



Tecnologie innovative certificate: i sistemi FRC per il rinforzo di solai esistenti

Ing. Giuseppe Mastroianni
13 febbraio 2025



FRC SYSTEM

Malte cementizie e
microcalcestruzzi
fibrorinforzati con
fibre di acciaio



RIDUZIONE O
ELIMINAZIONE
ARMATURE

CERTIFICATO DI
VALUTAZIONE
TECNICA

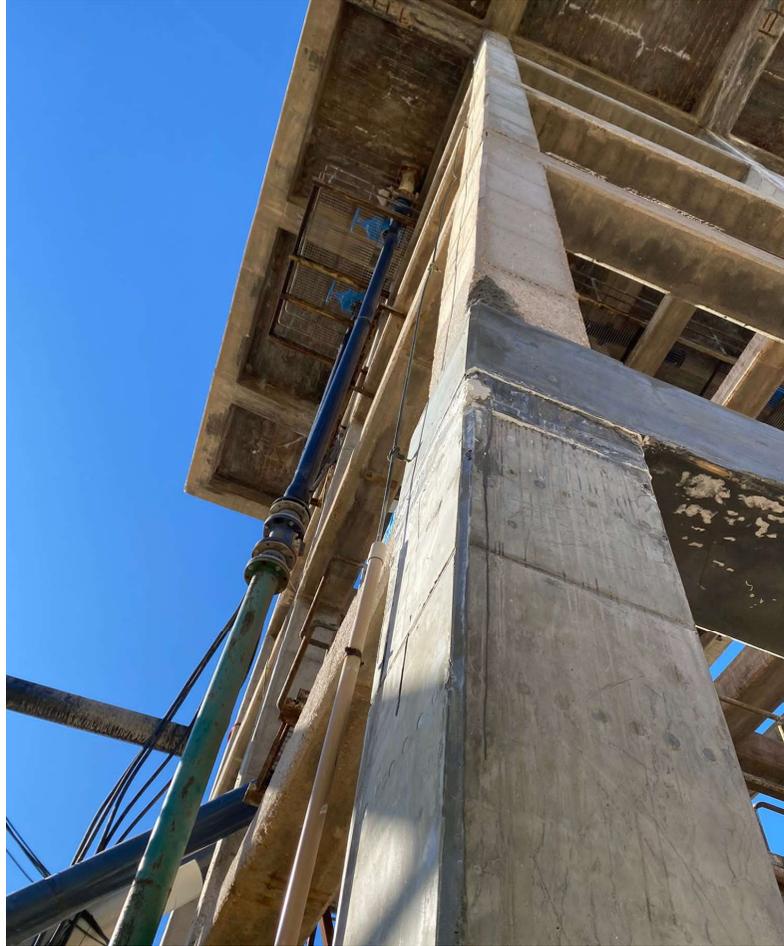
BASSO SPESSORE DI
APPLICAZIONE

FIBRE METALLICHE
UNCINATE

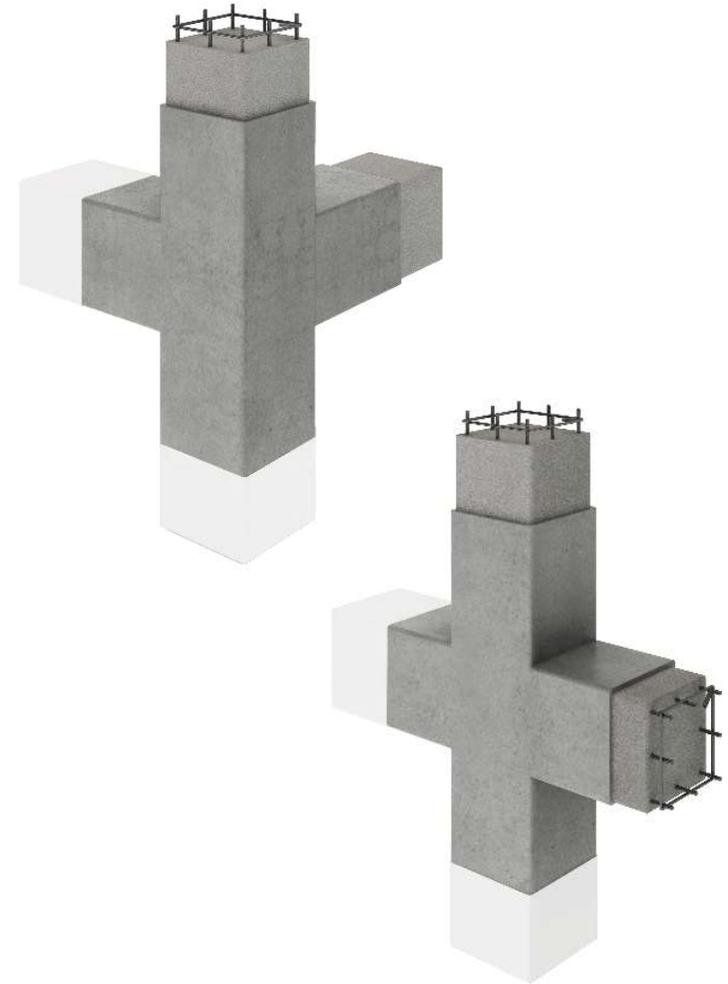
ASSENZA DI
CONNETTORI



RINFORZO PILASTRI IN C.A.



RINFORZO NODI IN C.A.



RINFORZO NODI IN C.A.



Rinforzo locale in HPFRC di nodi perimetrali non confinati di telai in c.a.

Tecnica per il rinforzo locale per il miglioramento sismico mediante HPFRC

Paolo Riva, Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Università degli Studi di Bergamo
 Consuelo Beschi, Ing. Di.Mo.Re. srl
 Alberto Meda, Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Università di Roma Tor Vergata
 Zila Rinaldi, Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni, Università di Roma Tor Vergata

1. INTRODUZIONE

1.1. La necessità del rinforzo di strutture esistenti in c.a.

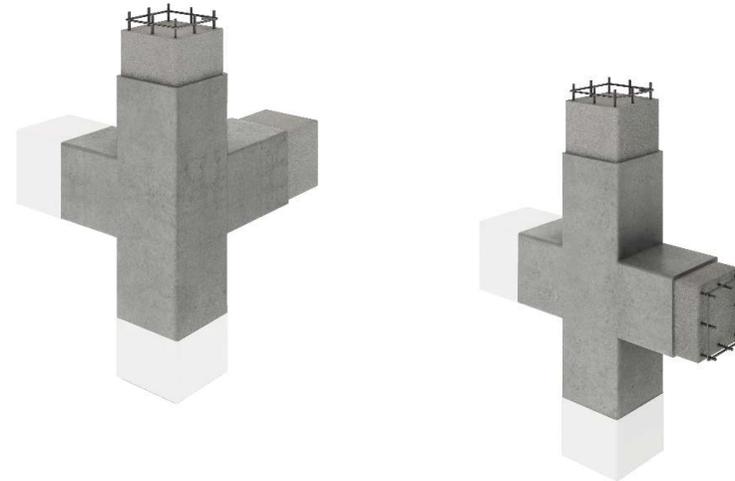
Negli ultimi decenni l'interesse per la riparazione e il rinforzo di strutture esistenti in c.a. è progressivamente aumentato, soprattutto per la presenza di numerosi edifici costruiti secondo normative superate, per i quali interventi di rinforzo risultano necessari sia per l'aumento della capacità portante nei confronti di livelli di carico più elevati legati alla modifica nella destinazione d'uso sia per la necessità di adeguamento sismico sia per il ripristino della capacità portante a seguito di incrementi dei sovraccarichi, di degrado strutturale, o di terremoti.

I recenti terremoti (Abruzzo 2009, Emilia Romagna 2012) hanno drammaticamente dimostrato come una vasta parte degli edifici in c.a., progettati per soli carichi gravitazionali o utilizzando dettagli costruttivi inadeguati, non sia stata in grado di sostenere le azioni sismiche, principalmente a causa di carenze strutturali, quali proprietà scadenti dei materiali; assenza di qualsiasi principio di Gerarchia delle Resistenze; scarso confinamento nelle zone di potenziale formazione delle cerniere plastiche (tipicamente assenza di armatura trasversale nei nodi); dettagli inadeguati delle armature, come ancoraggi insufficienti e uso di barre lisce con ancoraggi d'estremità a uncino.

1.2. Il Sisma Bonus

Il 28 Febbraio è stato firmato dal Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti il Decreto Ministeriale, strumento attuativo del Sisma Bonus, con cui sono stabilite le Linee Guida [1] che forniscono gli strumenti operativi per la classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni esistenti, definendo otto Classi di Rischio, identificate da un unico parametro che tenga conto sia della sicurezza sia degli aspetti economici.

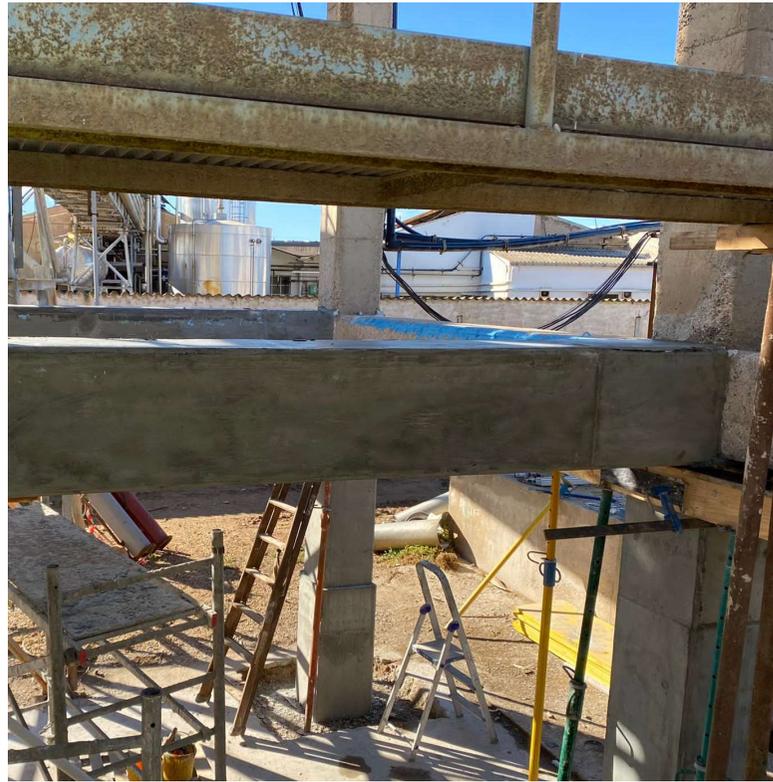
Rispetto alle ristrutturazioni antisismiche senza variazione di classe (50%), le detrazioni per la prevenzione sismica aumentano sensibilmente qualora si migliori l'edificio di una o due classi di Rischio Sismico. In particolare, sono previste detrazioni del 70% qualora gli interventi antisismici consentano il passaggio ad una classe di rischio sismico inferiore e dell'80% qualora gli interventi antisismici consentano il passaggio a due classi di rischio sismico: tali detrazioni diventano rispettivamente il 75% e l'85% qualora gli interventi antisismici siano relativi a parti comuni di edifici condominiali.



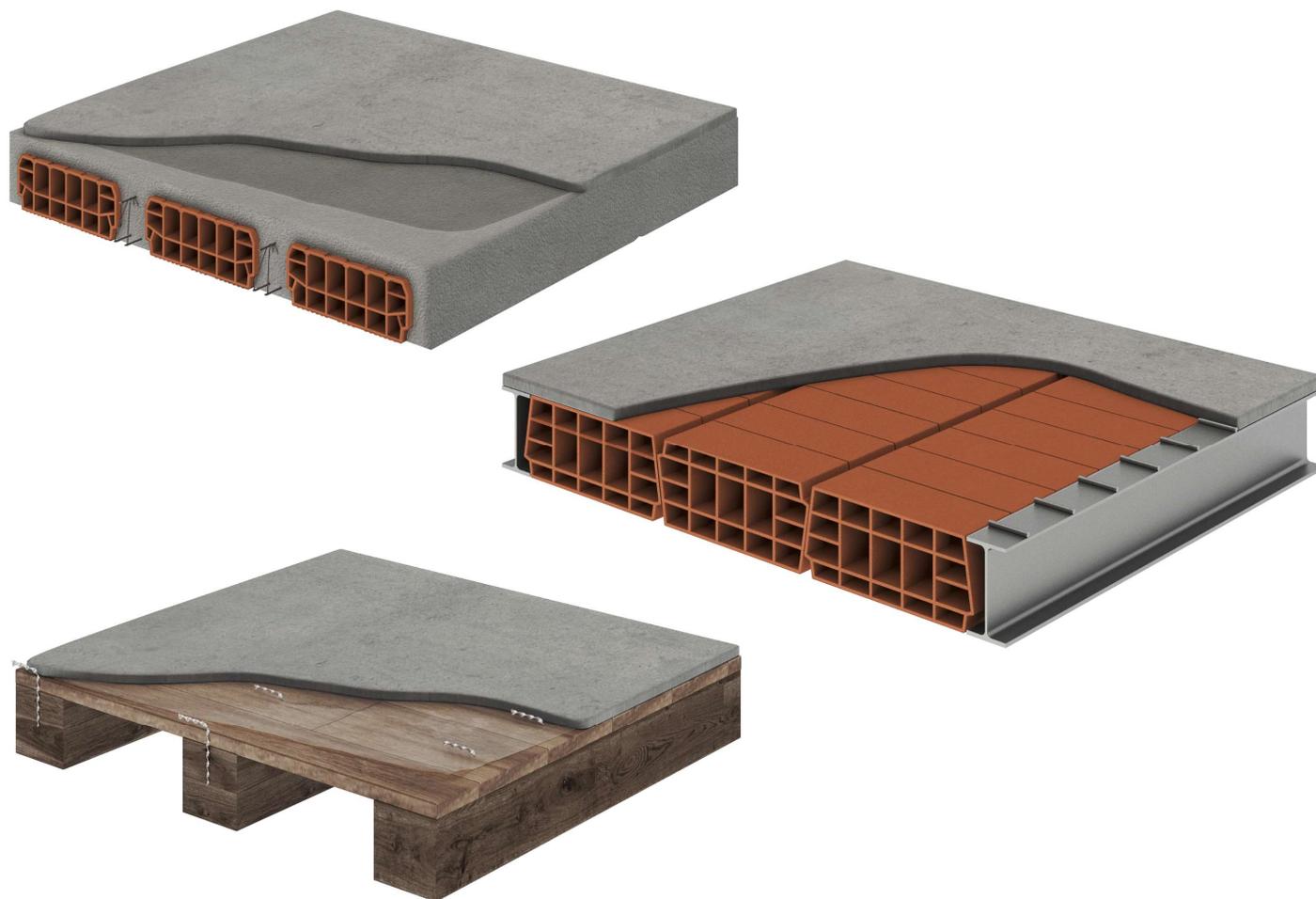
$$\sigma_{nt,R} = \frac{N}{2A_T} - \sqrt{\left(\frac{N}{2A_T}\right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_T}\right)^2} \leq \frac{k\sqrt{f_c} \cdot A_g + f_{Ftd} \cdot A'_g}{A_T}$$

$$\sigma_{nc,R} = \frac{N}{2 \cdot A_T} + \sqrt{\left(\frac{N}{2 \cdot A_T}\right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_T}\right)^2} \leq 0,5 \frac{f_c \cdot A_g + f_{Fcd} \cdot A'_g}{A_T}$$

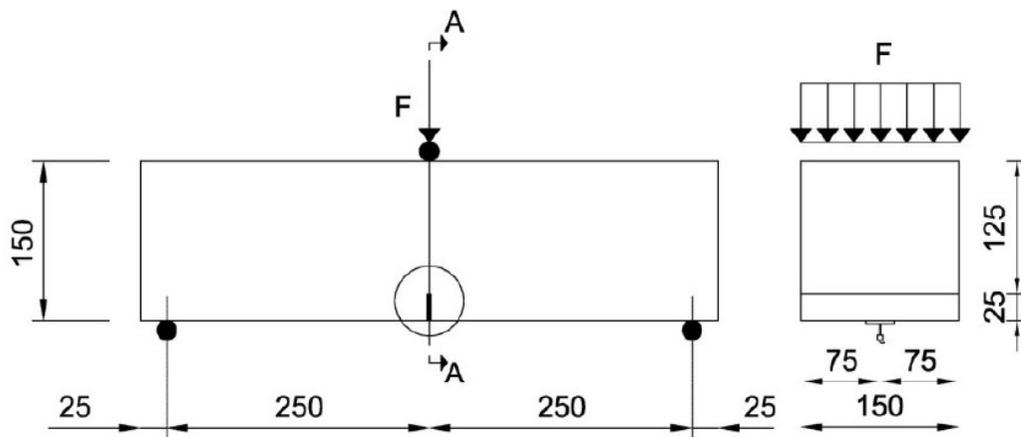
RINFORZO TRAVI IN C.A.



RINFORZO DI SOLAI



- Resistenza a compressione caratteristica f_{ck}
- Modulo elastico medio E_{fm}
- Resistenza a trazione residua $f_{R1,k}$ e $f_{R3,k}$
- Resistenza a trazione $f_{Ftuk} = f_{R3,k} / 3$





PLANITOP HPC + FIBRE HPC

- ✓ 100 parti in peso di componente A (polvere)
- ✓ 6,5 parti in peso di componente B (Fibre HPC) (1,625 kg di fibre per ogni sacco da 25 kg)
- ✓ 11,5-12,5 parti di acqua (2,9-3,1 l di acqua per ogni sacco da 25 kg)
- ✓ eventuale 0,25% di Mapecure SRA in grado di ridurre il ritiro plastico e il ritiro idraulico

CONSUMI: Circa 20 kg/m² per cm di spessore

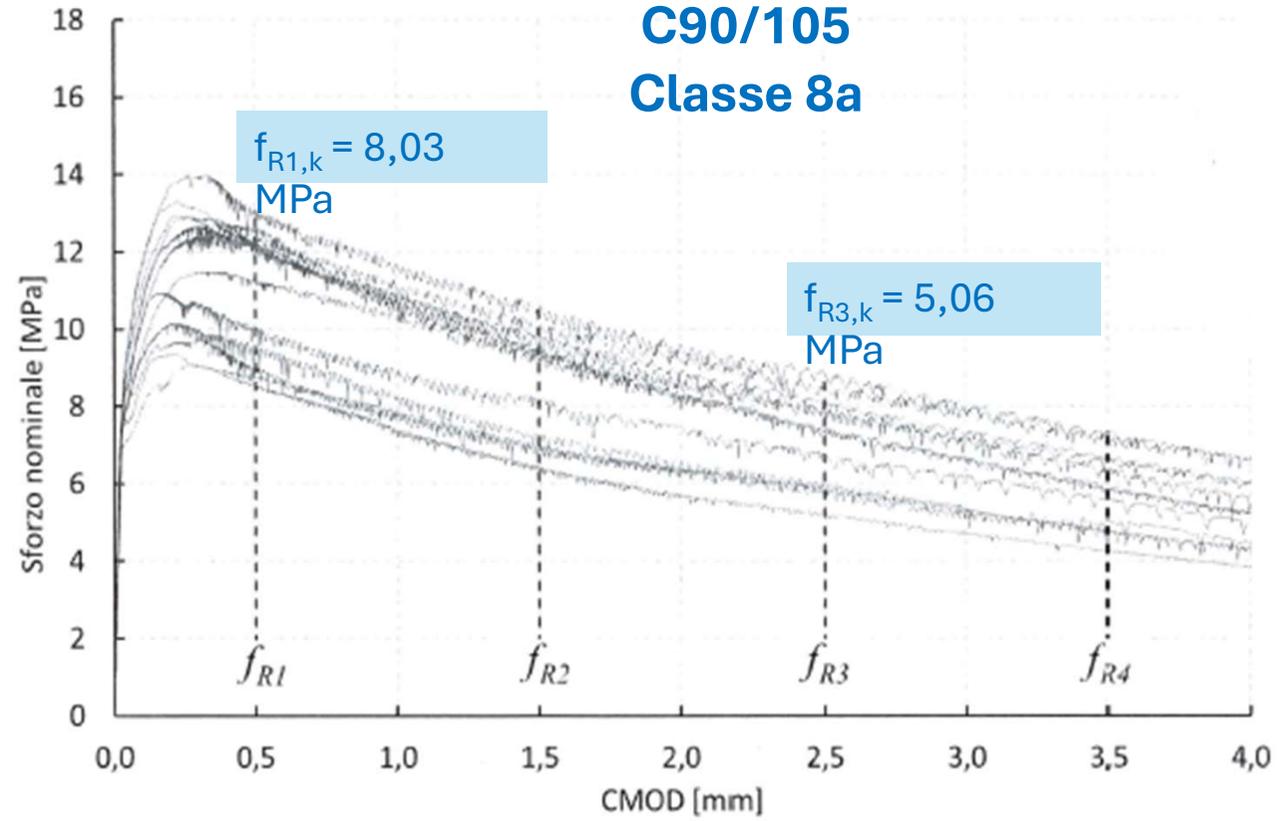
CONFEZIONI: Planitop HPC viene fornito in sacchi da 25 kg (componente A) e scatole contenenti 6,5 kg di fibre metalliche rigide Fibre HPC (componente B)

IMMAGAZZINAGGIO: 12 mesi negli imballi originali, in luogo coperto ed asciutto



PLANITOP HPC C90/105 Classe 8a

- 8 a
- 8 c
- 10 c



$R_{cm} = 119,3$ MPa
 $E_{fm} = 43,9$ GPa



PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T

- ✓ 100 parti di PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T
- ✓ 11,5-12,5 parti di acqua (2,9-3,1 l di acqua per ogni sacco da 25 kg)
- ✓ eventuale 0,25% di Mapecure SRA in grado di ridurre il ritiro plastico e il ritiro idraulico

CONSUMI: Circa 21 kg/m² per cm di spessore

CONFENZIONI: Planitop HPC Floor viene fornito in sacchi da 25 kg

IMMAGAZZINAGGIO: 12 mesi negli imballi originali, in luogo coperto ed asciutto



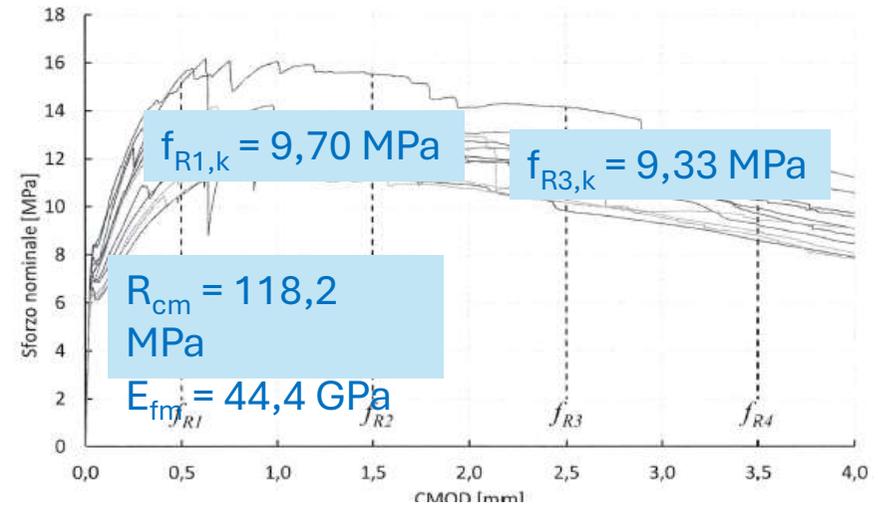


8 a

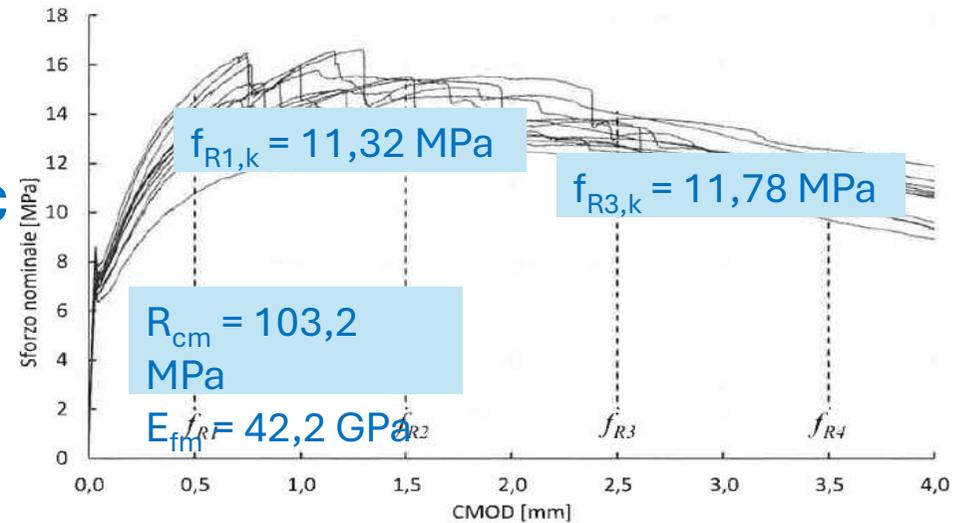
8 c

10 c

**PLANITOP HPC
FLOOR
C80/90
Classe 8c**



**PLANITOP HPC
FLOOR T
C 80/90
Classe 10c**





PLANITOP HPC FLOOR 46 / FLOOR 46 T

- ✓ 100 parti di PLANITOP HPC FLOOR 46 (FLOOR 46 T)
- ✓ 9,5-10,5 parti di acqua (2,4-2,6 l di acqua per ogni sacco da 25 kg) (10-11 parti di acqua (2,5-2,75l di acqua per ogni sacco da 25 kg))
- ✓ eventuale 0,25% di Mapecure SRA in grado di ridurre il ritiro plastico e il ritiro idraulico

CONSUMI: Circa 22 kg/m² per cm di spessore

CONFENZIONI: Planitop HPC Floor viene fornito in sacchi da 25 kg on in big bag da 1000 kg

IMMAGAZZINAGGIO: 12 mesi negli imballi originali, in luogo coperto ed asciutto

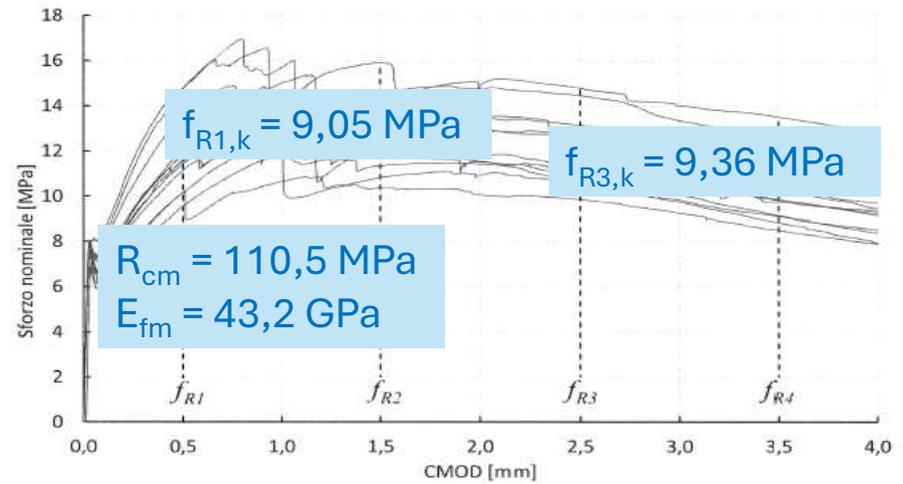


8 a

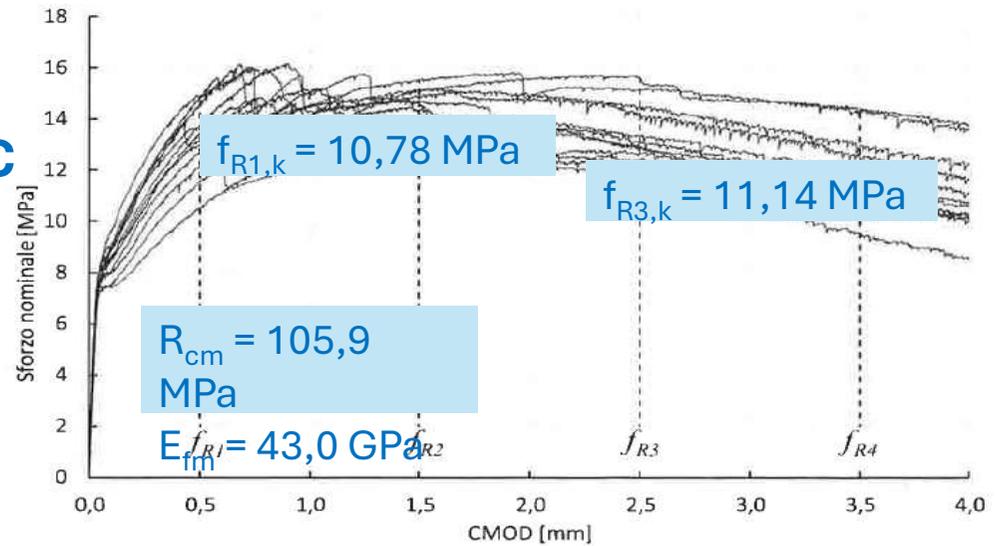
8 c

10 c

**PLANITOP HPC
FLOOR 46
C80/90
Classe 8c**



**PLANITOP HPC
FLOOR 46 T
C 80/90
Classe 10c**



Supporti testasti

C 12/15

C 16/20

C 20/25

Con diversi gradi di scabrezza



a)
b)
c)

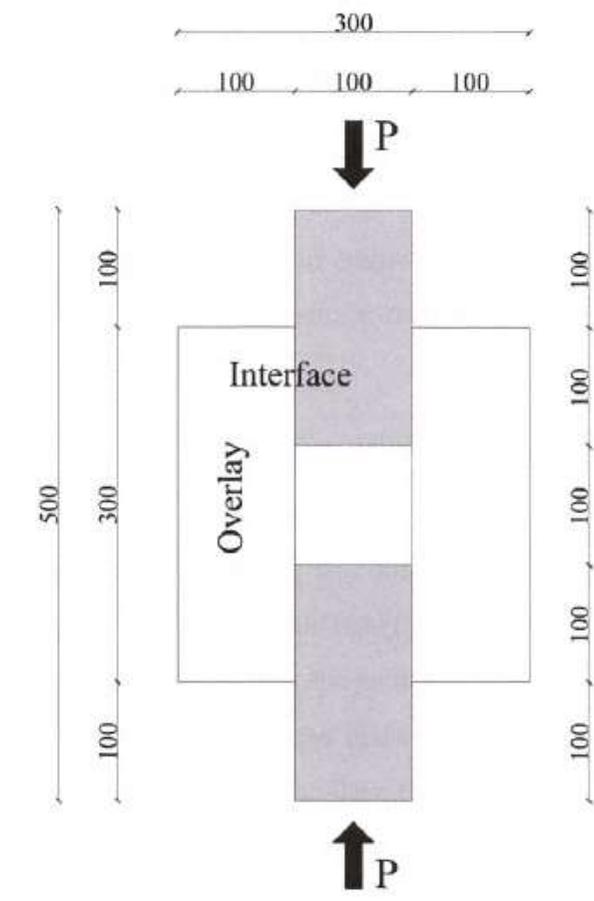
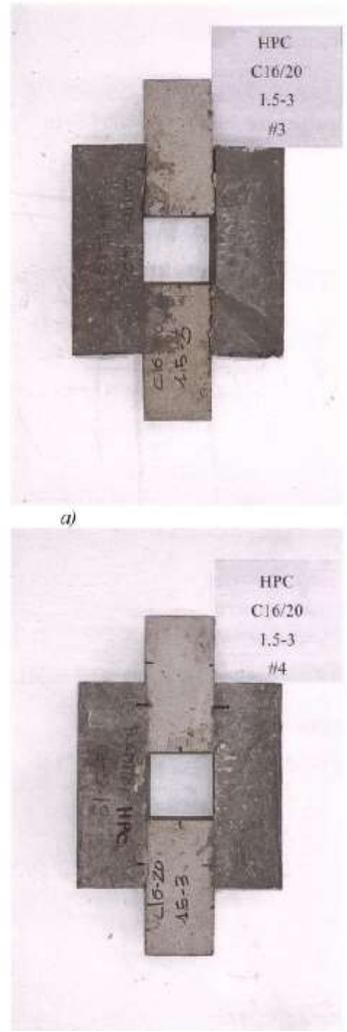
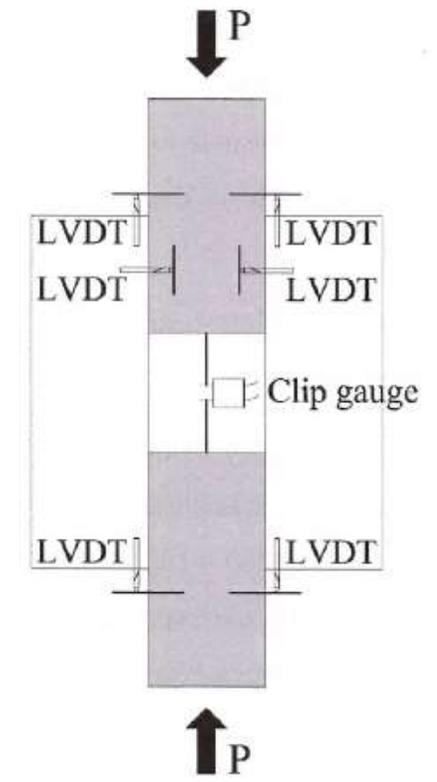
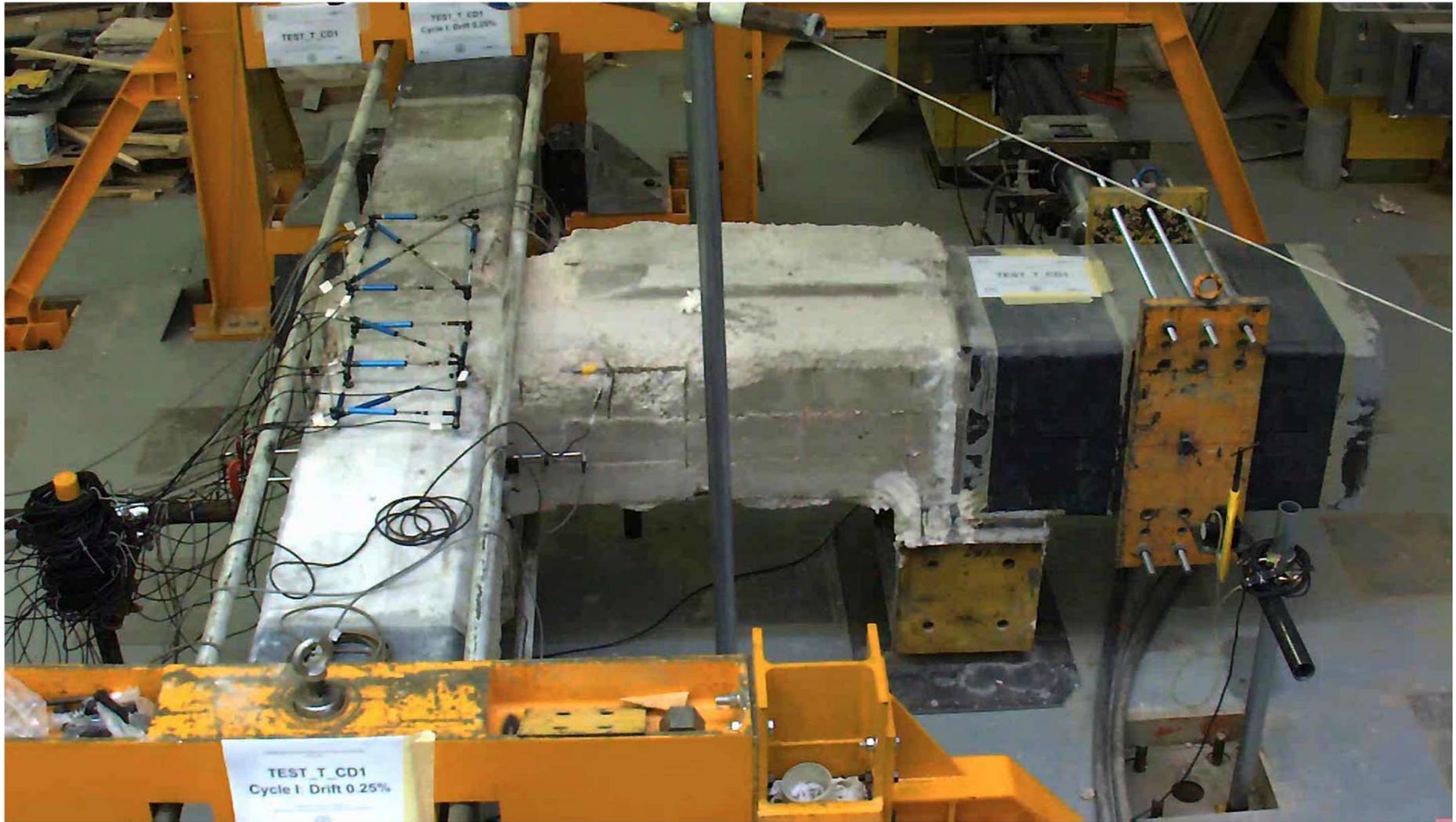
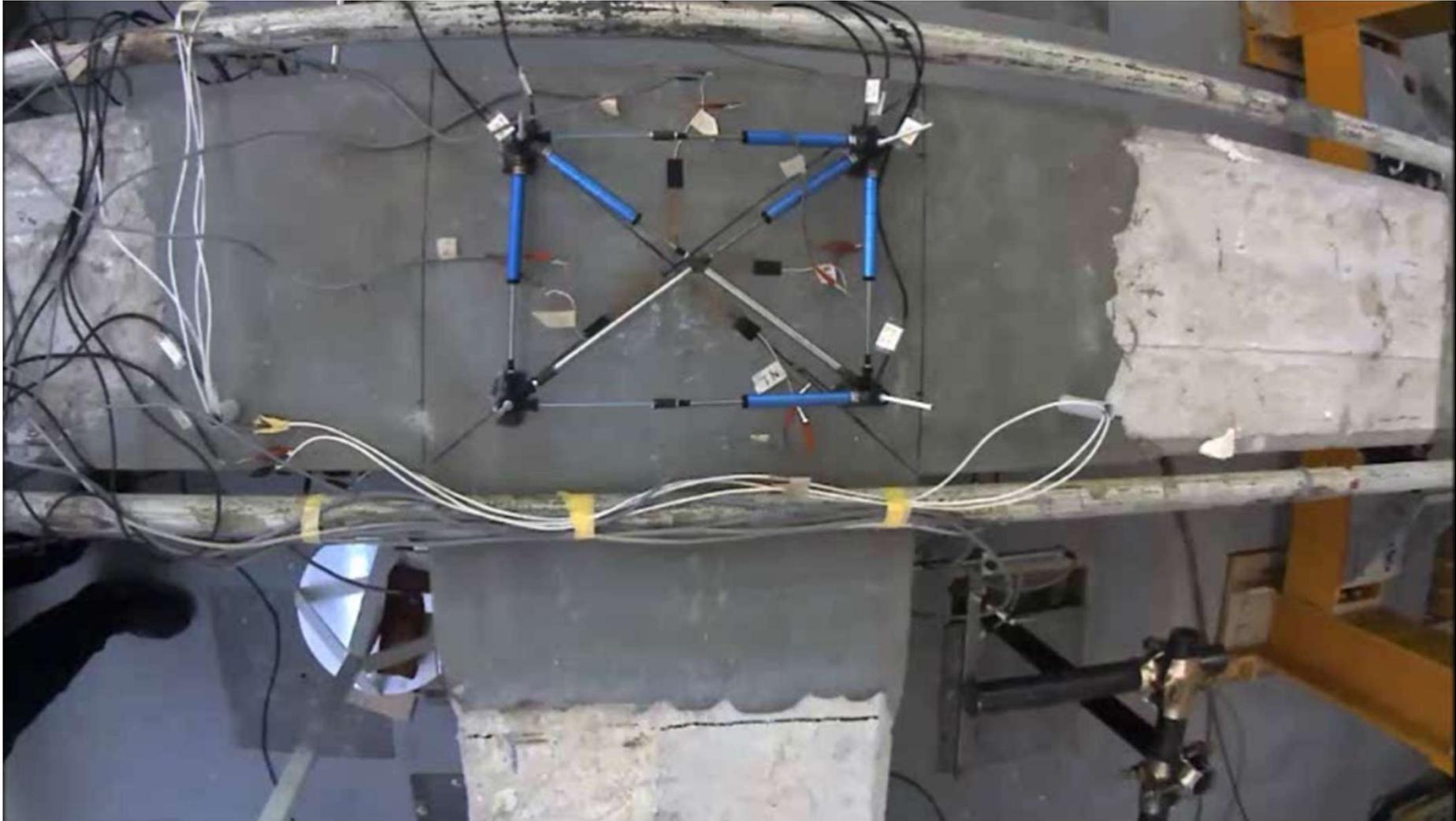


Figure 1.1: a) geometry of specimen



b) set up of test specimen







CNR DT 204/2006

CNR - Commissione di studio per la predisposizione e l'analisi di norme tecniche relative alle costruzioni

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMMISSIONE DI STUDIO PER LA PREDISPOSIZIONE E L'ANALISI
DI NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI

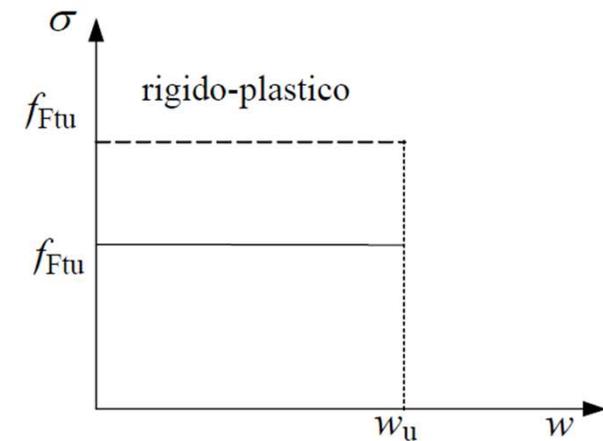
Istruzioni
per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo
di Strutture
di Calcestruzzo Fibrorinforzato



9.1.2 Modello rigido-plastico

Il modello rigido-plastico individua un unico valore di riferimento, f_{Ftu} , sulla base del comportamento ultimo. Tale valore si calcola come:

$$f_{Ftu} = \frac{f_{cq2}}{3} \quad (9.6)$$



Nel caso di legame costitutivo di tipo degradante, la massima deformazione di trazione, ϵ_{Ftu} , è assunta pari al 2%.



Calcestruzzo fibrorinforzato (FRC)

Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete).

<https://cslp.mit.gov.it/circolari-e-linee-guida/linea-guida-identificazione-la-qualificazione-la-certificazione-di>

Linee guida per la progettazione, messa in opera, controllo e collaudo di elementi strutturali in calcestruzzo fibrorinforzato con fibre di acciaio o polimeriche.

<https://cslp.mit.gov.it/circolari-e-linee-guida/linee-guida-la-progettazione-messa-opera-controllo-e-collaudo-di-elementi>

Nel documento allegato si riporta l'elenco dei certificati di valutazione tecnica emessi con l'indicazione della loro validità.

Le informazioni qui riportate, sono periodicamente aggiornate a cura del STC, ed hanno il solo scopo informativo; ogni richiesta di ulteriori informazioni, o eventuali segnalazioni o richieste di aggiornamento, potranno essere rivolte direttamente al Servizio Tecnico Centrale (stc-divtecnica2.cslp@mit.gov.it).

Allegato

2024-08-09_CVT EMESSI_FRC.pdf

ACCETTAZIONE IN CANTIERE

Per quanto riguarda l'**accettazione in cantiere**, indipendentemente dal tipo di certificazione che si possiede (CVT o ETA), essa **è disciplinata da quanto previsto dalla normativa di riferimento di ogni singolo paese membro**.

In presenza di una specifica Linea Guida si deve far riferimento alle indicazioni in essa contenute.

Aggiornamento: 09/08/2024

FRC Calcestruzzo fibrorinforzato per la riabilitazione delle opere strutturali in calcestruzzo armato e per la realizzazione di elementi strutturali nuovi

FABBRICANTE	Numero CVT	Data Emissione CVT	Data Validità CVT	SCADENZA CVT
Mapei S.p.A.	264	06/08/2020	06/08/2020	06/08/2025

LINEA GUIDA FRC



*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale*

*Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di
valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi
fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete)*

Aggiornamento Novembre 2021



Certificato di Valutazione Tecnica

M_INF_CSLP.REG_ATTI_INT_CONSUP.R.0000264.06-08-2020

CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018	
Denominazione commerciale del Prodotto	PLANITOP HPC PLANITOP HPC FLOOR PLANITOP HPC FLOOR T PLANITOP HPC FLOOR 46 PLANITOP HPC FLOOR 46 T
Oggetto della certificazione e campo di impiego	Calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) <i>Malte e betoncini per il ripristino ed il rinforzo strutturale.</i>
Titolare del Certificato	MAPEI S.p.A. Via Cafiero, 22 20158 - MILANO
Centro di distribuzione e Stabilimento di produzione	Stabilimento di Mediglia, Strada Provinciale 159, 20060 Robbiano di Mediglia (MI) Stabilimento di Latina, Via Mediana S.S. 148 km 81, 3 - 04100 Latina (LT)
Validità del Certificato	Anni 5 a decorrere dalla data di protocollo sopradicata
Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza	
 <div style="float: right;"> VIA NOMESENTANA 2 - 00165 ROMA TEL. 06/4412.5430 www.cslp.it </div>	

TIPOLOGIA PROVA	TIPO CONTROLLO	FREQUENZA CONTROLLO	NORMA DI RIFERIMENTO	CRITERIO DI ACCETTAZIONE
Prove meccaniche di compressione	Controllo tipo A ($V_{\text{misc. omog.}} < 300 \text{ m}^3$)	3 prelievi (6 campioni) ciascuno ogni 100 m^3 e almeno uno al giorno solo se $V > 100 \text{ m}^3$	NTC 2018	$R_{c, \text{min}} \geq R_{ck} - 3,5$
				$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$
	Controllo tipo B ($V_{\text{misc. omog.}} > 1500 \text{ m}^3$)	15 prelievi (30 campioni) ciascuno ogni 100 m^3 e almeno uno al giorno	NTC 2018	$s/R_m < 0,3$
				$s/R_m > 0,15$
				$R_{c, \text{min}} \geq R_{ck} - 3,5$
				$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 \text{ s}$



15x15x15
cm

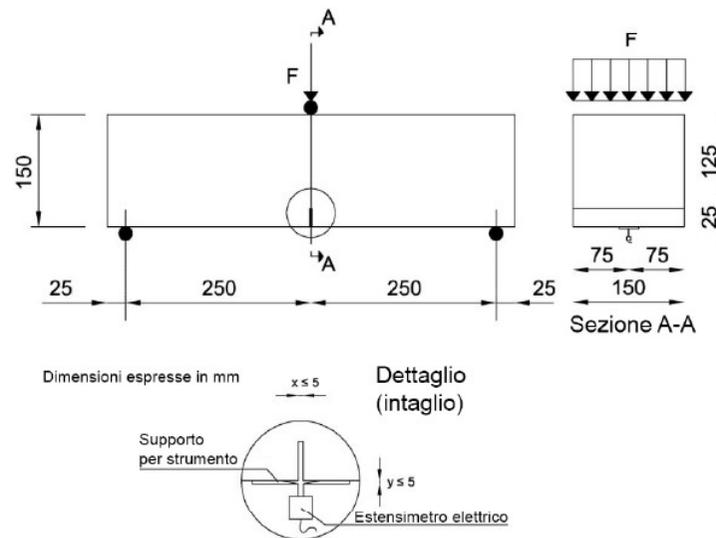


TIPOLOGIA PROVA	TIPO CONTROLLO	FREQUENZA CONTROLLO	NORMA DI RIFERIMENTO	CRITERIO DI ACCETTAZIONE
Prove meccaniche di flessione	n. prelievi < 15	1 prelievo (2 campioni) ciascuno ogni 100 m ³	EN 14651	$f_{R,1m} / f_{ct,Lm} > 0,4$ $f_{R,1m} / f_{R,1k} > 1,3$ $f_{R,1min} / f_{R,1k} > 0,7$ $f_{R,3m} / f_{R,3k} > 1,3$ $f_{R,3min} / f_{R,3k} > 0,7$
	n. prelievi ≥ 15	1 prelievo (2 campioni) ciascuno ogni 100 m ³	EN 14651	$f_{R,1k} / f_{ct,Lk} > 0,4$ $f_{R,1m} > f_{R,1k} + 1,48 \text{ s}$ $f_{R,1min} / f_{R,1k} > 0,7$ $f_{R,3m} > f_{R,3k} + 1,48 \text{ s}$ $f_{R,3min} / f_{R,3k} > 0,7$
Ulteriori prove meccaniche di flessione solo per prodotti premiscelati	-	3 prelievi (6 campioni) ciascuno ogni 100 m ³	EN 14651	$f_{R,1m} / f_{ct,Lm} > 0,4$ $f_{R,1m} / f_{R,1k} > 1,3$ $f_{R,1min} / f_{R,1k} > 0,7$ $f_{R,3m} / f_{R,3k} > 1,3$ $f_{R,3min} / f_{R,3k} > 0,7$

LINEA GUIDA FRC

Le proprietà nominali del *FRC* indurito devono essere determinate su provini normalizzati, realizzati e maturati in condizioni controllate, mediante prove standard di laboratorio.

Il limite di proporzionalità e la classe di tenacità sono determinabili sulla base di un test a flessione su un provino di dimensioni ($b \times h$) 150×150 mm in sezione, lunghezza $550 \div 700$ mm, intagliato centralmente, semplicemente appoggiato alle estremità e caricato con un carico centrale (EN 14651) come indicato in Figura 3.



Manuale di preparazione e applicazione

PLANITOP HPC, PLANITOP HPC FLOOR,
PLANITOP HPC FLOOR T, PLANITOP HPC FLOOR 46,
PLANITOP HPC FLOOR 46 T



***PROCEDURA di MISCELAZIONE e
CONFEZIONAMENTO dei campioni per le prove di
prequalifica e per i controlli di accettazione
(come richiesto al § 5 Linea Guida FRC)***





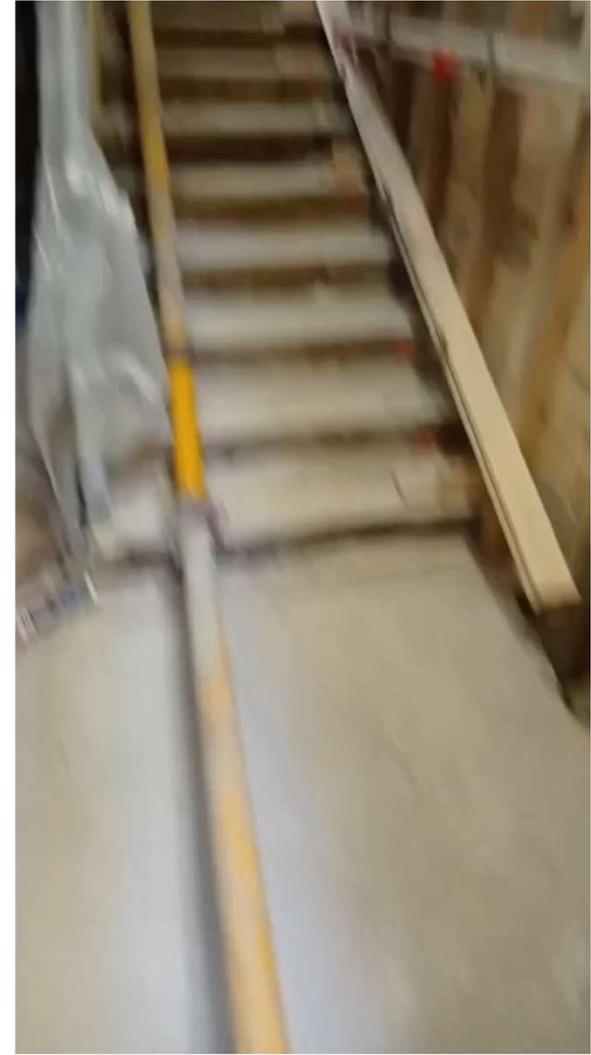


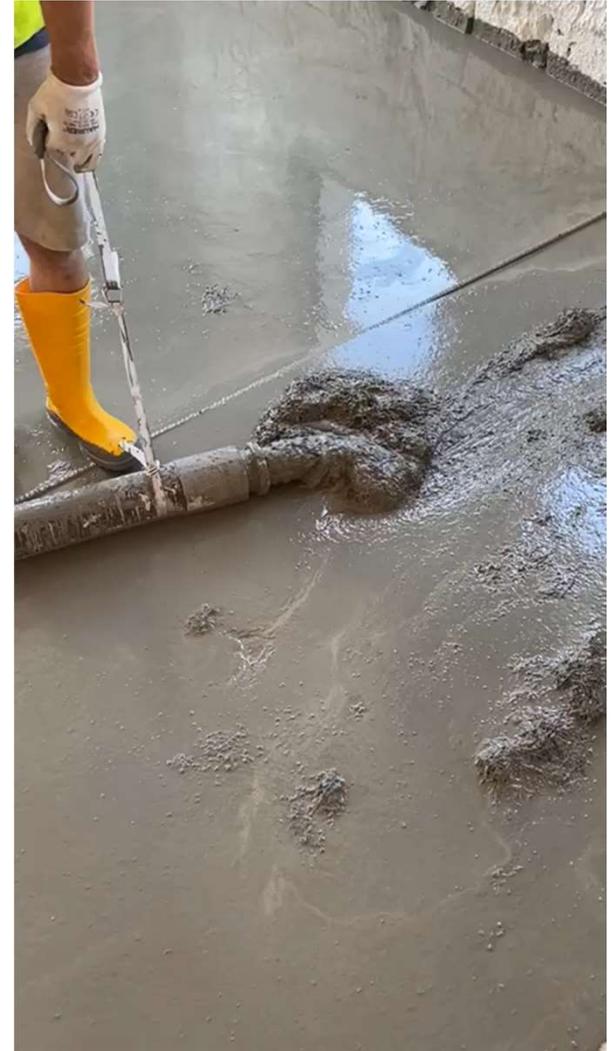
PLANITOP HPC + FIBRE HPC

Gamma PLANITOP HPC FLOOR

- ✓ altezza massima di pompaggio dal piano macchina: 3 metri
- ✓ distanza massima di pompaggio: 20 metri di cui 17 metri con tubazione in ferro e terminale in gomma da max 3 metri con diametro Ø 76 mm









CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA	
ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018	
Denominazione commerciale del Prodotto	PLANITOP U-HPC FLOOR PLANITOP U-HPC FLOOR + FIBRE HPC (kit) MAPEGROUT FMR-PP MAPEGROUT BETONTECH HPC 10 MAPEGROUT COLABILE TI 20 MAPEGROUT SV FIBER MAPEGROUT COLABILE B3
Oggetto della certificazione e campo di impiego	Calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) <i>Malte e betoncini per il ripristino ed il rinforzo strutturale.</i>
Titolare del Certificato	MAPEI S.p.A. Via Cafiero, 22 20158 – MILANO
Centro di distribuzione e Stabilimento di produzione	MAPEI S.p.A. Stabilimento di Mediglia: Strada Provinciale 159, 20060 Robbiano di Mediglia (MI) Stabilimento di Latina: Via Mediana S.S. 148 km 81, 3 - 04100 Latina (LT)
Validità del Certificato	Anni 5 a decorrere dalla data di protocollo sopraindicata
<p>Il presente Certificato consta di 20 pagine, è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.</p> <p>È possibile verificare la validità del presente certificato, consultando l'elenco dei certificati di valutazione tecnica emessi, sul sito del CSLP al seguente link:</p> <p style="text-align: center;">https://cslp.mit.gov.it/calcestruzzo-fibrorinforzato-frc</p> <p>Raggiungibile anche mediante la scansione del QR code</p> <div style="text-align: center;">  </div>	

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Contratti Dm. 29

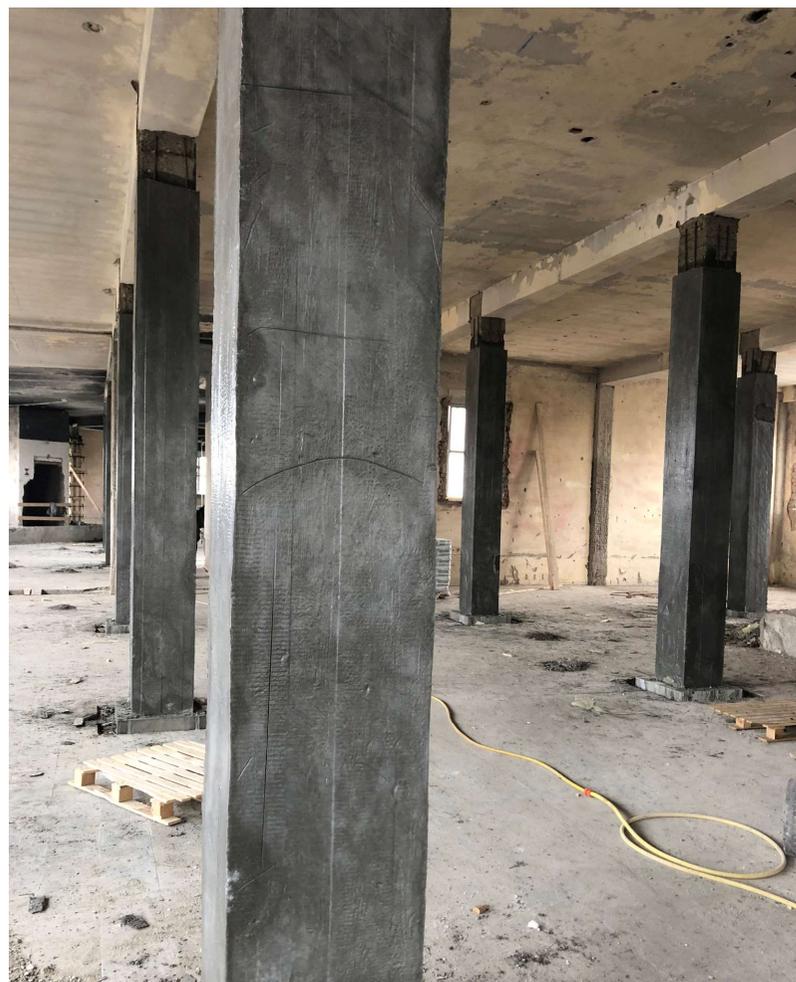

 VIA Nomentana 2 – 00161 ROMA
 TEL. 06.4412.5430
www.cslp.it


PLANITOP U-HPC FLOOR

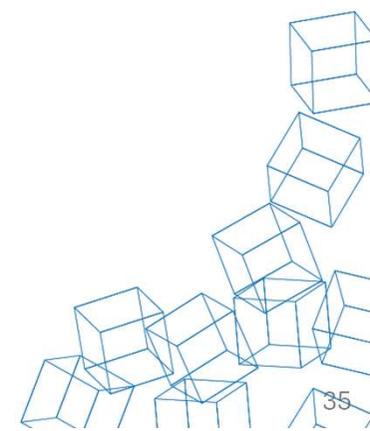
- Classe C80/95
- Classe di tenacità 14,0 c
- $f_{Ftuk} = 4,85 \text{ MPa}$

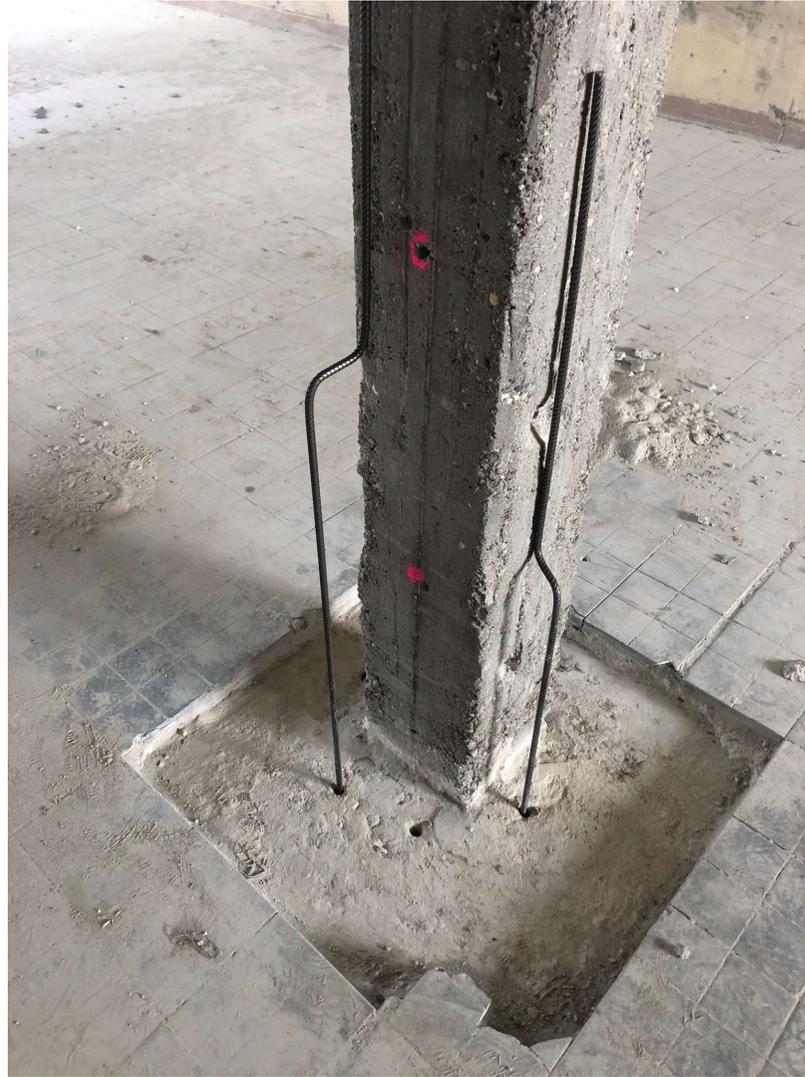
PLANITOP U-HPC FLOOR + FIBRE HPC

- Classe C80/95
- Classe di tenacità 14,0 c (18,0 c)
- $f_{Ftuk} = 6,17 \text{ MPa}$

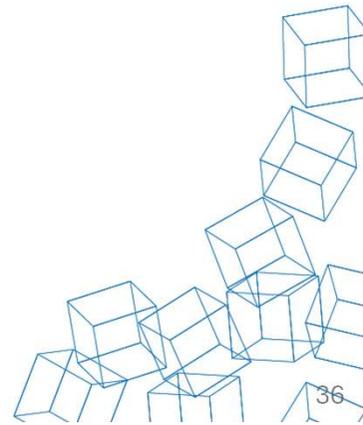


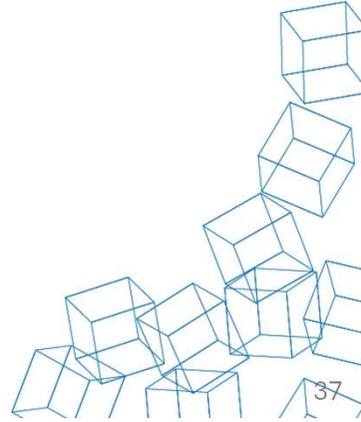
ex Consorzio Agrario - Milano (MI)





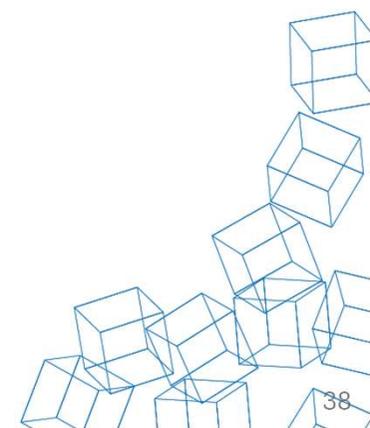
CANTIERI





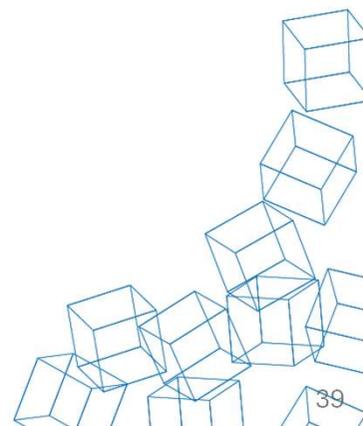


Scuola primaria – Città Sant'Angelo (PE)



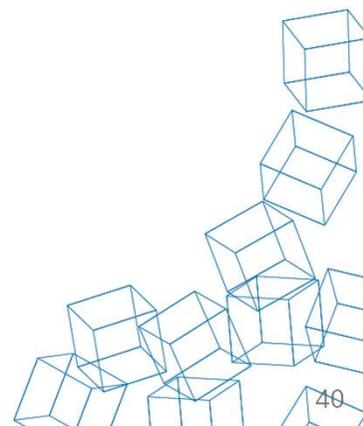


CANTIERI





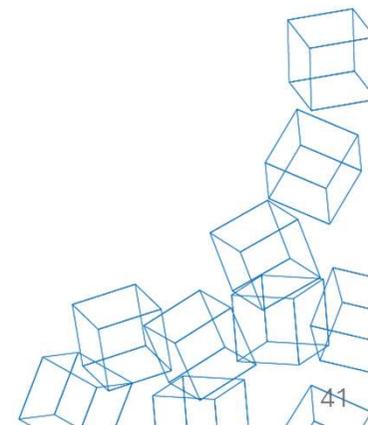
CANTIERI





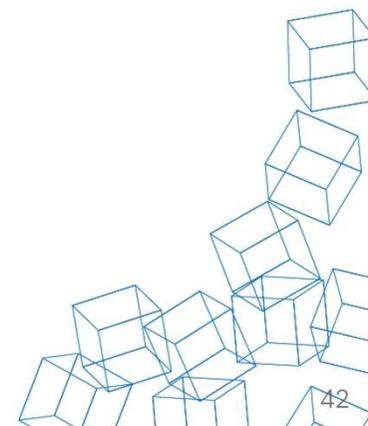
'Stabilimento industria alimentare'

CANTIERI



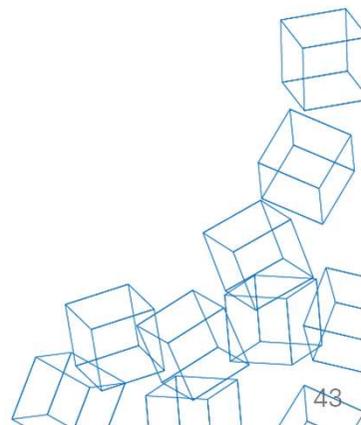


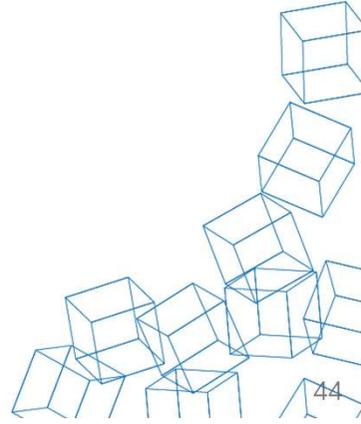
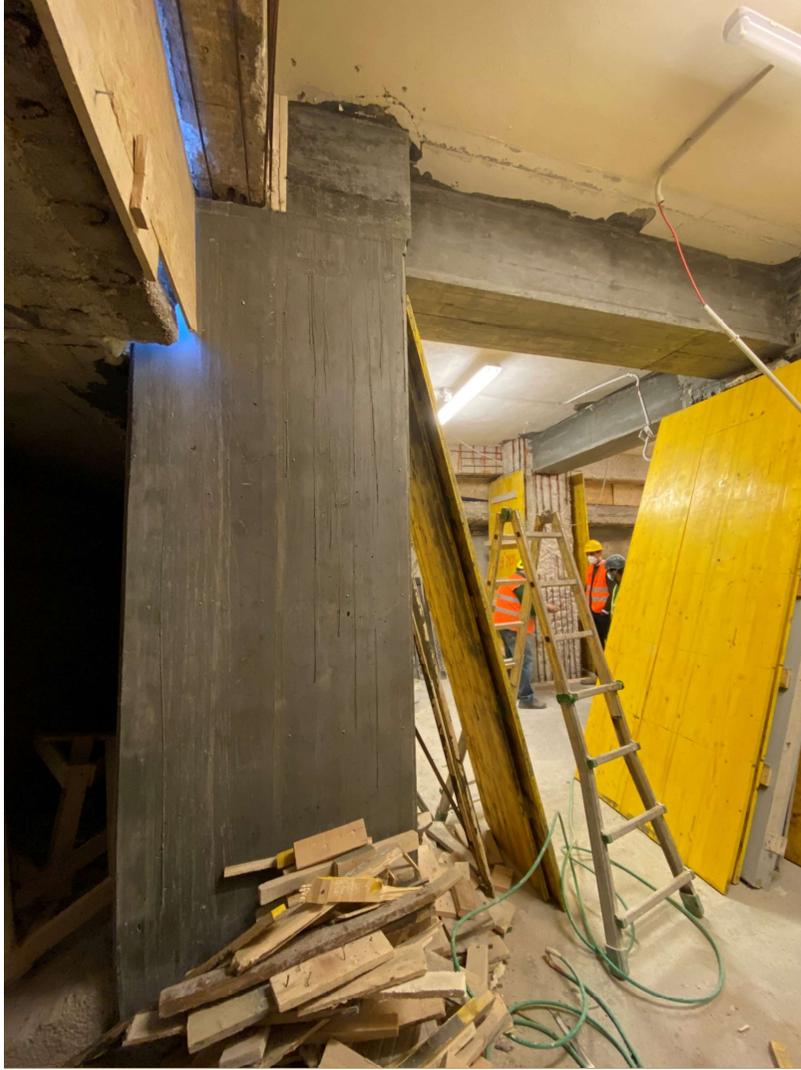
CANTIERI



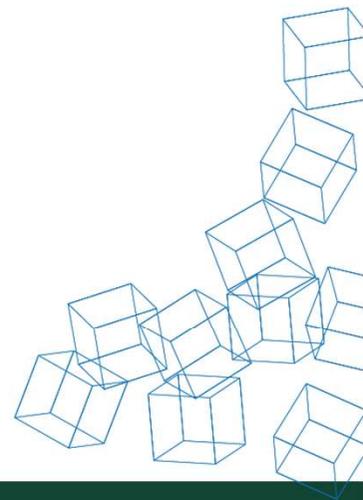
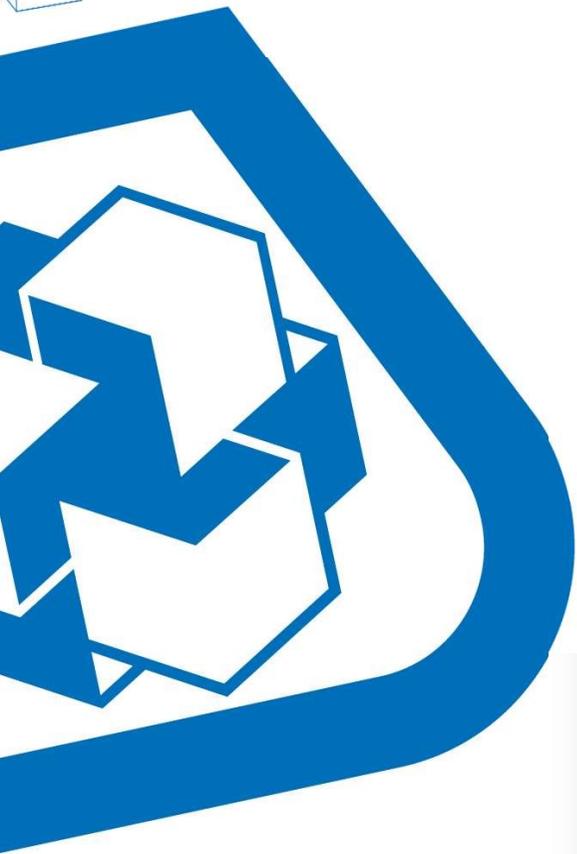
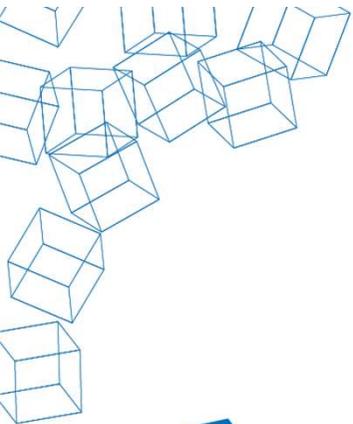


CANTIERI





CANTIERI



Ing. Giuseppe Mastroianni
Key Account Local Coordinator

