

Corso di Formazione (n. 32 CFP)
**Sicurezza sismica di edifici esistenti in c.a. ed in muratura.
Strategie di intervento: casi di studio**

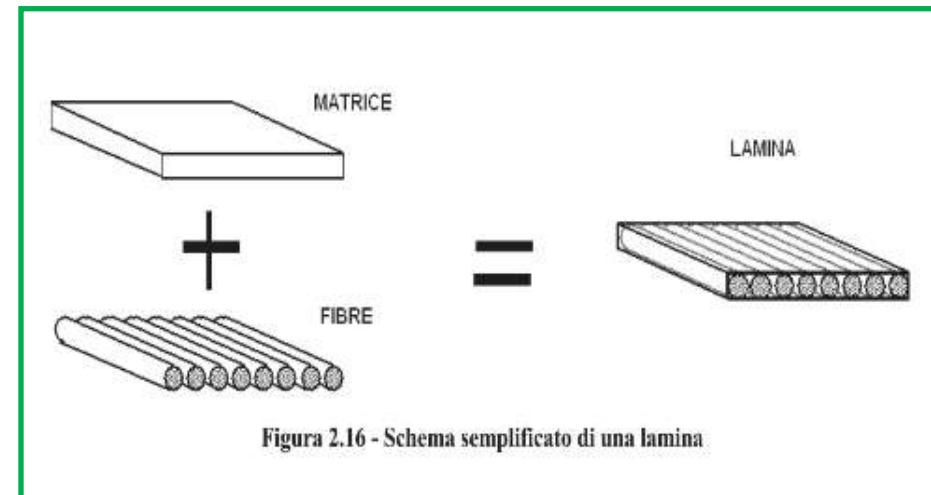
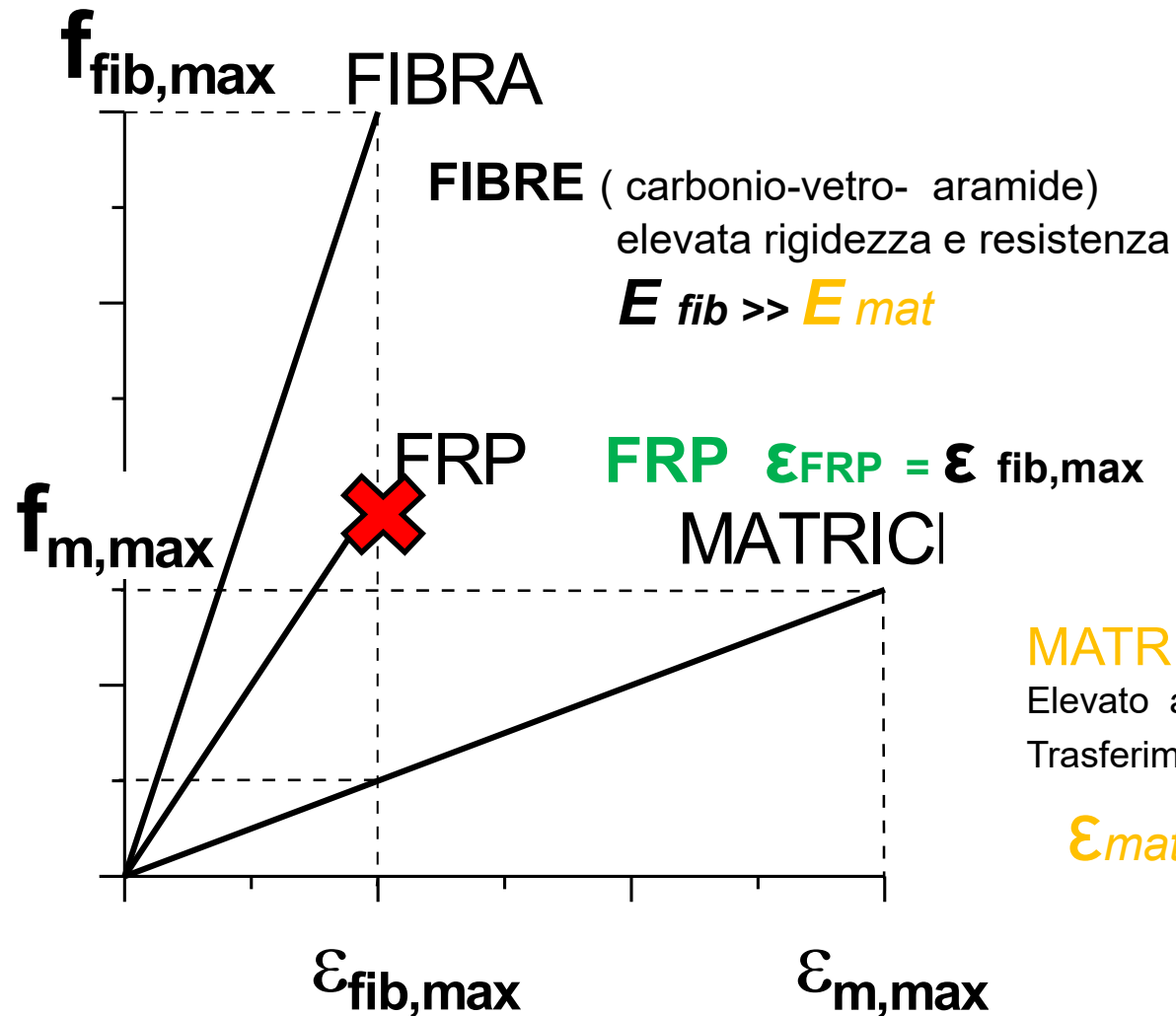
**INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DI EDIFICI
IN C.A. MEDIANTE MATERIALI COMPOSITI**

I SISTEMI CRFP CARBOSTRU C-SYSTEM – T SYSTEM

Ing. G. Cersosimo INTERBAU srl seismic-protection@interbau-srl.it

- A- MATERIALI COMPOSITI
- B- SISTEMI CRFP CARBOSTRU C-SYSTEM - T SYSTEM
SPERIMENTAZIONI - DESIGN BY TESTING
- C- CLASSIFICAZIONE SISMICA → RISCHIO SISMICO
- D- CLASSI DI RISCHIO D.M. 65/2017
- E- NTC 2018 VERIFICHE NODI -DUTTILITA' PILASTRI
- F- ESEMPI DI INTERVENTI

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COMPOSITI



MATRICE (Resina Epossidica)

Elevato allungamento – Basso modulo elastico

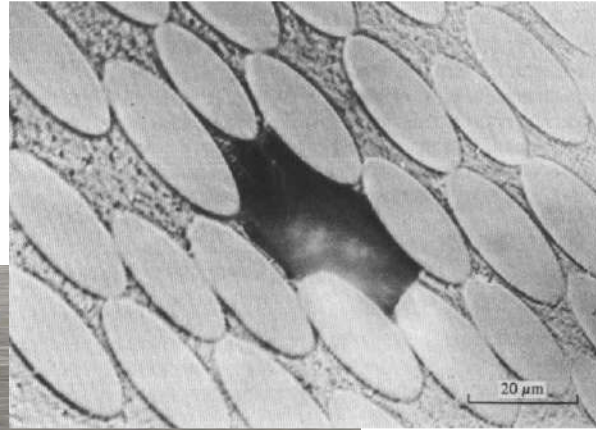
Trasferimento sforzi tra le fibre

$$\epsilon_{mat} \gg \epsilon_{fib} \quad E_{mat} = 1/100 E_{fib}$$

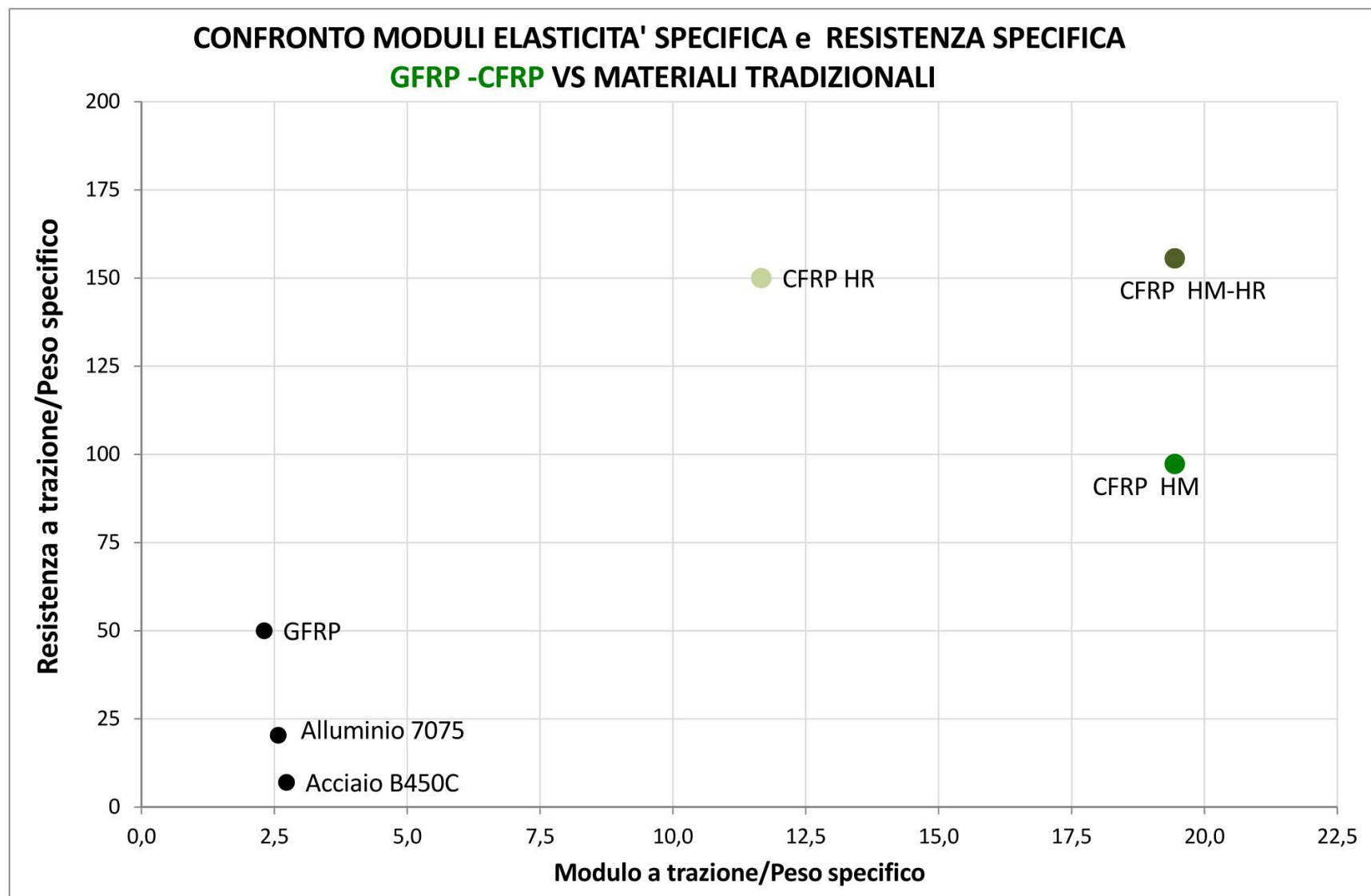


ADESIVO EPOSSIDICO

CFRP



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COMPOSITI



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COMPOSITI

GRADO DI ANISOTROPIA – MODULI ELASTICI VS DIREZIONE FIBRE

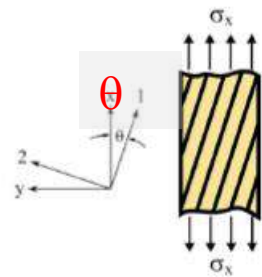


Figura 9-3 – Definizione dei sistemi di riferimento x, y e 1, 2.

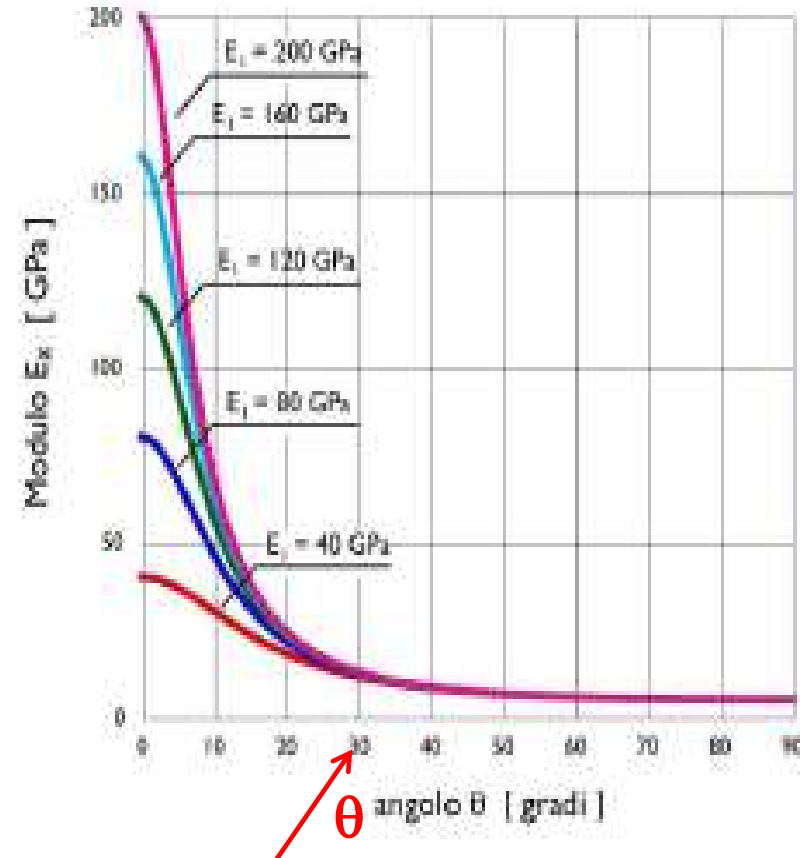
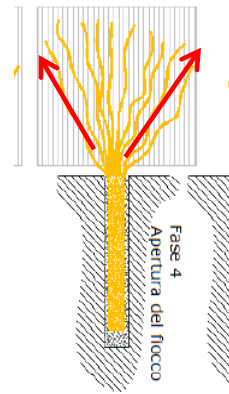


Figura 9-4 – Modulo di elasticità normale E_x al variare dell'angolo di rotazione θ per compositi fibroninformati con diverso valore del modulo di elasticità normale E_1

RIFERIMENTI TECNICI: 1- CNR DT 200 /2004

CNR - Commissione incaricata di formulare pareri in materia di normativa tecnica relativa alle costruzioni

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMMISSIONE INCARICATA DI FORMULARE PARERI IN MATERIA
DI NORMATIVA TECNICA RELATIVA ALLE COSTRUZIONI

2004

Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati

Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie



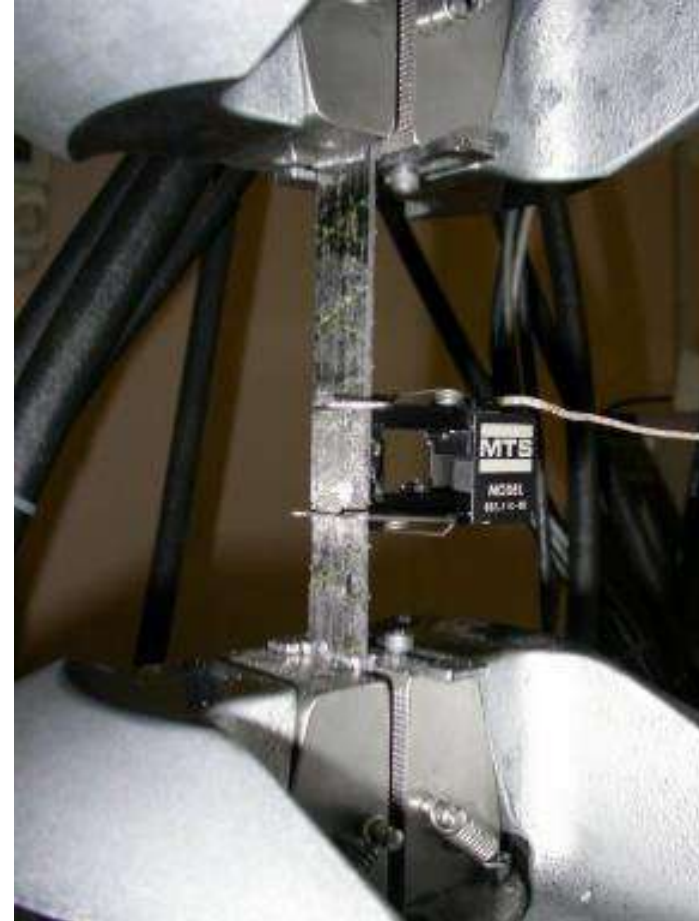
CNR-DT 200/2004

ROMA - CNR 13 luglio 2004

CNR-DT 200/2004

Il presente Documento Tecnico è stato predisposto da un Gruppo di studio così composto:

AIELLO Prof. Maria Antonietta	- Università di Lecce
ASCIONE Prof. Luigi	- Università di Salerno
BARATTA Prof. Alessandro	- Università "Federico II"- Napoli
BASTIANINI Ing. Filippo	- Università di Bologna
BENEDETTI Prof. Andrea	- Università di Bologna
BERARDI Ing. Valentino Paolo	- Università di Salerno
BORRI Prof. Antonio	- Università di Perugia
BRICCOLI BATTI Prof. Silvia	- Università di Firenze
CERONI Ing. Francesca	- Università del Sannio - Benevento
CERSOSIMO Ing. Giuseppe	- Interbau S.r.l. - Milano
COSENZA Prof. Edoardo	- Università "Federico II"- Napoli
CREDALÌ Dott. Lino	- Ardea S.r.l. - Casalecchio (BO)
DE LORENZIS Ing. Laura	- Università di Lecce
FAELLA Prof. Ciro	- Università di Salerno
FANESI Ing. Elisabetta	- Politecnico di Milano
FEO Prof. Luciano	- Università di Salerno
FORABOSCHI Prof. Paolo	- IUAV - Venezia
FRASSINE Prof. Roberto	- Politecnico di Milano
GIACOMIN Ing. Giorgio	- Maxfor - Quarto d'Altino (VE)
GRANDI Ing. Alberto	- Sika Italia S.p.a. - Milano
IMBIMBO Prof. Maura	- Università di Cassino
LA TEGOLA Prof. Antonio	- Università di Lecce
LAGOMARSINO Prof. Sergio	- Università di Genova
LUCIANO Prof. Raimondo	- Università di Cassino
MACERI Prof. Franco	- Università "Tor Vergata" - Roma
MAGENES Prof. Guido	- Università di Pavia
MANFREDI Prof. Gaetano	- Università "Federico II"- Napoli
MANTEGAZZA Dott. Giovanni	- Ruredil S.p.a. - Milano
MARTINELLI Ing. Enzo	- Università di Salerno
MODENA Prof. Claudio	- Università di Padova
MONTI Prof. Giorgio	- Università "La Sapienza" - Roma
MORANDINI Ing. Giulio	- Mapei S.p.a. - Milano
NANNI Prof. Antonio	- Università "Federico II"- Napoli
NIGRO Prof. Emidio	- Università "Federico II"- Napoli
OLIVITO Prof. Renato Sante	- Università della Calabria - Cosenza
PASCALE Prof. Giovanni	- Università di Bologna
PECCE Prof. Maria Rosaria	- Università del Sannio - Benevento
PISANI Prof. Marco Andrea	- Politecnico di Milano
POGGI Prof. Carlo	- Politecnico di Milano
PROTA Ing. Andrea	- Università "Federico II"- Napoli
REALFONZO Prof. Roberto	- Università di Salerno
ROSATI Prof. Luciano	- Università "Federico II"- Napoli
SACCO Prof. Elio	- Università di Cassino
SAVOIA Prof. Marco	- Università di Bologna
SPACONE Prof. Enrico	- Università di Chieti



Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale

 POLITECNICO DI MILANO
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
 LABORATORIO PROVE MATERIALI
 PIAZZA LEONARDO DA VINCI, 32 - 20133 MILANO
 Sede di Milano (sede legale e amministrativa)
 Accettazione materiale - Via Celoria, 3 (8:30 - 12:00)
 Tel. 02 2399 4210 - Fax 02 2399 4211
 Sede di Lecco
 Corso Promessi Sposi, 29 - 23900 Lecco
 Tel. 0341 48.8793 - Fax 0341 48.8771
 Partita I.V.A. 04376620151
 Codice fiscale 80057930150

Codice cliente INTER01
 Codice certificato 2007/2506/1

Spett.le
 INTERBAU S.R.L.
 VIA L.B. ALBERTI, 10
 20149 MILANO - MI (1)

Certificato di Prova N. 2007/2506 emesso in Milano il 26/07/2007

Richiedente: INTERBAU S.R.L. - MILANO

Ingresso materiale: 25/07/2007

CERTIFICATO DI PROVA

PROVE SPERIMENTALI " COMPOSITES KIT TEST"

Sulle pagine seguenti sono riportati:
 - le date di esecuzione delle prove;
 - la descrizione dei campioni e le modalità di prova;
 - i risultati ottenuti.

I risultati contenuti si riferiscono esclusivamente agli oggetti provati.
 Questo certificato di prova consta di pag. 5 e dell'Allegato di pag. 1 che ne costituisce parte integrante e contiene le dichiarazioni sottoscritte dal Richiedente.
 Tutte le pagine sono individuate dal N. 2007/2506/1.
 Il presente certificato di prova può essere riprodotto solo integralmente e deve essere associato a bollo in caso d'uso ai sensi del D.P.R. 642/72.



IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO

[Firma]



25.7.2007
 1a Prova Accettazione FRP
 eseguita in Italia

Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale

 POLITECNICO DI MILANO
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
 LABORATORIO PROVE MATERIALI
 20133 MILANO - P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32
 Sede di Lecco
 Corso Promessi Sposi, 29
 23900 Lecco
 Tel.: 0341-48.8793
 Fax: 0341-48.8771
 Sede di Milano
 accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax: 02-2399.4211
 Cod. Fiscale 80057930150
 P. IVA 04376620151

Il richiedente: INTERBAU srl

	t_c [mm]	CoV (t_c)	b_c [mm]	CoV (b_c)
C1	28.73	0.0011	2.47	0.0123
C2	28.96	0.0024	2.57	0.0112
C3	28.91	0.0018	2.43	0.0111

Macchine e modalità di prova:

I provini di materiale composito sono stati sottoposti a prove di trazione uniassiale al fine di determinare il valore del modulo elastico e del carico di rottura. Non si è fatto uso di talloni. Le prove sperimentali sono state effettuate in controllo di spostamento (0.2 mm/min) con una macchina di prova servoidraulica (MTS Systems Corporation) da 250 kN. I provini sono stati strumentati tramite un estensometro MTS 632.85F-05 con base di misura 25 mm fino ad un valore di deformazione pari a 0.3%.

Risultati:

Di seguito vengono illustrati i risultati ottenuti dalla prova di trazione:

- 1) carico di rottura P_u ;
- 2) deformazione di rottura ϵ_{10} (ricavata per estrapolazione dei dati dell'estensometro);
- 3) tensione di rottura del composito ($f_t = P_u / A_1$);
- 4) tensione di rottura delle fibre ($f_{fb} = P_u / A_{fb}$);
- 5) modulo elastico del composito, E_c ;
- 6) modulo elastico della fibra, E_{fb} .

	P_u [N]	ϵ_{10} [%]	f_t [MPa]	f_{fb} [MPa]	E_c [MPa]	E_{fb} [MPa]
C1	50392	0.703	710.12	2657.55	100943	377771
C2	53226	0.752	715.14	2784.72	95145	370490
C3	47675	0.749	678.64	2498.61	90581	333502
media	50431	0.735	701.30	2646.96	95556	360588

I valori di σ_{10} e E_{fb} sono stati ricavati sulla base dello spessore equivalente delle fibre in carbonio, come riportato nel documento CNR-DT 207/2004 (Equazioni 2.4 e 2.5).

I provini presentavano alcune imperfezioni quali presenza di bolle d'aria che si estendevano lungo la direzione delle fibre e spessore della lamina di materiale composito non sempre perfettamente costante. I provini si sono rotti in prossimità dell'attaccaggio in direzione trasversale alle fibre nei provini C1 e C2. Nel provino C3 si è verificata rottura di tipo interlaminare in direzione longitudinale.

Lo Sperimentatore
 Ing. Giulia Fava

[Firma]



Il Responsabile Tecnico
 Prof. Ing. Carlo Poggi

[Firma]

RIF. TECNICI:2- LINEE G. PROGETTAZIONE FRP C.S.L.P. 2009

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

**Linee guida
per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo
di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p.
e murarie mediante FRP**

2009

Documento approvato il 24 luglio 2009 dall'assemblea Generale Consiglio Superiore LL.PP.

5.7 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I direttori dei lavori devono verificare, mediante un prelievo eseguito in cantiere, che le caratteristiche meccaniche del prodotto fornito per l'installazione soddisfino i requisiti indicati dal progettista. Tale operazione si distingue per i compositi pultrusi o laminati *in situ*:

- a) *Laminati pultrusi*. Si deve prevedere un prelievo di campioni del composito e dell'adesivo da parte del Direttore dei Lavori che dovrà inviarli, sotto la propria responsabilità, ad un Laboratorio abilitato ai sensi dell'art.59 del DPR n.380/2001 per l'effettuazione di prove sperimentali e relativa certificazione.
- b) *Compositi laminati in situ*. E' necessario produrre in cantiere un campione di composito da sottoporre a prove di certificazione. La produzione in cantiere deve essere effettuata con tecniche simili a quelle utilizzate per le strutture da consolidare, impiegando gli stessi tecnici ed utilizzando gli stessi materiali. Il laminato sarà prodotto in un formato di dimensioni tali da poter ritagliare un numero sufficiente di provini da sottoporre a prova (almeno tre). I prelievi e la preparazione dei provini devono essere svolti sotto la supervisione del Direttore dei Lavori che, successivamente, potrà consegnare i provini ad un laboratorio abilitato ai sensi dell'art.59 del DPR n.380/2001 per l'effettuazione di prove sperimentali e relativa certificazione. In particolare dovranno essere controllate:
 - i) le caratteristiche fisiche del tessuto utilizzato :
 - massa del tessuto per unità di area (ISO 3374);
 - area e spessore equivalente;
 - ii) le caratteristiche meccaniche del composito preparato in cantiere :
 - modulo elastico, resistenza e deformazione a rottura (ISO 527-4,5);
 - iii) le proprietà meccaniche dell'adesivo strutturale impiegato per l'incollaggio del rinforzo:
 - resistenza a taglio dell'adesivo da prove di un giunto adesivo (ISO 4587).

E' possibile effettuare altri controlli delle caratteristiche fisico meccaniche come descritto al paragrafo 5.7.1.

RIF. TEC.:3- LINEE GUIDA C.S.L.P. IDENTIFICAZIONE QUALIFICAZIONE CONTROLLO FRP

2015



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti

Maggio 2019

(Aggiorna e sostituisce la precedente Linea Guida pubblicata con DP n. 220 del 9 luglio 2015)

CLASSI FRP REALIZZATI IN SITU

Tabella 4 – Classi dei rinforzi FRP realizzati in situ

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

COMPOSITI CL. 350/2800 CFRP CARBOSTRU® UD HM_HR400

Resistenza a trazione	f_{fib}	2.800 MPa
Modulo Elastico	E_{fib}	350 GPa
Allungamento a rottura	ϵ_{fib}	0,8 %
Sezione eq. per ogni strato UD HM_HR 400/10	A_{fib}	22 mm ²
Sezione eq. per ogni strato UD HM_HR 400/15	A_{fib}	33 mm ²
Frazione in peso delle fibre nel composito	F_v	40 %
Temperature limite di servizio min.- max. ¹	T_{lim}	-20°C +65 °C
Temperatura limite di esposizione min.- max. ²	T_{esp}	-20°C +85 °C
Temperatura di produzione in situ min.- max.		+15°C +35 °C
Classe Reazione al Fuoco	CL	E

SCHEDA TECNICA COMPOSITI **CFRP CARBOSTRU®**

Il sistema **CFRP CARBOSTRU®** è un sistema di rinforzo realizzato in situ composto dalle fasi **CFRP CARBOSTRU® UD HM_HR 400** (tessuto unidirezionale in carbonio nelle pezzature da 10 e 15cm), **CARBOSTRU® RS80** (resina di impregnazione e primer) e **CARBOSTRU® AD** (resina di placcaggio al substrato).

Il sistema **CFRP CARBOSTRU®** è fornito e installato esclusivamente da **INTERBAU srl**.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DELLE FASI COSTITUENTI IL SISTEMA

PROPRIETA'			NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Densità delle fibre	ρ_{fb}	1.8 g/cm ³	ISO 1183
Massa del tessuto per unità di area	ρ_x	400 g/m ²	ISO 3374
Densità della resina CARBOSTRU® RS80	ρ_w	1,15 g/cm ³	ISO 1183
Densità della resina CARBOSTRU® AD	ρ_m	1,76 g/cm ³	ISO 1183
Area equivalente CFRP CARBOSTRU® UD HM_HR 400/10	A_{ef}	22 mm ²	-----
Area equivalente CFRP CARBOSTRU® UD HM_HR 400/15	A_{ef}	33 mm ²	-----
Spessore equivalente CFRP CARBOSTRU® UD HM_HR 400	t_{eq}	0.225 mm	-----
Frazione in peso delle fibre nel composito	%	40	-----
Frazione in volume delle fibre nel composito	%	30	-----
Temperatura di transizione vetrosa della resina CARBOSTRU® RS80	T_g	72 °C	ISO 11357-2:2014
Temperatura di transizione vetrosa della resina CARBOSTRU® AD	T_g	57 °C	ISO 11357-2:2014
Temperature limiti, minima e massima, di Utilizzo CARBOSTRU® RS80	T	-40°C / +57°C	Da calcolo secondo Istruzioni CNR-DT 200 R1/2013
Temperature limiti, minima e massima, di Utilizzo CARBOSTRU® AD	T	-40°C / +42°C	Da calcolo secondo Istruzioni CNR-DT 200 R1/2013
Temperature di applicazione del sistema	T	+15°C / +35°C	-----

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DELLE FASI COSTITUENTI IL SISTEMA

PROPRIETA'			NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Modulo elastico riferito all'area netta delle fibre (valore medio)	E_f	365.09 GPa	UNI EN 2561
Resistenza riferita all'area netta fibre (valore medio e caratteristico)	$f_{fb,m}$	3075 Mpa	UNI EN 2561
	$f_{fb,k}$	2807 MPa	
Deformazione a rottura	ϵ_{fb}	0.84%	UNI EN 2561

CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA

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

Denominazione commerciale del Prodotto	CFRP CARBOSTRU®
Oggetto della certificazione e campo di impiego	Materiali compositi fibro-rinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. <i>Sistemi di rinforzo realizzati in situ</i>
Titolare del Certificato	INTERBAU S.r.l. Via L. B. Alberti, 10 20149 Milano (MI)
Centro di distribuzione e Stabilimento di produzione	Via L. B. Alberti, 10 20149 Milano (MI)
Validità del Certificato	Anni 5 a far data del protocollo sopra indicata

Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.

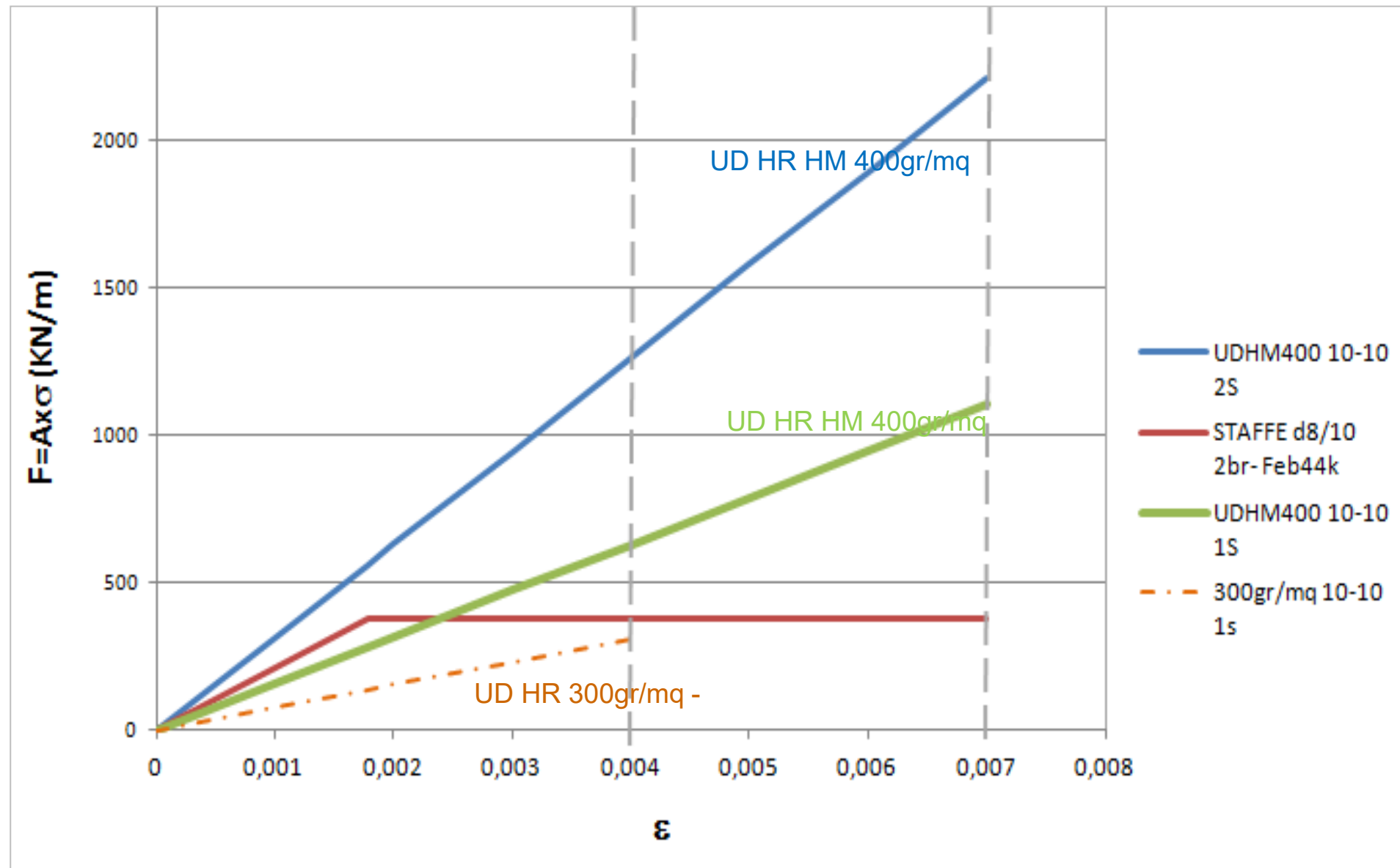
È possibile verificare la validità del presente certificato, consultando l'elenco dei certificati di valutazione tecnica emessi, sul sito del CSLP al seguente link:

<https://cslp.mit.gov.it/materiali-fibroinforzati-matrice-polimerica-frp>

Raggiungibile anche mediante la scansione del QR code



VIA LOMBARDIANA 2 - 00161 ROMA
TEL. 06.4412.5430
www.interbau.it



SFORZI RESISTENTI – Staffe in Acciaio Vs CFRP UD HM_HR 400



**POLITECNICO
MILANO 1863**

LABORATORIO PROVE MATERIALI

Pag. 1 di 10

Milano, 10 Gennaio 2018

Interbau srl
Via Leon Battista Alberti 10
20149 Milano

Relazione tecnica

**“Sperimentazione meccanica del comportamento del sistema di
rinforzo CFRP CARBOSTRU rispetto a sollecitazioni cicliche”**

(1490) PROVE CICLICHE FRP CARBOSTRU- POLITECNICO DI MILANO - YouTube

A cura di:
Ing. Tommaso D’Antino

Sede di Milano
P.zza L. da Vinci, 32 – 20133 Milano – Tel. 02 2399 4210 Fax 02 2399 4211

Sede di Lecco
Via Gaetano Prevati 14C – 23900 Lecco – Tel. 0341/48 8793 Fax 0341/48 8771

Laboratorio Ufficiale (art. 20 Legge n. 1086 del 3 novembre 1971) – NB 1777 Reg. (UE) 303/2011

CARBOSTRU® C-SYSTEM T-SYSTEM

EXPERIMENTAL RESEARCH ON FULL SCALE R.C. STRUCTURE



- 1998 University of Bologna: bending strengthening of **4** RC beams;
- 1999 University of Vienna: bending and shear strengthening of **7** RC beams;
- 2001 Polytechnic University of Milan: strengthening of masonry structures with CFRP;
- 2001 Ismes – Enel - Hydro: compression strengthening of **8** RC columns;
- 2003 University of Palermo: strengthening of masonry vaults;
- 2003-2005 Sapienza University of Rome: shear strengthening of **29** RC beams;
- 2005-2009 University of Salerno: Seismic retrofit of **30** RC columns;
- 2005-2008 University of Rome: compression strengthening of **30** RC columns;
- 2011 Polytechnic University of Milan: shear strengthening of **8** RC columns;
- 2011 Polytechnic University of Milan: bending strengthening of **7** RC beams;
- 2012 University of Salerno: Seismic retrofit of **6** RC columns;
- 2012 University of Salerno: Seismic retrofit of **11** RC beam-column joint;
- 2017 Polytechnic University of Milan: Service temperature of CFRP laminates;
- 2017-2018 Polytechnic University of Milan: Cyclic Test of CFRP laminates;

Resistenza a trazione	f_{tb}	2.800 MPa
Modulo Elastico	E_{tb}	350 GPa
Allungamento a rottura	ε_{tb}	0,8 %
Sezione eq. per ogni strato UD HM_HR 400/10	A_{tb}	22 mm ²
Sezione eq. per ogni strato UD HM_HR 400/15	A_{tb}	33 mm ²
Frazione in peso delle fibre nel composito	F_v	40 %
Temperature limite di servizio min.- max. ¹	T_{lim}	-20°C +65 °C
Temperatura limite di esposizione min.- max. ²	T_{esp}	-20°C +85 °C
Temperatura di produzione in situ min.- max.		+15°C +35 °C
Classe Reazione al Fuoco	CL	E

Adesione al calcestruzzo // all'acciaio sabbiato	4 // 6 N/mm ²
Modulo elastico (curing 7 gg. 23 °C)	11.200 MPa
Resistenza a taglio (curing 7 gg. 23 °C)	18 N/mm ²
Resistenza a flessione (curing 7 gg. 15 °C)	24 N/mm ²
Temperatura transizione vetrosa T _g (curing 7 gg. 45 °C)	+62 °C
Temperature di servizio Complete Wrapping	-40°C + 65°C
Classe Reazione al Fuoco	E

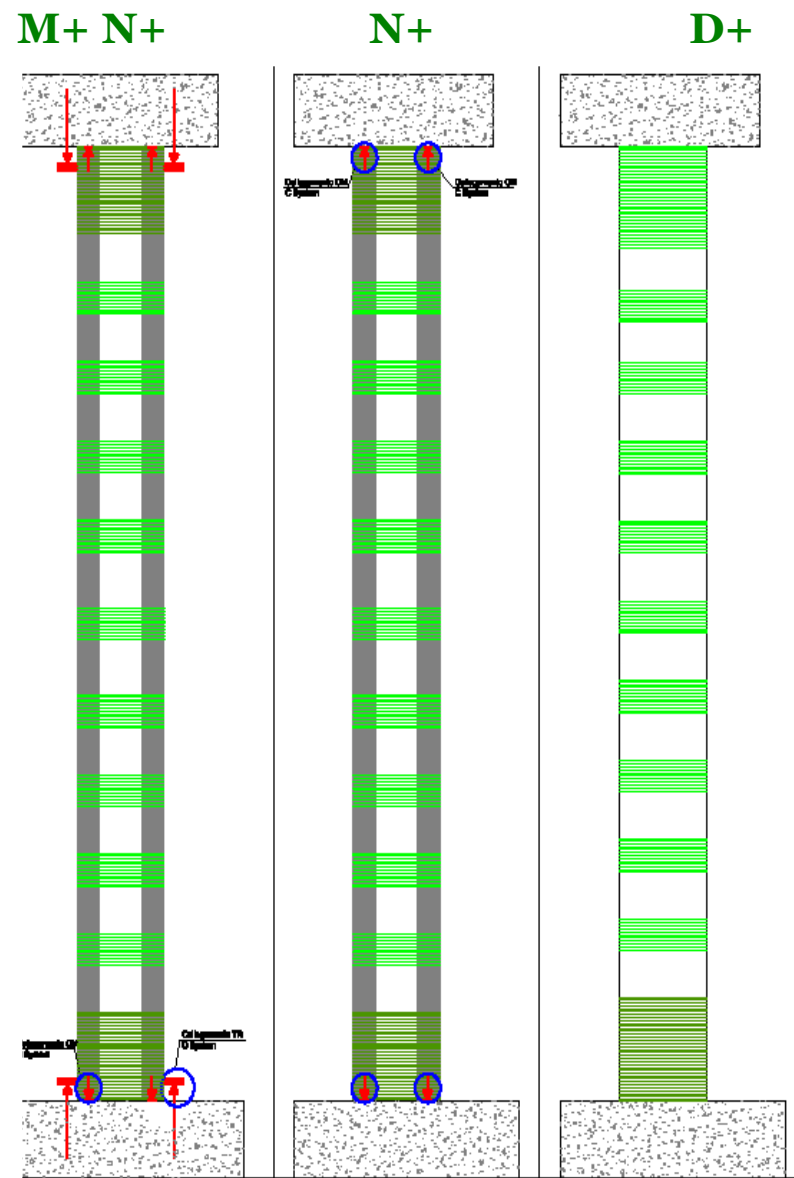
Adesione al calcestruzzo τ_{sd}	11 N/mm ²
Classe Acciaio	S 355/ S 275
Spessore	6-8-10-12 mm
Lato	50- 80-100-120 mm
Sezione Resistente Profili	Da 6,3 a 17,7 cm ²

Classe acciaio	Rp,02	Rm	Allungamento max
Classe 8.8	640 MPa	800 MPa	12%
Classe 6.8	480 MPa	600 MPa	20%
Classe 5.8	400 MPa	500 MPa	20%
Classe 4.8	320 MPa	400 MPa	22%



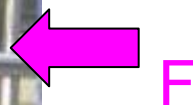
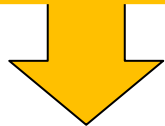
² temperature entro cui i compositi possono essere esposti in assenza di sollecitazione senza subire danneggiamenti.

2005/2009 UNIV. SALERNO - SPERIMENTAZIONI PRESSOFLESSIONE CARBOSTRU C-System®

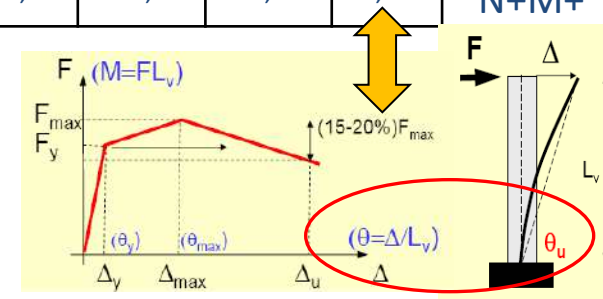


2005/2009 UNIV. SALERNO - SPERIMENTAZIONI PRESSOFLESSIONE CARBOSTRU C-System®

$$v = \frac{N}{f_{cm} \cdot A_g}$$



TEST	tipo acciaio	n° strati UDHM	f _{cm} [MPa]	N [kN]	v	F ⁺ _{max} [kN]	F ⁻ _{max} [kN]	δ _{max} [%]	tipo C-System
C3-S	FeB38k	-	25,7	325	0,14	52,73	50,91	3,62	REF-
C16-S	FeB38k	-	27,5	990	0,40	81,51	69,82	3,06	REF-
C18-S	FeB38k	-	13,5	485	0,40	42,33	41,21	2,47	REF-
C17-S-C	FeB38k	2	17,0	609	0,40	61,95	56,26	4,70	D+
C6-S-A2	FeB38k	2	26,5	335	0,14	40,64	63,32	10,83	N+
C12-S-A2	FeB38k	2	22,9	825	0,40	91,67	87,53	4,30	N+
C11-S-A1	FeB38k	2	35,3	380	0,12	97,53	95,69	7,77	N+M+
C20-S-A1	FeB38k	2	12,1	435	0,40	100,47	79,57	5,80	N+M+



TEST	tipo acciaio	n° strati UDHM	f _{cm} [MPa]	N [kN]	v	F ⁺ _{max} [kN]	F ⁻ _{max} [kN]	δ _{max} [%]	tipo C-System
C9-D	FeB44k	-	31,8	365	0,128	71,08	66,32	3,51	REF
C21-D	FeB44k	-	11,7	420	0,40	52,83	47,05	2,79	REF
C14-D-C	FeB44k	2	35,3	380	0,12	62,87	58,65	6,46	D+
C22-D-C	FeB44k	2	11,7	420	0,40	55,74	59,54	5,59	D+
C15-D-A1	FeB44k	2	22,0	278	0,14	110,74	110,81	5,00	N+M+
C24-D-A1	FeB44k	2	15,0	540	0,40	119,82	112,35	4,23	N+M+

Confronto risultati sperimentali Vs. modelli analitici

126

Analytical Modeling

CNR
DT200

NTC
2008

Table 6.6 – Comparison between experimental and analytical ultimate rotations

TEST	Experimental		Stick model		Leman et al.		P.F.M.M		Priestley et al.		Eq. (6.5)		Eq.(6.8)
			1 st	2 nd	1 st	2 nd	1 st	2 nd	1 st	2 nd	1 st	2 nd	–
	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)	θ_u (%)
M5-S	-	8.8	1.47	1.28	1.40	1.24	2.29	1.92	2.77	2.43	-	-	-
C3-S	3.86	3.62	1.44	0.82	3.01	0.92	2.27	0.96	2.71	1.66	3.51	2.97	4.37
C4-S-G	7.28	7.22	4.42	3.84	3.66	3.22	8.05	6.90	8.15	6.90	12.64	10.82	5.59
C1-S-G	7.36	7.36	4.42	3.82	3.58	3.15	8.01	6.87	8.14	6.88	12.19	10.46	5.97
C10-S-C	5.13	4.89	3.80	1.88	3.13	2.85	6.87	6.01	7.17	6.10	10.72	9.34	5.46
C13-S-C	5.86	5.81	3.66	3.27	3.02	2.73	6.57	5.81	6.70	5.92	10.00	8.84	5.51
C9-D	3.51	3.59	1.74	1.43	1.61	1.42	2.80	2.10	4.56	3.73	5.07	3.30	5.83
C7-D-C	7.19	6.99	4.06	3.37	3.00	2.44	7.88	6.37	9.42	7.95	13.31	10.72	5.46
C8-D-C	6.52	6.44	4.04	3.35	2.98	2.43	7.83	6.33	9.40	7.91	13.18	10.63	5.47
C14-D-C	5.76	6.46	4.09	3.22	2.87	2.24	7.99	6.09	9.47	7.61	12.61	9.59	5.74
C16-S	3.06	2.94	1.00	0.82	1.08	0.92	1.12	0.96	2.04	1.66	1.60	1.43	2.71
C18-S	2.56	2.47	0.92	0.83	1.49	1.01	1.09	0.97	1.84	1.68	1.60	1.58	2.31
C17-S-C	4.70	4.70	2.17	1.88	2.14	1.80	3.43	3.07	4.39	3.50	5.66	5.15	3.87
C19-S-C	N/A	5.35	3.16	2.94	3.02	2.80	5.36	5.02	5.98	5.39	9.40	8.83	3.12
C21-D	2.89	2.79	1.22	1.27	1.75	1.92	1.34	1.31	3.66	3.68	2.46	2.17	2.39
C22-D-C	6.76	5.59	2.83	2.65	2.91	2.66	4.78	4.40	6.96	6.59	9.47	8.69	3.63
C23-D-C	N/A	8.24	3.66	3.46	3.42	3.09	6.63	8.35	8.77	8.35	13.13	12.31	2.77

$\gamma_{el}=1$

$\gamma_{el}=1$

RC Columns Strengthened with FRP Systems: Experimental Test Results and Analytical Modeling

$$\theta_u = \frac{1}{\gamma_{el}} 0,016 \cdot (0,3^v) \left[\frac{\max(0,01; \omega)}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} \left(\frac{L_v}{h} \right)^{0,35} 25^{\left(\frac{f_{yw}}{f_c} \right)} (1,25^{100 p_d})$$

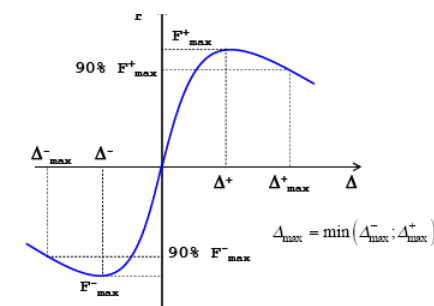
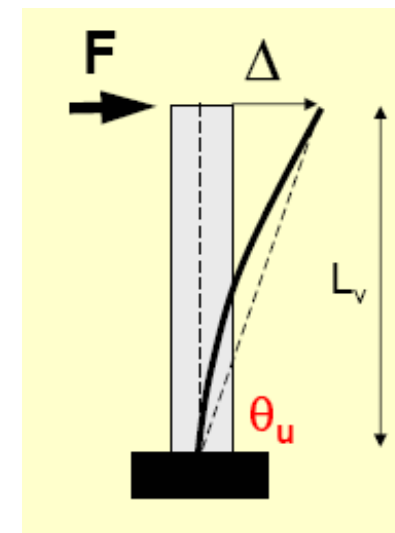


Figure 4.1 – Definition of the force and displacement parameters used for test results

2005/2009 UNIV. SALERNO - SPERIMENTAZIONI PRESSOFLESSIONE CICLICA

CRFP CARBOSTRU C-SYSTEM - T SYSTEM

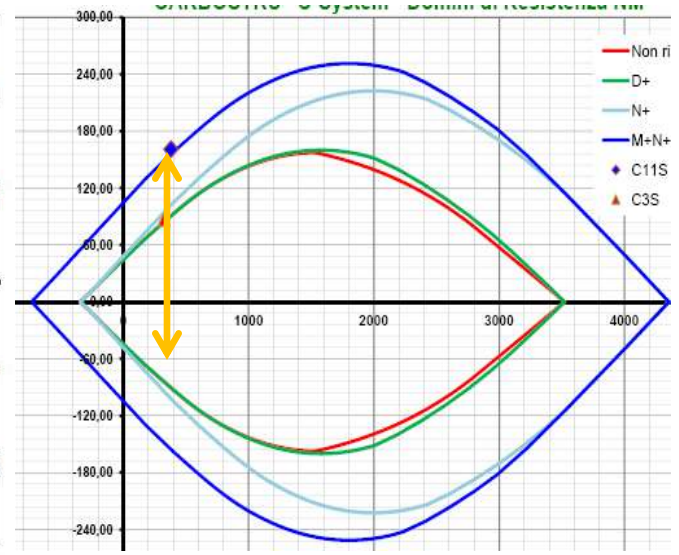
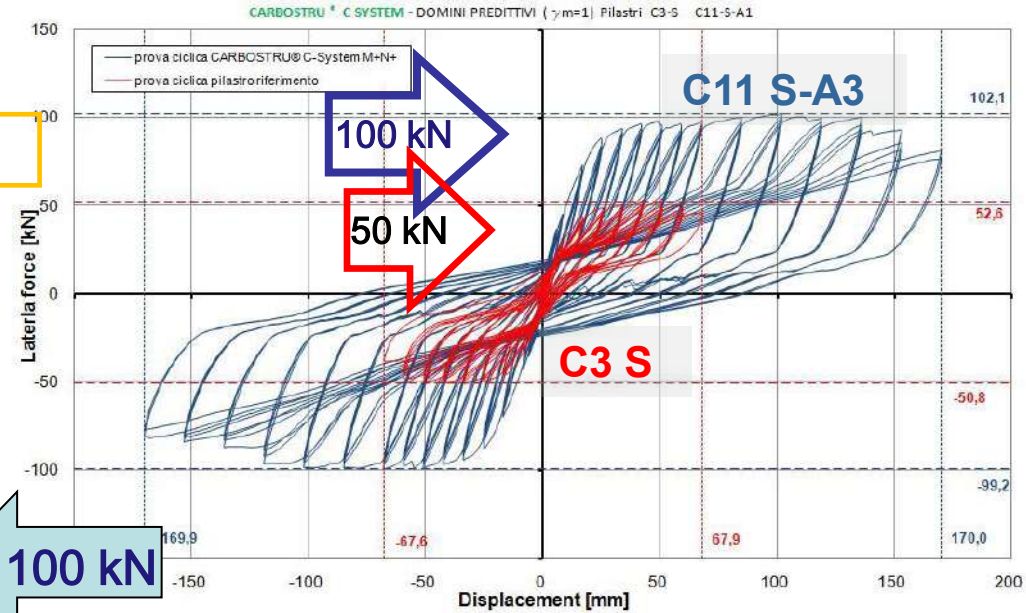
INTERBAU

$$\nu = \frac{N}{f_{cm} \cdot A_g} = 0,14$$



170 cm

100 kN



Duttilità pilastri confinati mediante fibre di carbonio CFRP



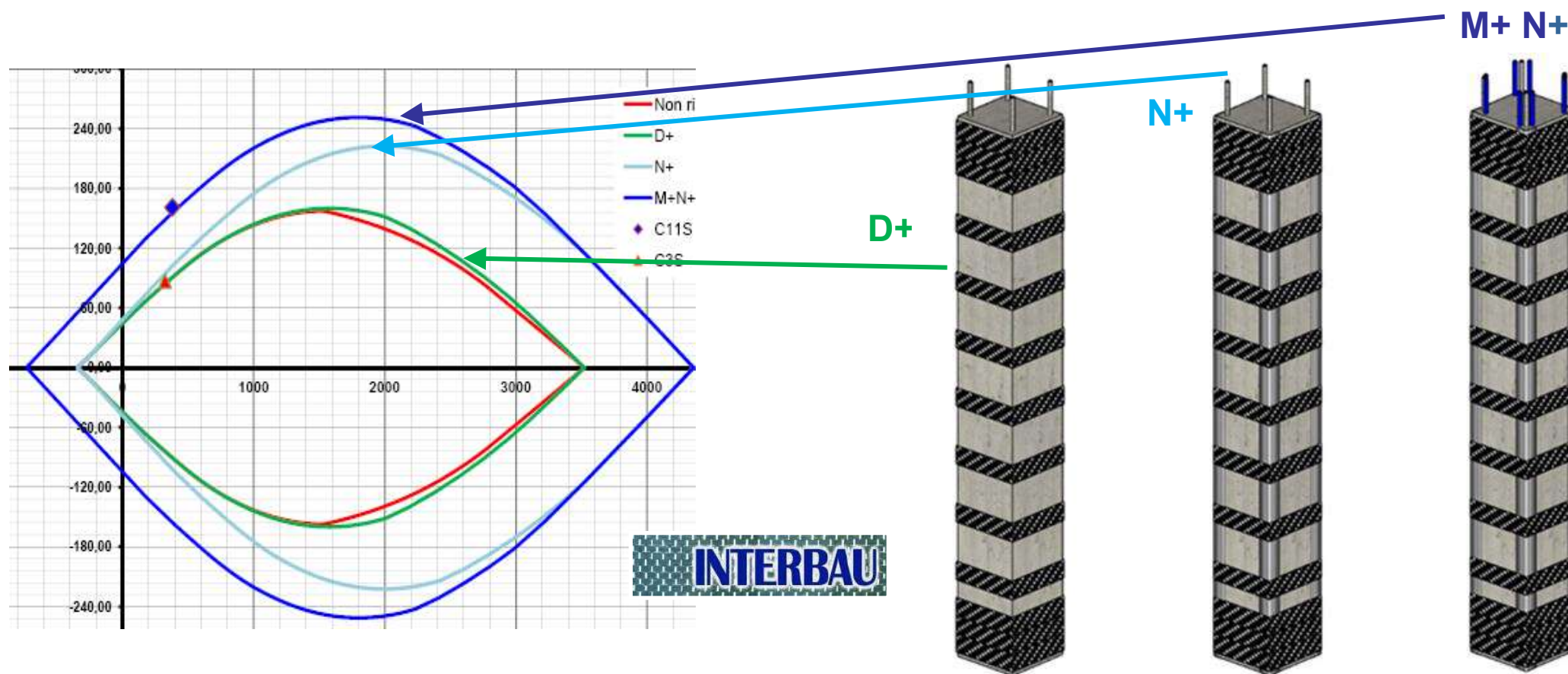
Video prova pseudo sismica su pilastro rinforzato con fibre di carbonio e profili VTR-Fe

CARBOSTRU C-System®

D+ Incremento Duttilità

N+ Incremento di Duttilità e di Resistenza a Compressione

M+ N+ Incremento di Duttilità e di Resistenza a PressoFlessione



CARBOSTRU C-System®

2011

POLITECNICO MILANO CAMPAGNA SPERIMENTALE RINFORZI A TAGLIO



POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO - P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
scottazione materiali: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax: 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecce
C.so Promessi Sposi, 29
73100 Lecce
Tel.: 0341-46.6793
Fax: 0341-46.6771

Richiedente: INTERBAU s.r.l.

Identificazione campioni: REF T; CW90/30; CW90-8,6/60; CW90-8,6/30; CW90-8,6/30D; CW90-8,6/30D*; M+CW90-8,6/30D; M+CW90-8,6/30D; M+CW90-12,8/30D; M12/25

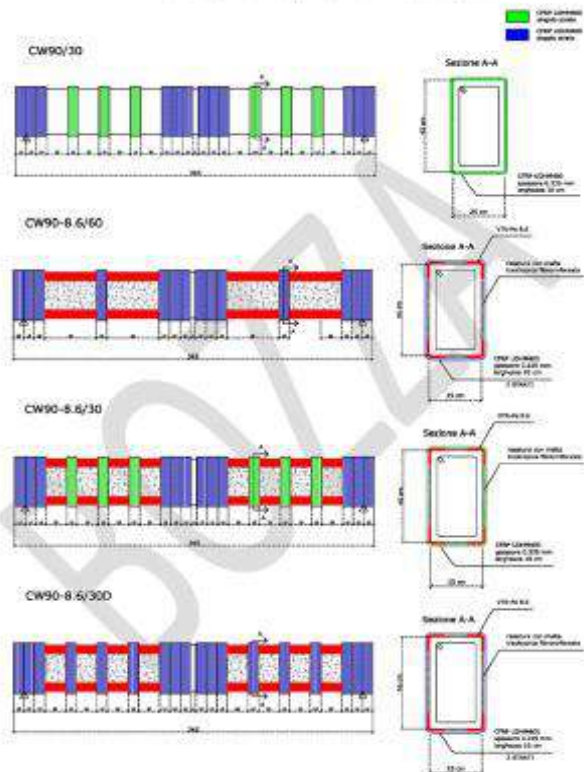


Figura 2 - Schemi provini rinforzati.

Lo Sperimentatore
Ing. Christian di Feo

Il Responsabile Tecnico
Prof. Ing. Carlo Poggi



POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO - P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
scottazione materiali: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax: 02-2399.4211
Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecce
C.so Promessi Sposi, 29
73100 Lecce
Tel.: 0341-46.6793
Fax: 0341-46.6771

Richiedente: INTERBAU s.r.l.

Identificazione campioni: REF T; CW90/30; CW90-8,6/60; CW90-8,6/30; CW90-8,6/30D; CW90-8,6/30D*; M+CW90-8,6/30D; M+CW90-8,6/30D; M+CW90-12,8/30D; M12/25

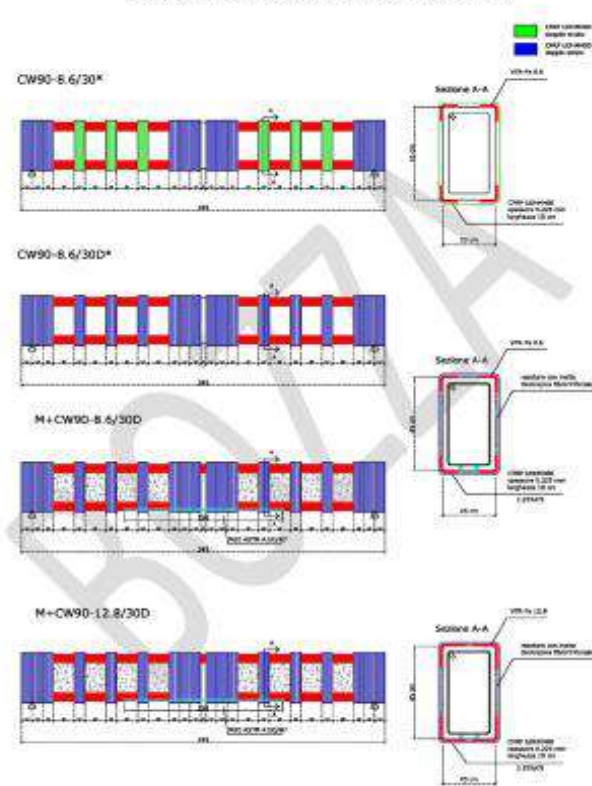


Figura 3 - Schemi provini rinforzati.

Lo Sperimentatore
Ing. Christian di Feo

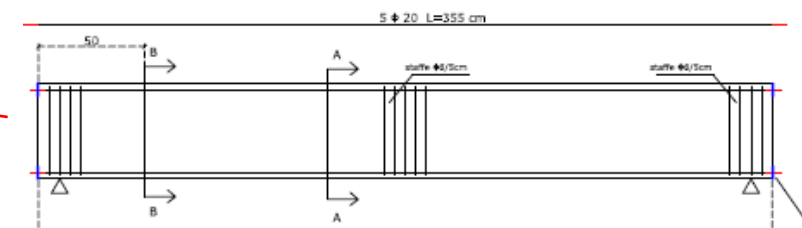
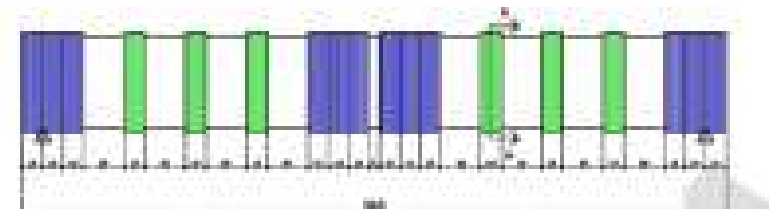
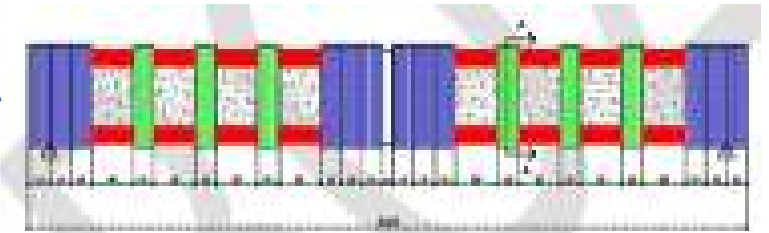
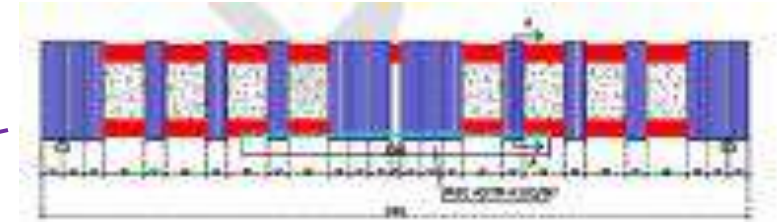
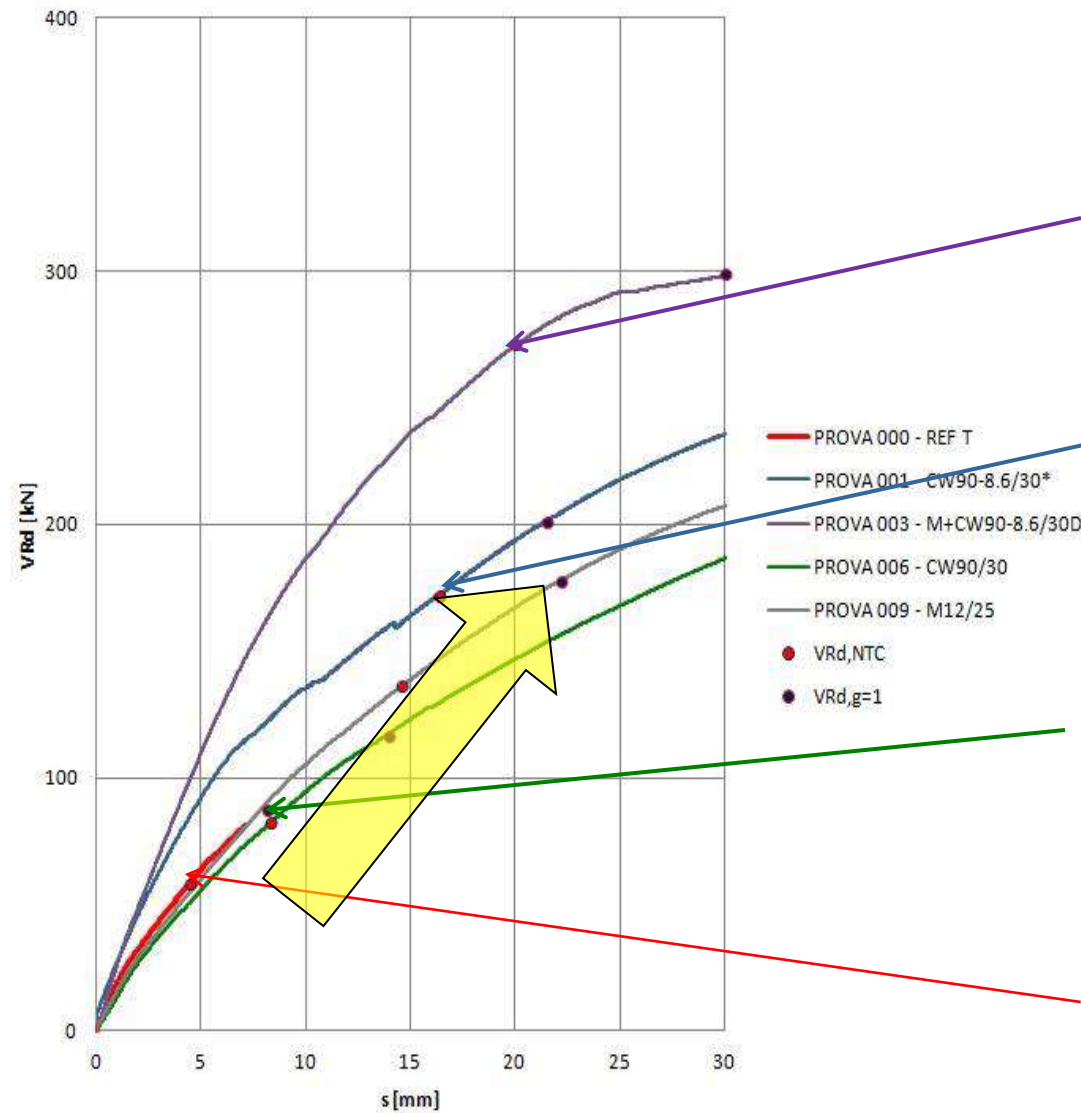
Il Responsabile Tecnico
Prof. Ing. Carlo Poggi



CARBOSTRU C-System®

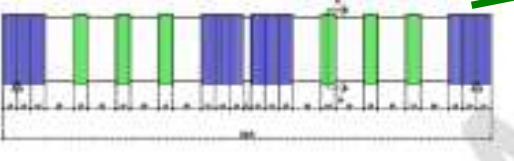
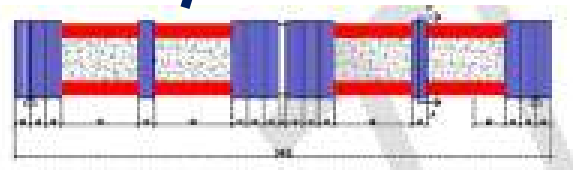
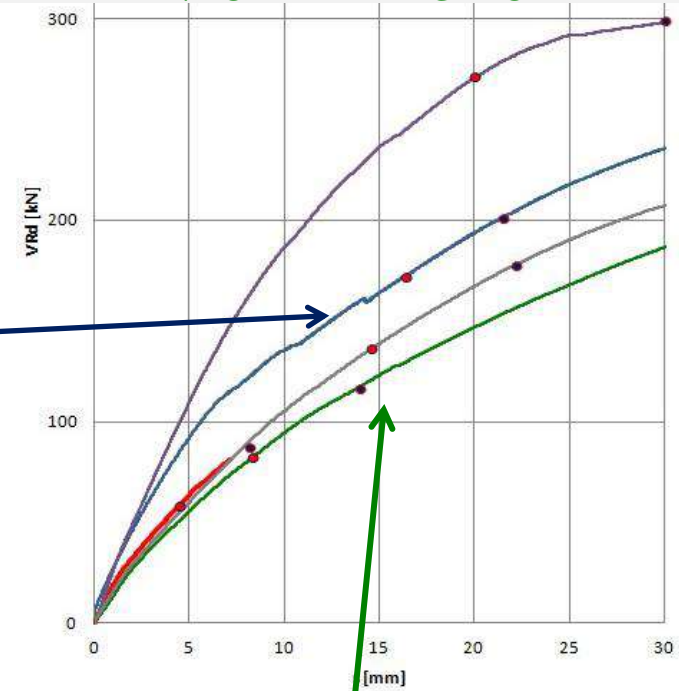
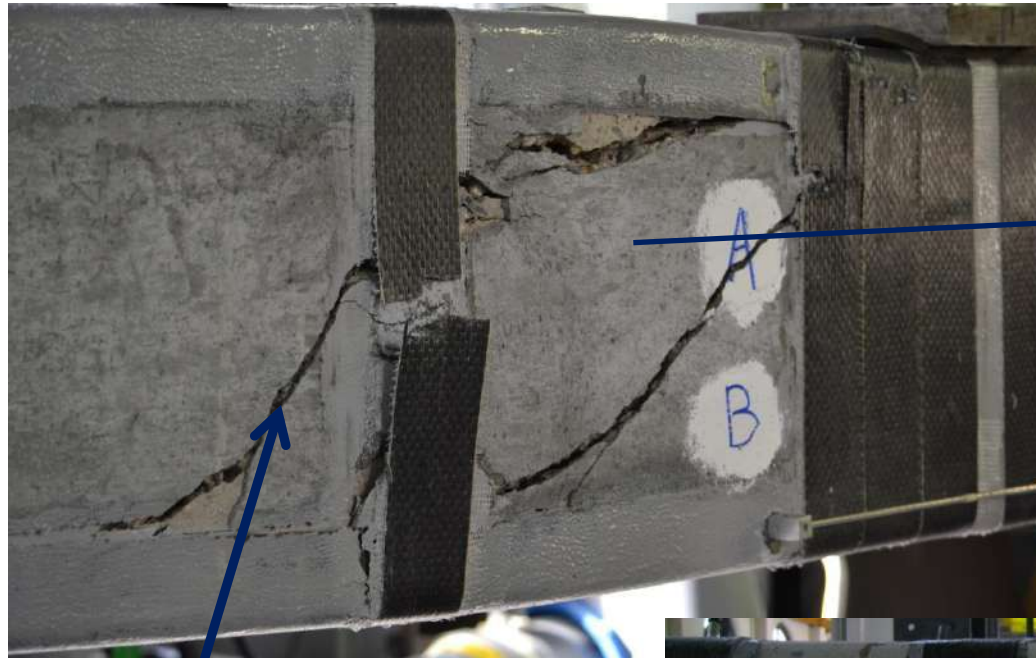
2011

POLITECNICO MILANO CAMPAGNA SPERIMENTALE RINFORZI A TAGLIO

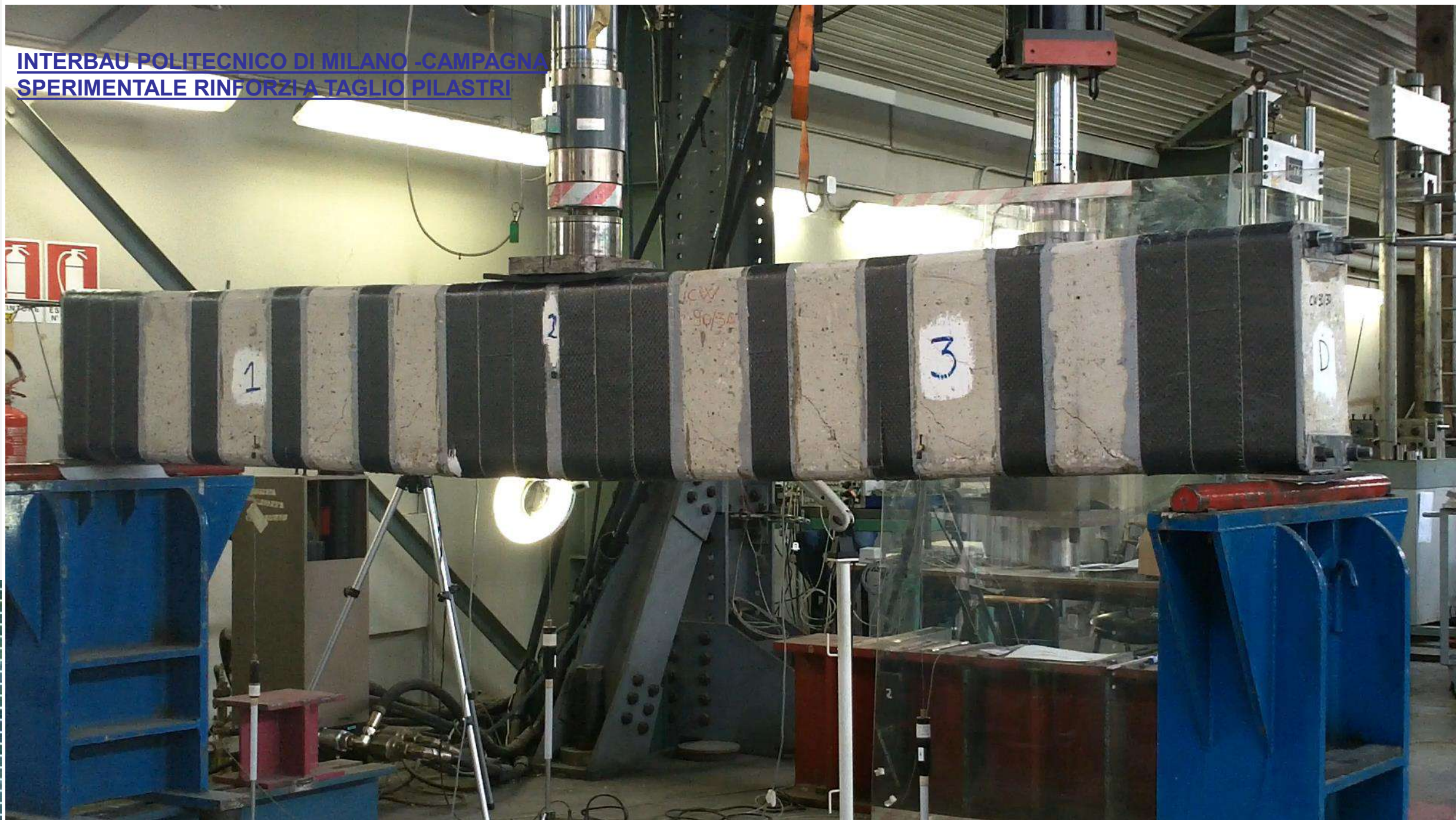


CARBOSTRU C-System®

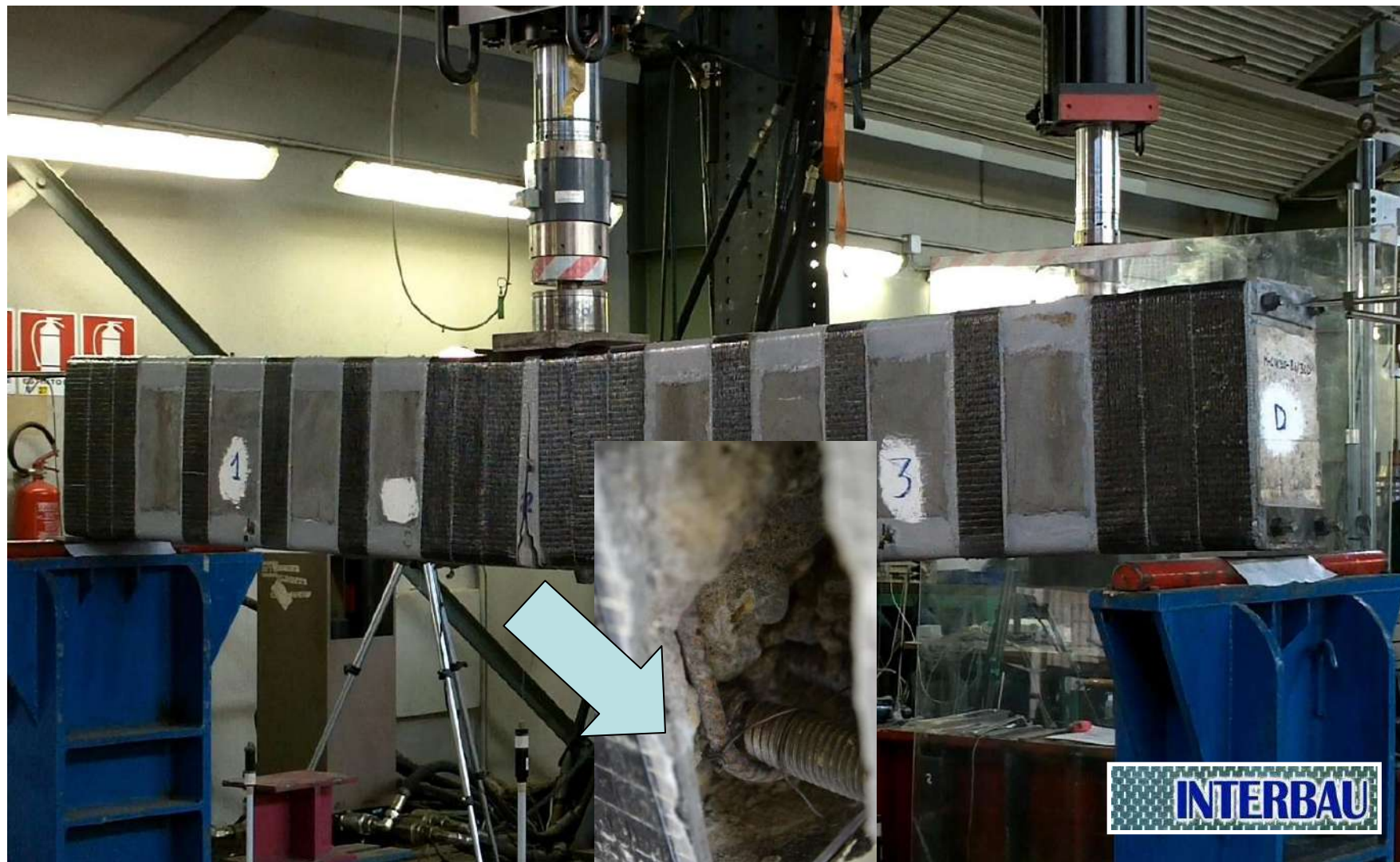
2011 POLITECNICO MILANO CAMPAGNA SPERIMENTALE RINFORZI A TAGLIO



INTERBAU POLITECNICO DI MILANO -CAMPAGNA
SPERIMENTALE RINFORZI A TAGLIO PILASTRI



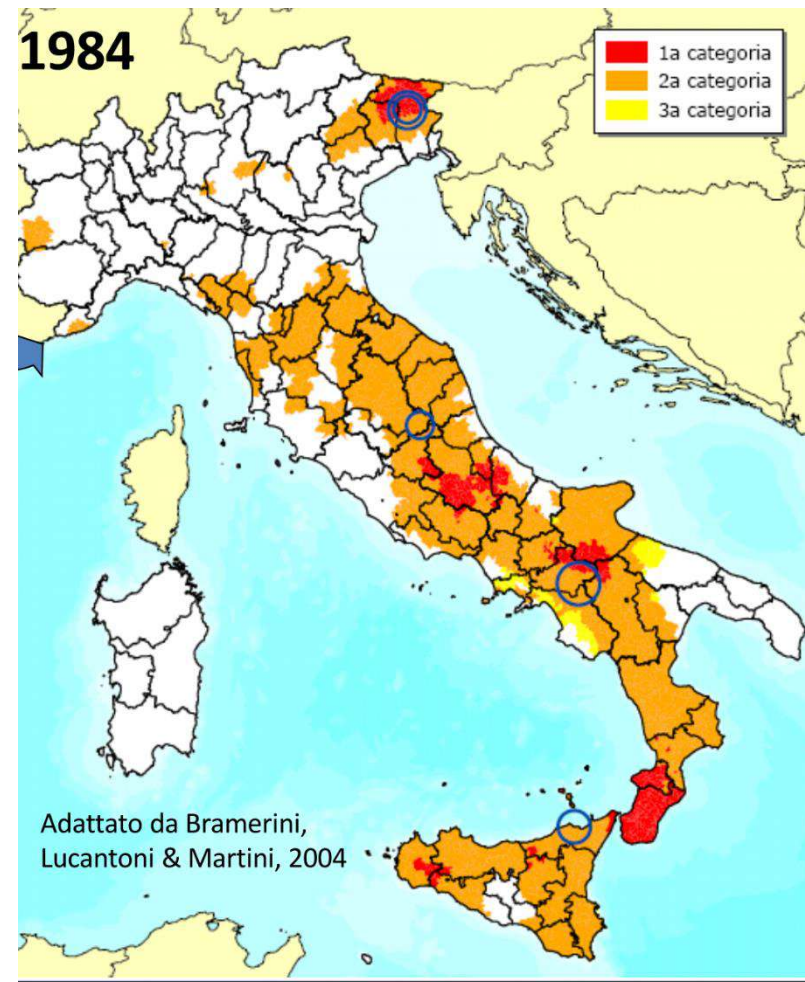
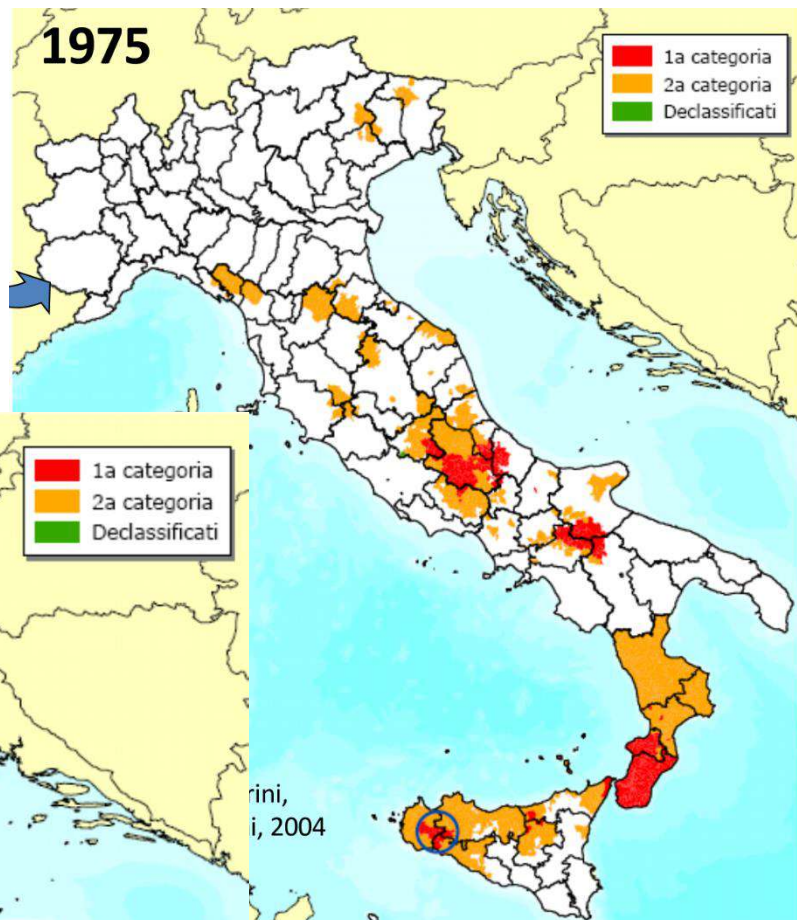
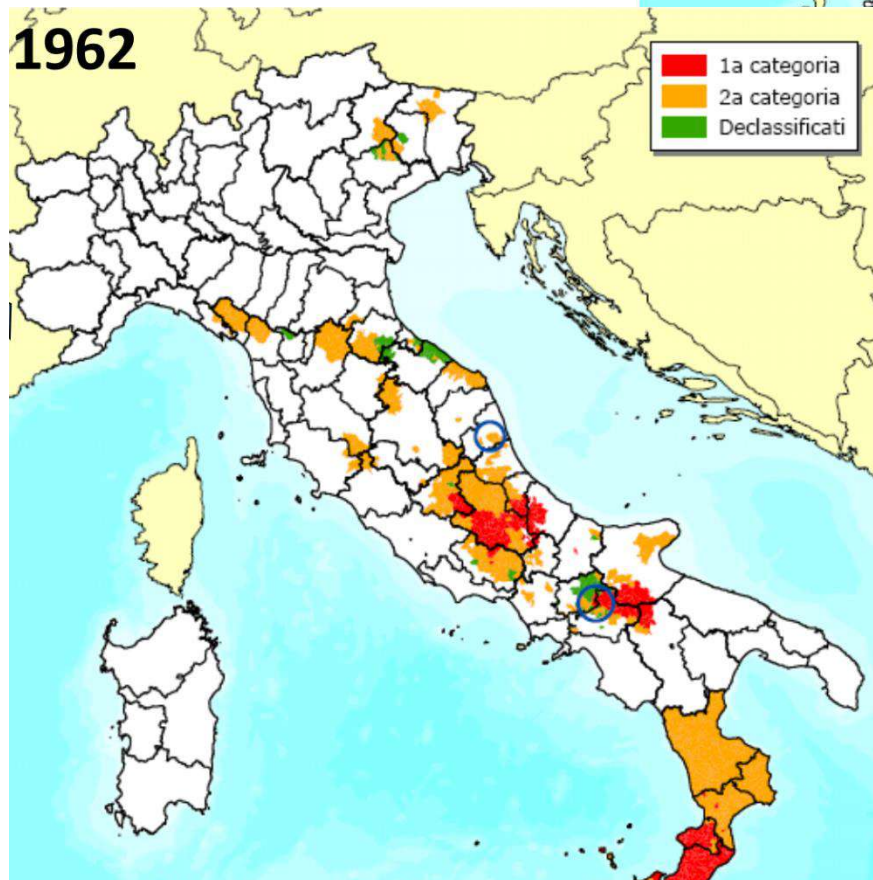
... è stata incrementata la capacità resistente a taglio tanto da inibirne la rottura, che avviene a flessione

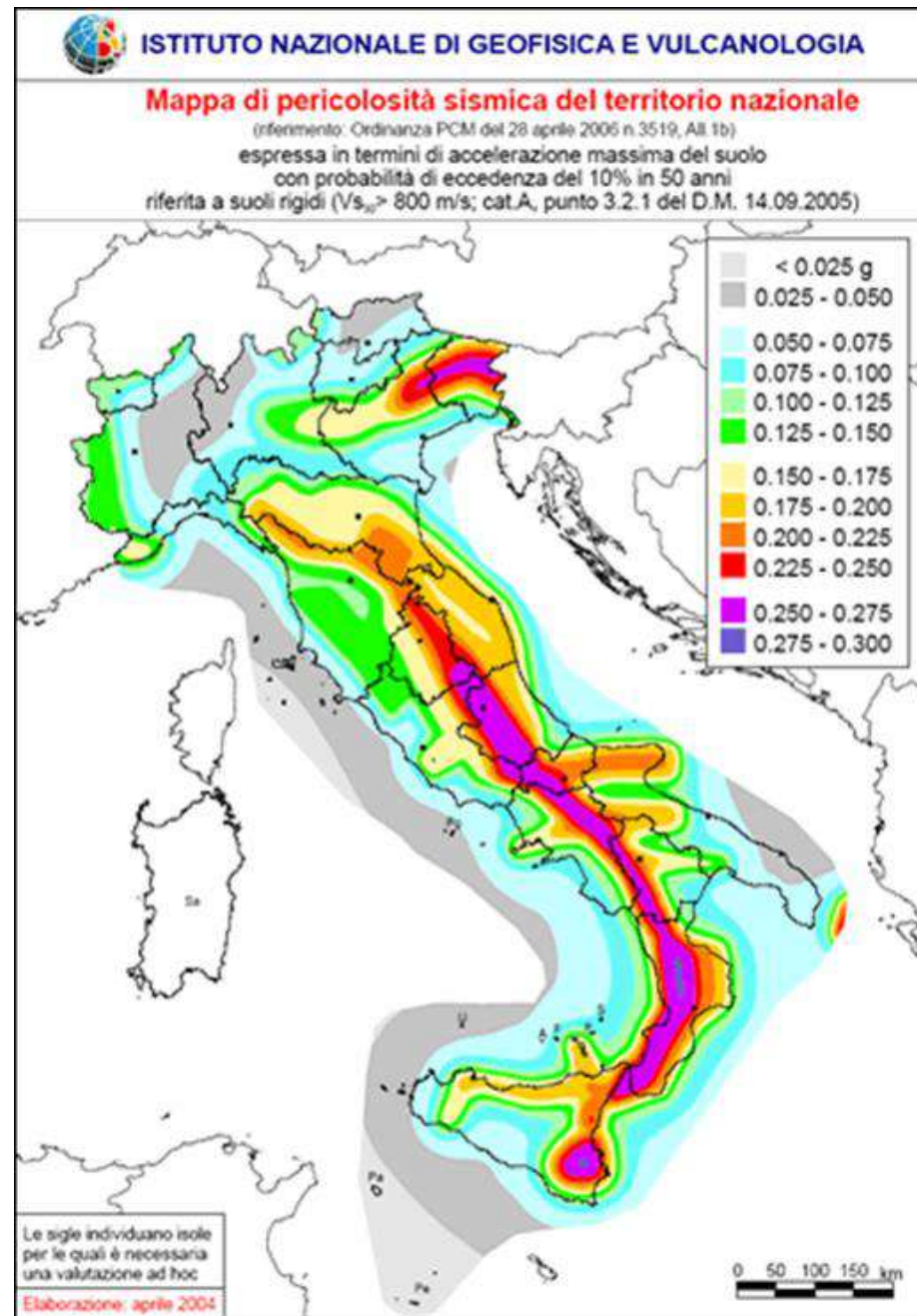
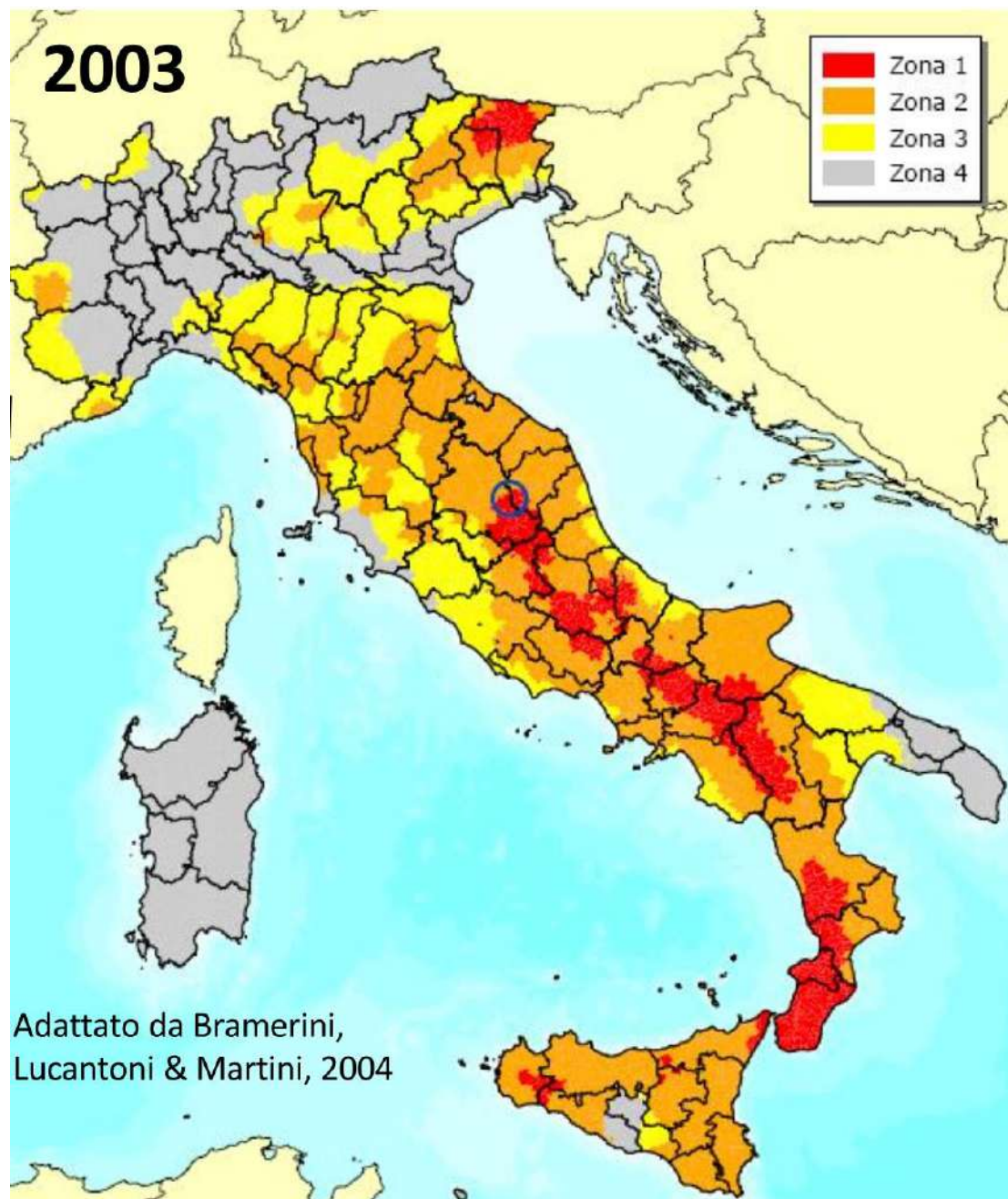


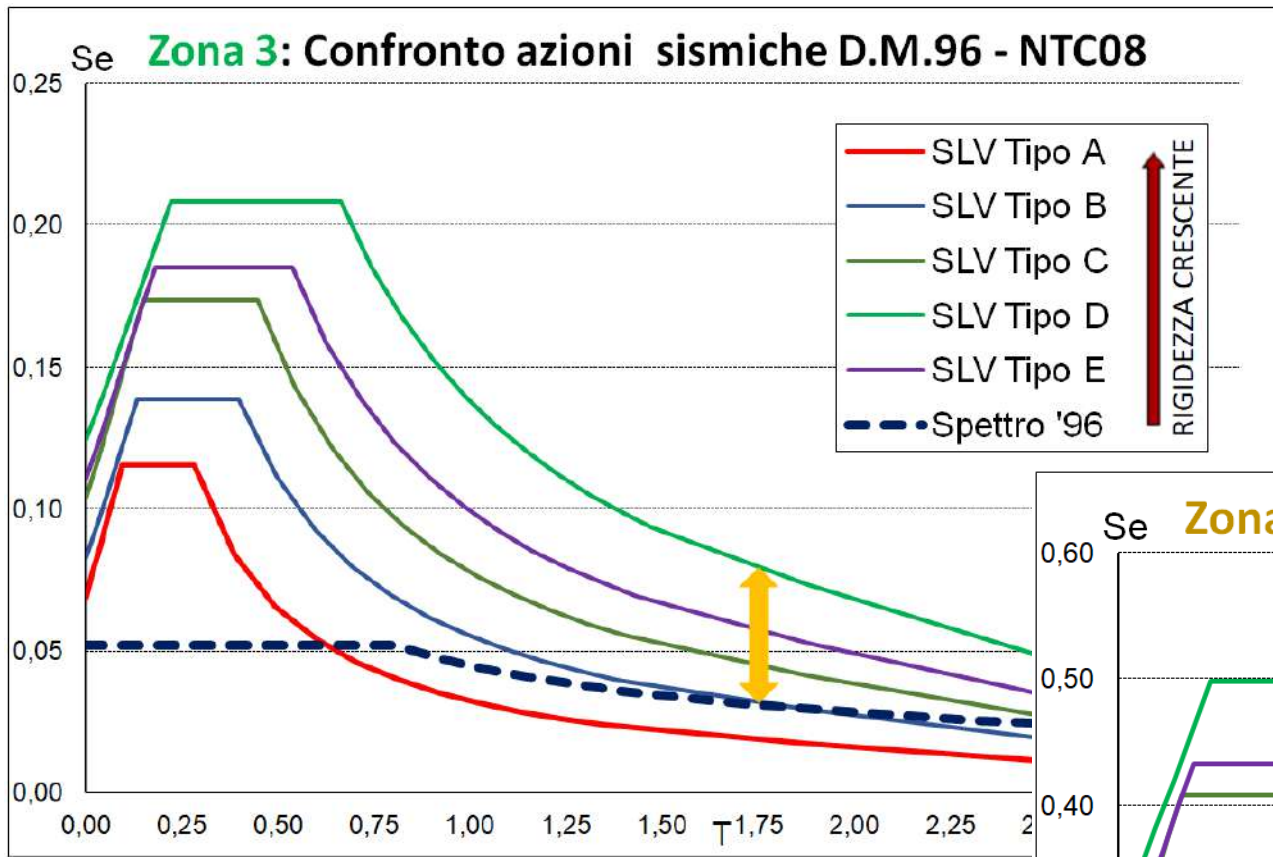
N+

CARBOSTRU C-SYSTEM® M+ / N+ CONTRIBUTO RESISTENTE A TAGLIO FASCIATURE UD HM _HR 400/ 15

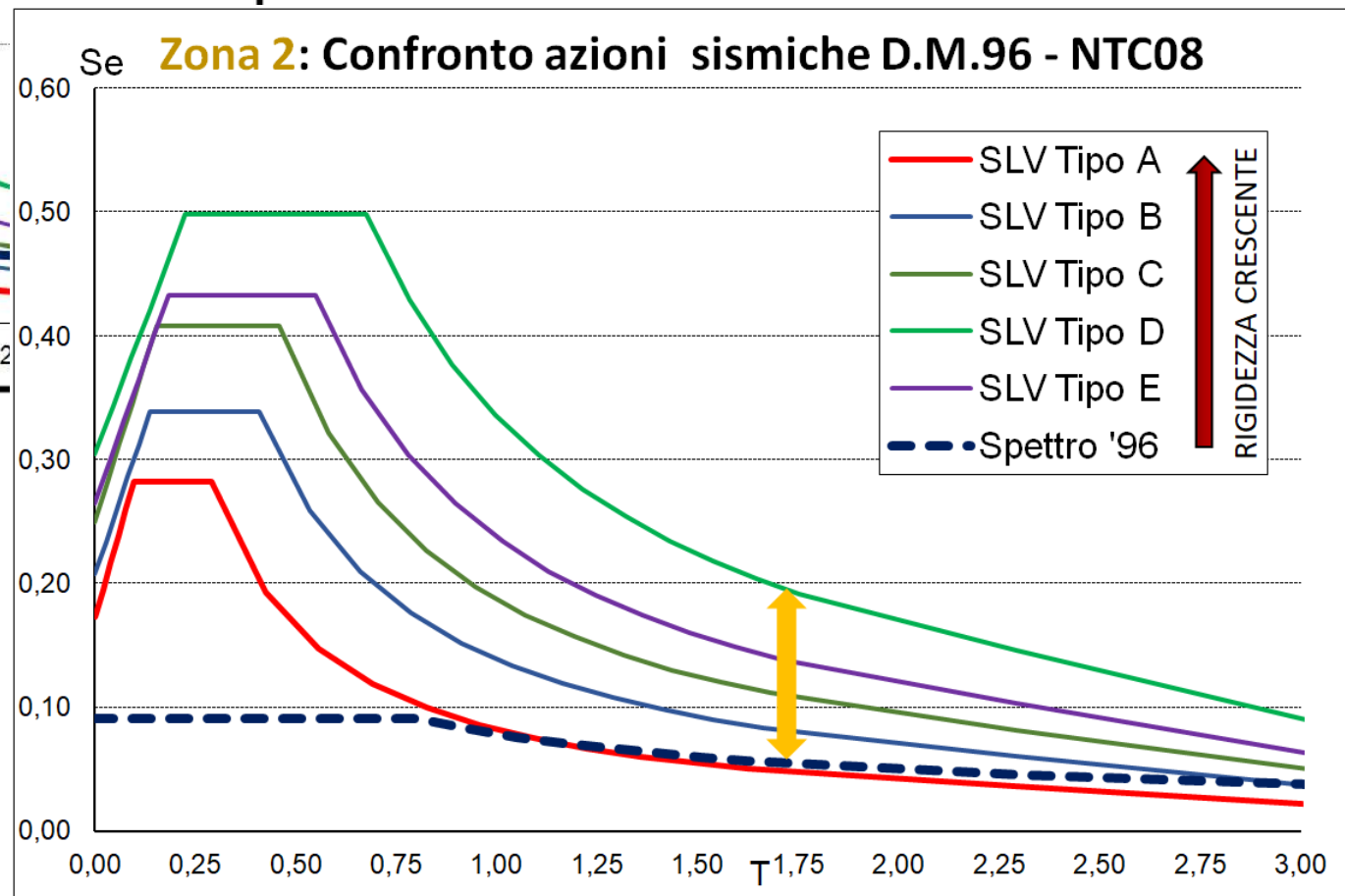








CONFRONTO SPETTRI
D.M. 1996 N. T. C. zone sismiche
.- NTC 2008

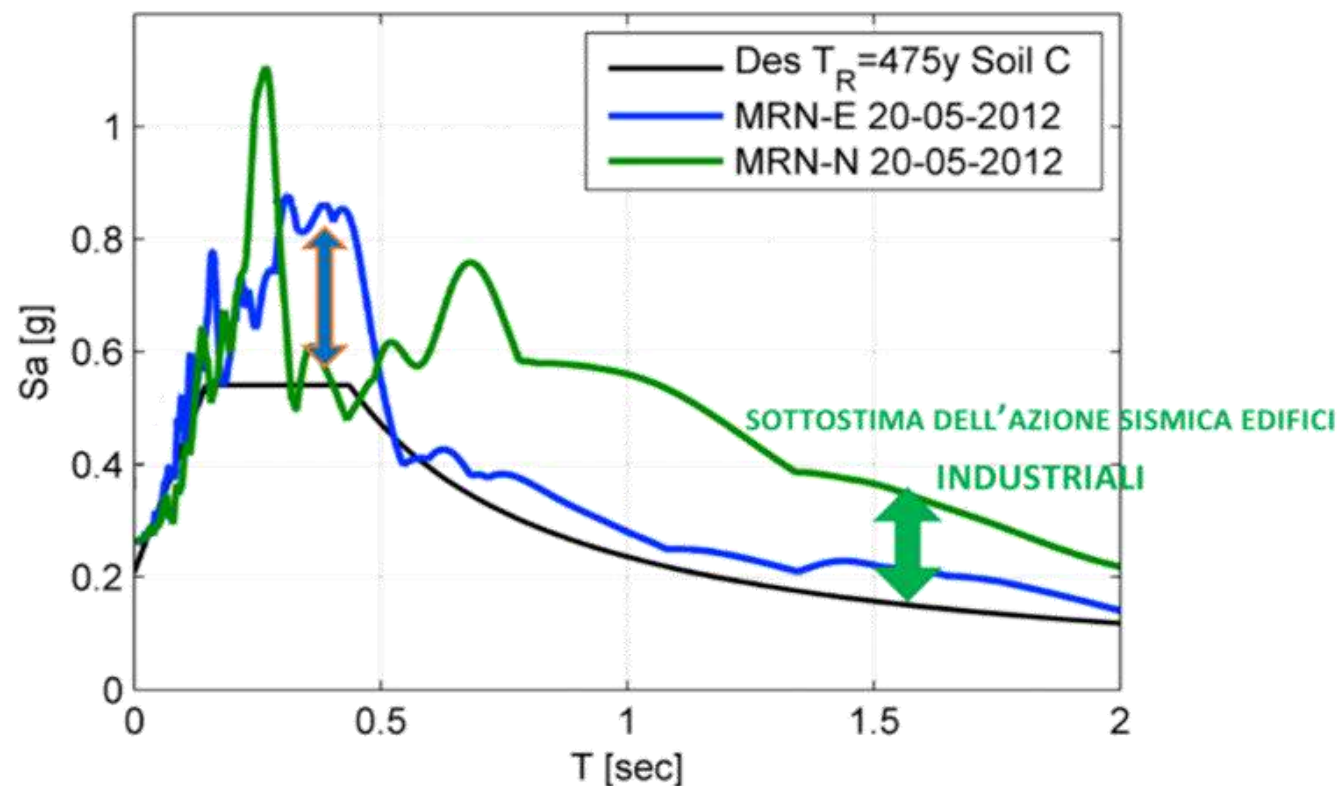


SISMA DI PROGETTO Vs. SISMA REGISTRATO EMILIA ROMAGNA 20.5.2012

Sisma Emilia Romagna 20 Maggio 2012

Allegato A - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELL'EMILIA-ROMAGNA

Provincia	COMUNE	Anno di			Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona sismica presente (2003)
		prima classificazione	declassificazione	riclassificazione			
MO	BOMPORTO	2003			N.C.	III	3
MO	CAMPOGALLIANO	2003			N.C.	III	3
MO	CAMPOSANTO	2003			N.C.	III	3
MO	CARPI	2003			N.C.	III	3
MO	CASTELFRANCO EMILIA	2003			N.C.	III	3
MO	CASTELNUOVO RANGONE	2003			N.C.	III	3
MO	CAVEZZO	2003			N.C.	III	3
MO	CONCORDIA SULLA SECCHIA	2003			N.C.	III	3
MO	FANANO	1927	1937	2003	N.C.	III	3
MO	FINALE EMILIA	2003			N.C.	III	3
MO	FIUMALBO	1927	1937	2003	N.C.	III	3
MO	GUIGLIA	2003			N.C.	III	3
MO	LAMA MOCOGNO	1927	1937	2003	N.C.	III	3
MO	MARANO SUL PANARO	2003			N.C.	III	3
MO	MEDOLLA	2003			N.C.	III	3
MO	MIRANDOLA	2003			N.C.	III	3
MO	MODENA	2003			N.C.	III	3

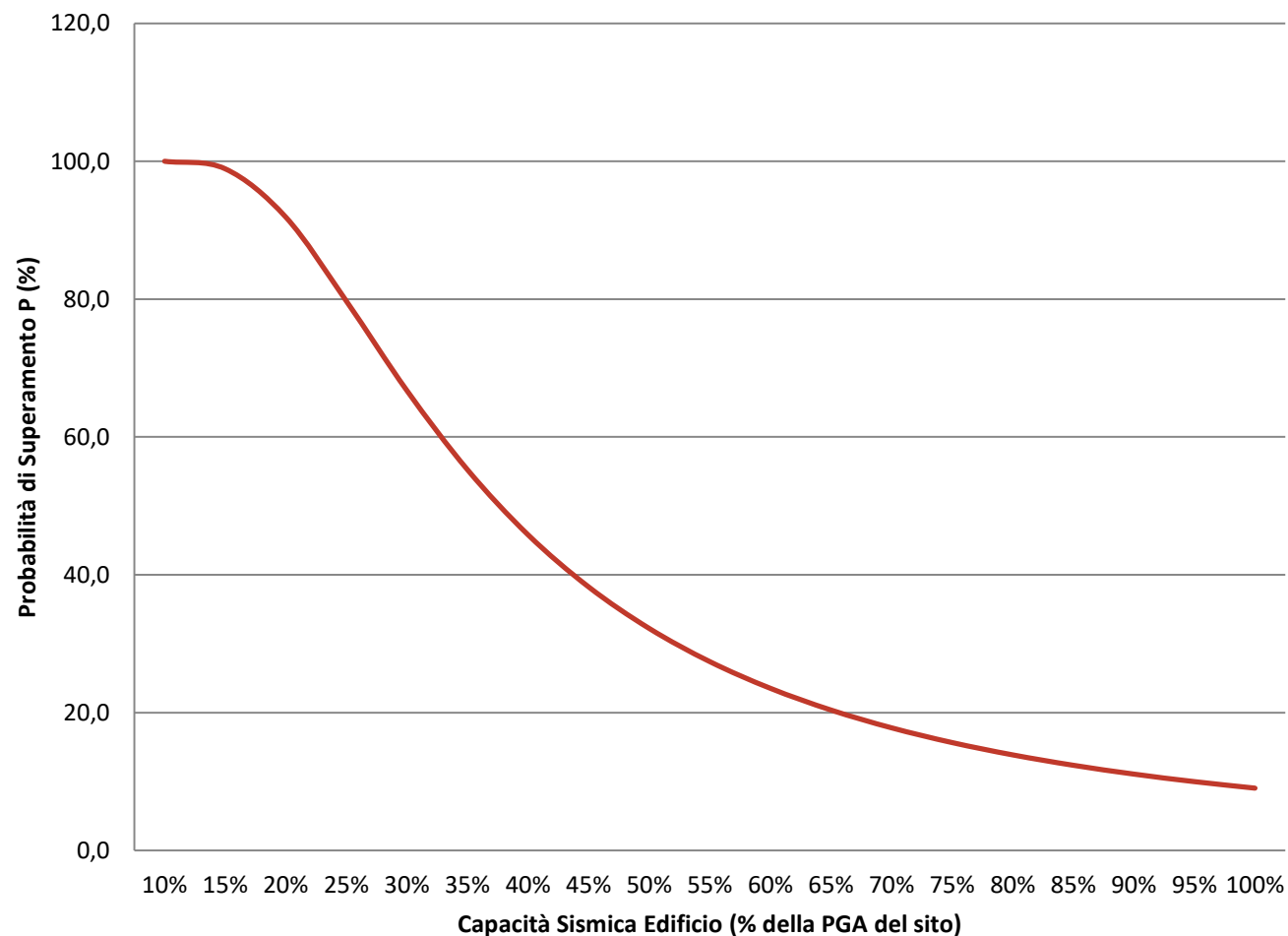


Spettro di progetto Vs azione sismica

GAP edifici in muratura / GAP ed. industriali

PROBABILITA' SUPERAMENTO IN 50 ANNI DELLA CAPACITA' RESITENTE AL SISMA

Probabilità di Superamento in 50 anni vs. Capacità Sismica Edificio



Indice di Sicurezza

$100\% < IS-V$

$80\% \leq IS-V < 100\%$

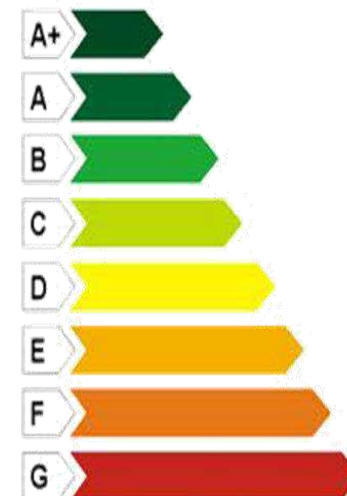
$60\% \leq IS-V < 80\%$

$45\% \leq IS-V < 60\%$

$30\% \leq IS-V < 45\%$

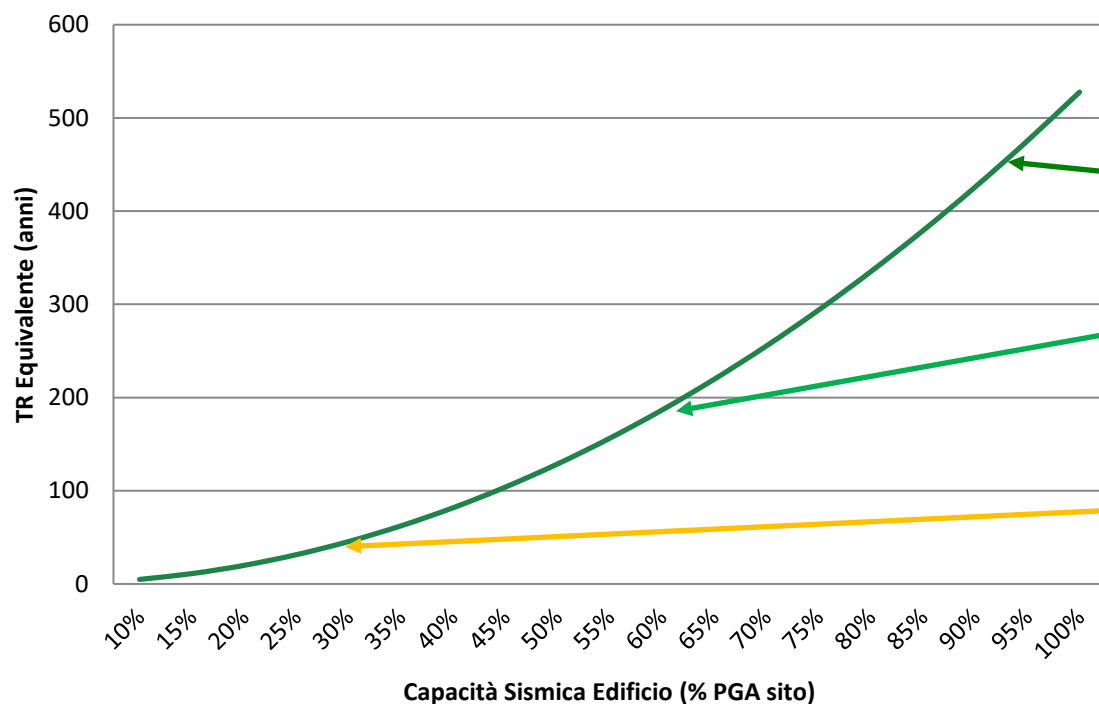
$15\% \leq IS-V < 30\%$

$IS-V \leq 15\%$



TEMPO DI RITORNO Vs CAPACITA' RESISTENTE AL SISMA –ISV

Tempo di Ritorno TR Equivalente vs. Capacità Sismica Edificio



Quanto maggiore sarà l'incremento della capacità resistente nei confronti dell'azione sismica rispetto all'azione di riferimento, quanto minore sarà la probabilità di accadimento di un sisma in grado di produrre quell'azione

Indice di Sicurezza	
$100\% < IS-V$	A+
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E
$IS-V \leq 15\%$	F
	G

In zona 3 un immobile adeguato al sisma (ISV=100%) ed uno migliorato al 60% od al 30% hanno un periodo di ritorno rispettivamente di 475 anni, 186 anni, 45 anni.

aslbergamo.asl bg.REGISTRO UFFICIALE.U.0040715.01-04-2014.h.11:51



Regione Lombardia
ASL Bergamo

DIREZIONE GENERALE

Spett.le
Componenti Commissione
ex art. 7 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
Loro Sedì

Oggetto: valutazione del rischio sismico nei capannoni industriali prefabbricati non costruiti con criteri antisismici.

I terremoti che hanno recentemente colpito le regioni Emilia Romagna e Lombardia hanno evidenziato un'evidente mancanza di adeguamento della classificazione dei capannoni industriali, beni ed ai patrimoni storici, paesaggistici, ambientali, ponendo in evidenza la necessità di interventi per far fronte a tale rischio. Quantomeno il caso di questi capannoni prefabbricati non costruiti con criteri antisismici. Le possibili conseguenze di un eventuale evento sismico di rischio rilevante e di conseguenze significative sulle

dei rischi e per
contemplano,
Lo stesso Mini
dell'evento sis

L'art. 29 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. richiede che la valutazione dei rischi venga rielaborata in relazione al grado di evoluzione della tecnica, della prevenzione o della protezione. Inoltre l'art.

di garantire, per quanto tecnicamente possibile, la solidità dei luoghi di lavoro anche in relazione ad un potenziale evento sismico.
La valutazione del rischio sismico è però particolarmente complessa. Innanzitutto bisogna partire dal luogo di lavoro in quanto le conseguenze del sisma, quindi il rischio, sono evidentemente

l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro". E' chiaro che l'esperienza degli ultimi anni ci consente di prevedere le conseguenze dannose di un evento sismico, mentre le nuove conoscenze tecnologiche messe a disposizione dal progresso tecnico-scientifico garantiscono metodi efficaci di valutazione ed adeguamento.

funzione delle
Per valutare il
luoghi di lavoro
possiedono un
Ciò è esplicita

Come può pertanto un datore di lavoro, consapevole che la propria attività si svolge in zona sismica all'interno di un edificio che non garantisce una sufficiente stabilità in caso di sisma, non prendere in considerazione la necessità di un adeguamento?

Dobbiamo chi
ecc.) non r
l'acquisizione di dati sommari sulle opere, con carattere di sola rilevazione statistica, difficilmente può risultare sufficiente a caratterizzare in modo adeguato il rischio sismico.

Oggetti posti all'interno delle strutture stesse. Senza peraltro dimenticare possibili incendi provocati dalla fuoriuscita di materiale infiammabile o dalla rottura di tubazioni del gas e di linee elettriche o anche intossicazioni per sversamento di materiali tossici o pericolosi.

Questa valutazione è particolarmente importante per le aziende operanti in capannoni industriali prefabbricati non costruiti con criteri antisismici in quanto è oramai stata acquisita una consapevolezza diffusa, supportata da una ampia letteratura scientifica, circa la loro elevata vulnerabilità al sisma. L'evento sismico del 2012 in Emilia Romagna ha infatti ulteriormente reso

Dal punto di vista tecnico esistono diversi metodi per effettuare questa valutazione, l'unico dato certo è che queste analisi e valutazioni richiedono la collaborazione di un professionista specializzato o l'affidamento al costruttore del proprio capannone. Gli esiti della relazione redatta dal tecnico competente potranno portare ad una delle seguenti tre conclusioni:

- non sono necessari interventi;
- non sono necessari interventi purché si prevedano delle limitazioni nell'uso dei locali;
- sono necessari interventi che possono risultare di adeguamento e/o miglioramento, globali o locali.

E' evidente che una volta individuati questi interventi ritenuti necessari, il datore di lavoro è tenuto, così come indicato anche dall'art. 64 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., a provvedere ad effettuarli il prima possibile per eliminare le criticità evidenziate che possano pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori.

Questi interventi dovranno pertanto essere pianificati ed inseriti nel programma per il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza allegato al DVR aziendale al fine di consentire di ottenere un livello di rischio accettabile.

Azienda Sanitaria Locale della Provincia di Bergamo
Via F. Galliccioli, 4 - 24121 Bergamo - Tel. 035385111 - fax 035385245 C.F./P.IVA 02584740167
sito Internet: www.asl.bergamo.it

La vigente normativa in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro richiede pertanto ai datori di lavoro di tutte le aziende di effettuare una specifica valutazione anche dei rischi legati ad un potenziale evento sismico. Infatti gli articoli 17 e 28 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro" indicano la necessità di effettuare una valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza, comprendendo evidentemente anche quelli collegati a possibili eventi catastrofici naturali (quali frane, inondazioni, terremoti, ecc.). Conferma di quanto

D

D.M.65/2017 ALL. A - LINEE GUIDA QUALIFICAZIONE RISCHIO SISMICO

Classe IS.V.

Indice di Sicurezza salvaguardia Vita

Rapporto in percentuale tra l'accelerazione al suolo che provoca il raggiungimento dello stato limite di Salvaguardia della Vita e quella che dovrebbe avere un edificio di nuova progettazione.



Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A_{IS-V}^+
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D_{IS-V}
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}



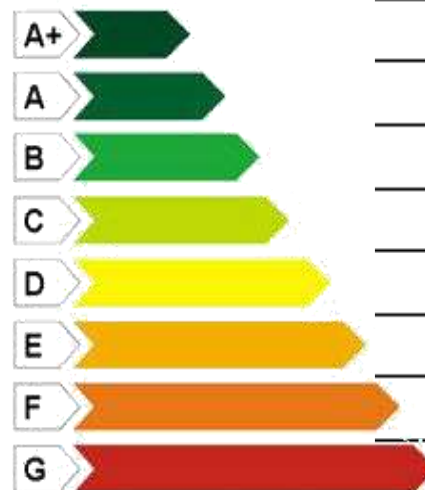
Classe P.A.M.

Perdita Annua Media attesa

Valutazione, in percentuale sul costo di ricostruzione dell'edificio, delle perdite economiche attese dovute ai danni strutturali e non (es. tamponature, serramenti, etc.)



Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A_{PAM}^+
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}



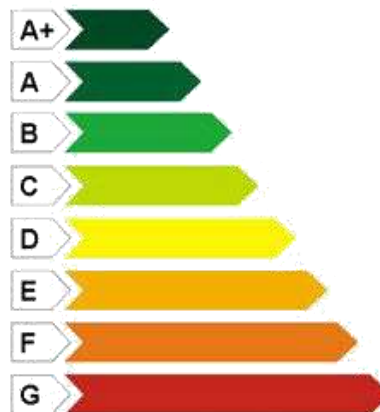
D.M.65/2017 ALL. A - LINEE GUIDA QUALIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Classe IS.V.

(confronto % con azione sismica di riferimento)



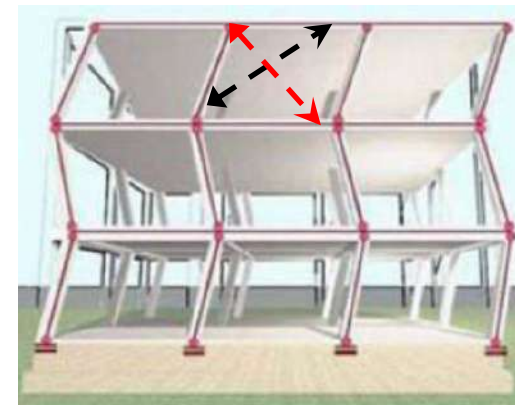
Valutazione
della
resistenza
strutturale
rispetto al
sisma atteso



Classe P.A.M.

(Perdita Annuale Media attesa - % annuo costo di ricostruzione)

Stima dei
danni
attesi
sull'edificio
causati dal
sisma



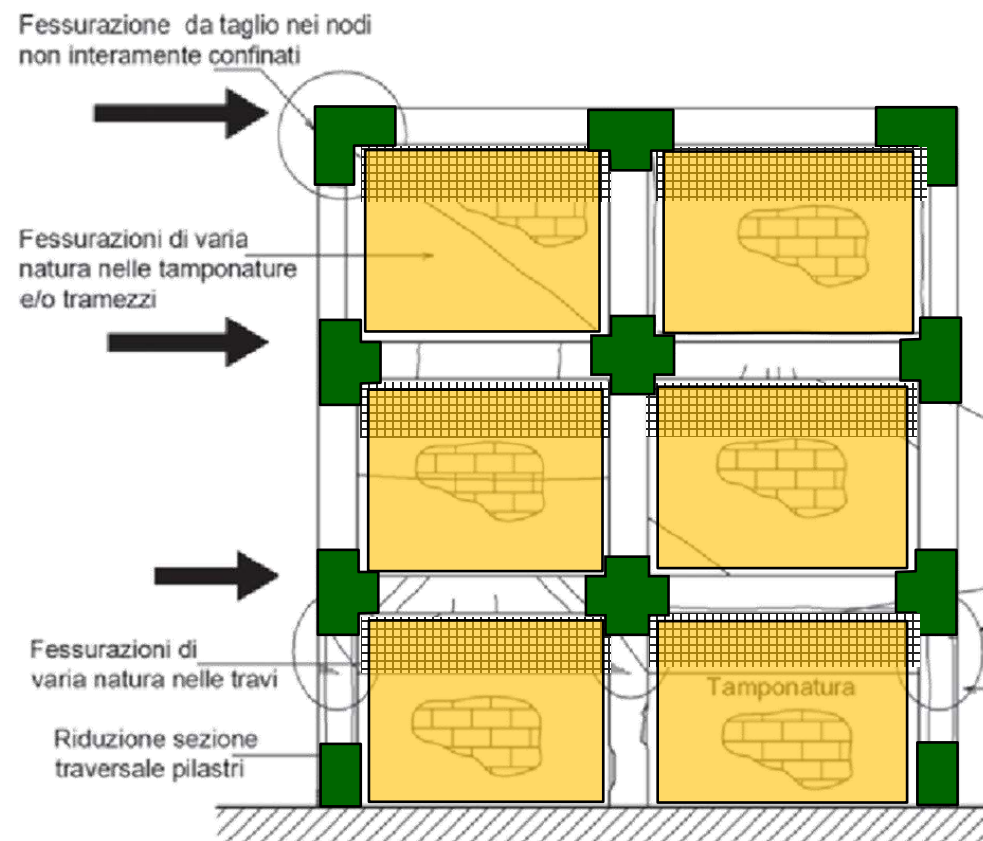
D.M.65/2017 ALL. A - LINEE GUIDA QUALIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

MIGLIORAMENTO SISMICO DI 1 CLASSE: METODO SEMPLIFICATO PER EDIFICI IN C.A.

Nel caso in cui la struttura sia stata originariamente concepita con **telai in entrambe le direzioni** *“è ritenuto valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore, eseguendo solamente interventi locali di rafforzamento”*.

Se saranno eseguiti tutti i seguenti interventi :

-  - confinamento di tutti i nodi perimetrali;
-  - anti-ribaltamento tamponature esterne;
-  - ripristino delle zone danneggiate e/o degradate;

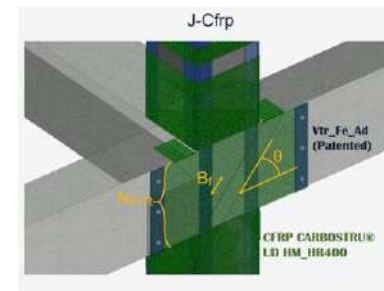
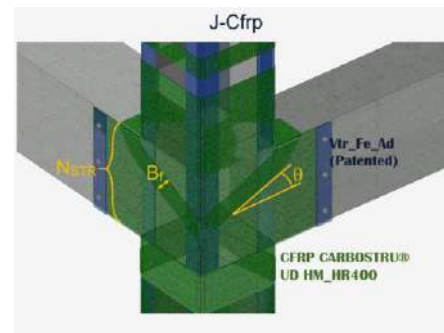


MIGLIORAMENTO SISMICO DI 1- 2 CLASSI: METODO ANALITICO

-  - confinamento di tutti i nodi perimetrali;
-  - anti-ribaltamento tamponature esterne ;
-  - ripristino delle zone danneggiate e/o degradate;

+ Tutti gli interventi risultati dall'analisi, ad es.:

-  - rinforzo pilastri;
-  - rinforzo travi;
-  - confinamento altri nodi;
- Inserimento di altri elementi sismoresistenti

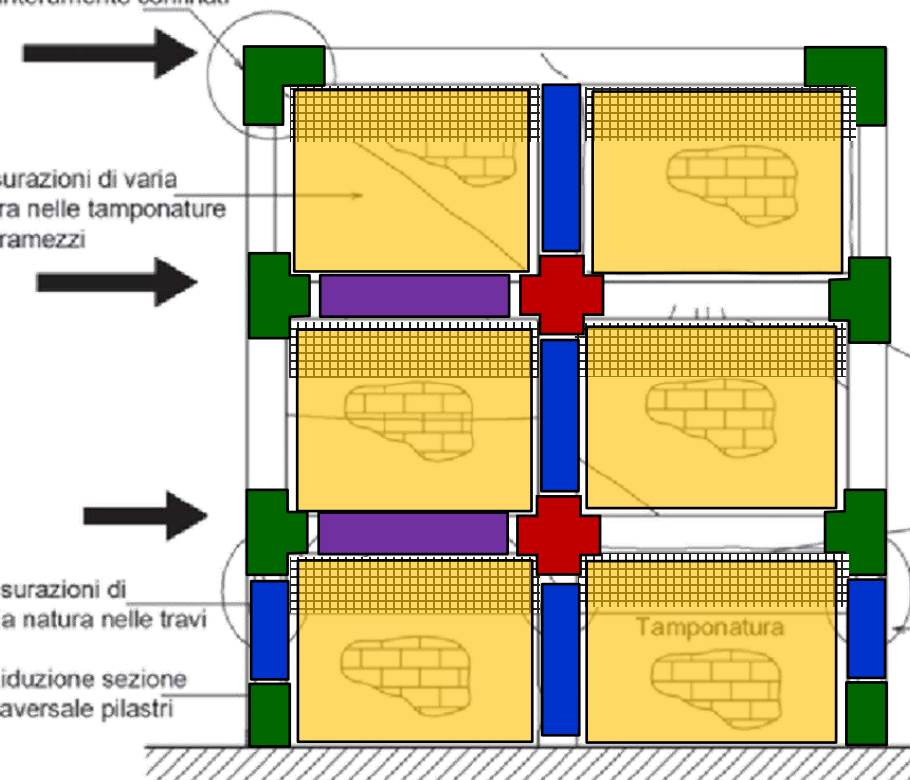


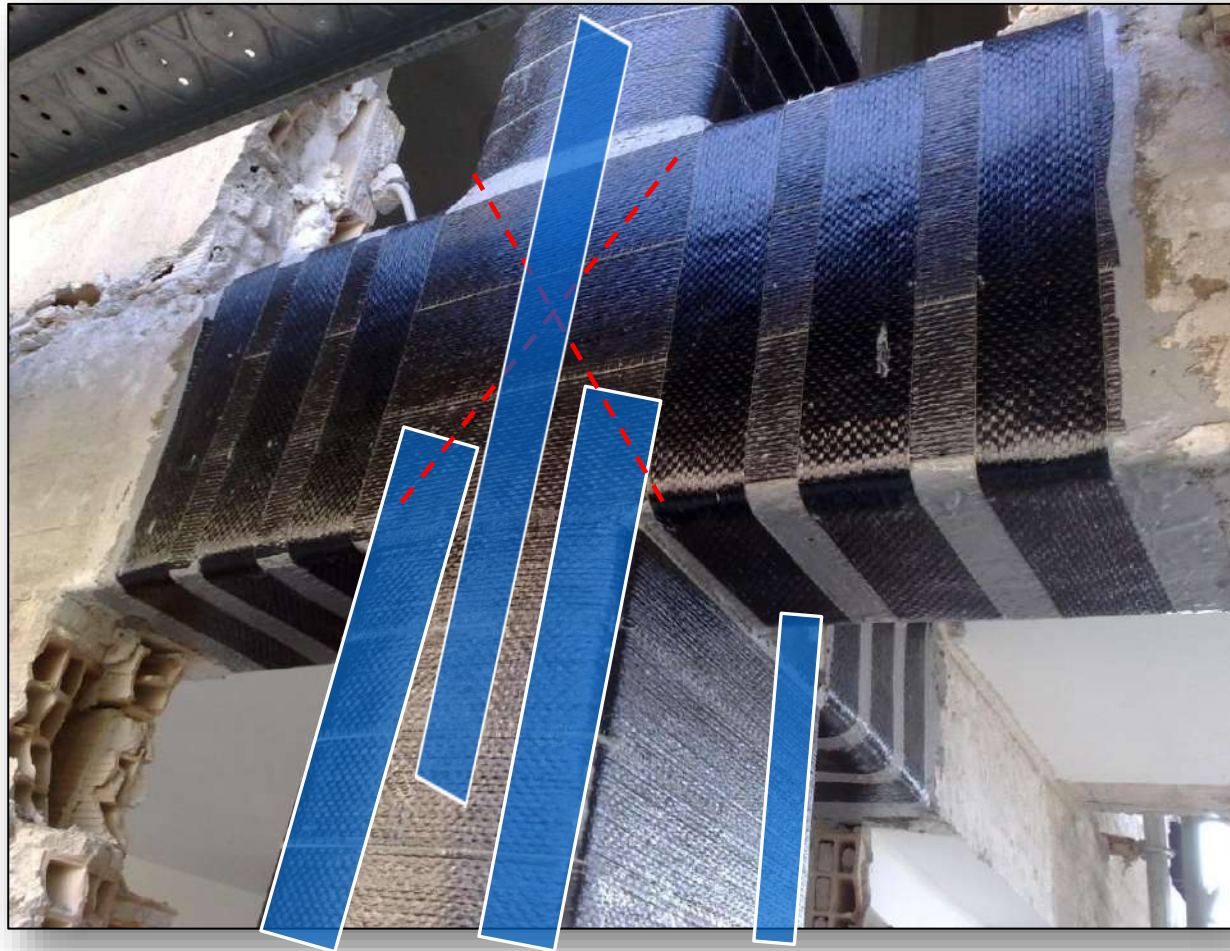
Fessurazione da taglio nei nodi non interamente confinati

Fessurazioni di varia natura nelle tamponature e/o tramezzi

Fessurazioni di varia natura nelle travi

Riduzione sezione trasversale pilastri

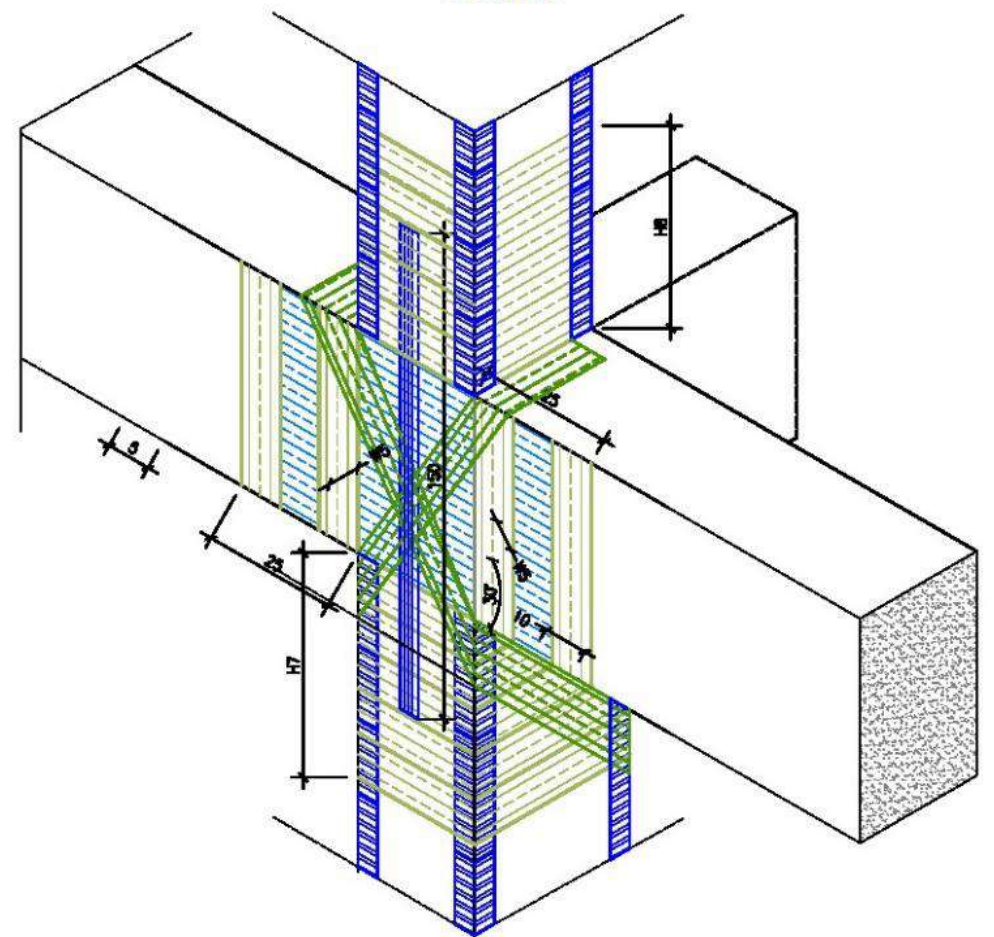




2010 L'AQUILA
RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS:
CFRP + STEEL TAILORING



Vista Assonometrica
 Esterna



VERIFICA NODI Trave/Pilastro : CIRCOLARE APPLICATIVA NTC

Nodi trave-pilastro

La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al § 7.4.4.3 delle NTC. Deve essere verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale. Per la verifica si possono adottare le seguenti espressioni:

- per la resistenza a trazione:

$$\sigma_{jt} = \left| \frac{N}{2A_j} - \sqrt{\left(\frac{N}{2A_j}\right)^2 + \left(\frac{V_j}{A_j}\right)^2} \right| \leq 0.3\sqrt{f_c} (f_c \text{ in MPa}) \quad [\text{C8.7.2.11}]$$

- per la resistenza a compressione:

$$\sigma_{jc} = \frac{N}{2A_j} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_j}\right)^2 + \left(\frac{V_j}{A_j}\right)^2} \leq 0.5f_c (f_c \text{ in MPa}) \quad [\text{C8.7.2.12}]$$

dove N indica l'azione assiale presente nel pilastro superiore, V_j indica il taglio totale agente sul nodo, ottenuto come somma algebrica del taglio trasmesso dal pilastro superiore e degli sforzi orizzontali trasmessi dalle parti superiori delle travi, $A_j = b_j h_{jc}$ dove b_j e h_{jc} sono stati definiti al § 7.4.4.3.1 della norma. Le resistenze dei materiali sono ottenute come media delle prove eseguite in sito e da fonti aggiuntive di informazione, divise per il fattore di confidenza appropriato in relazione al Livello di Conoscenza raggiunto e per il coefficiente parziale del materiale.

NOTA: ...in assenza di taglio sismico $N/A_j < 0.5 f_c$

Rinforzo pilastri - CIRCOLARE APPLICATIVA NTC : Capacità rotazionale

C8.7.2.3.2 Stato limite di prevenzione del collasso

Allo stato limite di prevenzione del collasso, la capacità θ_u in termini di rotazione totale rispetto alla corda può essere valutata alternativamente utilizzando modelli numerici che tengano in debito conto i contributi del calcestruzzo, dell'acciaio ed dell'aderenza acciaio calcestruzzo, ovvero mediante formule di comprovata validità, come, ad esempio, quelle riportate nel seguito.

$$\theta_u = \frac{1}{\gamma_{el}} 0,016 \cdot (0,3^v) \left[\frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} \left(\frac{L_V}{h} \right)^{0,35} 25^{\left(\alpha_{ps} \frac{f_{yw}}{f_c} \right)} (1,25^{100} \rho_d) \quad [\text{C8.7.2.1}]$$

$v = N / (A_c f_c)$ è lo sforzo assiale normalizzato di compressione agente su tutta la sezione A_c ;

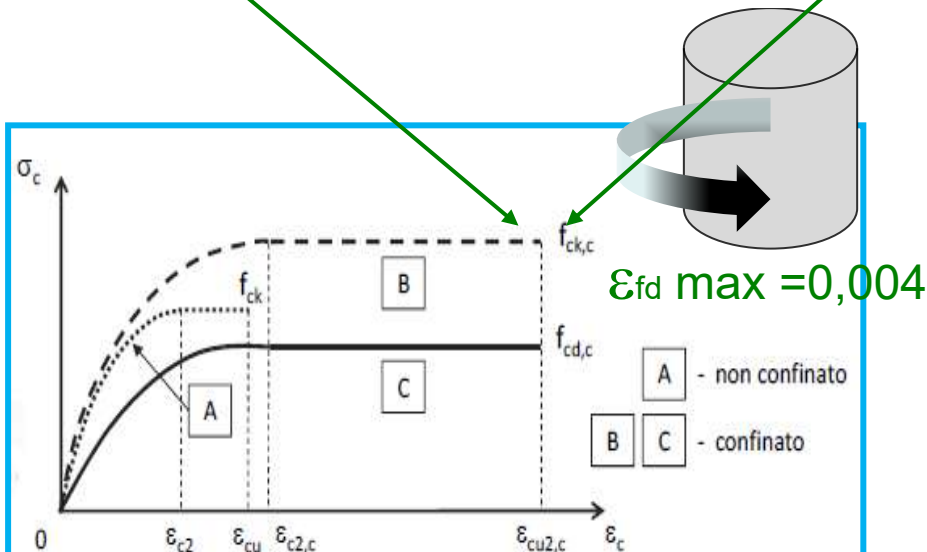


Fig. 4.1.2 – Modelli σ - ϵ per il calcestruzzo confinato

CNR DT 200/2013

$$\epsilon_{ccu} = 0.0035 + 0.015 \cdot \sqrt{\frac{f_{leff}}{f_{cd}}}$$

$$f_{leff} = k_{eff} \cdot f_1$$

$$f_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho_f \cdot E_f \cdot \epsilon_{fd,rid}$$

$$\rho_f = 2 \cdot t_f \cdot (b + h) / (b \cdot h)$$

$$\epsilon_{fd,rid} = \min \{ \eta_a \cdot \epsilon_{fk} / \gamma_f ; 0.004 \}$$



Rinforzo pilastri - CIRCOLARE APPLICATIVA NTC : Capacità rotazionale

C8.7.2.3.2 Stato limite di prevenzione del collasso

Allo stato limite di prevenzione del collasso, la capacità θ_u in termini di rotazione totale rispetto alla corda può essere valutata alternativamente utilizzando modelli numerici che tengano in debito conto i contributi del calcestruzzo, dell'acciaio ed dell'aderenza acciaio calcestruzzo, ovvero mediante formule di comprovata validità, come, ad esempio, quelle riportate nel seguito.

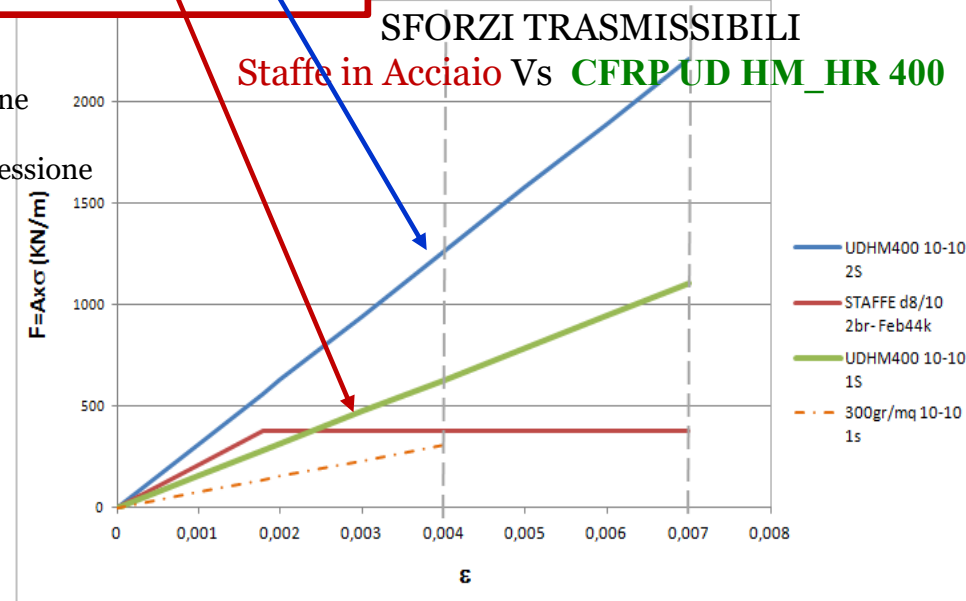
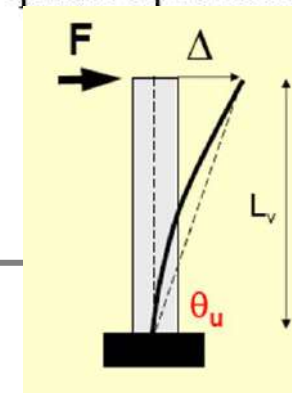
$$\theta_u = \frac{1}{\gamma_{el}} 0,016 \cdot (0,3^v) \left[\frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} \left(\frac{L_v}{h} \right)^{0,35} 25^{\left(\alpha \rho_{sx} \frac{f_{yw}}{f_c} \right)} (1,25^{100 \rho_d}) \quad [\text{C8.7.2.1}]$$

$\rho_{sx} = A_{sx}/b_w s_h$ è la percentuale di armatura trasversale (s_h = interasse delle staffe nella zona critica);
 ρ_d è la percentuale di eventuali armature diagonali in ciascuna direzione,
 α è un fattore di efficienza del confinamento dato da:

$\omega = A_s f_y / (A_c f_c)$ Percentuale meccan. armat. Long. trazione

$\omega' = A'_s f_y / (A_c f_c)$ Percentuale meccan. armat. Long. compressione

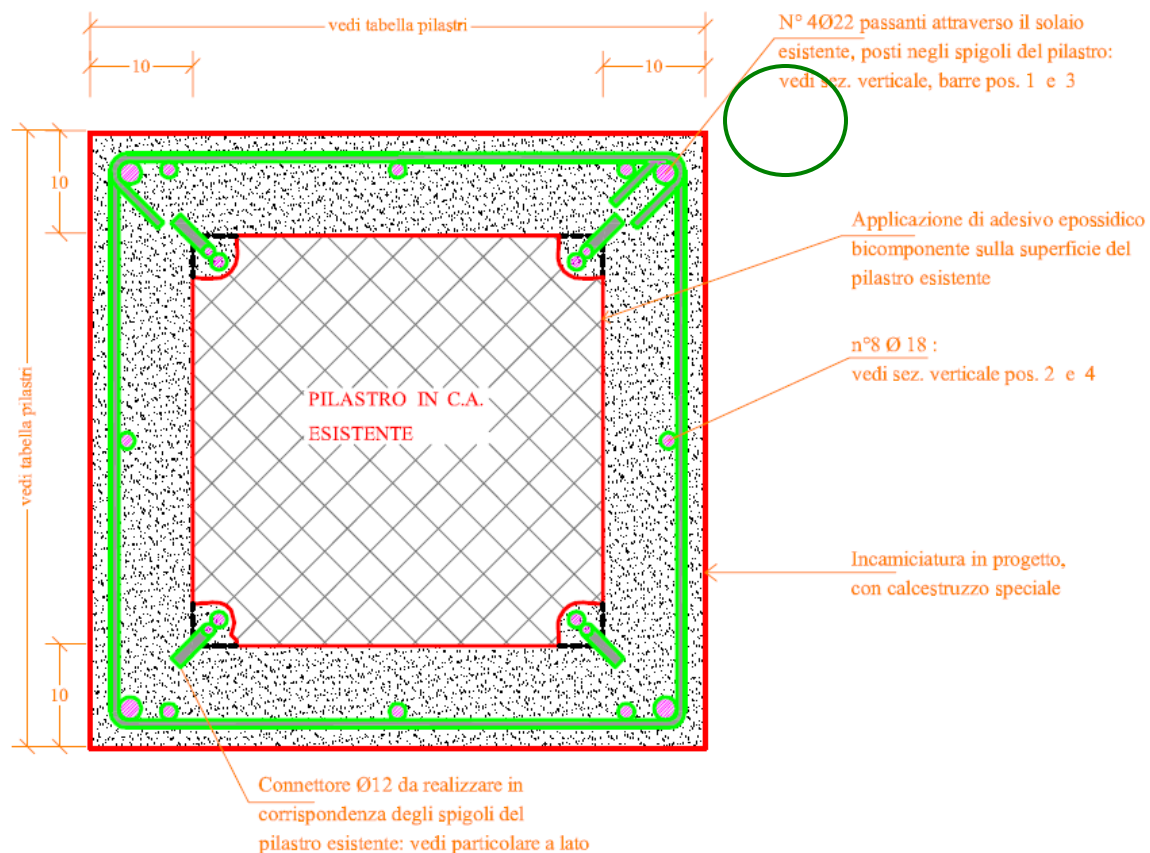
N.B: $\alpha = 0$ in caso di staffe non chiuse a 135°



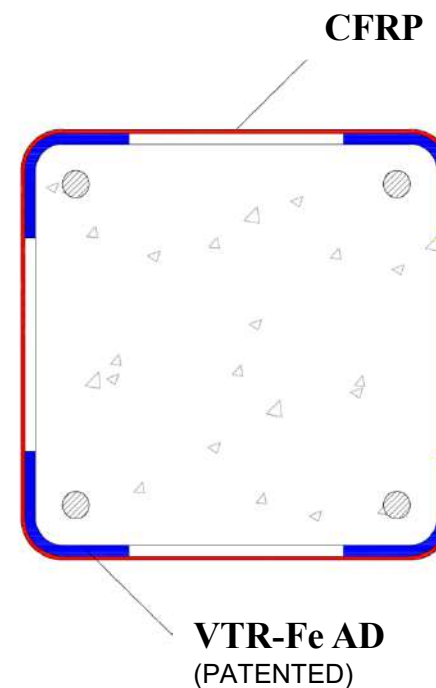
2009 SEISMIC RETROFIT - CORTE DEI CONTI - ROME

TRADITIONAL RETROFITTING Vs **CFRP CARBOSTRU® SYSTEMS**

Traditional: incompatible with the supplies adjacent to the column



CARBOSTRU® C-SYSTEM: higher performance with a small size (reinforced thickness less than one cm)



2009 SEISMIC RETROFIT - CORTE DEI CONTI - ROME





ESEMPI DI ADEGUAMENTI SISMICI



2011 SEISMIC RETROFIT – UNIVERSITY OF SALERNO



2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS



2010 L'AQUILA RETROFIT OF BEAM-COLUMNS JOINTS



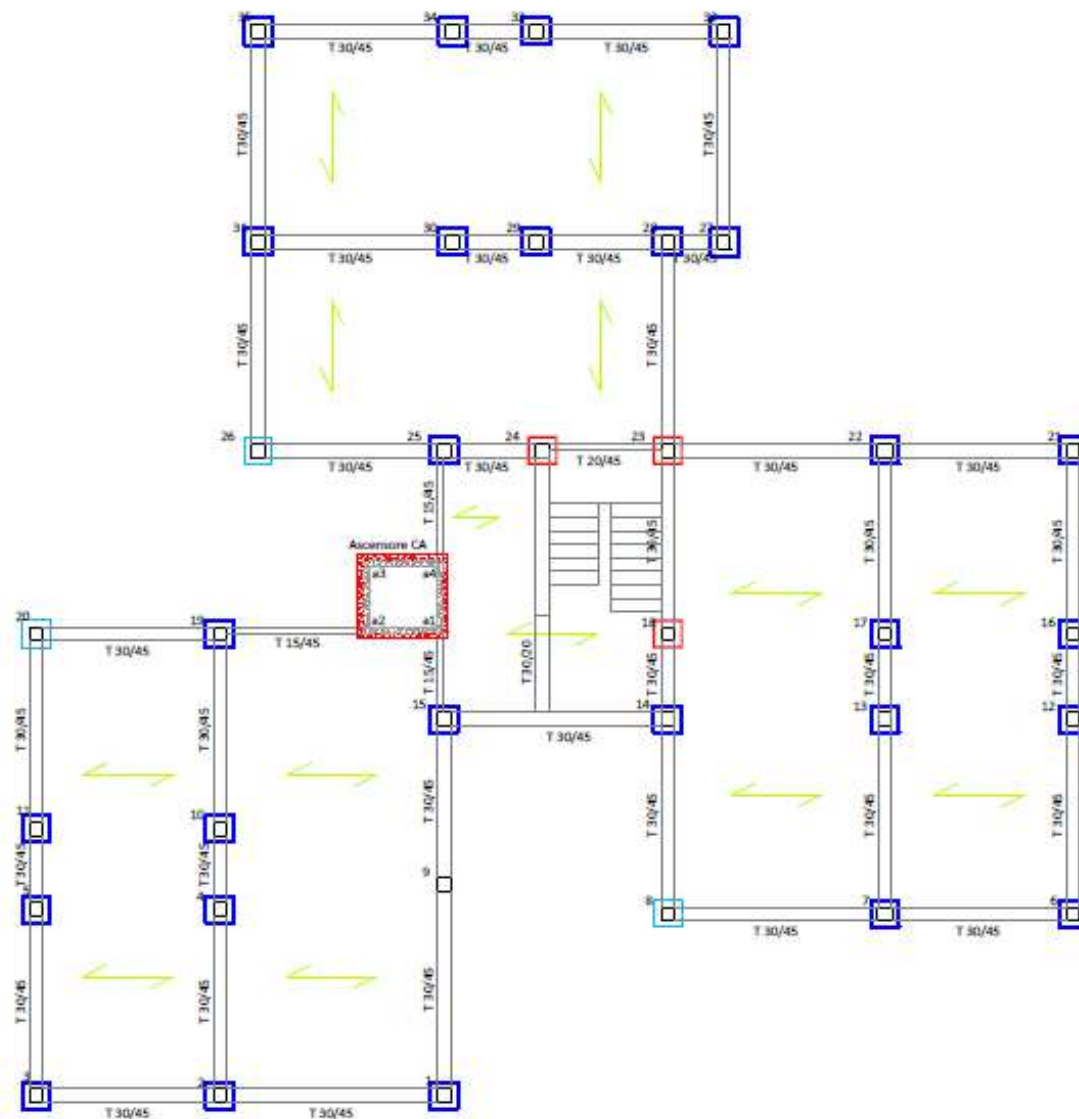






2017 SEISMIC RETROFIT G.F.L. - LA MADONNINA HOSPITAL MILAN

2025 MATELICA (MC) MIGLIORAMENTO SISMICO 4 CLASSI



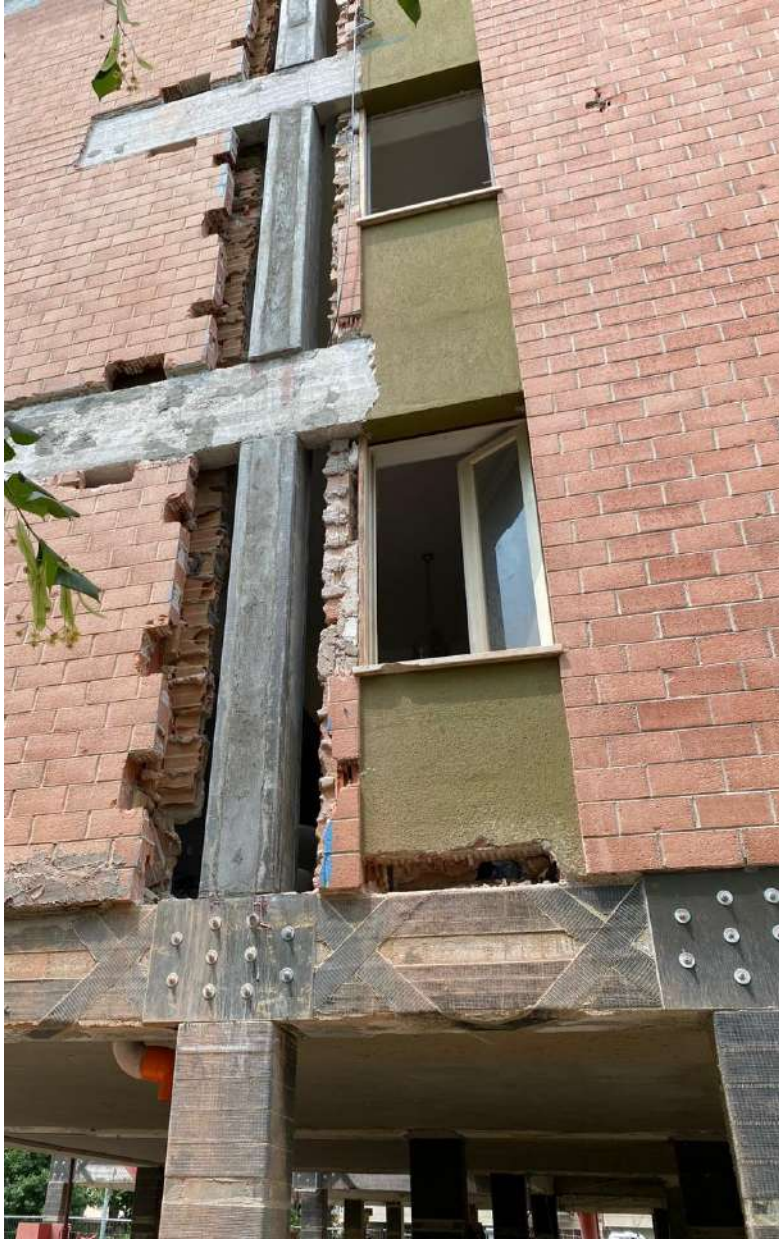
Tipologici rinforzo pilastri

- TIPOLOGICO M+N+
- TIPOLOGICO N+
- TIPOLOGICO D+
- TIPOLOGICO RING

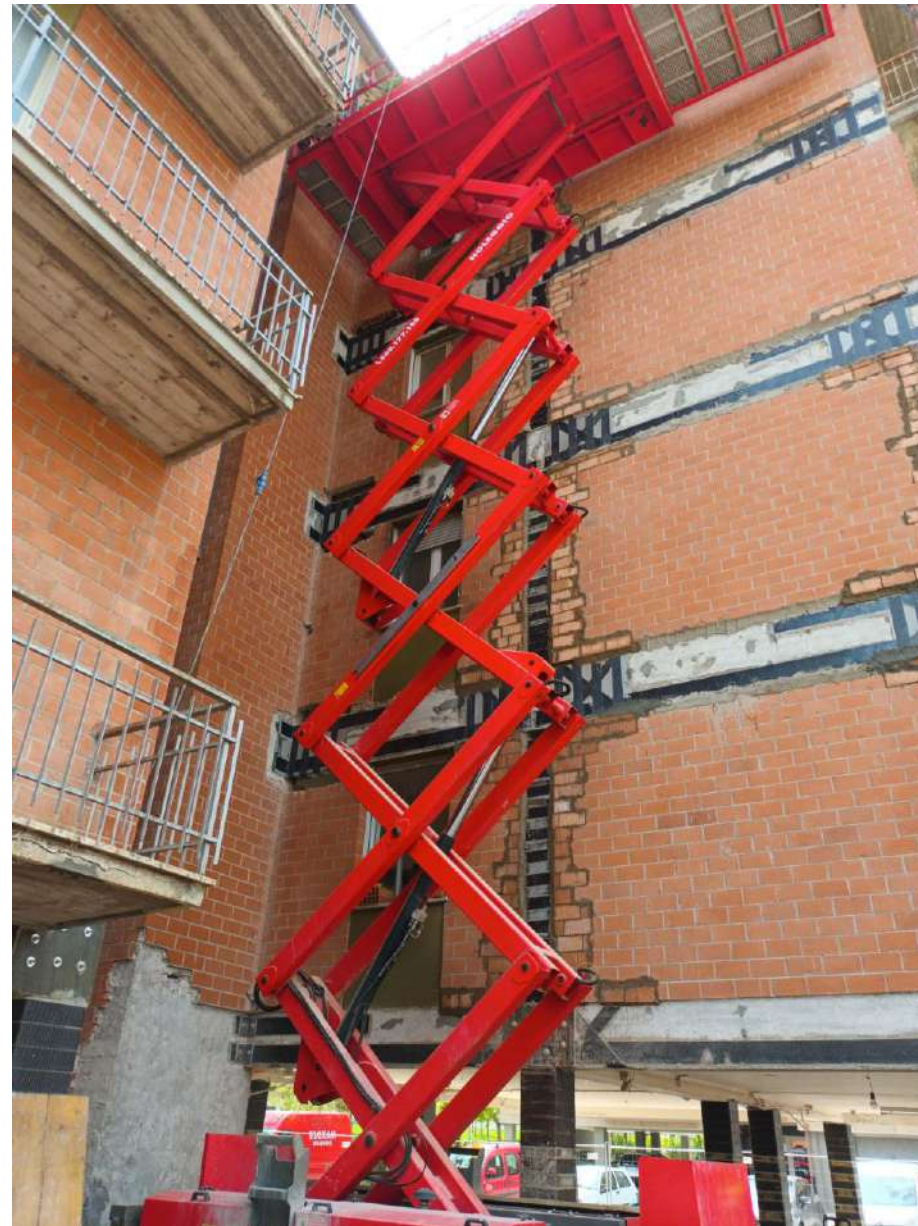
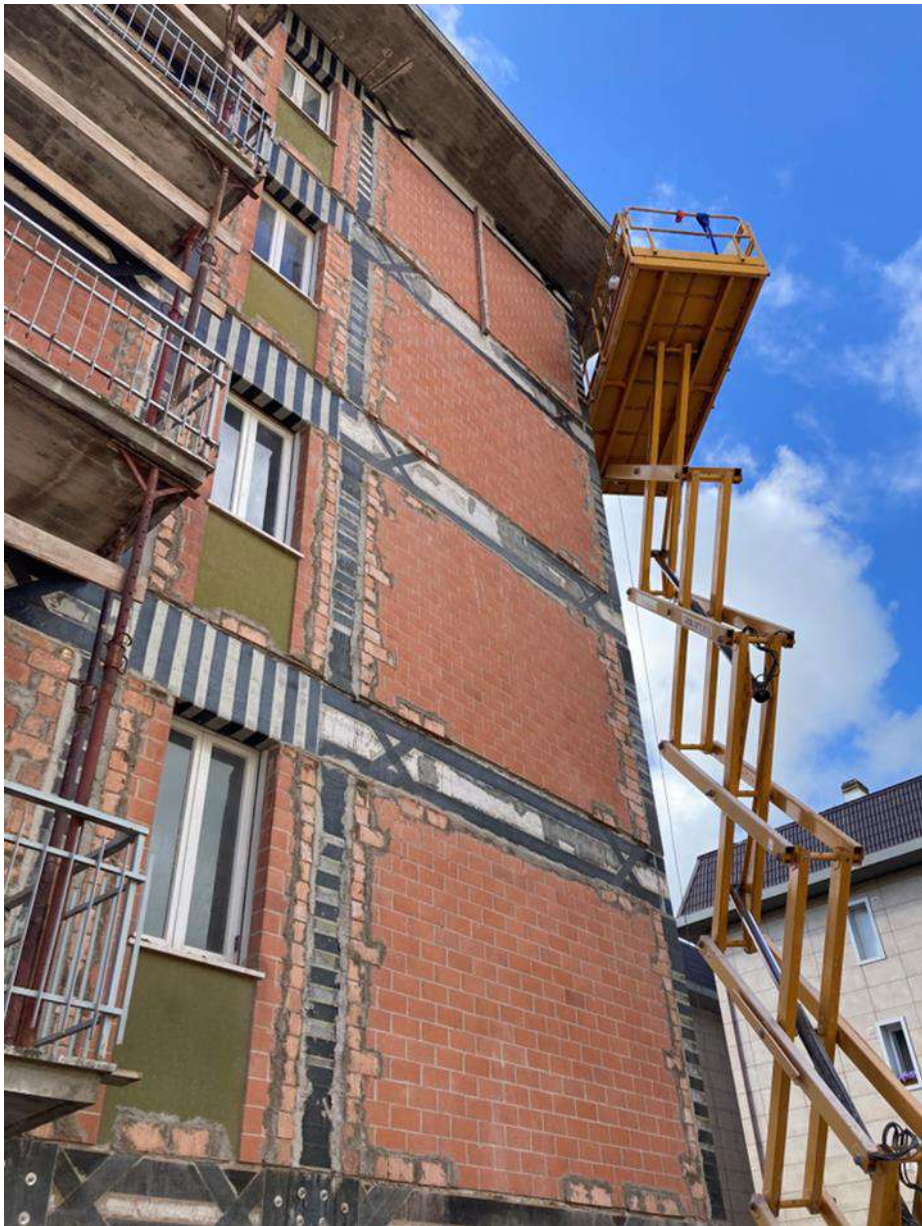
INTERBAU S.r.l. Via L.B. Alberti, 10 - Milano info@interbau.it tel. 02/3451468 fax. 02/34507026 https://www.interbau-fig.it/	Progetto: Condominio - Via F.lli Scaramia 4 82024 Maticella (MC)		Committente:	
	Tipo: Progetto esecutivo miglioramento sismico		Disegnato da:	Aut. Rel.
	Tipo Revisione:		Verificato da:	Aut. Rel.
	Layout interventi pilastri - Piano terra		Disegnato da:	Aut. Rel.
	Progetto Esecutivo		Disegnato da:	Aut. Rel.
Ing. L. Cersosimo		INTERBAU S.r.l.		Aut. Rel.
A3		07/11/2025		Aut. Rel.
1:100				Aut. Rel.



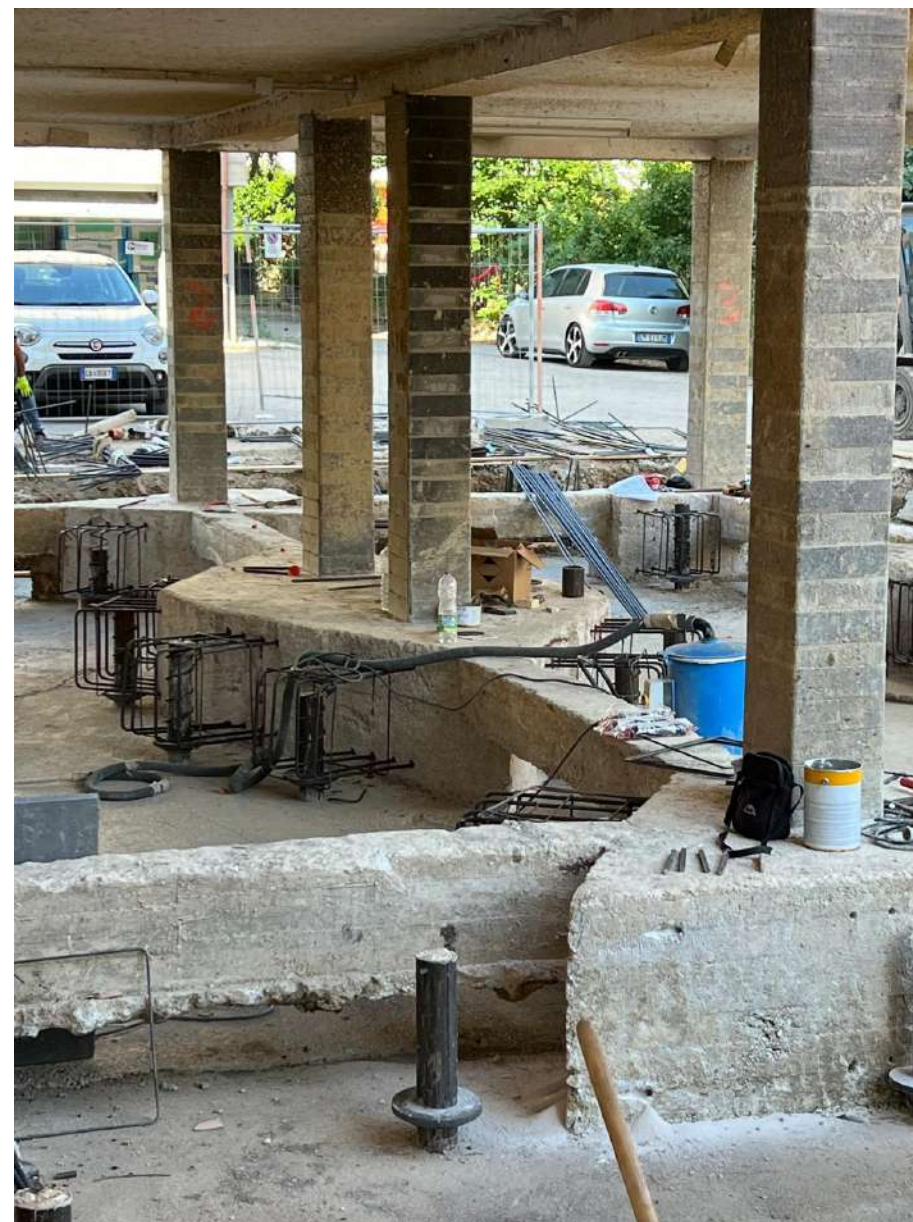
2025 MATELICA (MC) MIGLIORAMENTO SISMICO 4 CLASSI



2025 MATELICA (MC) MIGLIORAMENTO SISMICO 4 CLASSI



2025 MATELICA (MC) MIGLIORAMENTO SISMICO 4 CLASSI



2025 MATELICA (MC) MIGLIORAMENTO SISMICO 4 CLASSI





Miglioramento sismico e riqualificazione energetica

Via fratelli Sciamana 4, Matelica (MC)

INTERBAU S.r.l.

<https://www.interbau-frp.it/>