M_INF.CSLP.REG_ATTI_INT_CONSUP.R.0000292.29-05-2019

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Il Presidente

VISTO il decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 2006, n.204, "*Regolamento di riordino del Consiglio Superiore dei lavori pubblici*", come modificato dal citato DPR 211/2008, e in particolare l'articolo 2, comma 3), e l'articolo 9;

VISTO il decreto del Presidente della Repubblica 11 febbraio 2014, n.72, concernente "Regolamento recante l'organizzazione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti";

VISTO il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti del 4 agosto 2014, n.346, recante la rimodulazione del numero e dei compiti degli Uffici della struttura organizzativa del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ed anche delle Divisioni del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici;

VISTA la legge 5 novembre 1971, n.1086, recante "*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*";

VISTA la legge 2 febbraio 1974, n.64, concernente "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*";

VISTO il decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, recante il "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia*";

VISTO il Regolamento (UE) 305/2011 del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la Direttiva 89/1 06/CEE del Consiglio dell'Unione Europea;

VISTO il decreto legislativo 16 giugno 2017, n. 106, recante "*Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE*"

VISTO il decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 recante "*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*" ed, in particolare, il punto 11.1;

VISTA il testo della "*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)*", trasmesso dal Presidente della 1^ Sezione del Consiglio Superiore ll.pp. con nota n. 4557 del 07.05.2018;

VISTO il parere espresso dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici con voto n. 42 espresso nell'Adunanza del 21.12.2018 in merito alla suddetta Linea Guida;

RITENUTO necessario e urgente provvedere all'approvazione della "*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)*", onde consentire lo svolgimento delle attività del Servizio Tecnico Centrale relative al rilascio delle Certificazioni di Valutazione Tecnica finalizzate all'impiego dei materiali e prodotti da costruzione per uso strutturale non soggetti a marcatura CE;

DECRETA

Articolo 1

1. E' approvato il testo della "*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)*".

Articolo 2

1. Per un periodo di dodici mesi, decorrenti dalla data del presente decreto, per quanto concerne l'impiego di sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM, i Fabbricanti che abbiano presentato al Servizio Tecnico Centrale istanza di CVT, nelle more del rilascio o diniego del certificato, possono fare riferimento a quanto disposto in merito al punto 8.6 delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17.01.2018, commercializzando i medesimi prodotti per i quali è stata richiesta la certificazione, accompagnati da dichiarazione – resa sotto la propria responsabilità - che gli stessi sono conformi alle disposizioni della Linea Guida di cui all'art. 1 del presente decreto.

2. Trascorso detto periodo, per il consolidamento di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM tramite sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica, potranno essere impiegati solo materiali in possesso di CVT rilasciato ai sensi della Linea Guida di cui all'art. 1 del presente decreto, ovvero in possesso di European Technical Assessment (ETA); in quest'ultimo caso, ai fini dell'impiego, resta comunque fermo il rispetto delle disposizioni delle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni e della Linea Guida di cui all'art. 1 del presente decreto.

Articolo 3

1. Il presente decreto e la Linea Guida allegata sono pubblicati sul sito internet istituzionale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Prof. Ing. Donato CARLEA

Il Dirigente Div. 2^
Ing. Antonio LUCCHESE

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar)

Maggio 2019

SOMMARIO

1 SCOPO 4

2 CAMPO DI APPLICAZIONE 5

3 RIFERIMENTI NORMATIVI 6

4 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA E DEI COMPONENTI IN COMPOSITO E RELATIVE CLASSI PRESTAZIONALI 7

4.1 Reti, angolari e connettori preformati 8

4.2 Malte e Calcestruzzi 8

4.3 Ancoranti chimici 8

5 QUALIFICAZIONE INIZIALE DELLA PRODUZIONE 9

5.1 Qualificazione del Fabbricante e del sistema di rinforzo 9

5.2 Prove di qualificazione per il rilascio del CVT (prove iniziali di tipo) 9

5.3 Descrizione delle prove di qualificazione di tipo meccanico 10

5.3.1 Prove di trazione dei componenti in FRP del sistema *CRM* (rete, elementi d'angolo e connettori) .. 10

5.3.2 Prova di estrazione dei connettori da supporti standard 11

5.3.3 Prova di giunzione per sovrapposizione dei connettori 11

5.4 Prove per l'accertamento della durabilità ambientale 12

5.4.1 Prove cicliche di gelo e disgelo 12

5.4.2 Prove di invecchiamento artificiale 13

5.5 Caratteristiche del prodotto nei confronti delle sollecitazioni termiche ed eventuali prove di comportamento al fuoco 14

5.6 Tabella di sintesi delle prove di qualificazione 14

5.7 Certificazione dei risultati delle prove iniziali di tipo 15

5.8 Scheda Tecnica di prodotto 15

6 SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ 17

6.1 Sistema di controllo della produzione in stabilimento 17

6.2 Controlli sui materiali base 17

6.3 Sistema di identificazione dei prodotti 18

7 PROVE PERIODICHE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ 19

7.1 Contenuto dei Certificati delle prove periodiche 20

7.2 Documentazione per il controllo della produzione 20

8 PROCEDURA DI QUALIFICAZIONE 21

8.1 Documenti da allegare all'istanza 21

8.2 Istruttoria del Servizio Tecnico Centrale 22

8.3 Durata e rinnovo del Certificato di Valutazione Tecnica 23

8.4 Sospensione e Ritiro del Certificato di Valutazione Tecnica 23

8.5 Prodotti provenienti dall'estero 23

9 PROCEDURE DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE 24

10 INSTALLAZIONE 26

ALLEGATI 27

Allegato 1 - Prove di tipo meccanico sui componenti in FRP del Sistema CRM 27

Prova di trazione della rete 27

Prova di rottura su elementi d'angolo 29

Prova di trazione sugli elementi di connessione 29

Allegato 2: Prove di estrazione del connettore da supporti standard 30

Generalità 30

Supporto di murature di tufo 30

Supporto di murature di laterizio 30

Supporto di murature in pietrame 31

Realizzazione dei provini 31

Caratteristiche del dispositivo di prova 32

Procedura di prova 32

Rapporto di prova 33

Allegato 3: Prove di giunzione per sovrapposizione dei connettori 34

Generalità 34

Realizzazione dei campioni 34

Procedura di prova e risultati 34

Rapporto di prova 35

Allegato 4: Scheda tecnica 36

1 SCOPO

La presente Linea Guida fornisce le procedure per l'identificazione, la qualificazione ed il controllo di "sistemi di rinforzo" costituiti da reti in composito fibrorinforzate a matrice polimerica (FRP- Fiber Reinforced Polymer), da applicare sulle superfici degli elementi strutturali per il consolidamento degli stessi con malte cementizie e/o di calce, ovvero mediante la tecnica dell'intonaco armato di tipo *CRM* (Composite Reinforced Mortar).

Le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. 17 gennaio 2018 (nel seguito NTC 2018) 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 sulla scorta di una specifica tecnica armonizzata, debbano essere in possesso di un Certificato di Valutazione Tecnica (nel seguito CVT) rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale (nel seguito STC), anche sulla base di linee guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto a firma del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate le Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

Una particolare attenzione è rivolta dalle norme all'impiego di materiali non tradizionali e tra questi ai compositi fibrorinforzati, tra i quali le reti in composito oggetto di questa Linea Guida.

L'utilizzo a fini strutturali dei suddetti materiali nell'ambito di interventi di consolidamento di costruzioni esistenti, è attualmente previsto al punto 8.6 delle NTC 2018.

Ai fini della presente Linea Guida per Fabbricante si intende, ai sensi del Regolamento (UE) n.305/2011, "*qualsiasi persona fisica o giuridica che fabbrichi un prodotto da costruzione o che faccia progettare o fabbricare tale prodotto e lo commercializzi con il suo nome o con il suo marchio*".

2 CAMPO DI APPLICAZIONE

L’intonaco armato, denominato nel seguito *CRM*, è realizzato mediante una rete preformata in composito (FRP) inserita in una malta ad uso strutturale e applicata sulla superficie dell’elemento strutturale in muratura da rinforzare. In detto sistema la rete in FRP è in grado di assorbire gli sforzi di trazione, mentre la malta strutturale contribuisce ad assorbire gli sforzi di compressione. Il trasferimento degli sforzi fra il supporto e la rete di rinforzo è garantito anche dalla presenza dei connettori, che assicurano la collaborazione strutturale fra l’elemento murario e l’intonaco armato.

Lo spessore dei sistemi di rinforzo *CRM* di cui alla presente Linea Guida è compreso, di norma, tra 30 mm e 50 mm, al netto del livellamento del supporto.

I sistemi di rinforzo *CRM* sono tipicamente costituiti da:

- reti preformate, realizzate mediante impregnazione di fibre resistenti agli alcali, in vetro, carbonio, basalto o arammide in un’unica fase produttiva; le reti hanno la funzione di fornire un incremento della resistenza a trazione ed il confinamento degli elementi da rinforzare;

- angolari in rete preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, realizzati con i medesimi materiali e processo produttivo delle reti, con funzione di realizzare una continuità strutturale in corrispondenza degli angoli;

- elementi di connessione interamente o parzialmente preformati in fibra di vetro, carbonio, basalto o arammide, comunque resistenti agli alcali e realizzati con i medesimi materiali, con la funzione di garantire il collegamento dell’intonaco armato con l’elemento murario e con il rinforzo installato sulla faccia opposta di quest’ultimo, laddove previsto;

- malte a base cementizia o di calce a prestazione garantita per uso strutturale;

- ancoranti chimici per la solidarizzazione dei connettori tra loro o l’ancoraggio degli stessi nel supporto murario.

Le reti, gli angolari e gli elementi di connessione in composito, costituenti i sistemi di rinforzo CRM, sono realizzati mediante l’impiego di fibre lunghe e continue di vetro, carbonio, basalto o arammide, immerse in una matrice polimerica termoindurente.

Le reti e gli angolari oggetto della presente Linea Guida sono di tipo preformato e realizzati in stabilimento mediante la tecnica della textrusione, o altri processi produttivi di comprovata validità tecnologica, e successivamente applicati in cantiere alla membratura da rinforzare con malte a prestazione garantita.

Sono escluse dalla presente Linea Guida le reti a matrici polimeriche termoplastiche.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli intonaci armati di tipo *CRM* come definiti al paragrafo 2 della presente Linea Guida costituiscono sistemi o kit di cui al punto 2 dell'art. 2 del Regolamento UE n. 305/2011.

Per la descrizione delle caratteristiche tecniche delle armature in FRP del sistema e dei relativi metodi di prova, si deve far riferimento alle UNI-EN 13706-1-2-3, fatto salvo quanto appresso diversamente specificato.

Le malte cementizie e/o di calce a prestazione garantita devono essere conformi alla UNI EN 998-1/2 e/o alla UNI EN 1504-2/3 con sistema di certificazione 2+.

Gli ancoranti chimici devono essere conformi alla UNI EN 1404-4 o ad altra specifica tecnica armonizzata o ETA.

I sistemi di rinforzo *CRM* devono essere posti in commercio da un unico Fabbricante, che assume la responsabilità della dichiarazione delle prestazioni, e devono essere commercializzati dallo stesso Fabbricante o da un "Distributore", secondo le definizioni di cui al predetto Regolamento UE n. 305/2011. Come nella tecnica dell'intonaco armato tradizionale, fanno eccezione le malte che possono essere commercializzate da un differente Fabbricante se le prestazioni sono garantite ad uso strutturale in conformità alle norme sopra richiamate.

Per la progettazione e le modalità di impiego dei sistemi di rinforzo CRM si dovrà fare riferimento alla Normativa Tecnica vigente, ed eventualmente a documenti complementari di comprovata validità

4 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA E DEI COMPONENTI IN COMPOSITO E RELATIVE CLASSI PRESTAZIONALI

Il Fabbricante è tenuto a predisporre apposite schede tecniche relative a tutti i prodotti costituenti il sistema o i sistemi di rinforzo *CRM* per i quali viene richiesto il rilascio del CVT

In Appendice (Allegato 4) è riportata la struttura della scheda tecnica tipo contenente le informazioni obbligatorie da fornire.

Nell'ambito della presente Linea Guida le reti e gli angolari dei 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.

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

I valori esposti sono nominali. La condizione che i valori del modulo elastico medio e della resistenza caratteristica a trazione delle reti/angolari in FRP 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 o della resistenza a trazione ricadenti in classi differenti, la denominazione è fatta con riferimento alla classe con caratteristiche inferiori.

Tabella 1 - Classi delle reti preformate in FRP

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione medio nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione caratteristica nella direzione delle fibre [MPa]
E17/B17	Vetro/Basalto	17	170
E23/B23	Vetro/Basalto	23	240
G38/600 B38/600	Vetro/Basalto	38	600
G38/800 B38/800	Vetro/Basalto	38	800
G45/1000 B45/1000	Vetro/Basalto	45	1000
C120/1800	Carbonio	120	1800
C150/1800	Carbonio	150	1800
C150/2300	Carbonio	150	2300
C190/1800	Carbonio	190	1800
C200/1800	Carbonio	200	1800
A55/1200	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 in seguito descritto.

4.1 Reti, angolari e connettori preformati

I parametri geometrici e fisici che caratterizzano le reti e gli angolari sono la distanza tra i trefoli nelle due direzioni della rete (di seguito indicati convenzionalmente con i termini di ordito e trama) e le rispettive grammature, nonché le modalità di orditura.

Il Fabbricante è tenuto a fornire, in riferimento alle reti/angolari in composito, indicazioni utili per il progettista, quali gli interassi tra i trefoli, in trama e ordito, le relative grammature e le caratteristiche meccaniche.

La distanza netta tra i trefoli non può essere superiore a 4 volte lo spessore della malta e comunque non può essere minore di 30 mm.

Per alcune proprietà, valori differenti possono essere dichiarati per le due direzioni della rete (direzioni longitudinale e trasversale); in tal caso si sceglierà la classe corrispondente alle proprietà minori. Se non specificamente indicati, i valori dichiarati saranno assunti uguali nelle due direzioni.

Sulla scheda tecnica verranno riportati il valore medio e quello caratteristico della tensione di rottura, il valore medio del modulo elastico, nonché la deformazione a rottura.

Per gli elementi di angolo dovranno essere effettuate prove di trazione lungo le direzioni formanti l'angolo dell'elemento e secondo quanto riportato al punto 11.1.2. Le proprietà meccaniche determinate non dovranno risultare inferiori a quelle della stessa tipologia di rete nella configurazione piana.

Per i connettori in FRP dovranno essere effettuate prove di trazione, secondo quanto riportato nel documento CNR DT 203/2006. In particolare saranno determinati la tensione di rottura, il modulo elastico e la deformazione a rottura. Sulla scheda tecnica verranno riportati il valore medio e quello caratteristico della tensione di rottura, il valore medio del modulo elastico, nonché la deformazione a rottura.

4.2 Malte e Calcestruzzi

Il Fabbricante deve caratterizzare le malte secondo la UNI EN 998-1/2 e/o 1504-2/3 con sistema di certificazione 2+; in ogni caso deve definire i parametri di resistenza a trazione, resistenza a compressione e modulo elastico a compressione.

Le malte possono contenere eventuali additivi, fra cui microfibre polimeriche.

La percentuale complessiva in peso delle componenti organiche contenute nella malta, rispetto a quelle del solo legante inorganico (cemento e/o calce), deve essere esplicitamente indicata dal Fabbricante sui sacchi preconfezionati in cui il legante è contenuto per la commercializzazione. In ogni caso non può essere superiore al 10%.

L'utilizzatore deve essere informato dal Fabbricante che, all'utilizzo delle componenti organiche, può conseguire un decadimento delle proprietà di permeabilità, durabilità e di comportamento al fuoco del sistema *CRM*. Tale informazione deve essere riportata nel *Manuale di installazione del prodotto* sotto forma di avvertenza.

4.3 Ancoranti chimici

Il Fabbricante deve definire le modalità di applicazione ed utilizzo degli ancoranti chimici nel *Manuale di installazione del prodotto*.

5 QUALIFICAZIONE INIZIALE DELLA PRODUZIONE

5.1 Qualificazione del Fabbricante e del sistema di rinforzo

I sistemi di rinforzo *CRM* devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento e di gestione della qualità, in coerenza con le norme UNI EN 9001:2000 ed UNI EN 45012. Tale sistema permanente di controllo interno, che deve essere attivato secondo quanto previsto nei *Piani dei controlli interni*, deve assicurare il mantenimento del livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito e del sistema di rinforzo nel suo complesso, nonché l'affidabilità delle relative prestazioni, indipendentemente dal lotto di produzione.

A tal fine, sia durante il processo di produzione in stabilimento, sia ai fini della qualificazione del prodotto mediante il rilascio della Certificazione di Valutazione Tecnica (CVT), devono essere eseguite le prove descritte nei successivi paragrafi, con le modalità ivi precisate.

Per reti di rinforzo non bilanciate, le relative prove devono essere eseguite nella direzione dell'ordito e nella direzione della trama.

I risultati del controllo della produzione in fabbrica devono essere registrati e valutati dal Fabbricante conformemente alle disposizioni dei predetti *Piani dei controlli interni* e delle relative *Istruzioni operative*.

Le registrazioni devono includere le seguenti informazioni:

- denominazione del sistema di rinforzo e dei relativi materiali e componenti;
- tipo di controllo;
- data di produzione e data del controllo del sistema di rinforzo e dei relativi materiali e componenti;
- risultati dei controlli e delle prove eseguite e raffronto con i requisiti richiesti;
- data e firma della persona responsabile del controllo della produzione in fabbrica.

Le registrazioni vanno conservate per almeno dieci anni e, su richiesta, devono essere presentate al Servizio Tecnico Centrale.

5.2 Prove di qualificazione per il rilascio del CVT (prove iniziali di tipo)

Ai fini del rilascio del CVT devono essere eseguite le seguenti prove di qualificazione, correntemente denominate *prove iniziali di tipo*, sui componenti in FRP del sistema di rinforzo CRM:

a. prove meccaniche:
   - prove di trazione delle reti e degli elementi d'angolo di rete;
   - prove di trazione degli elementi di connessione;
   - prove di estrazione (pull-out) dei connettori da supporti standard;
   - prove di giunzione per sovrapposizione dei connettori

b. prove di durabilità ambientale:
   - prove cicliche di gelo e disgelo;
   - prove di invecchiamento artificiale.

Qualora il Fabbricante intenda qualificare il sistema di rinforzo anche in relazione al comportamento al fuoco, il Servizio Tecnico Centrale effettuerà l'istruttoria per la valutazione di tale specifico aspetto, di concerto con la Direzione Centrale per la prevenzione e sicurezza tecnica del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Le suddette prove sono descritte ai paragrafi 5.3 e 5.4 e negli Allegati 1, 2, 3 e 4.

Le *prove iniziali di tipo* devono essere effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per prove su sistemi compositi. Un laboratorio con i predetti requisiti viene nel seguito denominato "Laboratorio incaricato".

I campioni di materiale da sottoporre alle prove di qualificazione devono essere prelevati da generici lotti di produzione direttamente dal Laboratorio incaricato, e da esso preparati.

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.

Per ogni prodotto deve essere redatto un *Registro delle prove iniziali di tipo,* dove devono essere riportati, per le elaborazioni statistiche, i risultati delle prove effettuate sui singoli campioni e ogni altra informazione significativa.

5.3 Descrizione delle prove di qualificazione di tipo meccanico

Ai fini del rilascio del CVT, devono essere eseguite le seguenti prove sui componenti in FRP del sistema *CRM*:

- prove di trazione delle reti e degli elementi d'angolo di rete;
- prove di trazione degli elementi di connessione;
- prove di estrazione (pull-out) dei connettori da supporti standard;
- prove di giunzione per sovrapposizione dei connettori.

Per le modalità di esecuzione delle prove di trazione sui componenti in FRP del sistema *CRM* e per la determinazione dei parametri meccanici rilevanti di cui al § 4.1, si deve far riferimento all'Allegato 1 della presente Linea Guida. Nel caso in cui il risultato di una prova, riferita allo specifico sistema *CRM*, non consentisse l'attribuzione della classe richiesta, essa deve essere ripetuta allo stesso modo per escludere che si sia verificata una non conformità nell'esecuzione della prova medesima; qualora anche la prova ripetuta dia esito non soddisfacente, la procedura di qualificazione deve essere sospesa ed il Laboratorio incaricato deve darne comunicazione al Fabbricante ed al Servizio Tecnico Centrale. Il Fabbricante deve individuare le cause dell'esito negativo, verificando le caratteristiche dei materiali e componenti del sistema ed il relativo processo produttivo e, a seguito di tale verifica, deve apportare le opportune modifiche al sistema di rinforzo, ovviando alle cause che hanno determinato il risultato della prova, dandone quindi comunicazione al Laboratorio incaricato, affinché vengano eseguite nuove prove sui campioni del sistema modificato. Ciò comporta altresì la necessità di modificare opportunamente la documentazione tecnica relativa al sistema di rinforzo e di ripetere dalla fase iniziale l'iter di qualificazione del sistema modificato, dato che è necessario che tutti i campioni sottoposti a prova siano realizzati con gli stessi componenti per i quali il Fabbricante qualifica il Sistema.

5.3.1 Prove di trazione dei componenti in FRP del sistema *CRM* (rete, elementi d'angolo e connettori)

Il Fabbricante deve effettuare, presso il Laboratorio incaricato, apposite prove su campioni dei componenti in FRP del sistema di rinforzo *CRM* (rete, elementi d'angolo e connettori) di opportune dimensioni (vedere Allegato 1) realizzati con i compositi commercializzati.

I campioni da sottoporre a prova, nel caso di reti ed elementi d'angolo, sono in numero di 9 per ognuno dei tipi commercializzati (eventualmente differenti per natura delle fasi e/o grammatura), ricavati da 3 diversi lotti di produzione: 3 per ogni lotto di produzione.

Relativamente ai connettori utilizzati per lo specifico sistema *CRM*, saranno testati 5 campioni.

Le condizioni di temperatura, pressione ed umidità relativa nelle quali le prove devono essere effettuate sono quelle *standard* (temperatura 20 °C, pressione atmosferica, 50%-90% U.R.).

Sui campioni devono essere determinati, a cura del Laboratorio incaricato, i valori delle seguenti grandezze meccaniche:

a. valore medio e caratteristico della tensione di rottura;
b. valore medio del modulo elastico.

Il valore caratteristico è calcolato sottraendo dal valore medio la corrispondente deviazione standard moltiplicata per 2.

I suddetti valori, relativamente alle reti ed agli elementi d'angolo, non devono risultare inferiori ai corrispondenti valori nominali della stessa classe, come specificato al punto 4.

Nel caso in cui il risultato della qualifica dovesse essere negativo, si prelevano altri 3 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.

5.3.2 Prova di estrazione dei connettori da supporti standard

Il Fabbricante deve effettuare, presso il Laboratorio incaricato, prove di estrazione del connettore dal supporto, su campioni di muratura *standard*, come riportato nell'Allegato 2, realizzati secondo le Istruzioni operative riportate nel Manuale di Installazione ed utilizzando la lunghezza di ancoraggio, L_{anc}, indicata nel medesimo Manuale per la specifica tipologia di muratura e di sistema di connessione.

E' richiesto che i connettori da sottoporre a prova e i relativi ancoranti siano quelli oggetto di fornitura e per i quali il Fabbricante qualifica il sistema.

Le condizioni di temperatura, pressione ed umidità relativa alle quali le prove devono essere condotte sono quelle *standard* (temperatura 20 °C, pressione atmosferica, 50%-90% U.R.).

Le prove di estrazione, da eseguire secondo le indicazioni dell'Allegato 2, sono in numero di 5 per ciascuno dei sistemi di connessione commercializzati dal Fabbricante e per ognuno dei tipi di supporto scelti dallo stesso Fabbricante nell'istanza di rilascio del CVT, tra quelli previsti dalla presente Linea Guida (Allegato 2): muratura di laterizi pieni, muratura di tufo, muratura in pietrame.

La forza di estrazione, F_{anc}, pari alla media dei valori determinati sui cinque campioni testati, sarà riportata nella Scheda Tecnica insieme alla lunghezza di ancoraggio utilizzata, L_{anc}, ed alla modalità di crisi.

5.3.3 Prova di giunzione per sovrapposizione dei connettori

Il Fabbricante deve effettuare, presso il Laboratorio incaricato, prove di giunzione per sovrapposizione dei connettori, come riportato nell'Allegato 3, realizzati secondo le Istruzioni operative riportate nel Manuale di Installazione ed utilizzando la lunghezza di sovrapposizione, l_c, indicata nel medesimo Manuale per lo specifico sistema di connessione.

E' richiesto che i sistemi di connessione sottoposti a prova (connettori e ancoranti) siano quelli per i quali il Fabbricante qualifica il sistema.

Le condizioni di temperatura, pressione ed umidità relativa alle quali le prove devono essere condotte sono quelle *standard* (temperatura 20 °C, pressione atmosferica, 50%-90% U.R.).

Le prove di giunzione per sovrapposizione, da eseguire secondo le indicazioni dell'Allegato 3, sono in numero di 3 per ciascuno dei sistemi di connessione commercializzati dal Fabbricante.

La forza corrispondente alla crisi della giunzione F_c, pari alla media dei valori determinati sui tre campioni testati, sarà riportata nella Scheda Tecnica insieme alla lunghezza di sovrapposizione utilizzata.

5.4 Prove per l'accertamento della durabilità ambientale

Al fine della qualificazione dei sistemi *CRM*, relativamente all'accertamento della durabilità ambientale, sui componenti in FRP del sistema di rinforzo CRM, devono essere eseguite le seguenti prove, nel numero indicato in Tabella 3:

- prove cicliche di gelo e disgelo (§ 5.4.1);
- prove di invecchiamento artificiale (§ 5.4.2).

Le suddette prove devono essere eseguite su campioni corrispondenti agli elementi in FRP del sistema *CRM* per il quale viene richiesto il rilascio del CVT.

Se gli elementi in FRP del sistema *CRM* sono costituiti dalla stessa natura delle fasi (resine e fibre) e stesse grammature si può procedere a effettuare le prove di accertamento della durabilità ambientale su campioni rappresentativi della famiglia omogenea di prodotti (ovvero tipo di fibra e percentuali in volume di resina) su proposta del Fabbricante.

Nel caso si utilizzi la stessa tipologia e natura delle fasi (resina e fibra), nonché la stessa grammatura, le prove di accertamento della durabilità ambientale delle reti valgono anche per gli elementi d'angolo.

Verranno eseguite prove di trazione su campioni non condizionati ed i risultati delle prove saranno utilizzati come riferimento; analoghe prove saranno eseguite sui campioni condizionati. Il numero dei campioni da sottoporre a prova e le modalità di condizionamento sono riportati nel seguito.

5.4.1 Prove cicliche di gelo e disgelo

Con le stesse modalità di cui al paragrafo 5.3.1, il laboratorio incaricato preleva ulteriori 4 coppie di campioni (totale 8 campioni): due coppie da uno a scelta dei 3 lotti di produzione di cui al punto 5.3.1; altre due coppie da uno a scelta dei due lotti rimanenti. Tutti i campioni sono relativi a ciascuno degli elementi in FRP costitutivo del sistema *CRM* per il quale viene richiesto il rilascio del CVT, come meglio specificato al precedente § 4.1.

Uno dei campioni di ciascuna coppia è sottoposto a cicli di gelo e disgelo mediante la seguente procedura. Esso è condizionato in una camera umida per una settimana, ad una umidità relativa non inferiore al 90% 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 (umidità relativa non inferiore al 90%; temperatura di 38°C).

Alla fine dei cicli di gelo-disgelo, il campione deve essere controllato visivamente (anche avvalendosi di una lente di ingrandimento 5x) per riscontrare eventuali presenze di alterazioni superficiali, come erosioni, desquamazioni, fessurazioni e screpolature. Sia i campioni condizionati sia quelli non condizionati sono infine sottoposti a prova di trazione (Allegato 1).

La prova si ritiene superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale ed inoltre, se il valore medio della tensione a rottura e del modulo elastico dei campioni assoggettati a cicli di gelo e disgelo non risulti inferiore all'85% dei corrispondenti valori dei campioni non condizionati.

Analogamente a quanto previsto per le prove di trazione, nel caso in cui il risultato di una prova, riferita allo specifico sistema *CRM*, non dovesse risultare soddisfacente, essa deve essere ripetuta allo stesso modo per escludere che si sia verificata una non conformità nell'esecuzione della prova medesima; qualora anche la prova ripetuta dia un esito non soddisfacente, la procedura

di qualificazione deve essere sospesa ed il Laboratorio incaricato deve darne comunicazione al Fabbricante ed al Servizio Tecnico Centrale. Il Fabbricante deve individuare le cause dell'esito negativo, verificando le caratteristiche dei materiali e componenti del sistema ed il relativo processo produttivo e, a seguito di tale verifica, deve apportare le opportune modifiche al sistema di rinforzo, ovviando alle cause che hanno determinato il risultato negativo della prova, dandone quindi comunicazione al Laboratorio incaricato, affinché vengano eseguite nuove prove sui campioni del sistema modificato. Ciò comporta altresì la necessità di modificare opportunamente la documentazione tecnica relativa al sistema di rinforzo e di ripetere dalla fase iniziale l'iter di qualificazione del sistema modificato, dato che è necessario che tutti i campioni sottoposti a prova siano realizzati con gli stessi componenti per i quali il Fabbricante qualifica il Sistema.

5.4.2 Prove di invecchiamento artificiale

Sempre ai fini della qualificazione, devono essere effettuate prove di invecchiamento artificiale. A tale scopo, con le stesse modalità di cui al § 5.3.1, il Laboratorio incaricato preleva ulteriori n. 3 gruppi di campioni, ciascuno formato da n.4 coppie (12 coppie in tutto per un totale di 24 campioni). Ciascun gruppo si riferisce ad un tipo di ambiente: umido, alcalino e salino.

Uno dei campioni di ciascuna coppia deve essere preventivamente sottoposto al processo di invecchiamento indicato in Tabella 2.

Successivamente, i campioni condizionati devono essere controllati visivamente (anche avvalendosi di una lente di ingrandimento 5x) per riscontrare eventuali alterazioni superficiali, come erosioni, desquamazioni, fessurazioni o screpolature. Sia i campioni invecchiati artificialmente sia quelli non invecchiati sono, quindi sottoposti a prova di trazione (Allegato 1). Lo standard della prova, salvo i valori dell'umidità relativa, della temperatura e del pH, è dedotto dalle ASTM, che sono applicabili nelle more dell'emanazione di norme europee in materia.

La prova di invecchiamento artificiale si ritiene complessivamente superata se non viene rilevata alcuna alterazione superficiale ed inoltre il valore medio della tensione di rottura e del modulo elastico dei campioni assoggettati ad invecchiamento artificiale non risultano inferiori all'85% o all'80% dei corrispondenti valori ottenuti per i campioni non condizionati, a seconda che la durata della prova di invecchiamento sia rispettivamente di 1000 ore o di 3000 ore.

Il Fabbricante può scegliere la durata dell'invecchiamento a cui sottoporre i campioni.

Tabella 2 – Prove di 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: non inferiore al 90% temperatura: 38 ± 2 °C	1000	85
Resistenza agli ambienti salini	ASTM D 1141-98 ASTM C 581-03	immersione a 23 ± 2 °C	o	o
Resistenza agli ambienti alcalini	ASTM D7705/D7705M	immersione in soluzione con pH= 12,5; temperatura: 23± 2°C	3000	80

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.

5.5 Caratteristiche del prodotto nei confronti delle sollecitazioni termiche ed eventuali prove di comportamento al fuoco

Le caratteristiche prestazionali dei sistemi di rinforzo *CRM* e, in particolare, quelle meccaniche, possono essere fortemente condizionate dalle sollecitazioni termiche, anche in relazione alla presenza di componenti polimeriche all'interno della malta. Tale fatto deve essere chiaramente evidenziato dal Fabbricante nella documentazione illustrativa dei prodotti ed in quella di accompagno degli stessi.

Sui componenti in FRP utilizzati nell'ambito del sistema *CRM* (rete, angolari, connettori) deve essere determinata la temperatura di transizione vetrosa, T_g, ed il dato deve essere riportato nella Scheda Tecnica del prodotto. Le prove devono essere eseguite da un Laboratorio ufficiale o autorizzato e richieste direttamente dal Fabbricante se è anche produttore, ovvero dal produttore dei componenti in FRP, che fornirà al Fabbricante la relativa certificazione. Nel caso di utilizzo dei connettori, applicati mediante ancoranti chimici, la temperatura di transizione vetrosa di detti prodotti deve essere determinata e riportata anch'essa nella Scheda Tecnica.

La temperatura di transizione vetrosa è determinata secondo le indicazioni fornite nella UNI EN ISO 11357-2:2014.

Il Fabbricante è altresì tenuto ad indicare, sempre nella Scheda tecnica, l'intervallo di temperature all'interno del quale sono garantite le caratteristiche prestazionali del prodotto.

Per quanto attiene la reazione al fuoco del prodotto, il Fabbricante non è tenuto ad eseguire specifiche prove di qualificazione. In tal caso, per quanto riguarda la reazione al fuoco il prodotto verrà classificato come appartenente alla classe F. Qualora si intenda effettuare prove di reazione al fuoco sarà richiesto l'eventuale contenuto di polimero all'interno della malta e lo spessore della stessa nelle normali condizioni di applicazione.

Qualora il Fabbricante intenda qualificare il sistema di rinforzo anche in relazione al comportamento al fuoco, il Servizio Tecnico Centrale effettuerà l'istruttoria, di concerto, per la valutazione di tale specifico aspetto, con la Direzione Centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

5.6 Tabella di sintesi delle prove di qualificazione

La Tabella 3 sintetizza il numero dei provini sui quali effettuare le prove ai fini della qualificazione di ciascuno dei sistemi di rinforzo *CRM* presenti nel catalogo di un Fabbricante.

Tabella 3 – Numero di prove di Qualificazione dei componenti in FRP dei sistemi CRM

Tipo di prova	Numero di provini
Prove di tipo meccanico	
Prove di trazione sulla rete	9 (18 per rete non bilanciata)
Prove di trazione sugli angolari	9 (elementi curvi)
Prove di trazione sugli elementi di connessione	5
Prove di giunzione dei connettori per sovrapposizione	3
Prove di estrazione dei connettori da supporti standard	5 (per ciascun tipo di supporto)
Prove di durabilità	
Resistenza a cicli di gelo-disgelo	2 x 4 = 8

Resistenza all'umidità	2 x 4 = 8
Resistenza agli ambienti salini	2 x 4 = 8
Resistenza agli ambienti alcalini	2 x 4 = 8
Totale	73 (82 per rete non bilanciata)

5.7 Certificazione dei risultati delle prove iniziali di tipo

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

- l'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- il luogo di effettuazione delle prove;
- l'identificazione del "*Fabbricante*", nonché dell'eventuale "*Mandatario*";
- i materiali costituenti il sistema con la composizione in termini di fasi;
- le dimensioni del campione;
- la tecnica per la preparazione dei campioni;
- il loro orientamento rispetto alle due direzioni della rete di rinforzo in composito (trama e ordito), per le prove di trazione sulla rete;
- la descrizione del condizionamento effettuato;
- le condizioni ambientali dell'ambiente di prova;
- la procedura di prova (ove possibile anche l'indicazione della norma di riferimento) e la descrizione degli strumenti di misura utilizzati;
- i risultati delle prove eseguite con l'indicazione di: valori caratteristici, medi, deviazioni standard, nel caso delle prove di trazione;
- curva media tensione-deformazione, nel caso delle prove di trazione;
- i risultati dell'analisi visiva, per le prove di durabilità;
- forza di estrazione e modalità di crisi, per le prove di estrazione del connettore da supporti standard;
- forza corrispondente alla crisi della giunzione e relativa modalità di crisi, per le prove di giunzione per sovrapposizione dei connettori.

5.8 Scheda Tecnica di prodotto

Al completamento delle *prove iniziali di tipo* (§ 5.2), il Fabbricante è tenuto a predisporre apposite schede tecniche relative a tutti i prodotti che si intende commercializzare.

In Allegato 4 è riportata la struttura di una Scheda Tecnica tipo contenente le informazioni obbligatorie da fornire.

La scheda tecnica di un prodotto deve indicare obbligatoriamente:

- classe prestazionale, secondo quanto precisato al § 4.1;
- tipo di rete in FRP;
- resistenze e moduli tecnici dei componenti in FRP secondo quanto precisato in Allegato 1;
- caratteristiche geometriche e fisiche della rete di rinforzo;
- tipologia di connessioni (connettori e ancorante);
- lunghezze di ancoraggio e di sovrapposizione dei connettori;
- tipologia di malta;
- eventuale comportamento al fuoco del prodotto (associato ad una malta);
- temperatura di transizione vetrosa delle resine utilizzate;
- comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali;
- condizioni di impiego (temperatura, umidità).

Altre informazioni esplicative di ulteriori caratteristiche prestazionali, ritenute necessarie sia nella fase di messa in opera ed utilizzo dei Sistemi *CRM* , sia nella fase di progettazione degli interventi mediante l'impiego dei Sistemi *CRM*, devono essere riportati nel *Manuale di installazione del prodotto*.

6 SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ

Tutti i componenti in FRP dei sistemi di rinforzo *CRM*, 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 CVT, 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.

6.1 Sistema di controllo della produzione in stabilimento

Il sistema di controllo della produzione dei componenti in FRP dei sistemi di rinforzo CRM 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 Fabbricante di un sistema di identificazione dei prodotti;
- l'effettuazione di prove iniziali di tipo al fine di determinare le caratteristiche prestazionali dei propri prodotti ed inquadrarli nella normativa di riferimento;
- un sistema di controlli periodici della produzione (FPC - *Factory Production Control*), secondo quanto precisato al § 7, 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. I campionamenti dei prodotti devono essere eseguiti regolarmente per ogni lotto di produzione e comunque per quantità minime predefinite di prodotto.

6.2 Controlli sui materiali base

Per ciascun materiale base (materia prima o semilavorato), il Fabbricante dei componenti in FRP dei sistemi di rinforzo *CRM* deve procedere alla qualificazione del fornitore secondo le Istruzioni Operative del proprio sistema di gestione della qualità e 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.

6.3 Sistema di identificazione dei prodotti

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

La marchiatura, 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 marchiatura deve prevedere marchiature 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 marchiatura 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.
- 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 e definito quantitativamente nel sistema di qualità aziendale.
- Lotto di spedizione: insieme di elementi spedito in un'unica volta e costituito da prodotti della stessa classe.

Il sistema di marchiatura deve essere depositato presso il STC.

7 PROVE PERIODICHE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ

Il Fabbricante deve garantire un sistema di controllo interno permanente del processo di produzione in fabbrica (FPC - Factory Production Control). Tale sistema deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione e nell'impiego dei singoli materiali e dei componenti impiegati, nonché la conformità del prodotto finale ai requisiti richiesti.

Il controllo della produzione in fabbrica deve essere effettuato conformemente ai Piani dei controlli trasmessi dal Fabbricante al Servizio Tecnico Centrale.

Per quanto riguarda specificamente le prove di controllo continuo della produzione in fabbrica dei componenti in FRP del sistema *CRM* (a seguito dell'avvio della produzione e del rilascio del CVT), devono essere eseguite prove di trazione nella direzione delle fibre per la determinazione della tensione di rottura e del modulo elastico, secondo le modalità riportate in Allegato 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 2 differenti lotti di produzione, in ragione di 3 campioni per lotto.

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, il Laboratorio incaricato deve darne comunicazione al STC. In tal caso, inoltre, il lotto da cui sono stati prelevati i campioni non potrà essere commercializzato.

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

Ad esito positivo delle prove il Fabbricante 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.

Esclusivamente per l'esecuzione delle prove a regime per il controllo permanente di produzione in stabilimento, il Fabbricante può dotarsi di un laboratorio interno di controllo che disponga di tutte le attrezzature appropriate per la verifica del sistema di rinforzo e dei relativi materiali e componenti, secondo le procedure del controllo interno permanente del processo di produzione in stabilimento; in tal caso, come precisato al § 8.1, deve dichiarare al Servizio Tecnico Centrale gli strumenti di prova utilizzati ed il personale dedicato a tale attività di prova.

Il Servizio Tecnico Centrale, previa eventuale visita al laboratorio stesso, deve espressamente autorizzare tale modalità esecutiva delle prove, che è esclusivamente riferita al controllo permanente di produzione in fabbrica e non alle *prove iniziali di tipo*.

Nel caso in cui le prove sul sistema di rinforzo e sui relativi materiali e componenti siano eseguite in un laboratorio esterno anche nella fase del controllo permanente di produzione in stabilimento, il Fabbricante deve indicare uno o più Laboratori, tra quelli ufficiali o autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale, di cui all'art.59 del DPR 380/2001, sui quali il Servizio rilascia apposito nulla-osta.

I risultati del controllo della produzione in fabbrica devono essere registrati e valutati dal Fabbricante conformemente alle disposizioni dei predetti "Piani dei controlli" e delle relative "Istruzioni operative".

Le registrazioni dovranno includere le seguenti informazioni:

- denominazione del materiale e dei componenti;
- tipo di controllo o collaudo;
- lotto/data di produzione e data del controllo/collaudo del materiale e/o dei componenti;

- risultati dei controlli e dei test e raffronto con i requisiti richiesti;
- data e firma della persona responsabile del controllo della produzione in fabbrica.

I risultati delle prove interne o svolte presso il predetto Laboratorio incaricato devono essere disponibili presso il Fabbricante per almeno 10 anni e messi a disposizione del Servizio Tecnico Centrale per le verifiche periodiche.

Inoltre, qualsiasi modifica che il Fabbricante intenda apportare ai materiali o ai componenti costituenti il prodotto qualificato, deve essere preventivamente autorizzata dal Servizio Tecnico Centrale.

Il Fabbricante è responsabile della conformità del sistema di rinforzo al Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) rilasciato, nonché della sua idoneità all'impiego previsto.

7.1 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 Fabbricante, dello stabilimento di produzione, del tipo di prodotto e dei campioni da provare utilizzando il sistema di identificazione – tracciabilità adottato dal Fabbricante, tipo di provvedimenti adottati dal Fabbricante 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 Valutazione Tecnica, nonché l'ultimo Attestato di conferma della qualificazione.

I certificati devono essere firmati dal Responsabile del Laboratorio.

7.2 Documentazione per il controllo della produzione

Le prove devono essere effettuate per tutti i componenti in FRP dei sistemi *CRM* 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.

8 PROCEDURA DI QUALIFICAZIONE

8.1 Documenti da allegare all'istanza

Il Fabbricante di sistemi di rinforzo *CRM* è tenuto ad inoltrare al STC richiesta di Certificato di Valutazione Tecnica, ai sensi del § 11.1, lettera C, delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, allegando all'istanza, sottoscritta dal legale rappresentante, la seguente documentazione, da trasmettere in copia cartacea oltre che su supporto informatico:

a. *Relazione illustrativa/descrittiva* concernente il sistema di rinforzo *CRM* oggetto dell'istanza, che specifichi i materiali e i componenti di base utilizzati e le caratteristiche prestazionali che devono essere valutate dal Servizio Tecnico Centrale; a tal fine devono essere esplicitamente indicati:
   - caratteristiche del sistema di rinforzo (valori attesi delle proprietà meccaniche) ed elenco delle tipologie che si intende qualificare, con l'indicazione della composizione in termini di fasi (resina, fibre, reti, angolari, elementi di connessione, eventuali additivi e microfibre polimeriche);
   - caratteristiche della malta che si intende adottare, specificando eventuale presenza di additivi o di microfibre polimeriche;
   - modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del sistema di rinforzo;
   - indicazione delle fonti di approvvigionamento delle fasi.
b. *Dichiarazione*, resa dai produttori delle fasi, circa le caratteristiche prestazionali delle fasi stesse.
c. *Scheda tecnica di prodotto* (rif. Allegato 4) relativa a ciascun sistema di rinforzo *CRM* oggetto dell'istanza ed ai materiali e componenti impiegati (non devono essere inseriti riferimenti ad altri prodotti che non sono oggetto dell'istanza stessa).
d. *Relazione* riguardante gli aspetti della durabilità e della compatibilità di ciascun sistema di rinforzo con le condizioni ambientali che possono verificarsi nell'impiego del prodotto stesso.
e. *Istruzioni per la protezione di ciascun sistema di rinforzo CRM* e dei relativi materiali e componenti dall'esposizione agli agenti atmosferici e dal danneggiamento meccanico durante lo stoccaggio, l'imballaggio e il trasporto.
f. *Manuale di installazione dei prodotti* di ciascun sistema di rinforzo, dove sono fornite le Istruzioni operative per la corretta applicazione del sistema di rinforzo.
g. *Istruzioni operative per la manutenzione di ciascun sistema di rinforzo*; tali istruzioni dovranno riportare, anche attraverso illustrazioni grafiche, le modalità da seguire per la manutenzione periodica del prodotto, nonché per gli interventi di manutenzione a seguito di eventi eccezionali (ad esempio impatti), le caratteristiche delle attrezzature da utilizzare nonché la frequenza e il tipo di controlli, in ragione delle possibili condizioni di impiego.
h. *Indicazione del Laboratorio incaricato* presso il quale verranno eseguite le prove di qualificazione; per quanto riguarda il/i Laboratorio/i indicato/i nell'istanza, nel quale il Fabbricante intende svolgere le prove per la valutazione delle prestazioni del prodotto oggetto dell'istanza, deve essere presentata una Relazione predisposta dal/i Laboratorio/individuato/i che illustri la propria organizzazione, le procedure interne adottate, le competenze e la specifica esperienza maturata dal personale nello specifico settore oggetto della valutazione delle prestazioni del prodotto in parola, nonché le attrezzature impiegate per le prove e ogni altra informazione utile al Servizio Tecnico Centrale per esprimere il proprio avviso sull'idoneità di detto/i Laboratorio/i per l'esecuzione delle prove di qualificazione. Il Servizio potrà effettuare una visita ispettiva

presso il predetto/i Laboratorio/i per verificare i requisiti dichiarati. A seguito di tale valutazione potrà rilasciare il nulla-osta all'esecuzione delle prove presso detto/i Laboratorio/i.

i. *Eventuali Certificati/Rapporti di prove* già eseguite rilasciati da un Laboratorio ex art. 59 del DPR 380/2001, ovvero da un Organismo di prova di cui al Regolamento. I predetti Certificati/Rapporti di prova devono essere recenti e riguardare il prodotto oggetto dell'istanza. Il Servizio Tecnico Centrale in fase di esame dell'istanza valuterà se prendere in considerazione o meno tale documentazione ai fini dell'istruttoria.
j. *Certificazione del sistema di gestione della qualità*, se in possesso del Fabbricante, relativamente alle tipologie di cui si richiede la qualificazione; in tal caso, il Fabbricante deve allegare copia dell'ultimo verbale di visita rilasciato dall'Organismo di certificazione.
k. *Manuale di qualità aziendale*, di cui alla norma UNI EN ISO 9001:2008, comprendente l'organigramma aziendale aggiornato.
l. *Relazione descrittiva del processo di produzione*, con l'indicazione delle eventuali attività svolte in outsourcing. In detta Relazione il Fabbricante deve altresì descrivere come sono organizzate le procedure di controllo adottate in fabbrica (FPC - Factory Production Control), dall'approvvigionamento al prodotto finito.
m. *Piani dei controlli interni*, dall'approvvigionamento al prodotto finito, comprese le relative procedure e/o Istruzioni operative adottate, nonché la modulistica utilizzata, comprese le procedure relative alla marchiatura e alla rintracciabilità del prodotto.
n. *Modello del registro del Fabbricante*.
o. *Modello di dichiarazione della prestazione del prodotto* resa dal Fabbricante, da allegare alla documentazione di accompagnamento del prodotto stesso.
p. *Dichiarazione del Fabbricante* riguardo alla non nocività del sistema di rinforzo e dei relativi materiali e componenti.
q. Ogni altra documentazione ritenuta dal Fabbricante pertinente ed utile ai fini dell'istruttoria del Servizio, purché strettamente attinente al prodotto per cui si richiede il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

Si evidenzia infine che, qualora il Fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, deve essere altresì trasmessa copia della nomina, mediante mandato scritto, del Mandatario.

8.2 Istruttoria del Servizio Tecnico Centrale

Il STC, nell'ambito delle proprie competenze, effettua l'istruttoria dell'istanza presentata, verificando:

- la completezza e congruità della documentazione presentata;
- l'idoneità del Laboratorio incaricato;
- lo svolgimento e l'esito delle prove di qualificazione;
- il possesso, da parte del Fabbricante, di tutti i requisiti richiesti.

Completata l'istruttoria, con esito favorevole, il STC provvede a rilasciare il CVT a firma del Presidente del Consiglio Superiore LL.PP.

Nel caso in cui dall'istruttoria emergano criticità sia in ordine agli aspetti tecnici che in ordine agli aspetti organizzativi, richiedenti opportuni approfondimenti, il STC provvede a richiedere alla ditta le opportune integrazioni al fine della risoluzione delle predette criticità, sospendendo il procedimento. Nel caso in cui non si ritiene che particolari criticità possano essere risolte con le integrazioni, il STC può comunque richiedere al riguardo il parere del Consiglio Superiore, al fine di ottenere le necessarie indicazioni sul prosieguo della procedura di qualificazione.

Ottenuto il parere del Consiglio Superiore, il STC completa la procedura di rilascio del CVT in caso di parere favorevole, ovvero provvede a richiedere le necessarie integrazioni in caso di parere interlocutorio, ovvero respinge l'istanza in caso di parere non favorevole.

Il CVT, anche sulla base di eventuali indicazioni fornite dalla competente Sezione del Consiglio Superiore, conterrà tutte le prescrizioni, raccomandazioni ed osservazioni utili ai fini di una corretta commercializzazione e applicazione del sistema di rinforzo.

8.3 Durata e rinnovo del Certificato di Valutazione Tecnica

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 relativa alle più significative applicazioni effettuate e dai relativi collaudi.

Alla ricezione della domanda di rinnovo del CVT, il STC provvede ad un riesame di tutta la documentazione prodotta dal Fabbricante 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 Fabbricante il CVT.

8.4 Sospensione e Ritiro del Certificato di Valutazione Tecnica

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

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 marchiatura;
- l'esternalizzazione di una fase della produzione senza la preventiva positiva valutazione del STC.

Il verificarsi, nell'anno, di prove non soddisfacenti relativamente alle proprietà meccaniche del prodotto, documentate da prove di accettazione in cantiere, dovranno essere comunicati al Servizio Tecnico Centrale e valutati dal Servizio stesso. Per i casi più gravi il STC può procedere alla revoca del CVT.

8.5 Prodotti provenienti dall'estero

Gli adempimenti di cui alle presenti Linee Guida si applicano anche a Fabbricanti esteri e ai sistemi di rinforzo CRM realizzabili con reti e matrici da loro prodotte e commercializzate.

Nel caso in cui tali Fabbricanti siano provvisti di un'analoga qualificazione rilasciata dalle rispettive Autorità estere competenti, il Fabbricante può inoltrare al STC domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine, trasmettendo contestualmente la competente documentazione relativa ai prodotti che intende commercializzare sul territorio italiano ed il corrispondente marchio. Tale equivalenza, previa valutazione del STC, è sancita con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Devono comunque essere eseguiti i controlli di accettazione in cantiere.

E' consentito al Fabbricante impiegare, nella produzione del Sistema *CRM*, un componente proveniente dall'estero a condizione che tale componente sia preventivamente qualificato secondo la normativa applicabile e sotto la sua esclusiva responsabilità.

9 PROCEDURE DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere:

- sono obbligatori e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori;
- devono essere campionati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione in riferimento al lotto di produzione e devono riguardare tutti i componenti del Sistema *CRM* oggetto di fornitura.

I campioni devono essere in numero di 3 per ognuno dei componenti dei sistemi di rinforzo da installare, tenendo anche conto dell'eventuale diversa natura delle fasi (in particolare della grammatura del rinforzo) e delle eventuali diverse caratteristiche delle reti nelle due direzioni. Le dimensioni sono quelle indicate per la prova di trazione (Allegato 1).

Le prove da eseguire sono unicamente quelle di trazione sui componenti in FRP del sistema, descritte all'Allegato 1.

Si prescrivono inoltre prove sulle malte da utilizzare in ragione di due provini per ogni lotto di spedizione per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Fabbricante 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 4.2.

Tali campioni devono essere inviati dal Direttore dei Lavori ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, e su di essi devono essere eseguite le prove richieste.

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

Le proprietà della malta devono soddisfare i valori dichiarati dal Fabbricante.

La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sui campioni di rete e di legante 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 del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Qualora le verifiche suddette non dovessero essere soddisfatte, anche solo per una delle grandezze misurate, le stesse devono essere ripetute prelevando e provando 3 ulteriori campioni del/dei componente/componenti in FRP del sistema *CRM* provenienti dal lotto in esame, ovvero ulteriori 2 campioni di malta dello stesso lotto di spedizione.

Se, per tutti i campioni, i valori delle caratteristiche meccaniche da esaminare sono maggiori o uguali dei corrispondenti valori 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 delle prove va comunicato al STC. L'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

I certificati emessi dai Laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno i dati indicati al § 7.1.

Oltre ad eseguire i controlli di accettazione, 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 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 Marcatura stessa e richiedere ad ogni Fabbricante, 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 Fabbricante/Distributore.

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 Fabbricante 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.

10 INSTALLAZIONE

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione del sistema di rinforzo, il Fabbricante deve allegare il *Manuale di installazione* allegato al Certificato di Valutazione Tecnica, in cui sono fornite le *Istruzioni operative* per la corretta applicazione del sistema di rinforzo, con particolare riguardo ai trattamenti da porre in essere a carico del supporto preliminarmente all'installazione del sistema *CRM*.

Nel *Manuale di installazione* deve essere indicato lo spessore massimo e minimo di utilizzo del sistema di rinforzo.

Il Direttore dei Lavori deve verificare la scrupolosa osservanza delle modalità di installazione del sistema, con particolare riguardo alla preparazione del supporto e alla corretta applicazione e stagionatura del sistema *CRM*, atteso che una inadeguata applicazione potrebbe compromettere l'efficacia del sistema stesso di rinforzo.

ALLEGATI

Allegato 1 - Prove di tipo meccanico sui componenti in FRP del Sistema CRM

Prova di trazione della rete

Caratteristiche del metodo di prova

La prova viene effettuata in controllo di carico. E' necessario prestare la massima cura alla preparazione dei provini, ai loro afferraggi ed all'allineamento del provino nella macchina durante la prova. I risultati delle prove possono risultare molto dispersi a causa di preparazioni non adeguate dei provini che presentano non allineamento del campione o difetti nel taglio e nella finitura. Un sistema non appropriato di afferraggi può causare rotture dei provini in prossimità delle mordacchie e, conseguentemente, una notevole dispersione dei risultati. I difetti ed i non allineamenti sopra elencati possono causare sforzi aggiuntivi dovuti a flessioni indesiderate. Parimenti, un sistema non appropriato di afferraggi può consentire slittamenti, non ammessi, del provino all'interno delle mordacchie.

Il campione deve essere posizionato nella macchina di prova ponendo particolare attenzione al suo allineamento con l'asse della macchina. Nella fase di preparazione della prova è possibile applicare al provino una forza assiale, non superiore al 5% del valore ultimo previsto, allo scopo di annullare possibili inflessioni causate dal serraggio delle mordacchie.

Durante la prova è necessario registrare il valore del carico e dello spostamento della traversa mobile. Le registrazioni devono essere eseguite in continuo o a intervalli di tempo regolari. Le prove devono essere eseguite in controllo di carico, si suggerisce una velocità costante di 0.20 kN/s; qualora si adotti una diversa velocità di carico, la scelta dovrà essere adeguatamente giustificata.

Il valore della tensione è definito come il rapporto del carico sull'area nominale della sezione, determinata con una pesata volumetrica. Il valore della deformazione deve essere misurato direttamente attraverso strumenti di misura su una lunghezza rappresentativa del campione.

Attrezzatura di prova

Macchina di prova

La macchina di prova deve essere munita di cella di carico opportunamente tarata da un ente qualificato e classificabile almeno in classe 1 con riferimento alle norme europee EN10002 (ovvero una risoluzione migliore dello 0,10%).

Inoltre, la macchina di prova deve essere equipaggiata con un sistema di afferraggi che permetta di bloccare gli estremi del campione applicando ad essi anche una pressione laterale sufficiente ad evitare, durante la prova, lo slittamento del provino rispetto agli afferraggi.

E' auspicabile che gli ancoraggi siano auto-allineanti per minimizzare gli effetti flessionali dovuti al non allineamento del provino nella macchina.

Taratura degli strumenti

L'accuratezza di tutti gli strumenti utilizzati nel sistema di prova deve essere documentata da certificati di taratura validi al momento della prova ovvero riferiti a prove di taratura eseguite in data non anteriore a ventiquattro mesi.

Caratteristiche dei campioni

Le proprietà meccaniche a trazione della rete sono valutate utilizzando singoli elementi (barre) estratti dalla rete in FRP, sia in direzione trasversale sia longitudinale qualora le caratteristiche fisico/geometriche risultino diverse nelle due direzioni. Dette proprietà meccaniche devono essere valutate secondo le procedure riportate nelle norme:

- ISO 10406-1:2015 per lo scopo, la descrizione del set-up di prova e dei campioni;
- CNR DT 203/2006 per la determinazione delle caratteristiche geometriche, fisiche e meccaniche del campione e dei materiali.

Il campione di prova consiste in una singola barra di lunghezza l=500 mm, estratta dalla rete in FRP tagliando le barre trasversali a metà della maglia, così come illustrato in Figura 1.

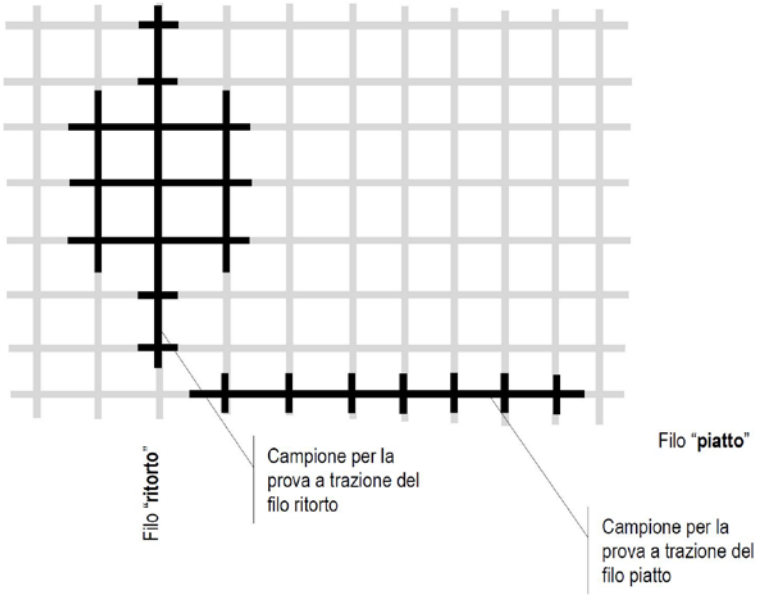


Figura 1 – Campione di prova a trazione

I campioni vengono prelevati nella stessa quantità sia in trama che ordito, qualora le caratteristiche fisico/geometriche siano diverse nelle due direzioni.

Il processo di taglio deve essere eseguito con tecniche che evitino di danneggiare i provini. I provini devono essere numerati, riconoscibili e deve essere possibile risalire alle caratteristiche della rete da cui sono stati ricavati (tracciabilità).

È necessario assicurarsi che il campione di prova non scorra negli afferraggi della macchina di prova, nel caso risulti necessario bisogna utilizzare adeguati sistemi per permettere l'afferraggio delle estremità della barra evitando il suo danneggiamento.

A tal riguardo i campioni possono essere provvisti di talloni alle estremità, nelle zone di afferraggio, per evitare rotture dei campioni localizzate in tali zone. I talloni possono essere metallici (alluminio o acciaio) o di materiale polimerico anche fibrorinforzato (es. *GFRP*). I talloni, due per ogni estremità, devono avere larghezza adeguata al campione e sono fissati a quest'ultimo utilizzando adesivi indicati per l'uso specifico.

Nel caso di barre (all'interno della rete) realizzate con filo ritorto, è necessario utilizzare campioni di prova con caratteristiche simili a quelle riportate in Figura 2.

Prova di rottura su elementi d'angolo

Il campione di prova consiste in una singola barra costituente l'angolo preformato, nella lunghezza standard della proposta commerciale del Fabbricante; la barra deve essere estratta dall'elemento d'angolo di rete in FRP tagliando le barre trasversali.

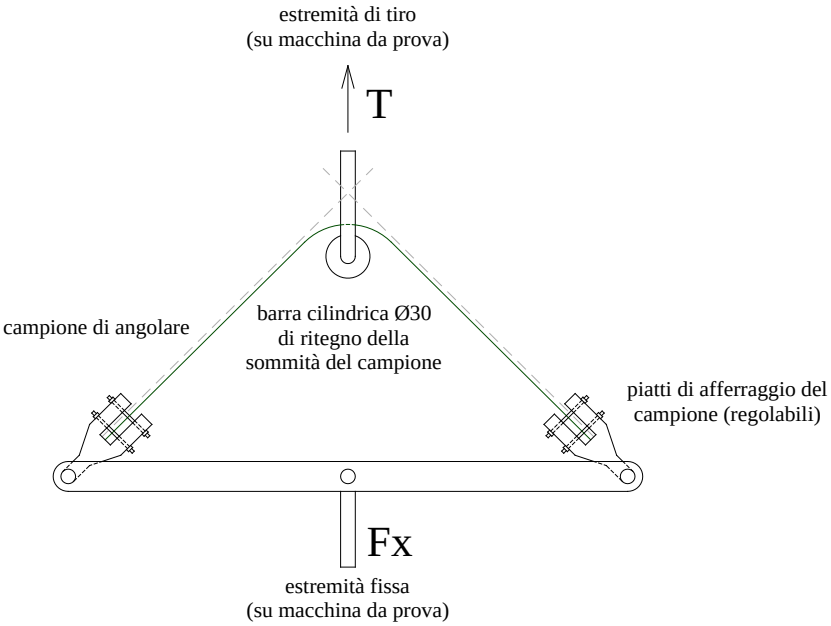


Figura 2 – Campione di prova su elemento d'angolo

Il processo di taglio deve essere eseguito con tecniche che evitino di danneggiare i provini e di produrre delaminazioni all'interno del provino. I provini devono essere numerati, riconoscibili e deve essere possibile risalire alle caratteristiche degli elementi d'angolo da cui sono stati ricavati (tracciabilità).

La prova sulla barra costituente l'angolo preformato deve essere eseguita in controllo di carico, a una velocità costante di 0.05 kN/s; qualora si adottino velocità di carico diverse la scelta dovrà essere adeguatamente motivata. La parte curva dell'elemento d'angolo verrà posta su una barra circolare in acciaio (estremità di tiro), dello stesso diametro della curvatura del campione; le due estremità inferiori del campione saranno, invece, fissate alla macchina di prova tramite un sistema del tipo riportato in Figura 2.

Il dispositivo di afferraggio potrà essere del tipo illustrato in Figura 2 e comunque in grado di distribuire uniformemente sull'angolo il carico verticale trasmesso dalla macchina di prova.

Prova di trazione sugli elementi di connessione

L'obiettivo della prova è la determinazione della resistenza a trazione, del modulo elastico e della deformazione a rottura dei connettori.

Le prove di trazione sui connettori in FRP saranno condotte secondo quando riportato nel documento CNR DT 203/2006.

Allegato 2: Prove di estrazione del connettore da supporti standard

Generalità

In fase di qualificazione devono essere eseguite prove di estrazione del connettore da supporti standard, in tufo, pietrame e laterizio. Le prove sono realizzate in modo da rappresentare correttamente le condizioni di ancoraggio dei connettori all'interno della muratura e al tempo stesso permettere di eseguire agevolmente la prova.

I campioni da sottoporre a prova devono essere almeno cinque, per ciascuno dei sistemi di connessione per i quali il Fabbricante ha richiesto il CVT e per ciascun tipo di supporto murario.

Il supporto e le dimensioni dei campioni devono soddisfare le indicazioni riportate nei paragrafi seguenti.

La lunghezza di ancoraggio dei connettori nel supporto deve essere quella indicata dal Fabbricante per lo specifico sistema di connessione e per lo specifico substrato murario, comunque non inferiore a 100 mm. I campioni da sottoporre a prova, come anche i relativi supporti, sono realizzati a cura dello stesso Fabbricante. Le prove devono essere condotte in condizioni di pressione e temperatura *standard* (pressione atmosferica, temperatura di 20 °C).

Per prove di estrazione da altre tipologie murarie non espressamente descritte in queste Linee Guida, è facoltà del Fabbricante produrre documentazione tecnica integrativa sul comportamento meccanico della connessione, con indicazione delle lunghezze minime di ancoraggio e delle modalità di crisi attese, sulla base di indagini sperimentali specificamente condotte.

Supporto di murature di tufo

Per le prove di estrazione da murature di tufo deve essere scelto un materiale con caratteristiche meccaniche e fisico-chimiche per quanto possibile omogenee per ridurre la dispersione dei risultati.

La resistenza a compressione della muratura in tufo deve essere prossima a 8 MPa (resistenza di riferimento del materiale standard), e comunque compresa nell'intervallo 4-12 MPa. La resistenza media effettiva del tufo prescelto deve essere valutata mediante prove di compressione su cubi di lato 150 mm, in numero pari almeno a 6.

Per la realizzazione dei provini in muratura deve essere impiegata una malta di classe non superiore a M5.

Supporto di murature di laterizio

Per le prove di estrazione da murature di laterizio deve essere scelto un materiale di supporto con caratteristiche meccaniche e fisico-chimiche per quanto possibile omogenee, per ridurre la dispersione dei risultati.

La resistenza a compressione del supporto di laterizio (mattone) deve essere prossima a 20 MPa (resistenza di riferimento), e comunque compresa nell'intervallo 15-25 MPa. Tale resistenza media effettiva deve essere valutata mediante almeno sei prove di compressione su campioni cubici/cilindrici di laterizio, di lato/diametro pari a circa 50 mm, realizzati nello spessore del mattone.

Per la realizzazione dei provini in muratura deve essere impiegata una malta di classe non superiore a M5.

Supporto di murature in pietrame

Per le prove di estrazione da murature di pietrame deve essere scelto un materiale con caratteristiche geometriche, meccaniche e fisico-chimiche per quanto possibile omogenee, al fine di ridurre la dispersione dei risultati.

La resistenza a compressione delle pietre deve essere valutata mediante almeno sei prove di compressione (UNI EN 1926:2007) ed i valori di resistenza ottenuti devono essere compresi nell'intervallo 50-150 MPa.

Per la realizzazione dei provini in muratura deve essere impiegata una malta di classe non superiore a M2.5.

Realizzazione dei provini

Lo spessore minimo dei campioni dovrà essere almeno pari a 250 mm e comunque tale che la lunghezza di ancoraggio del connettore risulti pari a 2/3 di detto spessore. L'altezza e la larghezza minime sono quelle necessarie a consentire un adeguato posizionamento del dispositivo di prova. In particolare deve essere evitato l'effetto di confinamento esercitato localmente da un'eventuale struttura di contrasto posta vicino al connettore da estrarre. Pertanto le dimensioni minime del campione saranno tali da consentire il posizionamento della struttura di contrasto utilizzata per la prova esternamente alla zona potenzialmente interessata da una crisi per espulsione conica del substrato, assunta pari $2L_{anc}+D_0$, essendo L_{anc} la lunghezza di ancoraggio utilizzata e D_0 il diametro del foro. Per lunghezze di ancoraggio intorno a 100 mm potrebbe essere sufficiente un campione di dimensioni 400mm × 400mm. Per maggiore praticità operativa potrebbe essere conveniente predisporre campioni di muratura di maggiori dimensioni (per esempio 1,20 m × 1,20 m) sui quali realizzare più prove di estrazione; in tal caso è necessario garantire l'assenza di interferenze tra i diversi punti di estrazione, sulla base di quanto sopra riportato.

Nel caso di muratura di laterizio o tufo i campioni di muratura da utilizzare per le prove di estrazione dovranno essere realizzati con tessitura a due teste, con uno spessore medio del giunto di malta compreso tra 10 mm e 15 mm.

Nel caso di muratura in pietrame i campioni di muratura dovranno avere dimensioni adeguate a rappresentare il materiale tipicamente anisotropo. Le prove dovranno essere condotte su muretti ad un paramento realizzati con pietre di calcari compatti, di forma irregolare, non squadrati, la cui dimensione maggiore sia inferiore a 150 mm

I campioni di muratura saranno lasciati maturare all'aria per 28 giorni. Dopo il periodo di maturazione, verrà eseguito il foro per l'ancoraggio del connettore, di diametro variabile a seconda delle specifiche di sistema, con l'impiego di attrezzo a rotazione. Il foro verrà realizzato tipicamente in corrispondenza dei giunti di malta.

Eliminati i detriti presenti all'interno del foro, mediante pistola ad aria compressa, verrà inserito il connettore all'interno dello stesso, con le modalità di ancoraggio indicate per lo specifico Sistema di connessione.

Eventuali accorgimenti e/o ulteriori indicazioni di dettaglio potranno essere riportati nel Manuale di Installazione o nella scheda tecnica del Fabbricante.

La lunghezza complessiva del connettore deve essere tale da garantire oltre alla zona di ancoraggio una porzione libera, sporgente dal campione di muratura, che consenta il montaggio dell'attrezzatura di prova e l'adeguato afferraggio del connettore medesimo.

Il tempo minimo richiesto tra l'applicazione del connettore e l'esecuzione della prova deve essere quello indicato dal Fabbricante per lo specifico Sistema di connessione.

Caratteristiche del dispositivo di prova

Per l’esecuzione della prova di estrazione si utilizzeranno attrezzature adeguate (es: martinetti cavi) e in grado di condurre prove in controllo di forza.

L’estremità libera della connessione sarà opportunamente preparata per consentire di aggrappare le stessa alla macchina da prova. Il carico applicato deve essere misurato mediante cella di carico di capacità correlata alla massima forza attesa.

Il sistema di prova deve consentire l'applicazione di un carico assiale allineato con il connettore, senza introdurre sforzi secondari laterali; tale allineamento deve essere assicurato durante tutto lo svolgimento della prova. Il dispositivo di contrasto sulla muratura deve garantire una prova del tipo "non confinata", ovvero consentire liberamente l'eventuale formazione di un cono di rottura del supporto.

Il sistema di misurazione del carico deve avere un'accuratezza minima del 2 % del carico massimo di estrazione.

Per rilevare il possibile scorrimento della barra rispetto all’elemento di muratura possono essere utilizzati strumenti di misura opportunamente disposti. In questo caso è suggerita un'accuratezza minima di 0,02 mm.

Un possibile schema del campione di prova è riportato in Figura 3.

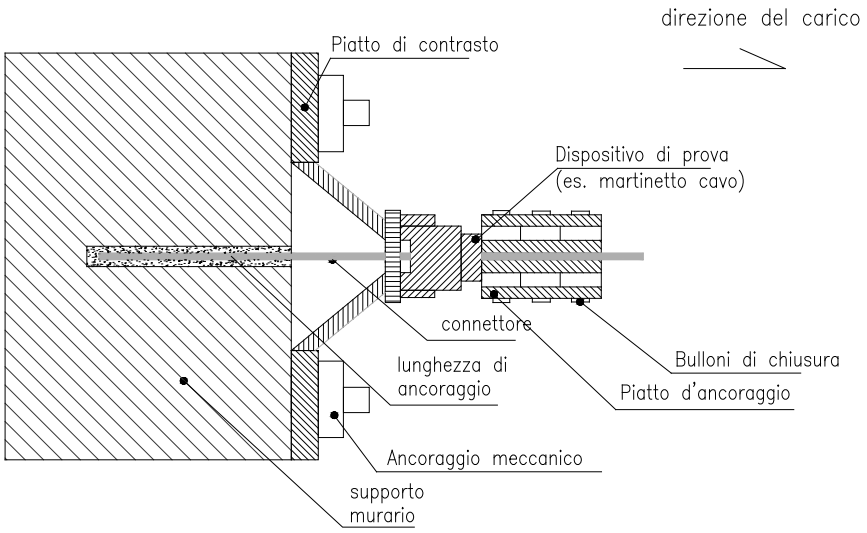


Figura 3 – Schema prova di estrazione

Procedura di prova

La prova è eseguita in controllo di forza con una velocità omogenea, in modo tale di raggiungere il carico massimo in un lasso di tempo compreso tra 1 e 3 minuti. Il carico applicato e le eventuali misure di spostamento possono essere registrati in continuo, con una frequenza suggerita di 3 Hz - 5 Hz. In ogni caso, è richiesta la registrazione del carico massimo raggiunto, ovvero del “carico di estrazione”.

Nel caso in cui il carico presenti una ripresa durante l'estrazione in seguito a spostamenti significativi del connettore (“scivolamento” del connettore all'interno del foro) la prova potrà essere interrotta e si considererà come "carico di estrazione" il valore massimo di carico raggiunto prima dello spostamento evidente del connettore.

E’ necessario verificare che la rottura sia avvenuta effettivamente nella zona di ancoraggio del connettore e non sia dovuta a cedimenti o scorrimenti nel collegamento tra il dispositivo di prova e il connettore. In tale caso il risultato verrà scartato e sarà necessario ripetere la prova.

E’ necessario verificare che, in seguito alla prova, il campione di muratura non risulti danneggiato al di fuori della zona direttamente interessata dall'estrazione. In tale caso il risultato verrà scartato e sarà necessario ripetere la prova.

Dovrà essere registrato il tipo di rottura ottenuto, sulla base delle seguenti situazioni tipiche:

- rottura per sfilamento del connettore;
- rottura all’interfaccia ancorante-substrato murario;
- rottura del substrato e/o rottura con espulsione conica del substrato.
- rottura del connettore

Rapporto di prova

Il rapporto di prova dovrà riportare:

- la descrizione del campione di muratura, con tutte le informazioni rilevanti;
- le date di preparazione del campione di muratura, di installazione del connettore e di esecuzione della prova di estrazione;
- la modalità di installazione del connettore;
- la lunghezza di ancoraggio
- il carico di estrazione;
- la velocità di carico adoperata oppure, alternativamente, il tempo necessario al raggiungimento del carico di estrazione;
- la descrizione del tipo di rottura.

Allegato 3: Prove di giunzione per sovrapposizione dei connettori

Generalità

I campioni per le prove di qualificazione, nel numero indicato in Tabella 3, devono essere realizzati in modo tale da rappresentare correttamente le condizioni di giunzione per sovrapposizione dei connettori all'interno della muratura e al tempo stesso permettere di eseguire agevolmente la prova.

I campioni da sottoporre a prova devono essere almeno tre, per ciascuno dei sistemi di connessione per i quali il Fabbricante ha richiesto il CVT.

La lunghezza di sovrapposizione dei connettori deve essere quella indicata dal Fabbricante per lo specifico sistema di connessione, comunque non inferiore a 100 mm.

Realizzazione dei campioni

Per la realizzazione dei campioni di prova verrà utilizzato un tubo in alluminio (o altro materiale) con spessore pari a circa 1 mm e lunghezza pari a quella di sovrapposizione dei connettori. Il diametro di detto tubo dovrà essere pari a quello del foro normalmente realizzato nel substrato murario, come indicato dal Fabbricante per lo specifico sistema di connessione.

Nel tubo verrà inserito il primo connettore chiudendo, successivamente, un'estremità del tubo medesimo con apposito film. In seguito si procederà ad immettere l'ancorante nel tubo e, quindi, verrà disposto il secondo connettore. Ad indurimento avvenuto dell'ancorante, secondo i tempi indicati dal Fabbricante, si procederà alla rimozione del film ed all'esecuzione della prova (Figura 4).

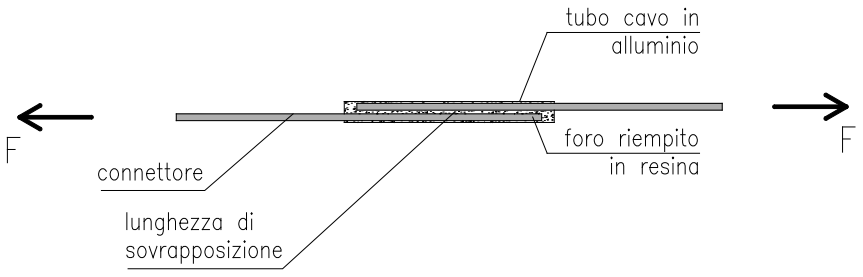


Figura 4 – Schema prova di giunzione per sovrapposizione

Procedura di prova e risultati

La procedura di prova è quella già indicata per le prove di trazione sugli elementi di connessione (§ 11.1.3), descritta nel documento CNR DT 203/2006. La prova deve essere condotta con modalità che consentano di assicurare l'allineamento della forza di trazione applicata con l'asse della connessione. Tale allineamento deve essere assicurato durante tutto lo svolgimento della prova.

Sarà necessario registrare la forza corrispondente alla crisi della giunzione e la relativa modalità di crisi , sulla base delle seguenti situazioni tipiche:

- crisi all'interfaccia ancorante-connettore

- crisi nell’ancorante
- rottura del connettore

È necessario, inoltre, verificare che la rottura non avvenga nella zona di afferraggio dei connettori alla macchina di prova e che la stessa non sia dovuta a cedimenti o scorrimenti nel collegamento tra il dispositivo di prova e il connettore. In tale caso il risultato verrà scartato è sarà necessario ripetere la prova.

Rapporto di prova

Il rapporto di prova dovrà riportare:

- la descrizione del campione, con tutte le informazioni rilevanti;
- le date di preparazione del campione e di esecuzione della prova;
- la modalità di realizzazione della giunzione;
- la lunghezza di sovrapposizione;
- il carico corrispondente alla crisi;
- la descrizione del tipo di rottura.

Allegato 4: Scheda tecnica

SCHEDA TECNICA

Il *Fabbricante* deve riportare i valori statistici necessari per la valutazione della resistenza e del modulo elastico secondo quanto precisato (ad esempio media, scarto quadratico medio, popolazione, frattile, intervallo di confidenza).

Descrizione

Nome commerciale, tipo di rinforzo interno, tipo di malta, tipo di connettori, tipo di ancorante, marchiatura e ogni altra informazione generale ritenuta utile.

Classe prestazionale

Deve essere riportata sulla Scheda la Classe di prestazione del prodotto previa esecuzione delle prove di trazione.

Caratteristiche meccaniche (rete)

Proprietà	Unità di Misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
		Minimo valore tra le due direzioni		
		Medio	Caratteristico	
Resistenza a trazione	MPa			ISO 10406-1:2015 Questa Linea Guida
Modulo elastico, valore medio	GPa			
Deformazione a rottura, valore caratteristico	%			

Caratteristiche meccaniche (connettori)

Proprietà	Unità di Misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
		Medio	Caratteristico	
Resistenza a trazione	MPa			ISO 10406-1:2015 Questa Linea Guida
Modulo elastico, valore medio	GPa			
Deformazione a rottura, valore caratteristico	%			
Lunghezza di ancoraggio, L_{anc}	mm			Questa Linea Guida
Forza di estrazione dei connettori (valore medio), F_{anc}	kN			Questa Linea Guida
Lunghezza di sovrapposizione dei connettori, lc	mm			Questa Linea Guida
Carico di crisi della giunzione per sovrapposizione, Fc	kN			Questa Linea Guida

Caratteristiche geometriche e fisiche (rete)

Proprietà		Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
			Trama (filo piatto)	Ordito (filo ritorto)	
Diametro nominale dei trefoli		mm			CNR-DT 203/2006
Sezione nominale dei trefoli		mm^2			CNR-DT 203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
Area nominale delle fibre		mm^2			CNR-DT 200/2004 CNR-DT 203/2006
Maglia della rete AxB		mm			CNR-DT 200/2004 CNR-DT 203/2006
Temperature limite di utilizzo		°C			-
Contenuto di fibra (valore medio, minimo tra trama e ordito)	in peso	%			ISO 11667:1997(E)
	in volume	%			
Densità	fibra	g/m^3			ISO 1183-1:2004(E)
	matrice	g/m^3			
Temperatura di transizione vetrosa, Tg, della resina		°C			ISO 11537-2:2013
Temperature limite di applicazione		°C			-
Reazione al fuoco			Nota 1		EN 13501-1:2009

Nota 1: specificare il tipo di malta utilizzata, il suo spessore e la rete utilizzata per costruire il campione di prova.

Caratteristiche geometriche e fisiche (connettori)

Proprietà		Unità di misura	Valore		Metodo di prova Norma di riferimento
			Trama (filo piatto)	Ordito (filo ritorto)	
Diametro nominale		mm			CNR-DT 203/2006
Sezione nominale		mm^2			CNR-DT 203/2006 ACI 440.3R-04 ISO 10406-1:2008
Area nominale delle fibre		mm^2			CNR-DT 200/2004 CNR-DT 203/2006
Temperature limite di utilizzo		°C			-
Contenuto di fibra	in peso	%			ISO 11667:1997(E)
	in volume	%			
Densità	fibra	g/m^3			ISO 1183-1:2004(E)
	matrice	g/m^3			
Temperatura di transizione vetrosa, Tg, della resina		°C			ISO 11537-2:2013
Temperature limite di applicazione		°C			-
Reazione al fuoco			Nota 1		EN 13501-1:2009

Caratteristiche meccaniche (malta)

Proprietà	Unità di Misura	Valore	Metodo di prova Norma di riferimento
Resistenza a compressione (28 giorni)	MPa		EN 1015-11
Resistenza a trazione (28 giorni)	MPa		EN 1015-11
Modulo elastico, valore medio	GPa		EN 13412

Note

Descrizione

Condizioni di stoccaggio

Precauzioni d’uso e sicurezza