



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Convegno

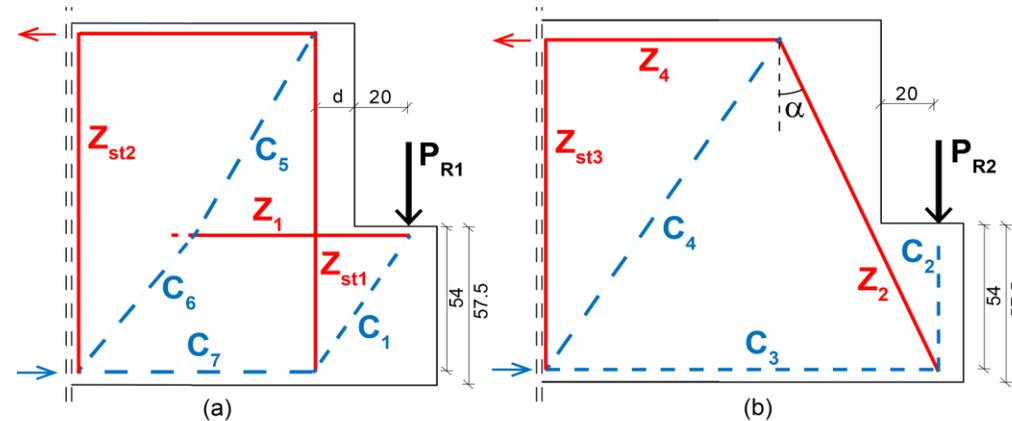


La sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti

**Accordo tra il CSLP ed il Consorzio ReLUIS
attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022**

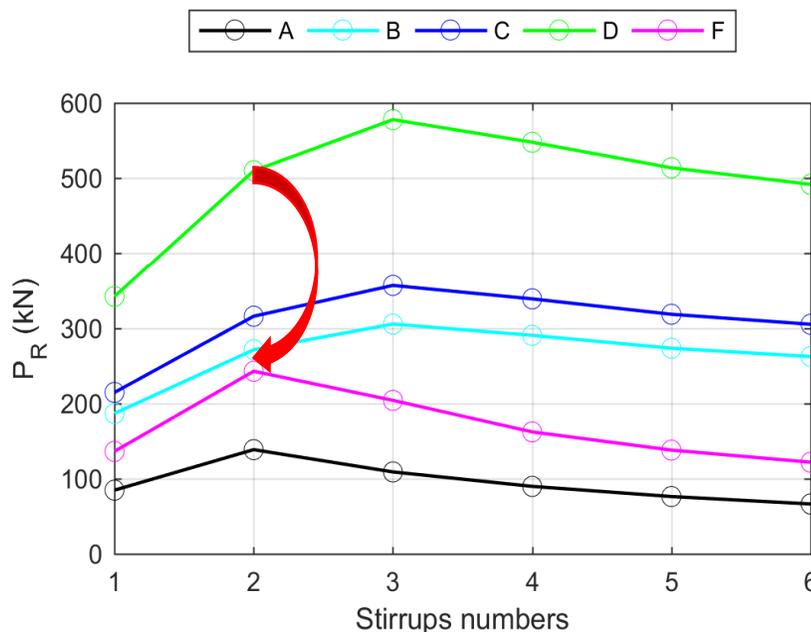
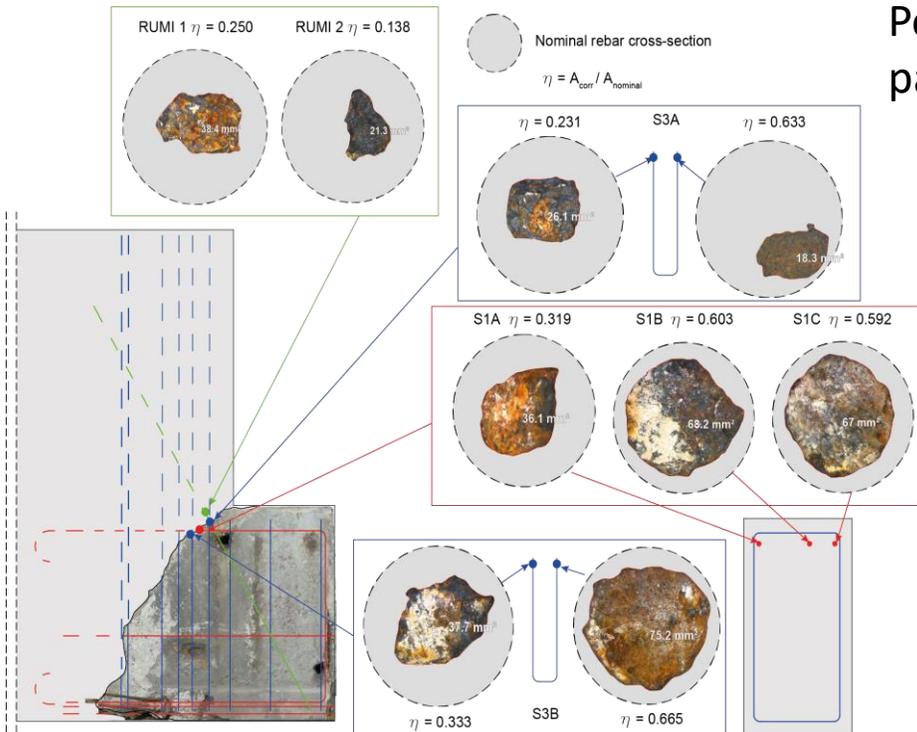
**Roma
24 e 25 ottobre 2023**

**Le selle Gerber
Marco di Prisco**



	Design (A)	As built (B,C,D,E)	A _s built with corrosion (F)
Z ₁	2 ø 12	3 ø 12 (S1A-B-C)	A _s = 36.1+68.2+67 = 171.3 mm ²
Z ₂	-	2 ø _{eq} 14 (RUM1/2)	A _s = 38.4+21.3 = 59.7 mm ²
α	-	30°	
Z _{st1}	2 stirrups ø 12 (2 legs each)	3 stirrups ø 12 (2 legs each – S3A/B)	2 stirrups A _s = 26.1+71.6+37.7+75.2 = 210.6 mm ²
d	130 mm	115 mm	95 mm
Z ₃	2 ø 12	3 ø 12 (S1A-B-C)	3 ø 12 (S1A-B-C)

Ponte di II categoria: passaggio in centro carreggiata!



Case ID	Reinforcement details	Type of steel reinforcement strength value adopted
A	Original design	Yielding—design value (f_{yd})
B	As-built with nominal diameters	Yielding—design value (f_{yd})
C	As-built with nominal diameters	Yielding—exp. mean value ($f_{ym,exp}$)
D	As-built with nominal diameters	Ultimate—exp. mean value ($f_{um,exp}$)
E	As-built with corroded ross section (from Fig. 9)	Yielding—exp. mean value ($f_{ym,exp}$)
F	As-built with corroded cross-section (from Fig. 9)	Ultimate computed on postfailure area (f_u^*)

di Prisco, M., Colombo, M., Martinelli, P. Structural Aspects of the Collapse of a RC Half-Joint Bridge: Case of the Annone Overpass (2023) Journal of Bridge Engineering, 28 (11), art. no. 05023007,

RICERCA BIBLIOGRAFICA E DOCUMENTALE

(1) CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA DEI PONTI GERBER REALIZZATI IN ITALIA TRA GLI ANNI '30 E GLI ANNI '70

	ANNI 1930 - 1950	ANNI 1950 - 1960		ANNI 1960 - 1980	
TIPOLOGIA	(1)	(2A)	(2B)	(3A)	(3B)
CARATTERISTICHE	TRAVE CONTINUA CON CERNIERE	TRAVI TAMPONE PILE A STAMPELLA C.A. ORDINARIO GETTO IN OPERA / PREFABBRICAZIONE	TRAVI TAMPONE PILE A STAMPELLA C.A.P. GETTO IN OPERA / PREFABBRICAZIONE	TRAVI TAMPONE PILE A STAMPELLA C.A. ORDINARIO/ C.A.P. GETTO IN CANTILEVER/ PREFABBRICAZIONE	TELAIO ZOPPO C.A. ORDINARIO / C.A.P. GETTO IN CANTILEVER / PREFABBRICAZIONE
SCHEMA STATICO	<p>Schemi a cerniere interne (Nisapna) Schemi a cerniere esterne (Kushtaly)</p>	<p>Gerber in schenno a telaio</p>	<p>Gerber in schenno a telaio</p>	<p>Gerber in schenno a telaio zoppo</p>	<p>Gerber in schenno a telaio zoppo</p>

(2) ORGANIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE RACCOLTA CONSIDERANDO LA TIPOLOGIA E ANNO DI COSTRUZIONE

CASI STUDIO		FONTI	TIPOLOGIE DI DOCUMENTI
TIPOLOGIA 1 1930-1940	C. CESTELLI GUIDI, PONTE DELLA MAGLIANA SUL TEVERE		ARCHIVIO GENIO CIVILE DI ROMA
			ARCHIVIO STORICO ANAS
TIPOLOGIA 2 1940-1950	R. MORANDI, PONTE DEL GRILLO SUL TEVERE		ARCHIVIO STORICO ANAS
			ARCHIVI PRIVATI PROGETTISTI
TIPOLOGIA 3 1960-1980	S. ZORZI, VIADOTTO DI PIETRATAGLIATA		ARCHIVIO STORICO ANAS
			ARCHIVI PRIVATI PROGETTISTI

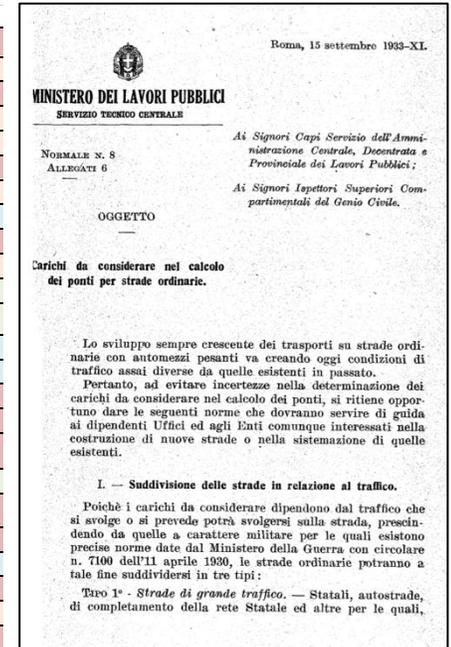


- TIPOLOGIE DI DOCUMENTI:
- DISEGNI ESECUTIVI
 - RELAZIONI DI CALCOLO
 - RELAZIONI DI COLLAUDO
 - SCHEDE MATERIALI
 - FOTOGRAFIE DI CANTIERE
 - **NORMATIVA DELL'EPOCA**

RICERCA BIBLIOGRAFICA E DOCUMENTALE

(3) CATALOGO DELLE NORMATIVE 1933 - 2003

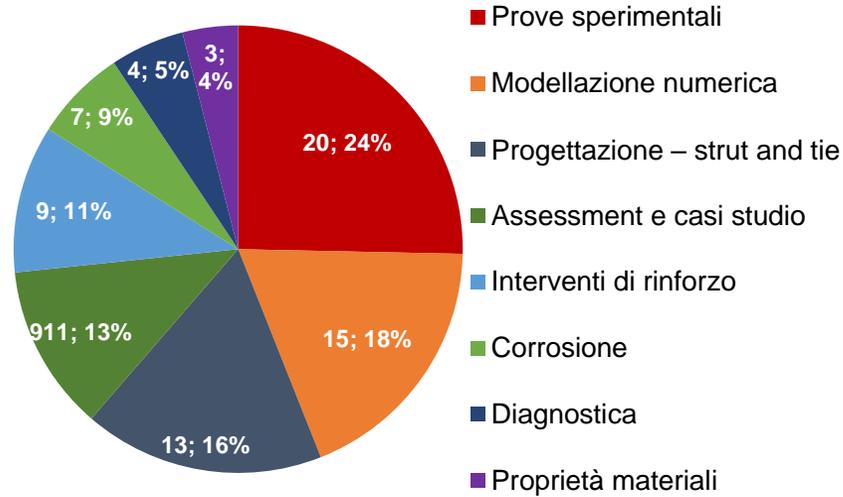
anno	provvedimento	titolo	nome file
1933	Regio Decreto 29 luglio n. 1213	Norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio (con rif al quadro normativo 1907-	1933_RD_1213.pdf
1933	Circolare Min LLPP n. 8 del 15 settembre	Carichi da considerare nel calcolo dei ponti per strade ordinari	1933_normale8.pdf
1939	Regio Decreto n. 2229 del 16 novembre	Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato	1939_RD_2229.pdf
1945	Circolare Min. LLPP n. 6018 del 9 giugno	Carichi da considerare nel calcolo dei ponti per strade ordinari	1945_circolare6018.pdf
1947	Circolare Min. n. 772 del 12 giugno	Carichi da considerare nel calcolo dei ponti per strade ordinari	1946_circolare772.pdf
1947	Decreto C. P. S. 20-12-1947, n. 1516	Norme per la esecuzione e l'impiego delle strutture di cemento armato precomprese	1947_DCPS_1516.pdf
1952	Direzione ANAS, circolare n. 820 del 15 marzo	Carichi per la progettazione delle strade	
1957	Circolare Min LLPP n 1472	Armatura delle strutture in cemento armato	1957_CM_1472.pdf
1960	Circolare Min LLPP n 494	Norme tecniche per il cemento armato precompresso	1960_CM_494.pdf
1962	Circolare Ministero LLPP n. 384	Nome relative ai carichi per i ponti stradali	1962_CM_384.pdf
1962	Legge 25 novembre 1962, n. 1684	Provvedimenti per l'edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche	1962_L_1684
1964	Legge 5 novembre 1964, n. 1224	Integrazioni della legge 25 novembre 1962 n. 1684, concernente provvedimenti per l'edilizia con particolari prescrizioni per le zone sismiche.	1964_L_1224.pdf
1965	Circolare Min LLPP n. 1547	Caratteristiche e modalità di impiego nel cemento armato degli acciaio ad aderenza migliorata	1965_CM_1547.pdf
1968	Circolare Min. LL.PP. n 5226	Acciai ad aderenza migliorata per calcestruzzo armato	1968_CM_5226.pdf
1970	Circolare Min LL.PP.n. 6487 del 26 febbraio	Norme tecniche per l'impiego delle strutture in cemento armato precompresso	1970_CM_6487.pdf
1971	Legge n. 1086 del 5 novembre 1	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.	1971_L_1086.pdf
1972	Decreto Min LLPP del 30 maggio	Norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica	1972_DM_30_05.pdf
1974	Legge n. 64 del 2 febbraio	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche	1974_L_74.pdf
1974	Circolare Min. LL.PP. n 11951	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per	1974_CM_11951.pdf
1974	Decreto Min. LL.PP. 30 maggio	Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche	1974_DM_30_05.pdf
1975	Circolare Min. LL.PP n. 13229	Impiego di materiali con elevate caratteristiche di resistenza per cemento armato normale e precompresso	1975_CM_13229.pdf
1976	Decreto Min LLPP 16 giugno	Norme per la disciplina delle opere in c.a., normale e precompresso ed a struttura metallica	1976_DM_16_06.pdf
1980	Decreto Min LLPP n. 308 del 2 agosto	Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali	1980_DM_308.pdf
1980	Decreto Min LLPP del 26 marzo 1980	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche	1980_DM_26_03.pdf
1980	Circolare Min LLPP. n. 20244 del 30 giugno	Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato e cemento armato precompresso e strutture metalliche, di cui al D.M. 26 marzo 1980	1980_CM_20244.pdf
1980	Circolare Min. LLPP. n.20977, del 11 novembre	Istruzioni relative alla Normativa Tecnica sui Ponti Stradali	1980_CM_20977.pdf
1983	Decreto Min. LLPP. del 1 aprile	Norme per la disciplina delle opere in c.a., normale e precompresso ed a struttura metallica	1983_DM_1_04.pdf
1985	Decreto Min. LLPP del 27 luglio	Norme per la disciplina delle opere in c.a., normale e precompresso ed a struttura metallica	1985_DM_27_07.pdf
1986	Circolare del M.LL.PP. n.27996 del 31 ottobre	Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M.	1986_CM_27996
1990	Decreto Min LLPP del 4 maggio	Aggiornamento delle Norme Tecniche per la Progettazione, la Esecuzione e il Collaudo dei Ponti Stradali	1990_DM_04_05.pdf
1991	Circolare. Min. LL.PP. N. 34233 del 25 febbraio	Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali	1991_CM_32233.pdf
1992	Decreto Min LLPP del 14 febbraio	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche	1992_DM_14_02.pdf
1992	Norme Tecnica CNR 10037/86	Norme Teciche: Mensole tozze e selle Gerber	1992_CNR_Gerber.pdf
1996	Decreto Min LLPP del 9 gennaio	Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture	1996_DM_9_01.pdf
1996	Circolare Min LLPP n. 252 del 15 ottobre	Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996	1996_CM_252.pdf
2003	ORD. P.C.M. n. 3274 del 20 marzo	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica Allegato 3 norme tecniche per il progetto sismico dei ponti	2003_estratto_Ord_3274.pdf



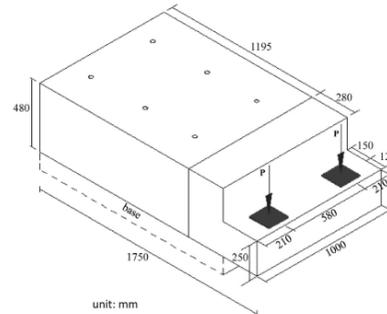
legenda	
	carichi e criteri per il calcolo dei ponti
	acciai armature
	norme tecniche opere in ca e cap
	leggi edilizia e sismica
	mensole tozze e Gerber

RICERCA BIBLIOGRAFICA E DOCUMENTALE

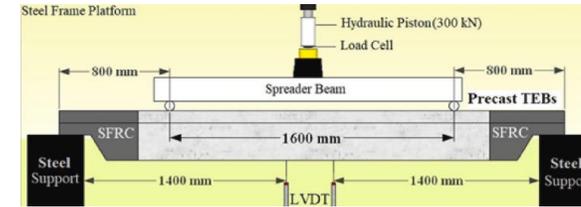
(4) CREAZIONE DI UN DATABASE COMUNE (82 ARTICOLI)



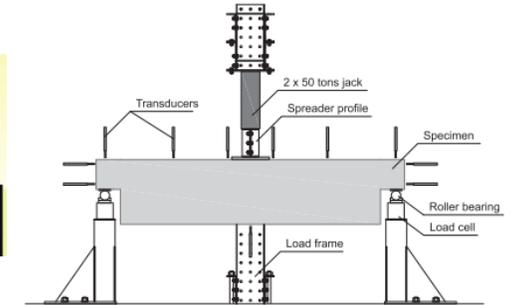
PROVE SPERIMENTALI



DIRECT SHEAR
(MORENO-MARTINEZ AND MELI 2014)

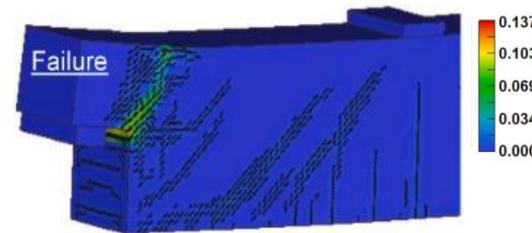


4 POINT BENDING
(OZKILIC ET. AL 2021)

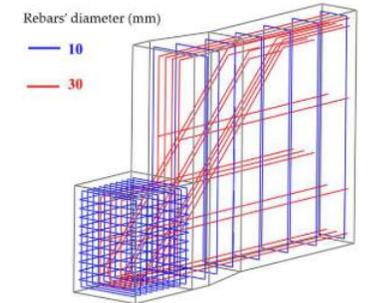
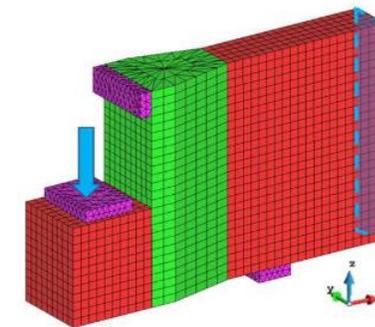


3 POINT BENDING
(DESNERCK ET. AL 2016)

MODELLAZIONE NUMERICA

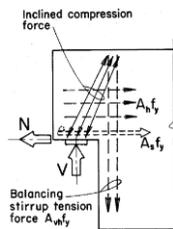


(DON ET. AL 2022)

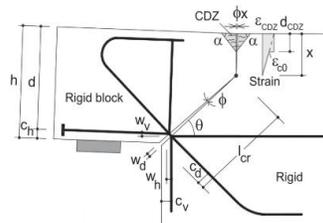


(SANTARSIERO ET. AL 2021)

PROGETTAZIONE – STRUT AND TIE



(MATTOCK AND CHAN 1979)



(MIHAYLOV ET AL. 2021)

CENSIMENTO E RACCOLTA DATI SULLE SELLE GERBER

PROPOSTA DI INTEGRAZIONE ALLE LLGG PONTI (LIVELLO 0):

Giunti

Tipologia giunti	_____	Numero totale giunti	_____
Lunghezza giunto spalla [m]	_____	Lunghezza giunto pila [m]	_____

INSERIRE PRESENZA SELLA GERBER

Selle Gerber

<input type="radio"/> Presenti	<input type="radio"/> Assenti	
--------------------------------	-------------------------------	--

PROPOSTA DI SCHEDA PER INDAGINE SU SELLE GERBER:

LA SCHEDA È STRUTTURATA IN 4 FOGLI DI UN FILE .XLS:

DESCRIZIONE GENERALE

- INFORMAZIONI GENERALI SUL PONTE;
- DESCRIZIONE DELLE CAMPATE;
- PRESENZA / ASSENZA DI RILIEVO DEL PANORAMA FESSURATIVO.

ISPEZIONE

- DESCRIZIONE DEL GIUNTO GERBER;
- DISCRETIZZAZIONE TRA **TRAVE PORTATA** E **TRAVE PORTANTE**;
- STATO DI CONSERVAZIONE DELLA SELLA;
- RILIEVO DEI DEGRADI.

DETTAGLI

- DESCRIZIONE DEI MATERIALI (PROPRIETÀ MECCANICHE, ANDAMENTO DELLE ARMATURE, DESCRIZIONE DELLE TESTATE DI ANCORAGGIO, ECC.);
- DISTINZIONE TRA **TRAVE PORTATA** E **TRAVE PORTANTE**;

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE

ALCUNE SEZIONI PREVEDONO UNA PARTE DI COMPILAZIONE **OBBLIGATORIA** E UNA DI COMPILAZIONE **FACOLTATIVA**

CENSIMENTO E RACCOLTA DATI SULLE SELLE GERBER

ESEMPIO SCHEDA PER INDAGINE SU SELLE GERBER: SCHEDA “DESCRIZIONE GENERALE”

Scheda descrittiva generale Selle Gerber

(1) Informazione generale del ponte

QUESTA SEZIONE DEVE ESSERE COMPILATA OBBLIGATORIAMENTE

Categoria del ponte:

Anno di costruzione [yyyy]:

Documentazione a disposizione:

Dettagli indagini (se presenti):

Tipo di indagine	Altro	Altro	Ispezione visiva
Specificare tipo di indagine (Altro):	indagini geotecniche	studio idraulico	
Data di esecuzione [gg/mm/aaaa]	2001	2001	gen-18
Dettagli	valutazione parametri geotecnici	valutazione interferenze tra corrente fluviale e pile del ponte	

Uso di sali disgelanti:

Frequenza uso sali disgelanti:

Condizioni ambientali:

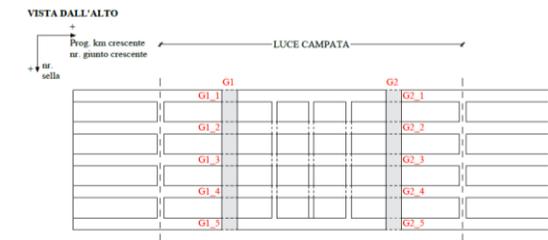
(2) Descrizione delle campate con selle Gerber

QUESTA SEZIONE DEVE ESSERE COMPILATA OBBLIGATORIAMENTE

Numero totale di campate: **Inserire righe nella tabella sottostante**

Numero totale di giunti gerber:

Nr. Campata	Luca campata [m]	Sbalzo sx [m]	Sbalzo dx [m]	Nr. Giunti (dir. longitudinale)	Nr. Selle (dir. trasversale)
1	18.35	0	0	0	0
2	18.35	0	0	0	0
3	18.35	0	0	0	0
4	18.35	0	0	0	0
29	49.88	0	9	2	4
30	54.5	9	9	2	4
31	63.5	9	9	2	4
32	63.5	9	9	2	4
33	63.5	9	9	2	4
34	63.5	9	9	2	4
35	63.5	9	9	2	4
36	49.95	9	0	2	4
37	18.53	0	0	0	0



CENSIMENTO E RACCOLTA DATI SULLE SELLE GERBER

ESEMPIO SCHEDA PER INDAGINE SU SELLE GERBER: SCHEDA "ISPEZIONE"

Scheda di ispezione selle Gerber

(1) Descrizione giunto Gerber (trave portata) QUESTA SEZIONE DEVE ESSERE COMPILATA OBBLIGATORIAMENTE

ID Giunto:

Schema statico giunto:

Interventi di manutenzione/rinforzo:

Trave Portata

(2) Stato di conservazione della sella COMPILAZIONE NON OBBLIGATORIA

Panorama fessurativo: (risposta obbligatoria solo se è stata eseguita una ispezione)

Visibilità zone:

Zona nr.	Visibile
1	SI
2	SI
2_trasversale	NO
3	SI
4	SI
5	SI
6	SI

Numero totale di fessure individuate:

Nr. fessura	Zona nr.	Inclinazione [°]	Estensione [%]	apertura massima [mm]	Stato visibile dell'armatura		
					Visibilità dell'armatura	Fessura parallela all'armatura	Distacco di porzioni di copriferro per spacco
	1				SI	SI	SI

Rappresentazione grafica del panorama fessurativo

Inserire foto e/o disegno

Foto 29: in alcune zone sulle travi tampone della X e XII campata da valle, in particolare sulle fascie laterali delle travi di bordo ed in corrispondenza degli appoggi sulle selle Gerber, il calcestruzzo risulta dilavato.

Foto 32: sulle travi tampone della X e XII campata da valle ove il copriferro è distaccato sono presenti armature corrose con sezione resistente ridotta.

Foto 33: in alcune zone intradossali sulle travi tampone della X e XII campata da valle si notano staffe scoperte e corrose ridotte di sezione.

Foto 34: Particolare dell'appoggio della sella Gerber.

Foto 41: i fogli di neoprene presenti all'appoggio di valle della trave di bordo destro della XIII campata da valle risultano degradati e spostati dalla sede originaria.

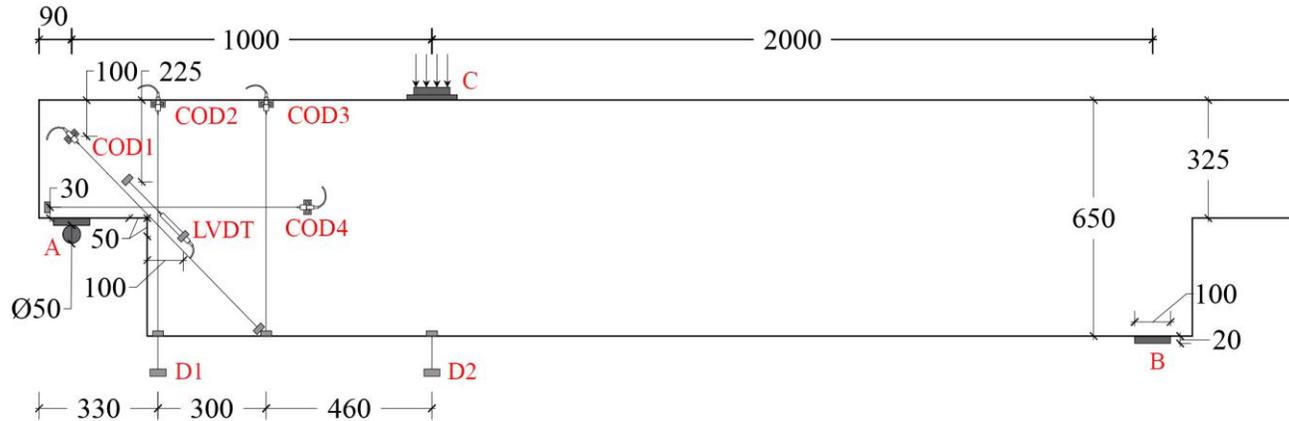
SPERIMENTAZIONE

PROVE SU SELLE GERBER NON DEGRADATE (POLIMI)

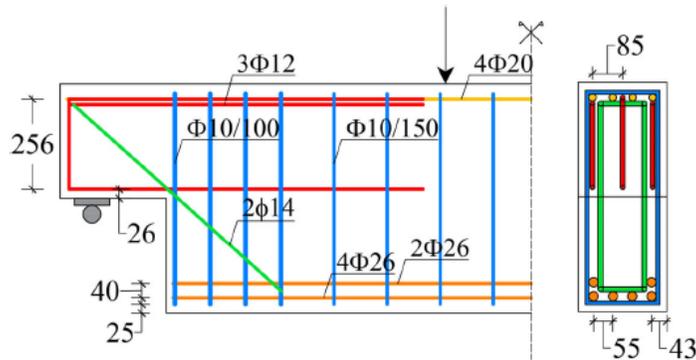
N. 2 SELLE PORTATE A ROTTURA

N. 6 SELLE PREDANNEGGIATE + RINFORZO FRCM + ROTTURA

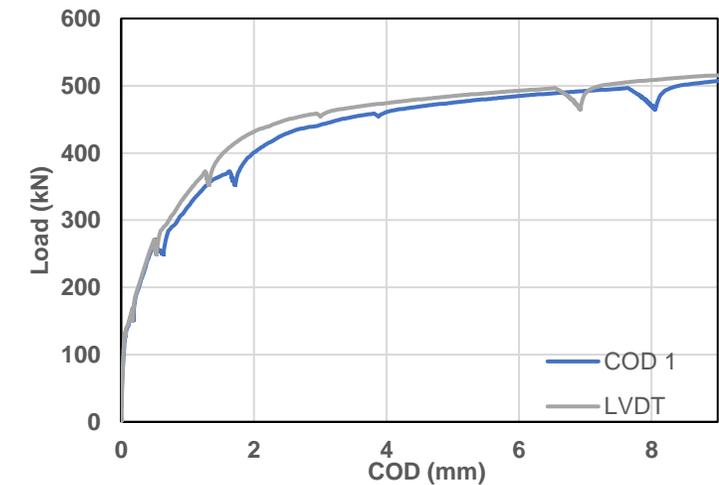
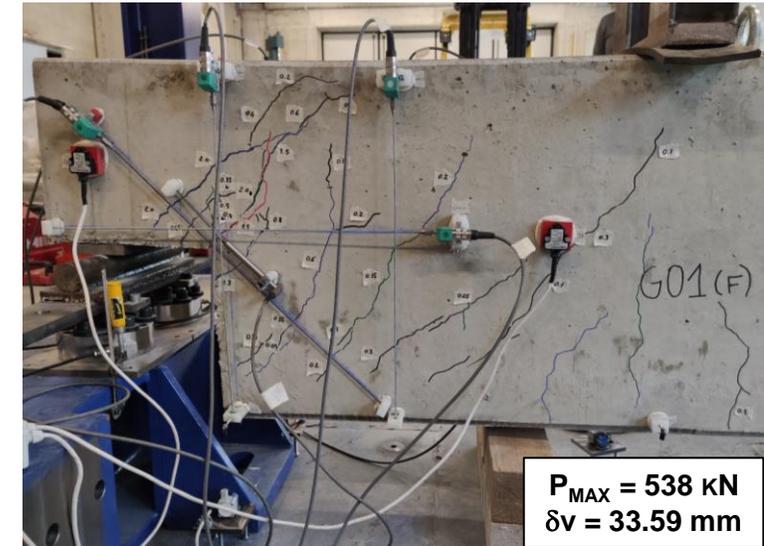
- SCHEMA DI CARICO E STRUMENTAZIONE



- DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE



- RISULTATI



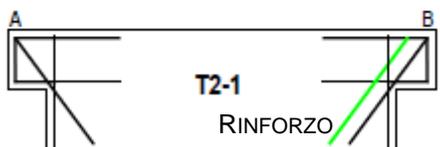
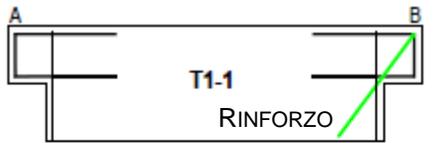
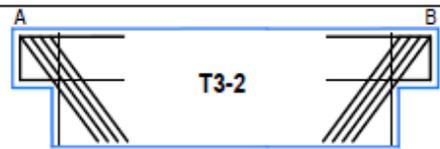
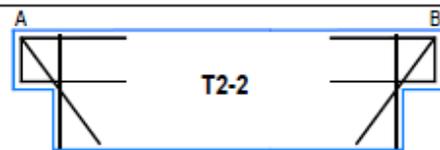
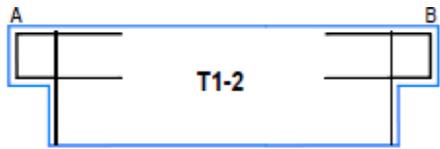
SPERIMENTAZIONE

PROVE SU SELLE GERBER NON DEGRADATE (UNIFI-DICEA)

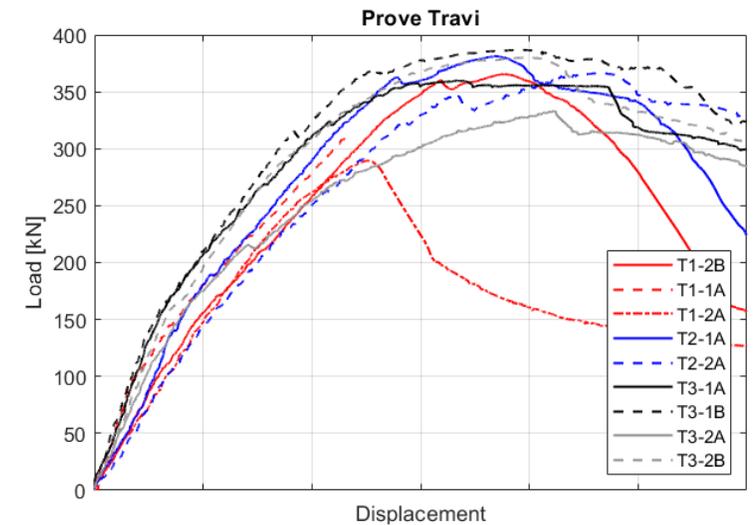
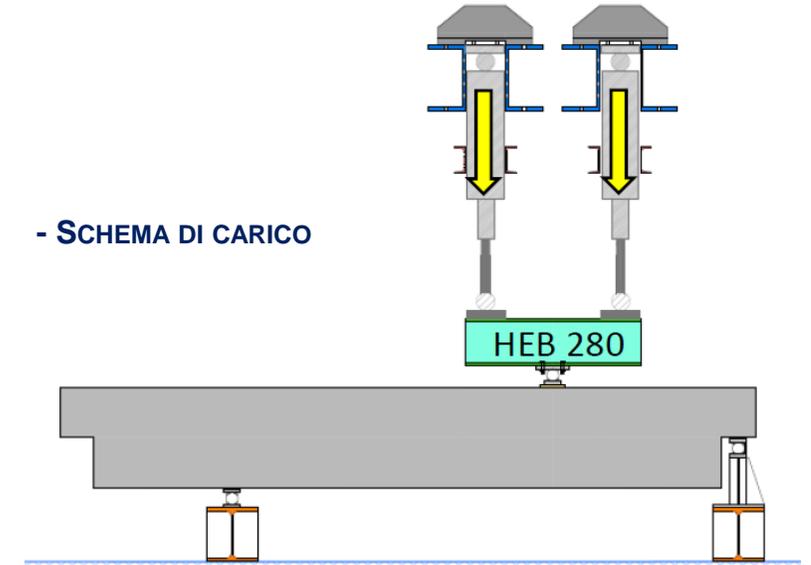
N. 10 SELLE PORTATE A ROTTURA

N. 2 SELLE PREDANNEGGIATE + RINFORZO CON BARRE DIAGONALI ALL'INTERNO DELLA SELLA + ROTTURA

- DIVERSE DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE



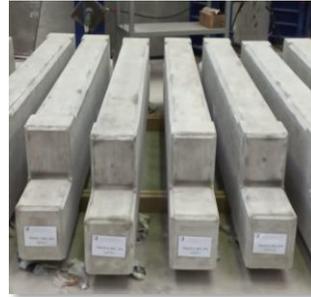
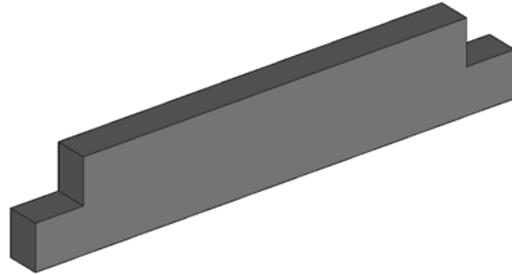
- SCHEMA DI CARICO



SPERIMENTAZIONE

PROVE SU SELLE GERBER NON DEGRADATE (UNIROMA2)

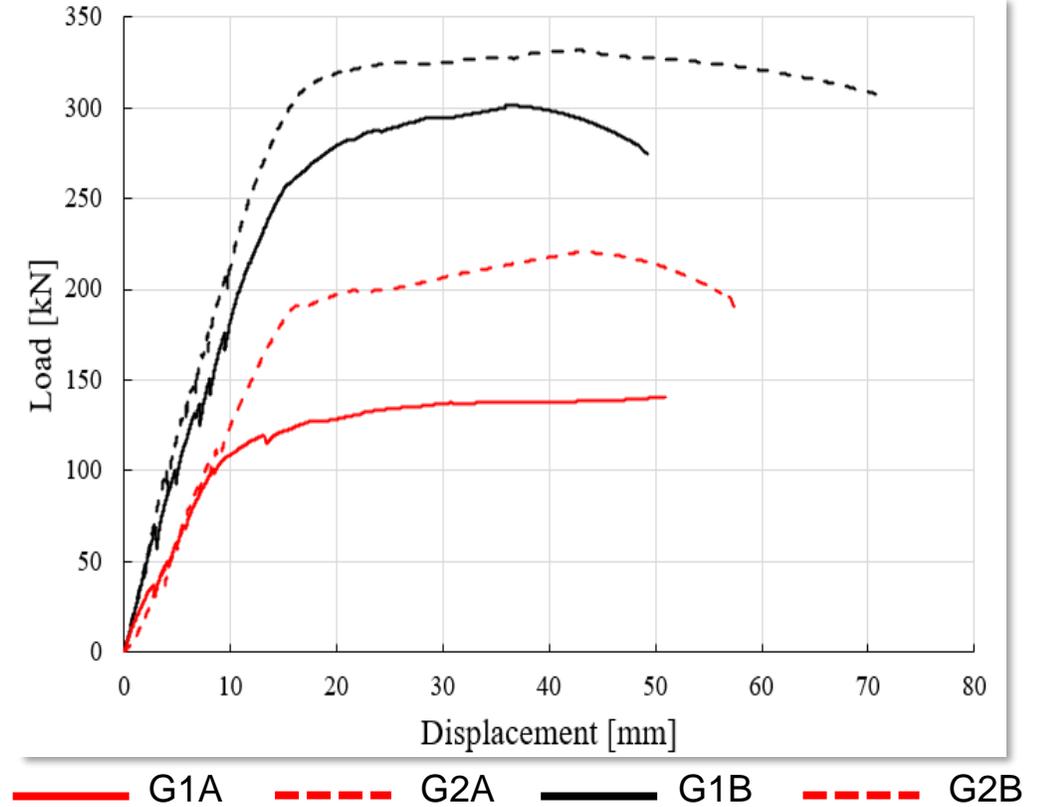
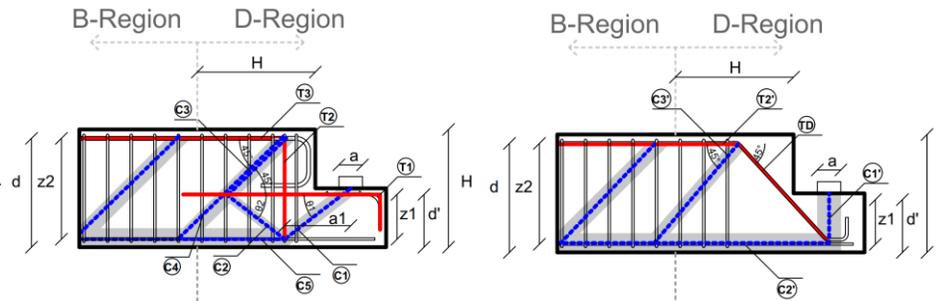
4
SELLE NON DEGRADATE



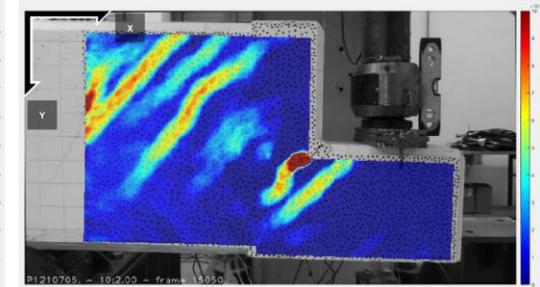
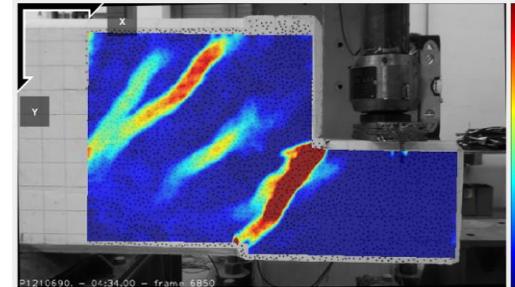
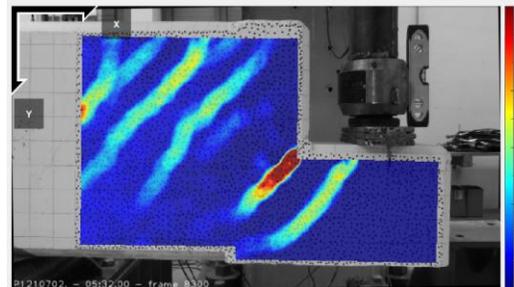
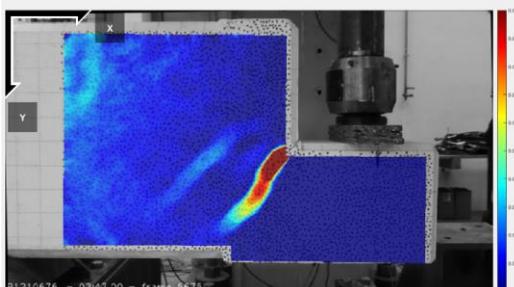
DESIGN

2
LAYOUT DI ARMATURA

2
QUANTITATIVI DI ARMATURA



ANALISI DEI
MECCANISMI
ATTRAVERSO
DIGITAL IMAGE
CORRELATION

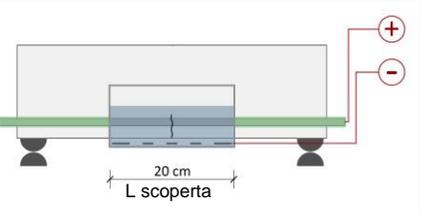
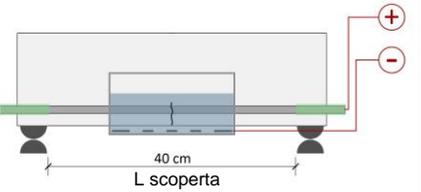


[Molaioni et al. 2023]

SPERIMENTAZIONE

PROVE SU SELLE GERBER DEGRADATE (POLIMI)

- INDAGINE SPERIMENTALE PRELIMINARE SU 14 TRAVETTI IN C.A. [ATTIVITÀ IN CORSO]

TRAVETTO Φ BARRA = 12 MM	CORROSIONE	TEMPO DI CORROSIONE [MESI]					
		1	2	3	4	6	12
	TIPO A NaCl					X2	x2
	TIPO B NaCl + 100 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ NaCl + 200 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	X1	x1	x1	x1		
	TIPO C NaCl + 100 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	x1	x1				

21/09/2022 – IMMERSIONE IN SOLUZIONE CON NaCl



MONITORAGGIO DIFFERENZA DI POTENZIALE PER INDIVIDUAZIONE DELL'INNESCO



23/01/2023 – COLLEGAMENTO ALLA CORRENTE TRAVETTI TIPO B E TIPO C



MONITORAGGIO CONTINUO DELL'INTENSITÀ DI CORRENTE E DELLA DIFFERENZA DI POTENZIALE ELETTRICO

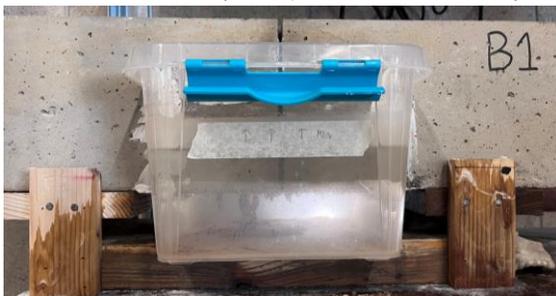


23/05/2023 – SCOLLEGAMENTO ULTIMI 2 TRAVETTI TIPO B (4 MESI)

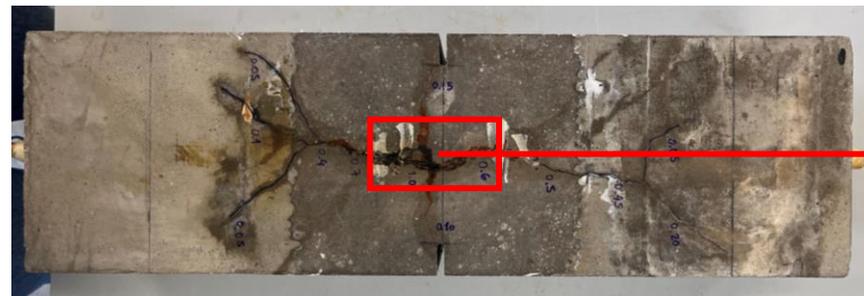


PULIZIA, RILIEVO 3D E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLE BARRE CORROSE, ANALISI DEI RISULTATI UTILI PER LA DEFINIZIONE DELLO SCHEMA DI PROVA DELLE GERBER. [IN CORSO]

TRAVETTO B1 (100 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ – 4 MESI)



PRODOTTI DI CORROSIONE



FESSURE LONGITUDINALI PER CORROSIONE DELLA BARRA DI ARMATURA

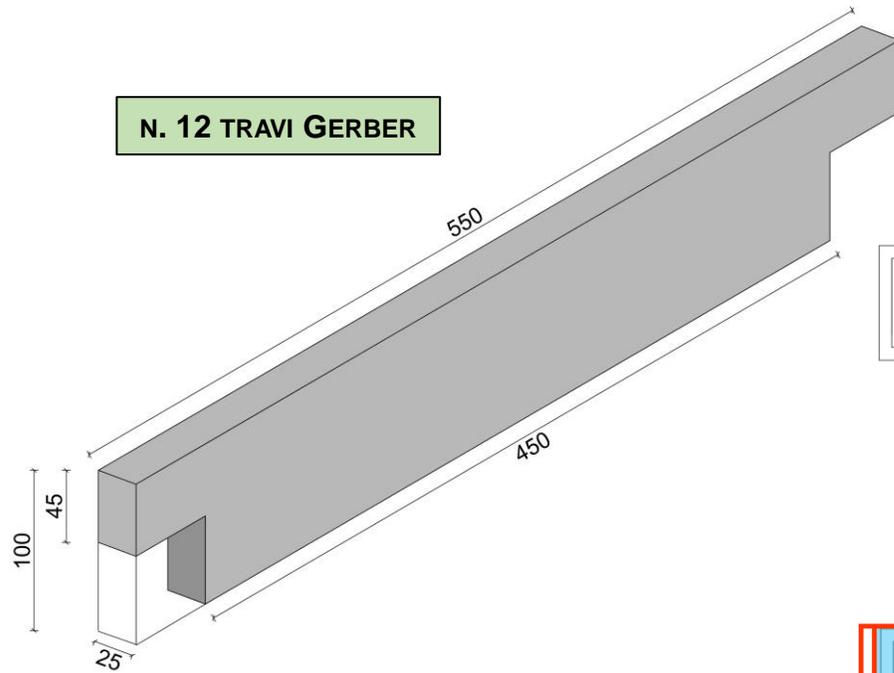


STATO DELLA BARRA DOPO 4 MESI SOTTO CORRENTE

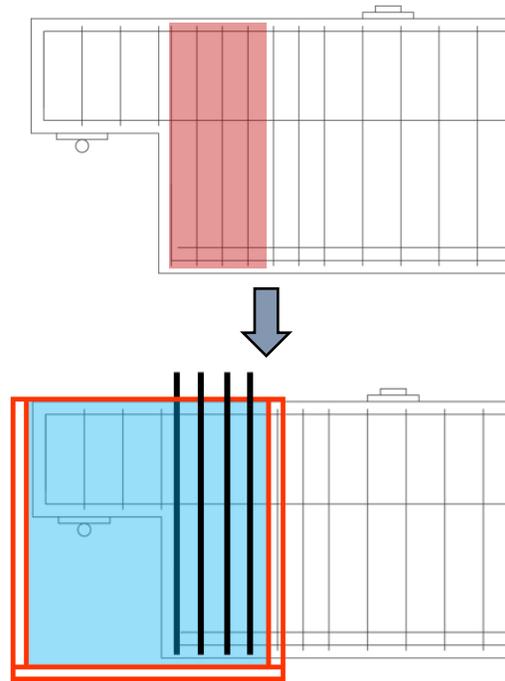
SPERIMENTAZIONE

PROVE SU SELLE GERBER DEGRADATE (UNI BS)

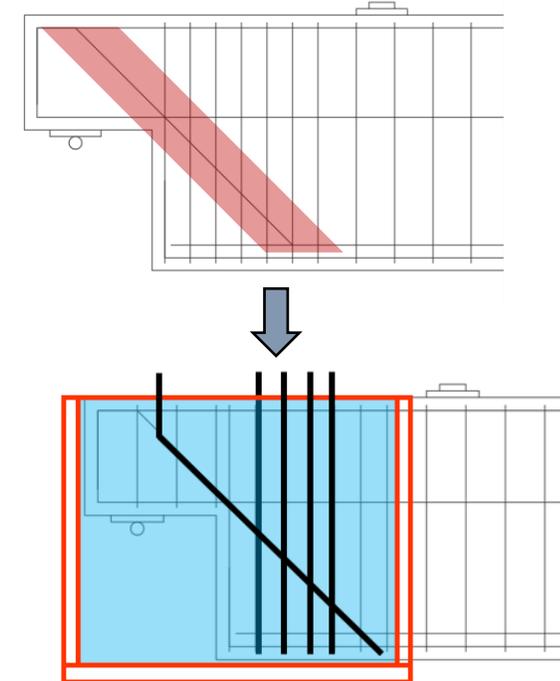
- CORROSIONE LOCALIZZATA (PRIME 4 STAFFE/ PRIME 4 STAFFE + ARMATURA DIAGONALE)
- CORROSIONE ACCELERATA TRAMITE L'APPLICAZIONE DI CORRENTE ELETTRICA
- DIVERSI LIVELLI DI CORROSIONE



TRAVE TIPO A
COLLASSO STAFFE



TRAVE TIPO B
COLLASSO ARMATURA DIAGONALE

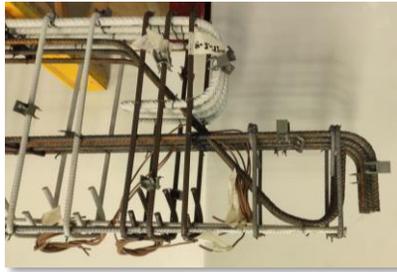


TRAVE TIPO C
TIPO B CON CARATTERISTICHE
DELL'EPOCA
(CLS C25/30, ARMATURA LISCIA
S235)

SPERIMENTAZIONE

PROVE SU SELLE GERBER DEGRADATE (UNIROMA2)

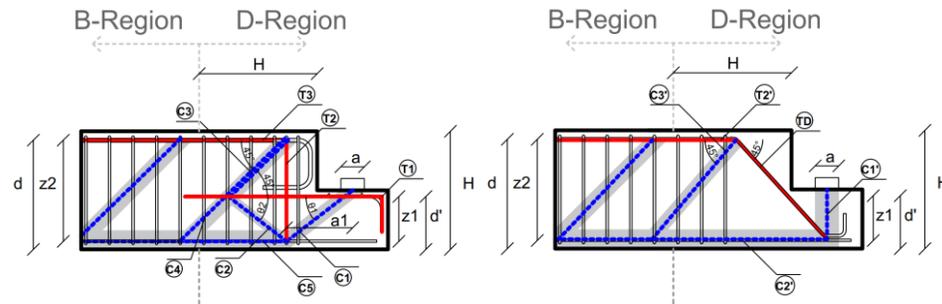
12
SELLE DEGRADATE



2
LAYOUT DI ARMATURA

DESIGN

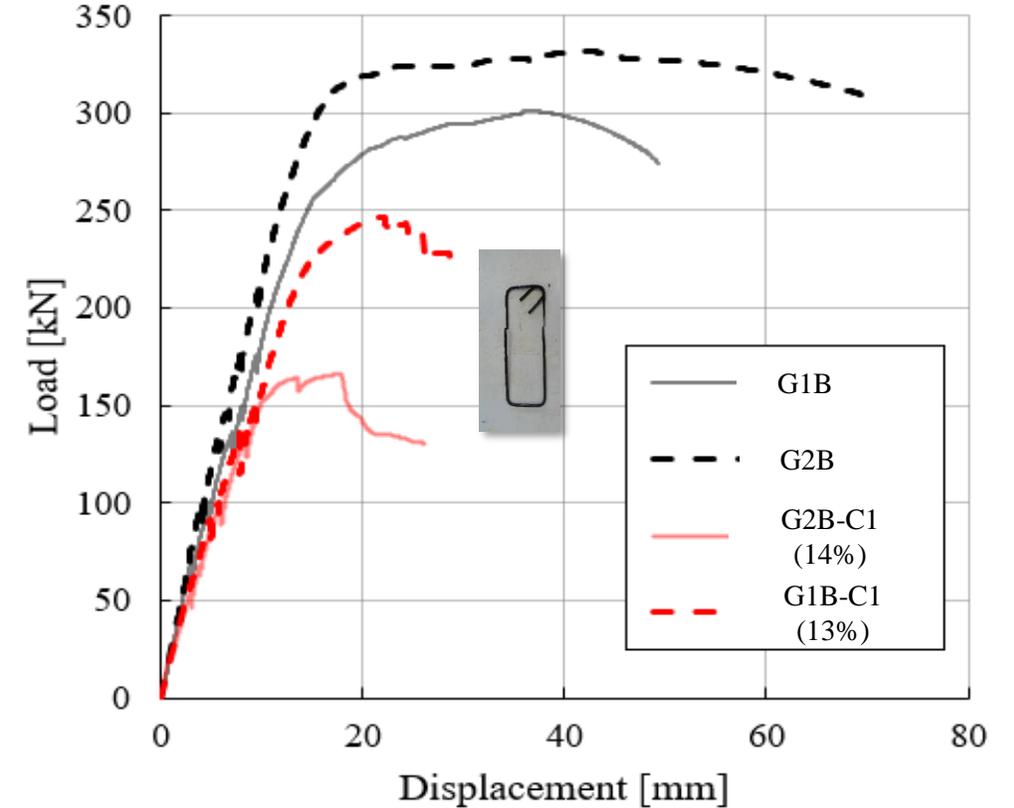
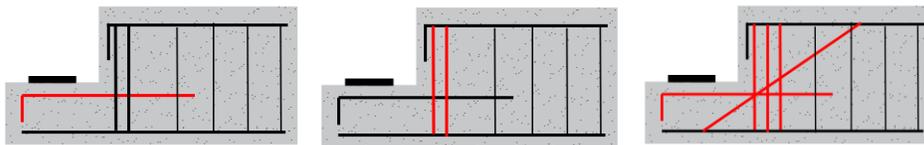
2
QUANTITATIVI DI
ARMATURA



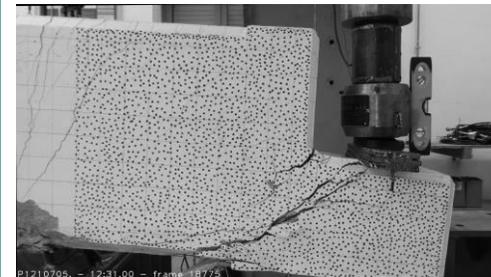
3
INTENSITÀ DI CORROSIONE

CORROSIONE

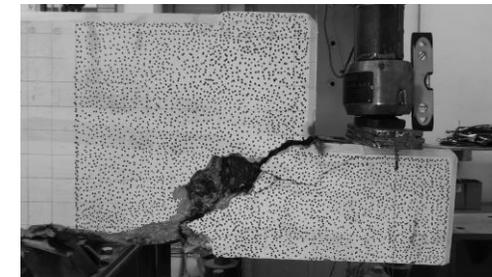
3
SCENARI



G2B



G2B-C1

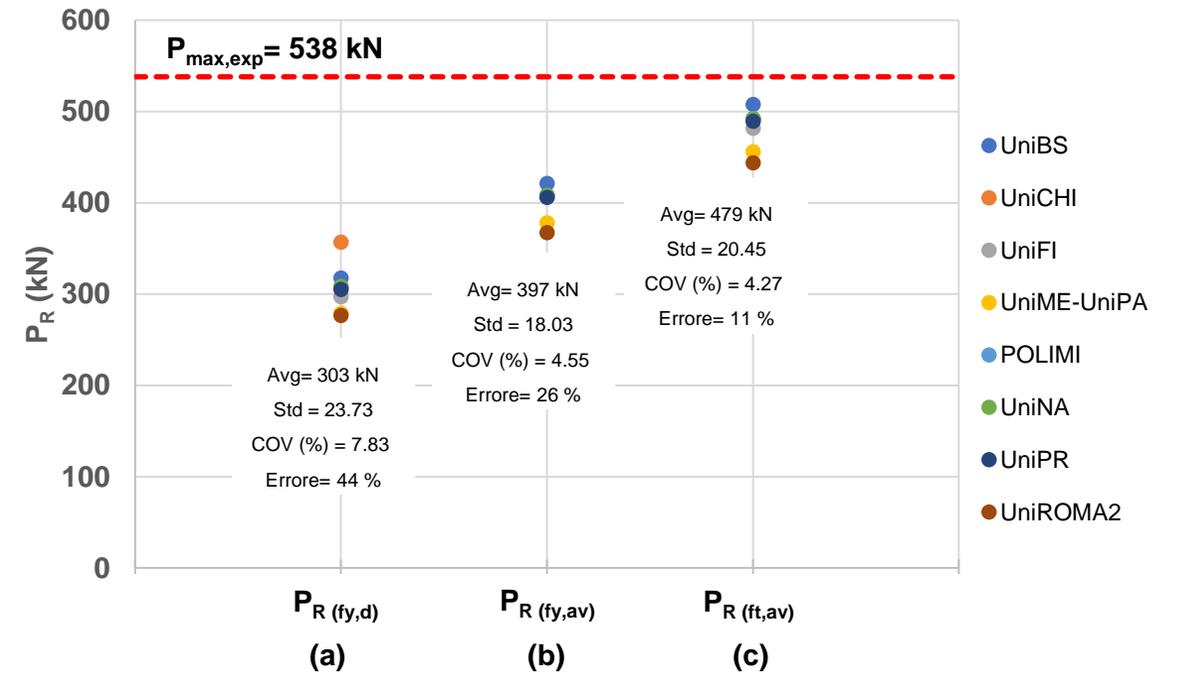
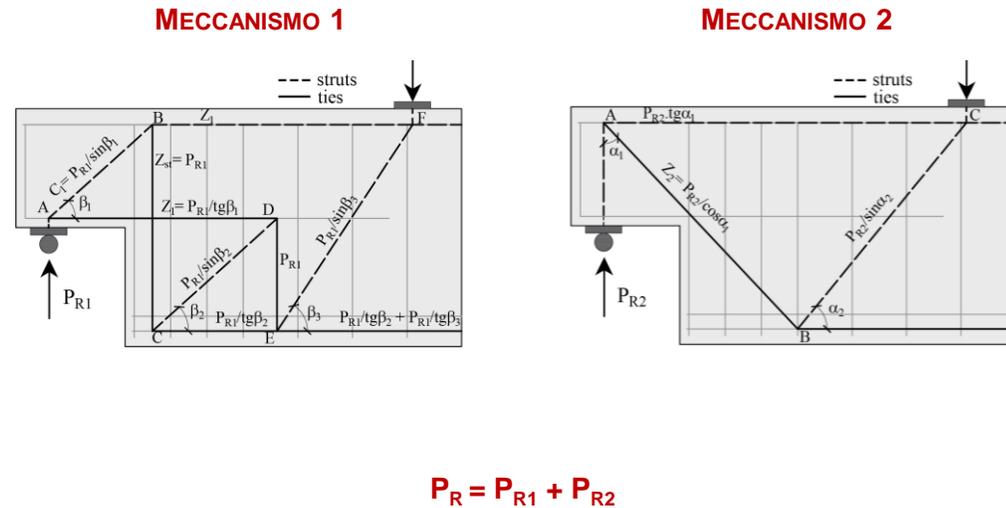


MODELLAZIONE – VERIFICA AFFIDABILITÀ ALGORITMI DI CALCOLO DISPONIBILI IN ASSENZA DI DEGRADO

BLIND TEST DELLE PROVE CONDOTTE DA POLIMI

(1) ANALISI LIMITE (STRUT & TIE) CONSIDERANDO:

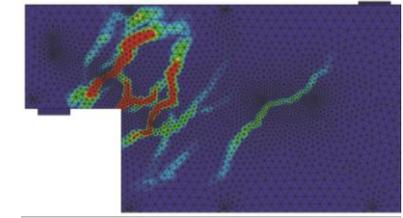
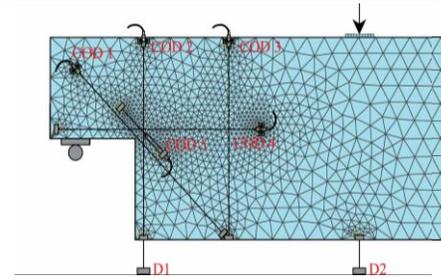
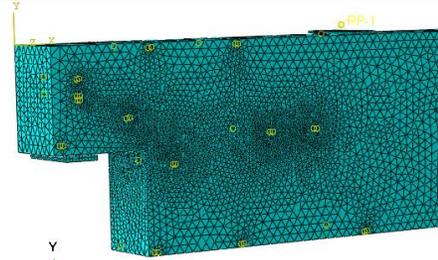
- a) VALORI DI PROGETTO DELLE RESISTENZE ($f_{y,d}$, f_{cd})
- b) VALORE MEDIO DELLA RESISTENZA A SNERVAMENTO DELL'ACCIAIO ($f_{y,av}$, f_{cm})
- c) VALORE MEDIO DELLA RESISTENZA A ROTTURA DELL'ACCIAIO ($f_{t,av}$, f_{cm})



MODELLAZIONE – VERIFICA AFFIDABILITÀ ALGORITMI DI CALCOLO DISPONIBILI IN ASSENZA DI DEGRADO

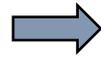
BLIND TEST DELLE PROVE CONDOTTE DA POLIMI

(2) MODELLO FEM SVOLTO A TRE DIVERSE FASI:



MODELLO 1 APPROCCIO BLIND TEST

MODELLAZIONE NUMERICA NON UNIFORMATA IN CUI OGNI UR HA PRODOTTO DEI RISULTATI IN FUNZIONE DELLA PROPRIA ESPERIENZA PREGRESSA.



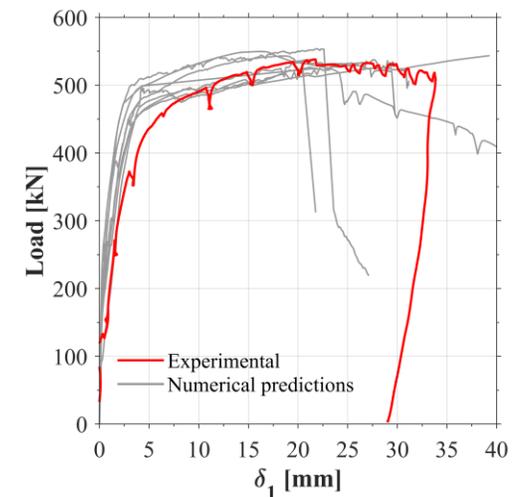
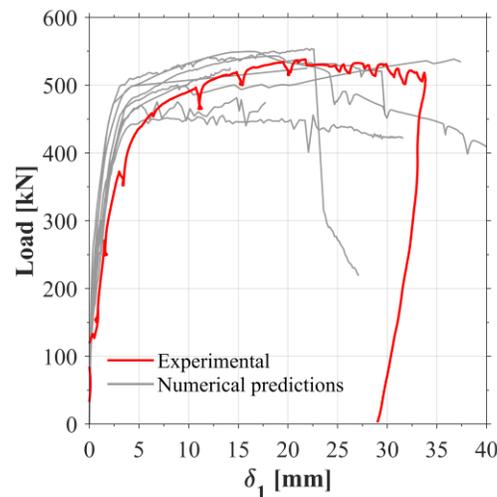
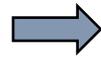
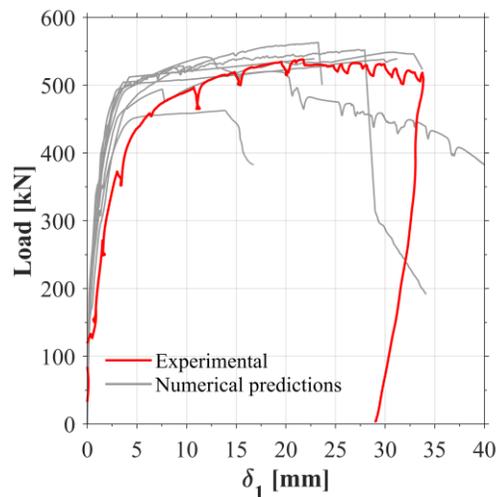
MODELLO 2 PARAMETRI NUMERICI "UNIFORMATI"

L'ANALISI FEM È STATA RICONDOTTA UTILIZZANDO PARAMETRI DI MODELLAZIONE UNIFORMATI TRA LE VARIE UNITÀ DI RICERCA, A VALLE DI UNA DISCUSSIONE E DI UNA DEFINIZIONE COMUNE.



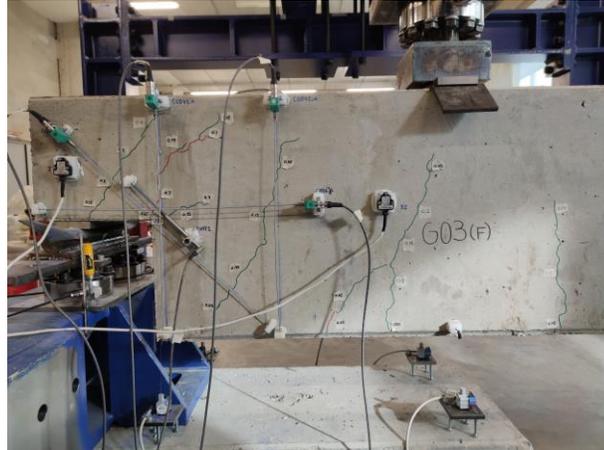
MODELLO 3 OTTIMIZZAZIONE MODELLO FEM

CON L'OBIETTIVO DI COGLIERE AL MEGLIO LA RISPOSTA SPERIMENTALE DELLE SELLE TESTATE (FORNITA A VALLE DELLO STEP 2), OGNI UR HA POTUTO MODIFICARE I PARAMETRI BASE DEL PROPRIO MODELLO.



SPERIMENTAZIONE RELATIVA ALLO STUDIO DELLE MODALITÀ DI RINFORZO

INDAGINE SPERIMENTALE SU SELLE GERBER RINFORZATE IN ASSENZA DI DEGRADO (POLIMI)



1 PREFESSURAZIONE ALLO SLU



2 IDROSCARIFICA



3 PREPARAZIONE DEL CASSERO



4 POSIZIONAMENTO DELLA RETE (45°)



5 GETTO E FINITURA DEL COMPOSITO

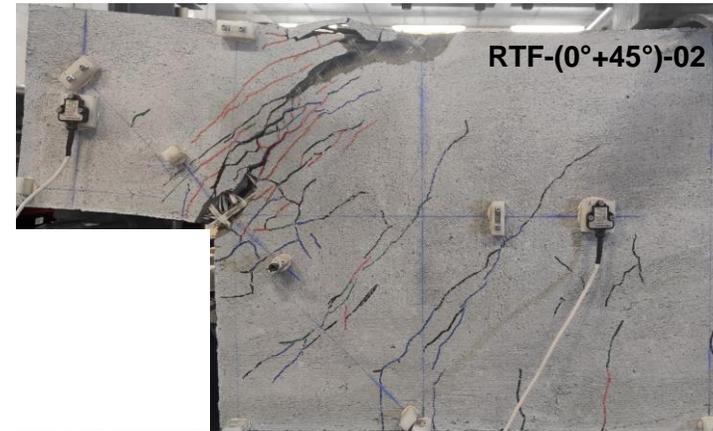
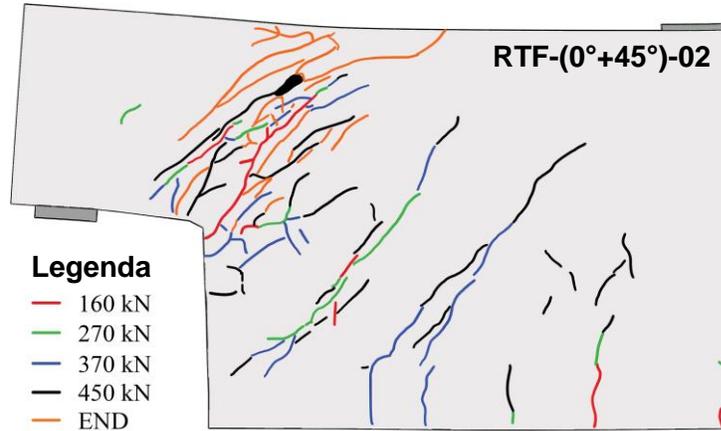


6 PROVA A ROTTURA

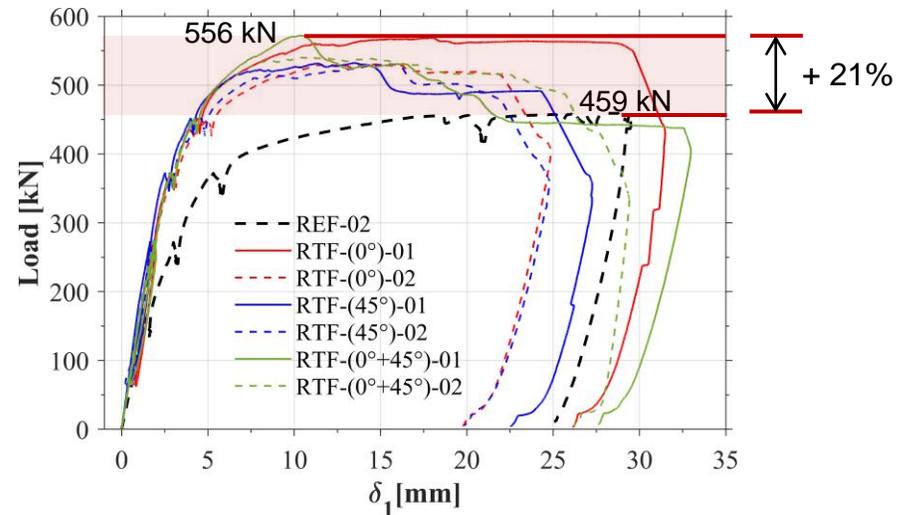
SPERIMENTAZIONE RELATIVA ALLO STUDIO DELLE MODALITÀ DI RINFORZO

INDAGINE SPERIMENTALE SU SELLE GERBER RINFORZATE IN ASSENZA DI DEGRADO (POLIMI)

N. 6 SELLE PREDANNEGGIATE + RINFORZO FRCM + ROTTURA



CURVA CARICO – SPOSTAMENTO VERTICALE IN CORRISPONDENZA DEL DENTE (D1)



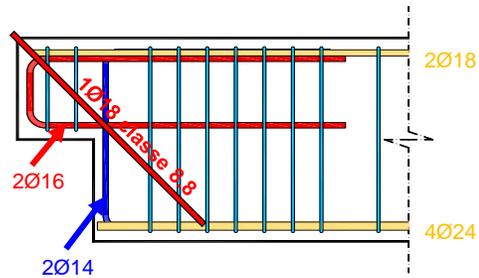
SPERIMENTAZIONE RELATIVA ALLO STUDIO DELLE MODALITÀ DI RINFORZO

INDAGINE SPERIMENTALE SU SELLE GERBER RINFORZATE IN ASSENZA DI DEGRADO (UNIFI-DICEA)

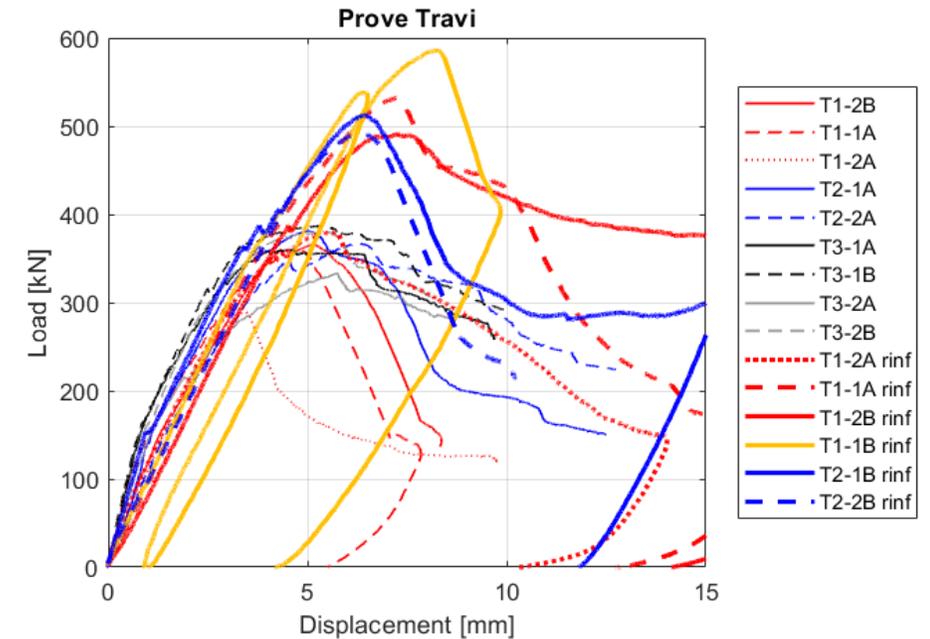
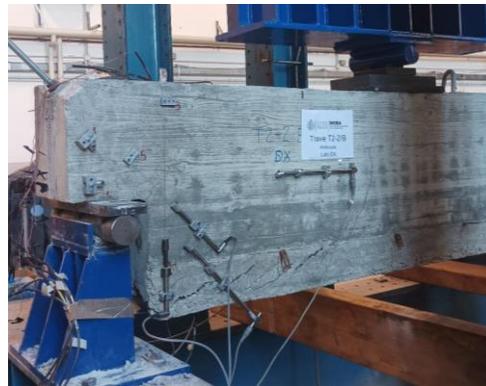
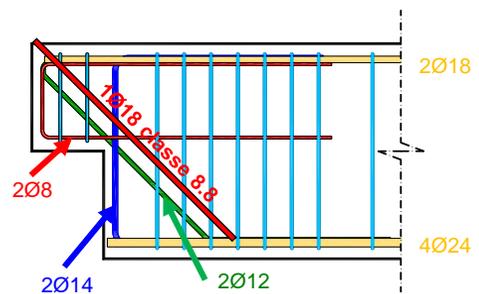
N. 2 SELLE PREDANNEGGIATE + RINFORZO CON BARRE DIAGONALI ALL'INTERNO DELLA SELLA + ROTTURA



PROVE CON CONFIGURAZIONE DI ARMATURA 1 (T1)

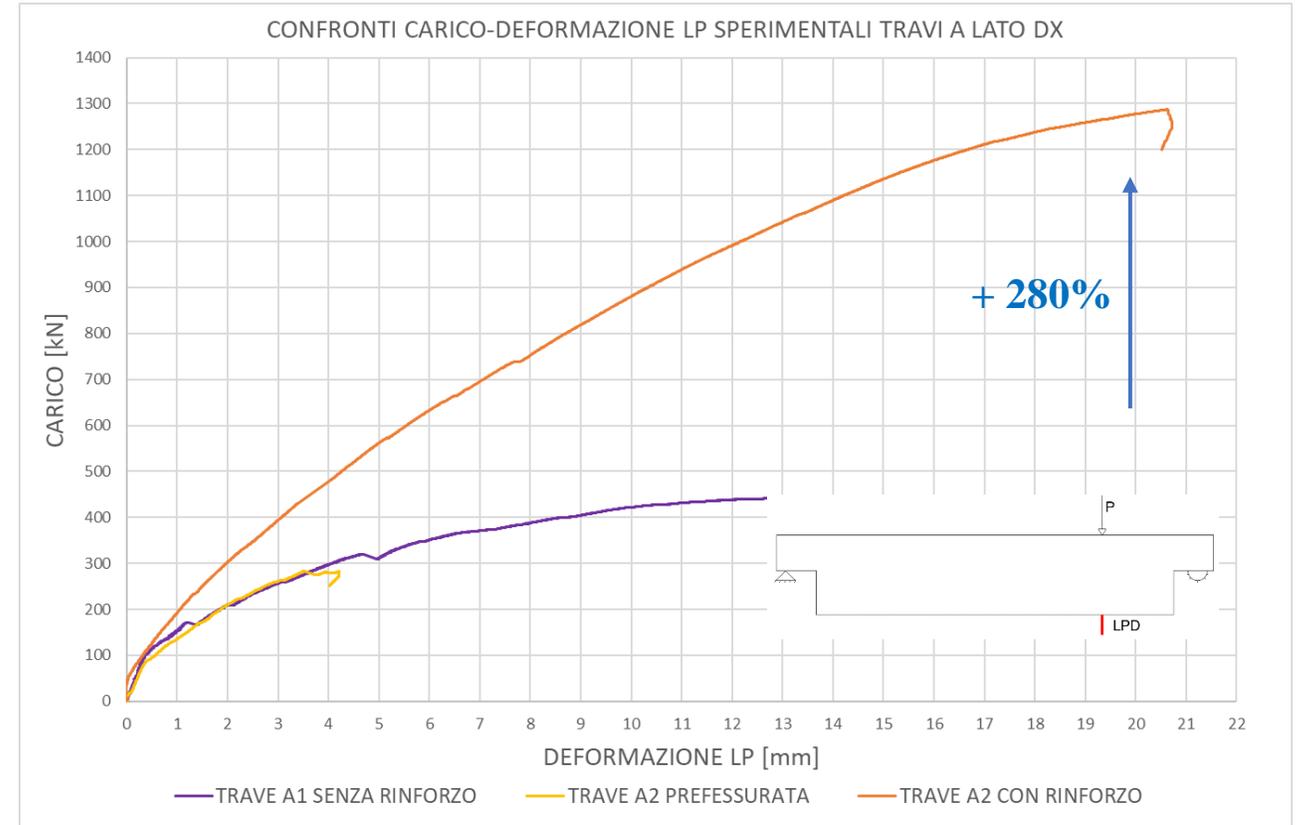


PROVE CON CONFIGURAZIONE DI ARMATURA 2 (T2)



SPERIMENTAZIONE RELATIVA ALLO STUDIO DELLE MODALITÀ DI RINFORZO

INDAGINE SPERIMENTALE SU SELLE GERBER RINFORZATE IN ASSENZA DI DEGRADO (UNIBS)



RINFORZO DELLA SELLA SENZA DIAGONALE INTERNO CON:

- 2 BARRE FILETTATE M30 CLASSE 8.8 CON ANGOLARE AD L SALDATO SU PIASTRE IN S355

Prova Sperimentale	Lato	Carico max raggiunto [kN]	Elemento che ha portato alla rottura
A2- prefessurata	DX	1287	Puntone orizzontale
	SX	1306	Puntone orizzontale

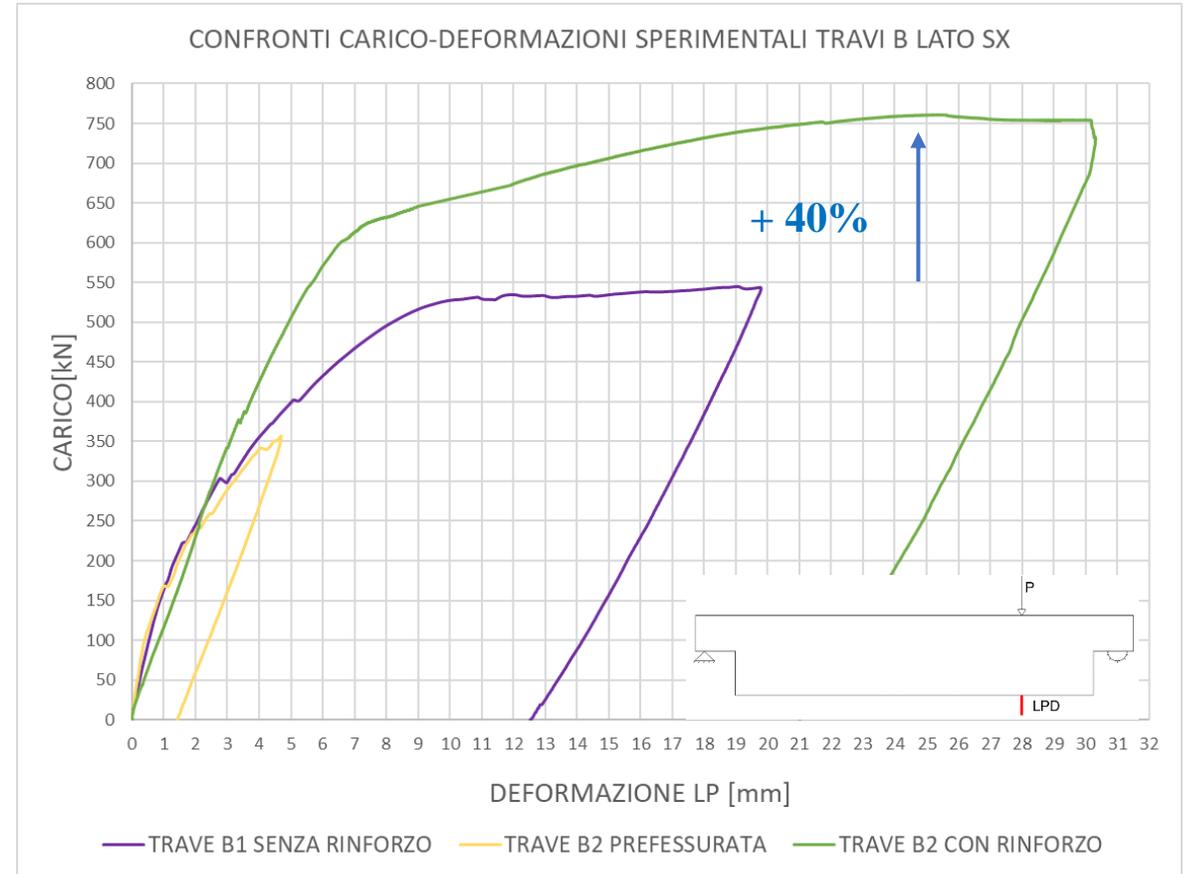
SPERIMENTAZIONE RELATIVA ALLO STUDIO DELLE MODALITÀ DI RINFORZO

INDAGINE SPERIMENTALE SU SELLE GERBER RINFORZATE IN ASSENZA DI DEGRADO (UNIBS)



RINFORZO DELLA SELLA CON DIAGONALE INTERNO CON:

- 4 BARRE FILETTATE M18 CLASSE 8.8 CON UPN320 IN S355



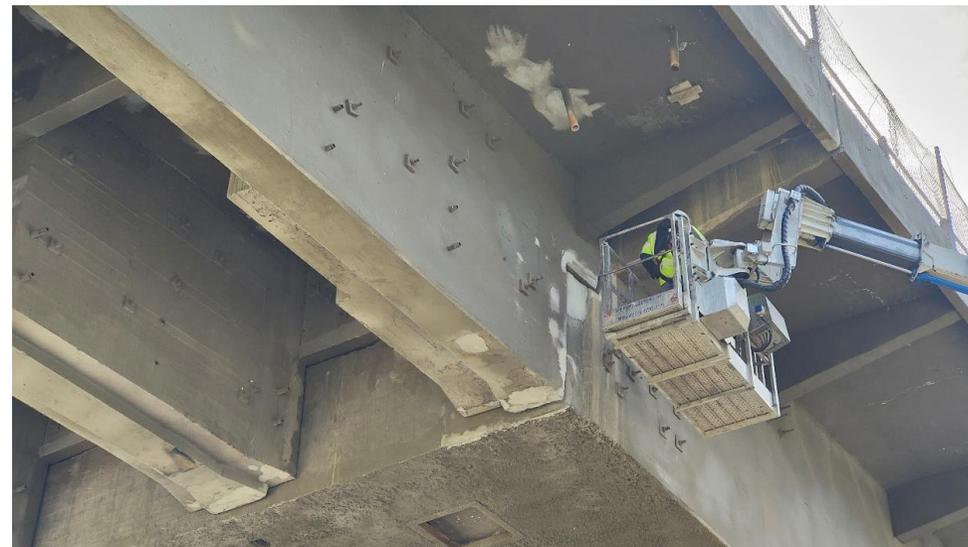
Prova Sperimentale	Lato	Carico max raggiunto [kN]	Elemento che ha portato alla rottura
B2- prefessurata	DX	747	Puntone orizzontale
	SX	761	Puntone orizzontale

INTERVENTI DI RINFORZO – CASI REALI

PONTE SUL PO – AUTOSTRADA MILANO – SERRAVALLE (CARREGGIATA NORD)



PONTE IN C.A.
COSTRUITO NEL 1957
11 CAMPATE



PROVE IN CAMPO

CASO STUDIO: VIADOTTO SULLA A4 BRESCIA – PADOVA – UNICH



INDAGINI SUL CALCESTRUZZO

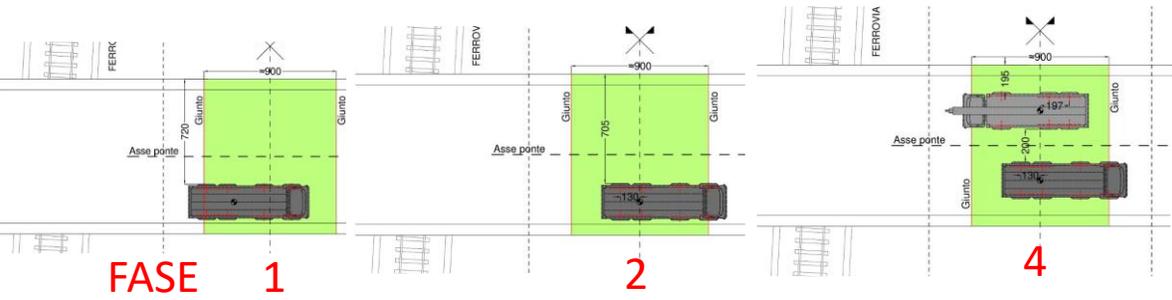
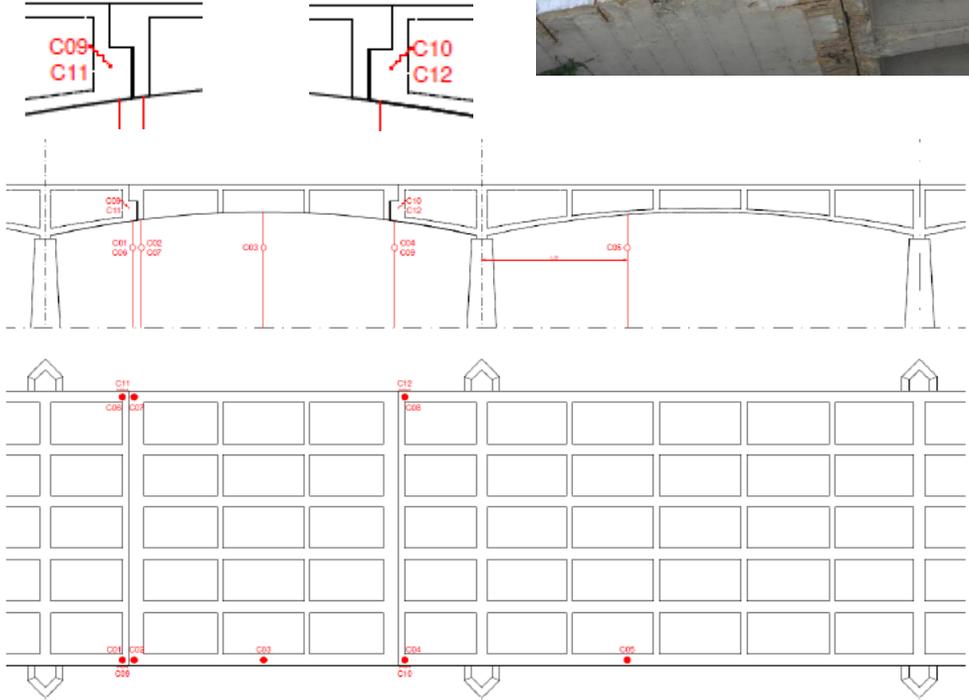
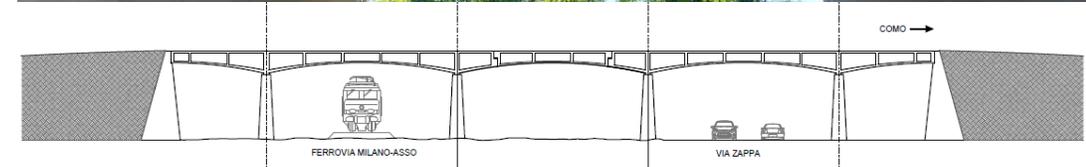
- ESECUZIONE DI PROVE SONREB SU STRUTTURE IN C.A SECONDO NORMA UNI EN 12504-4.
- ESECUZIONE DI PROVE DI COMPRESIONE MONOASSIALE SECONDO NORMA UNI EN 12390-3
- PROVE A TRAZIONE INDIRETTA SECONDO LA UNI EN 12390/6
- ANALISI CHIMICA CON LA DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE SECONDO NORMA UNI 11747:2019
- ANALISI CHIMICA CON LA DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE DEGLI IONI CLORURO SECONDO NORMA UNI 9944:1992
- PROVE DI ESTRAZIONE METODO PULL-OUT SECONDO NORMA UNI EN 12504-3

INDAGINI SULL'ARMATURA PER C.A.

- INDAGINI PACOMETRICHE PER LA STIMA DELLE ARMATURE PRESENTI ALL'INTERNO DELLE STRUTTURE IN C.A.
- MICROSCASSO PER L'INDIVIDUAZIONE DI TIPOLOGIA E DIAMETRI DELL'ARMATURA DELLE STRUTTURE VERIFICATE
- PRELIEVO BARRE DI ARMATURA PER C.A., SOTTOPOSTE A PROVE DI TRAZIONE IN LABORATORIO PER LA DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA.
- PROVE CON MICRO-DUROMETRO SU ACCIAIO DA C.A. PER LA VALUTAZIONE DELLA DUREZZA VICKERS DEL MATERIALE, CORRELABILE DIRETTAMENTE CON LA TENSIONE A ROTTURA DELLO STESSO.
- PROVE DI DETENSIONAMENTO DELL'ARMATURA DI PRECOMPRESIONE E PROVE DI RILASCIO TENSIONE DEL CALCESTRUZZO

PROVE IN CAMPO

CASO STUDIO: PONTE AD ERBA (CO)



La sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti - Roma, 24 e 25 ottobre 2023

PROVE IN CAMPO

CASO STUDIO: PONTE AD ERBA (CO)



Sella Inferiore 3Ø26 – TRAVE A

	Resistenze di progetto	Normale 6018 del 09/06/1945	NTC 2018 DM 17/01/2018	Codice della strada centro della carreggiata	Carico limitato a 44 t	Transitabilità Linee guida 2022
Taglio [kN]	399.62	304.18	650.9	173.92	443.87	422.59
	$\gamma = V_{Rd} / V_{Ed}$	1.31	<u>0.61</u>	2.30	<u>0.90</u>	<u>0.95</u>

Sella Inferiore 5Ø26 – TRAVE A

108t

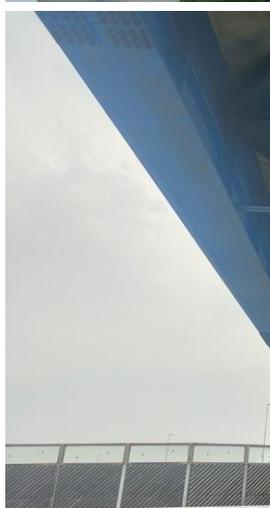
	Resistenze di progetto	Normale 6018 del 09/06/1945	NTC 2018 DM 17/01/2018	Codice della strada centro della carreggiata	Carico limitato a 44 t	Transitabilità Linee guida 2022
Taglio [kN]	666.04	304.18	650.9	173.92	443.87	422.59
	$\gamma = V_{Rd} / V_{Ed}$	2.19	1.02	3.83	1.50	1.58

Fase	Tempo (min)	C01 (mm)	C02 (mm)	C03 (mm)	C04 (mm)	C05 (mm)	C06 (mm)	C07 (mm)	C08 (mm)	C09 (mm)	C10 (mm)	C11 (mm)	C12 (mm)
F1	2.9	0.990	1.193	1.160	0.178	-0.037	0.183	0.256	0.143	3.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	-2.00E-04
	11.1	0.572	0.909	1.144	0.134	-0.105	0.065	0.229	0.103	2.80E-03	0.00E+00	0.00E+00	-2.00E-04
SC	12.4	0.199	0.138	-0.037	0.028	0.061	0.057	-0.029	0.050	2.00E-03	2.40E-03	0.00E+00	-2.00E-04
	16.4	0.020	-0.093	-0.008	-0.028	-0.028	-0.061	-0.019	0.013	2.00E-03	2.20E-03	0.00E+00	-2.00E-04
F2	18.0	0.483	0.458	1.347	0.268	-0.049	0.032	0.168	0.268	1.80E-03	2.20E-03	0.00E+00	-2.00E-04
	23.3	0.365	0.385	1.335	0.247	-0.146	0.024	0.156	0.255	1.80E-03	2.20E-03	0.00E+00	-2.00E-04
SC	24.2	0.081	0.122	-0.032	-0.020	0.045	0.045	-0.037	0.076	1.80E-03	2.20E-03	0.00E+00	-2.00E-04
	27.8	0.187	0.045	-0.093	-0.150	0.349	-0.016	-0.035	-0.196	1.80E-03	2.00E-03	0.00E+00	-2.00E-04
F3	29.8	0.361	0.621	1.026	0.110	0.308	-0.093	0.028	0.002	1.60E-03	2.20E-03	0.00E+00	-2.00E-04
	37.0	0.166	0.572	1.002	0.073	0.223	-0.093	-0.005	-0.088	1.60E-03	2.00E-03	0.00E+00	-4.00E-04
SC	38.3	0.146	-0.016	-0.041	-0.166	0.004	-0.049	-0.051	-0.006	1.60E-03	3.40E-03	0.00E+00	-4.00E-04
	41.8	0.037	-0.081	-0.053	-0.178	-0.097	-0.085	-0.059	-0.060	1.60E-03	3.40E-03	2.00E-03	-6.00E-04
F4	44.2	0.925	0.933	1.306	0.337	-0.292	0.227	0.638	0.515	1.80E-03	3.40E-03	2.60E-03	1.00E-02
	52.3	0.755	1.091	1.302	0.349	-0.398	0.166	0.594	0.480	2.00E-03	3.20E-03	5.20E-03	9.80E-03
SC	55.1	0.381	0.057	-0.057	-0.024	-0.134	-0.162	-0.049	-0.082	3.40E-03	3.20E-03	5.20E-03	9.80E-03
	62.7	0.065	-0.211	-0.012	-0.085	-0.081	-0.207	-0.049	-0.092	3.20E-03	3.20E-03	5.20E-03	9.80E-03

Tabella 4.6. – Classi di vulnerabilità in funzione di schema statico, luce e materiale (L = luce della campata più lunga).

*Con il termine "misto" si fa riferimento ad impalcati con struttura composta acciaio-c.a.

Schema statico	Materiale	L ≤ 5 m	5 m < L < 15 m	15 m ≤ L < 25 m	L ≥ 25 m
Travate appoggiate	C.a.	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA	ALTA
	C.a.p.	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIA	MEDIO-ALTA
	Acciaio	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA
	Metallo (Ponti storici)	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA	ALTA
	Legno	MEDIA	MEDIO-ALTA	ALTA	ALTA
	Misto*	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA	ALTA
Travate continue / Telaio	C.a.	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA
	C.a.p.	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIA
	Acciaio	BASSA	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA
	Metallo (Ponti storici)	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA
	Misto*	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA
Arco massiccio	Muratura	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA
	C.a.	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIA
Arco sottile	C.a.	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIA	MEDIO-ALTA
Travate Gerber / Ponti a stampella con travi tampone	C.a.	MEDIO-ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
	C.a.p.	MEDIO-ALTA	MEDIO-ALTA	MEDIO-ALTA	ALTA
	Acciaio	MEDIA	MEDIO-ALTA	MEDIO-ALTA	ALTA
	Metallo (Ponti storici)	MEDIO-ALTA	MEDIO-ALTA	ALTA	ALTA
	Misto*	MEDIO-ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
Soletta appoggiata	C.a.	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA	ALTA
Soletta incastrata	C.a.	BASSA	MEDIO-BASSA	MEDIA	MEDIO-ALTA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Marco di Prisco
marco.diprisco@polimi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

