inoltrata la richiesta di qualificazione, rilasciate in data antecedente all'entrata in vigore della presente Linea Guida.

Il STC verifica la completezza e congruità della documentazione presentata, nonché l' idoneità del Laboratorio incaricato.

In caso di esito positivo il STC notifica al Fornitore la possibilità di proseguire nella Procedura di qualificazione del prodotto. In caso di esito negativo indica le azioni correttive da adottare.

La Procedura di qualificazione del prodotto continua con i seguenti passi:

- esecuzione delle *prove di qualificazione* a cura del Laboratorio incaricato dal Fornitore secondo le procedure di cui al punto 5.3.2 e 5.3.3;
- inoltro al STC, da parte del Laboratorio incaricato, dei risultati delle prove di qualificazione, su cui detto Servizio deve esprimere giudizio di conformità;
- in caso di giudizio negativo, il Fornitore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, di cui è tenuto a dare comunicazione sia al Laboratorio incaricato che al STC, e successivamente ripetere le prove di qualificazione.
- in caso di giudizio positivo il STC, sentita la competente Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, provvede a rilasciare al Fornitore il CIT.

Il prodotto può essere impiegato solo dopo il rilascio del CIT, che ha validità di 5 anni e può essere rinnovato. Per quanto riguarda la validità del CIT, il suo rinnovo, ovvero la sua sospensione o ritiro, valgono le indicazioni contenute ai punti 4.5.2, 4.5.3 e 4.5.4 della presente Linea Guida.

Ogni modifica significativa apportata dal Fornitore rispetto a quanto dichiarato e/o previsto nella documentazione di qualificazione deve essere comunicata al STC per la relativa valutazione ed il rilascio di eventuale nulla-osta.

Tutti i prodotti forniti in cantiere devono essere accompagnati da copia del CIT, da cui deve risultare con chiarezza il logo o il marchio del Fornitore.

Il riferimento a tale certificato deve essere riportato sul documento di trasporto.

La validità del CIT è subordinata al permanere delle condizioni dichiarate nella domanda di rilascio.

A tal fine i Fornitori, annualmente ed entro 60 giorni dalla scadenza dell'anno di riferimento, sono tenuti ad inviare al STC i certificati di prova attestanti la corrispondenza dei valori delle proprietà fisico meccaniche dei tessuti e delle resine alle specifiche certificate dai Produttori, adottando i medesimi standard di prova utilizzati da questi ultimi.

### **5.2.3 Prove di qualificazione di tipo meccanico**

Il Fornitore deve predisporre, con le fasi commercializzate, e secondo tecniche analoghe a quelle usualmente utilizzate in cantiere, 18 campioni da sottoporre a prova di trazione monoassiale, ottenuti dai seguenti due gruppi di laminati:

- un primo gruppo (A) composto da n. 3 laminati, realizzati con tre strati sovrapposti di tessuto, le cui dimensioni in pianta siano sufficientemente grandi da consentire la realizzazione di almeno 3 provini da ciascuna laminato: in totale 9 provini;
- un secondo gruppo (B) composto da n. 3 laminati, realizzate con un numero di strati ritenuto significativo per la propria offerta commerciale, le cui dimensioni in pianta siano

sufficientemente grandi da consentire la realizzazione di almeno 3 provini da ciascun laminato: in totale 9 provini.

Le condizioni di temperatura e pressione alle quali le prove devono essere effettuate sono quelle standard (20 °C, pressione atmosferica).

Sui campioni sono determinati, a cura del Laboratorio incaricato, il valore medio del modulo elastico e quello caratteristico della tensione di rottura, entrambi a trazione nella direzione delle fibre. Il valore caratteristico è calcolato sottraendo al valor medio della tensione di rottura il doppio della deviazione standard. I suddetti valori non devono risultare inferiori ai corrispondenti valori nominali, come specificato al punto 5.1.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 3 campioni dallo stesso laminato che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. Se non è rimasta una superficie di lastra sufficiente alla realizzazione dei nuovi campioni sarà realizzato un altro laminato con le stesse tecniche e materiali di quello già sottoposto a prova. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

#### **5.2.4 Prove per l'accertamento della durabilità ambientale**

Le prove per l'accertamento della durabilità ambientale devono essere eseguite su campioni del gruppo (A) di cui al punto 5.2.3 (laminati con tre strati di tessuto). Il Fornitore deve predisporre laminati sufficienti per estrarne 32 campioni da sottoporre alle prove indicate nella Tabella 5. Le dimensioni dei suddetti laminati devono essere sufficientemente grandi da consentire l'ulteriore realizzazione di quattro coppie di provini da ciascuno di essi.

Per ogni campione sottoposto alle prove per l'accertamento della durabilità ambientale previste in Tabella 5 (Resistenza a cicli di gelo e disgelo, resistenza all'umidità, resistenza agli ambienti salini e resistenza agli ambienti alcalini), in analogia a quanto indicato ai punti 4.3.2 e 4.3.3 per i sistemi preformati, dovrà essere disponibile un campione gemello che non verrà sottoposto alle prove predette e che verrà utilizzato come elemento di confronto.

Le prove si intendono superate se sono soddisfatte le condizioni di cui a citati punti 4,3.2 e 4.3.3 delle presenti Linee Guida.

Le condizioni di temperatura e pressione alle quali le prove devono essere effettuate sono quelle standard (20 °C, pressione atmosferica).

Nel caso in cui il risultato delle prove di qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 4 campioni dallo stesso laminato che ha dato luogo al risultato negativo e il nuovo prelievo integra la campionatura ai fini statistici. Se non è rimasta una superficie di laminato sufficiente alla realizzazione dei nuovi campioni sarà realizzato un altro laminato con le stesse tecniche e materiali di quello già sottoposto a prova. In caso di perdurante risultato negativo, che deve essere comunicato dal Laboratorio incaricato al STC, il processo di qualificazione deve essere ripetuto.

### 5.2.5 Tabella di sintesi delle prove di qualificazione per i sistemi di rinforzo realizzati in situ

La tabella di seguito riportata (Tabella 5) sintetizza il numero dei campioni da utilizzare e le prove da effettuare ai fini della qualificazione dei sistemi di rinforzo realizzati in situ.

Tabella 5- Sintesi delle prove.

Laminato	Tipo di prova		Numero di campioni	N. di campioni per laminato
Gruppo (A)	Resistenza meccanica	Determinazione modulo elastico e tensione di rottura	9	41
	Resistenza a cicli di gelo-disgelo	Verifica alterazioni superficiali e determinazione del modulo elastico e della tensione di rottura	4 sottoposti a prova+4 di controllo	
	Resistenza all'umidità		4 x4 sottoposti a prova+4 di controllo	
	Resistenza agli ambienti salini		4 sottoposti a prova+4 di controllo	
	Resistenza agli ambienti alcalini		4 sottoposti a prova+4 di controllo	
Gruppo (B)	Resistenza meccanica	Determinazione modulo elastico e tensione di rottura	9	9
<b>Numero totale di prove</b>				<b>50</b>

### 5.2.6 Scheda tecnica di prodotto

Al completamento delle prove iniziali di tipo i Fornitori sono tenuti a predisporre e a trasmettere al STC, apposite schede tecniche relative a tutti i prodotti provati e che si intende commercializzare.

In Appendice (Allegato B) è riportata una scheda tecnica tipo contenente le informazioni minime obbligatorie da fornire.

La scheda tecnica di un prodotto deve indicare obbligatoriamente, fra l'altro:

- resistenza e reazione al fuoco del prodotto;
- temperatura di transizione vetrosa;
- comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali;
- condizioni di impiego.

Laddove gli ambiti di utilizzo lo richiedano, è necessario che il Fornitore esegua specifiche prove di resistenza al fuoco utili per la verifica degli elementi rinforzati con FRP secondo la vigente normativa di settore applicabile.

Le schede tecniche possono includere anche altre informazioni esplicative di ulteriori caratteristiche prestazionali.

### 5.2.7 Certificazione

I certificati di prova rilasciati dai Laboratori incaricati devono contenere almeno:

- identificazione del Fornitore;
- indicazione del tipo di prodotto;
- marchio di identificazione del prodotto depositato presso il STC;
- data del prelievo, luogo di effettuazione delle prove e data di emissione del certificato;

- identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- dimensioni nominali ed effettive del prodotto e i risultati delle prove eseguite con indicazione delle relative norme di riferimento.

I Certificati devono essere firmati dal Responsabile del Laboratorio.

### **5.2.8 Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui ai punti precedenti si applicano anche a Fornitori esteri e ai sistemi di rinforzo realizzabili in situ con fibre e resine da loro commercializzate.

Nel caso in cui tali Fornitori siano provvisti di un'analogia qualificazione rilasciata dalle rispettive Autorità estere competenti, il Fornitore può inoltrare al STC domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la competente documentazione relativa ai prodotti che intende commercializzare sul territorio italiano ed il corrispondente marchio. Tale equivalenza è sancita con provvedimento del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Devono comunque essere eseguiti i controlli di accettazione in cantiere di cui al punto successivo.

### **5.2.9 Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere:

- sono obbligatori e di competenza del Direttore dei lavori;
- sono esclusivamente di tipo meccanico;
- devono essere eseguiti su campioni ricavati da laminati realizzati in cantiere con i materiali base oggetto di fornitura e con la procedura di installazione prescritta dal Fornitore (vedere punto 5.2.11), impiegando gli stessi addetti del cantiere.

Le prove meccaniche devono essere effettuate da un Laboratorio autorizzato ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001, in tempo ritenuto utile dal Direttore dei Lavori ai fini dell'accertamento della qualità e della conformità alle specifiche di progetto dei rinforzi oggetto di fornitura e comunque non oltre 30 gg. Le condizioni ambientali devono essere le medesime di quelle di installazione.

I laminati devono essere tanti quante sono le classi dei sistemi di rinforzo da installare, tenendo anche conto dell'eventuale molteplicità di Fornitori. Devono essere costituiti da 3 strati. Da ciascun laminato devono essere ricavati 3 campioni, in riferimento ad ogni lotto di spedizione e comunque ogni 500 mq o frazione di sistema di rinforzo, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del sistema di rinforzo da uno stesso Fornitore.

I valori della tensione di rottura e del modulo elastico a trazione, entrambi nella direzione delle fibre, calcolati sui suddetti campioni, all'uopo inviati dal Direttore dei lavori ad un Laboratorio incaricato, devono risultare non inferiori a quelli nominali codificati nella Tabella 3. In caso di risultato negativo, il Direttore dei lavori, dopo averne data notizia al Fornitore, preleva in cantiere dei campioni di tessuto e di resina, in quantità opportuna, e li invia ad un Laboratorio incaricato, di fiducia anche del Fornitore, insieme con il manuale di installazione

prodotto dal Fornitore. Il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio 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 di tessuto e di resina 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 sensi del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il laboratorio, sulla base delle procedure descritte nel manuale di installazione, realizza un laminato a 3 strati, ricavando da esso 3 provini da sottoporre a prova di trazione. Il Direttore dei lavori ed il Fornitore possono richiedere di assistere alla preparazione dei provini ed alla successiva prova.

La prova si ritiene superata se per tutti e tre i provini i valori della tensione di rottura e del modulo elastico a trazione, entrambi nella direzione delle fibre, risultano non inferiori a quelli nominali codificati nella Tabella 3.

In base ai risultati ottenuti il Direttore dei lavori assume le determinazioni più opportune e, in caso di insuccesso della prova, ne dà comunicazione al STC.

#### ***5.2.10 Certificazione dei risultati delle prove di accettazione***

I certificati emessi dai laboratori devono contenere almeno le seguenti indicazioni:

- identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- estremi del verbale del prelievo sottoscritto dal Direttore dei lavori;
- data di ricevimento dei campioni, di confezionamento dei provini e di esecuzione delle prove;
- descrizione dei campioni sottoposti a prova;
- notizia dell'eventuale presenza, al momento del confezionamento dei provini e dell'esecuzione delle prove, del Direttore dei Lavori e del Fornitore o di loro rappresentanti formalmente delegati;
- identificazione della norma di riferimento per l'esecuzione della prova;
- valori delle grandezze misurate.

Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, deve verificare che i prodotti costituenti ciascun lotto di spedizione siano coperti da valido CIT, 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 marcatura stessa e richiedere ad ogni Fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea.

In ogni caso, è inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che i prodotti consegnati in cantiere rientrino nelle tipologie previste nella detta documentazione.

Ai fini della rintracciabilità, ove necessario, il Direttore dei Lavori deve annotare con precisione l'ubicazione, nell'ambito della struttura consolidata, dei sistemi di rinforzo utilizzati corrispondenti ai diversi lotti di spedizione, trasmettendo le annotazioni, debitamente sottoscritte, all'Appaltatore.

Il Fornitore 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 marcature o etichette di riconoscimento ed alle eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

### ***5.2.11 Installazione***

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione il Fornitore deve allegare un Manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo con particolare riguardo *ai trattamenti da effettuare sul supporto prima dell'installazione del composito FRP*.

## 6. APPENDICE

ALLEGATO A

### SCHEMA TECNICA (sistemi di rinforzo preformati)

il produttore deve riportare i valori statistici necessari per la valutazione delle resistenze caratteristiche (ad esempio media, scarto quadratico medio, popolazione, frattile, intervallo di confidenza).

#### Descrizione

Nome commerciale, tipo di fibra, tipo di resina, marcatura ed ogni altra informazione generale ritenuta utile.

#### Caratteristiche geometriche e fisiche

Proprietà		Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Spessore (lamina/laminato)		mm	
Larghezza		mm	
Lunghezza		mm	
Colore			
Densità	fibra	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183-1:2004(E)
	matrice	g/cm <sup>3</sup>	
Contenuto di fibra	in peso	%	ISO 11667:1997(E)
	in volume	%	
Temperatura di transizione vetrosa della resina		T <sub>g</sub> [°C]	ISO 11357-2:1999(E) (DSC) ISO 11359-2:1999(E) (TMA) ASTM E1640 (DMA)
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo		[°C]	
Resistenza e reazione al fuoco			

#### Proprietà meccaniche

Proprietà		Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Modulo di elasticità normale a trazione		GPa	UNI-EN 13706-1-2-3
Resistenza a trazione (valore medio e caratteristico)		MPa	
Deformazione a rottura a trazione		%	

#### Condizioni di stoccaggio

Descrizione

#### Precauzioni d'uso e sicurezza

Descrizione

#### Indicazioni sull'utilizzo del prodotto in un sistema di rinforzo

Descrizione

**SCHEMA TECNICA (sistemi di rinforzo realizzati in situ)**

IL produttore deve riportare i valori statistici necessari per la valutazione delle resistenze caratteristiche (ad esempio media, scarto quadratico medio, popolazione, frattile, intervallo di confidenza).

**Descrizione**

Nome commerciale, tipo di fibra, tipo di resina, numero di strati, marcatura ed ogni altra informazione generale ritenuta utile.

**Caratteristiche geometriche e fisiche**

Proprietà	Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Densità delle fibre	$\rho_{fib}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	ASTM D 792 ISO 1183 -1
Massa del tessuto per unità di area	$P_x$ [g/m <sup>2</sup> ]	ISO 3374
Densità della resina	$\rho_m$ [g/cm <sup>3</sup> ]	ISO 1675
Area equivalente	$A_{rt}$ [mm <sup>2</sup> /m]	
Spessore equivalente	$t_{eq}$ [mm]	
Frazione in peso delle fibre nel composito		
Frazione in volume delle fibre nel composito		
Temperatura di transizione vetrosa della resina	$T_g$ [°C]	ISO 11357-2:1999(E) (DSC) ISO11359-2:1999(E) (TMA) ASTM E1640 (DMA)
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo	[°C]	
Resistenza e reazione al fuoco		

**Proprietà meccaniche**

Proprietà	Unità di misura	Metodo di prova normativa di riferimento
Modulo elastico del laminato riferita all'area netta fibre	$E_f$ [MPa]	UNI EN 2561
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre	$f_{fib}$ [MPa]	
Deformazione a rottura	$\epsilon_{fib}$ [%]	

**Condizioni di stoccaggio**

Descrizione

**Precauzioni d'uso e sicurezza**

Descrizione

**Indicazioni sull'utilizzo del prodotto in un sistema di rinforzo**

Descrizione