

Progetto di interventi per il miglioramento sismico di un capannone prefabbricato ad uso agricolo

Lavori di interventi locali di messa in sicurezza (prima fase) ed interventi di miglioramento sismico (seconda fase 60%) ai sensi del DL 74/2012 e Ord. n. 57/2012 e s.m.i.

Progettista strutture : Ing. Alessio Giammarruto



EN7 srl
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

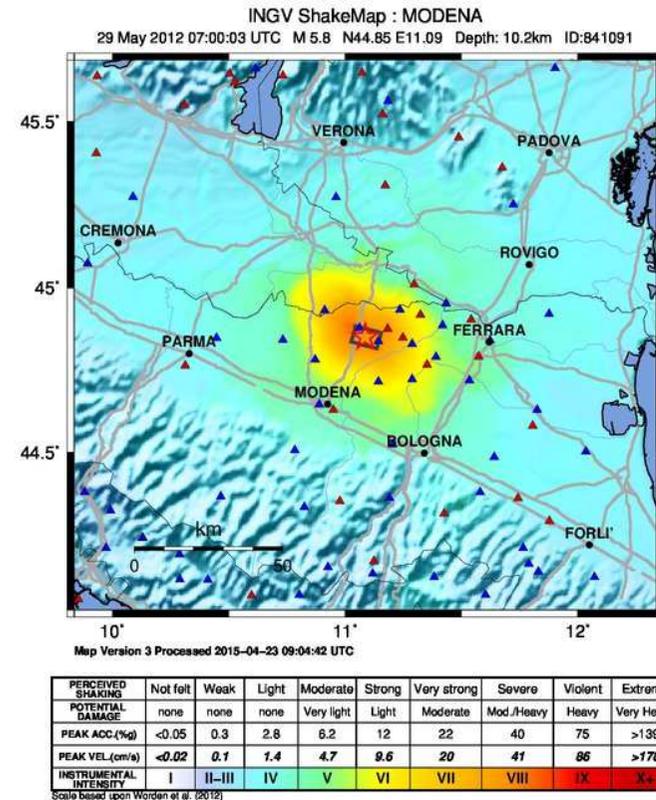
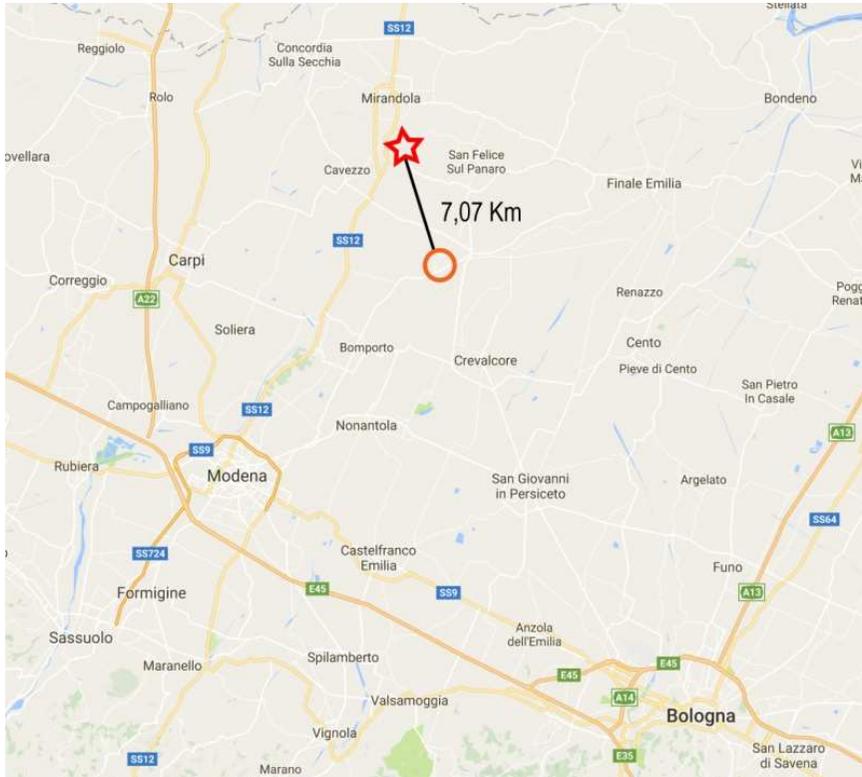
Via Bagni di Mario, 13 | 40136 Bologna
T. +39.051.4127916 | F. +39.051.0922340 | E. info@en7.it | www.en7.it

Progettista architettonico : Geom. Enea Golinelli



Via Conventino n° 7
41030 BASTIGLIA (MO)
Tel. e Fax 059/815233

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E SISMICO



Comune di Bomporto (MO), località Solara,
zona sismica 3 (Ord. 3274/2003 e s.m.i.)

Mappa di scuotimento INGV:
intensità

DISTANZA SITO DA EPICENTRO SISMA Mw 5.6 ML 5.8 del 29 MAGGIO 2012: 7.07 KM

PGA SITO STIMATA DA INGV: 0.2g

STATO D' FATTO

DATI EDIFICIO

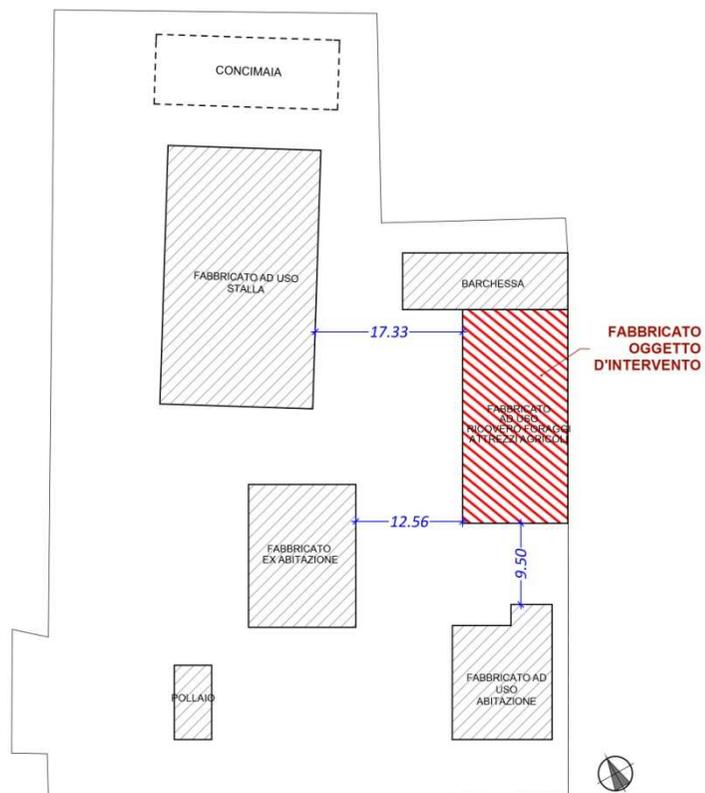
Anno di costruzione : 1984-85

Pianta rettangolare 24x12 m

Pilastrini sez. 0.4x0.4m con $H_{\text{sottotrave}} = 5.1 \text{ m}$

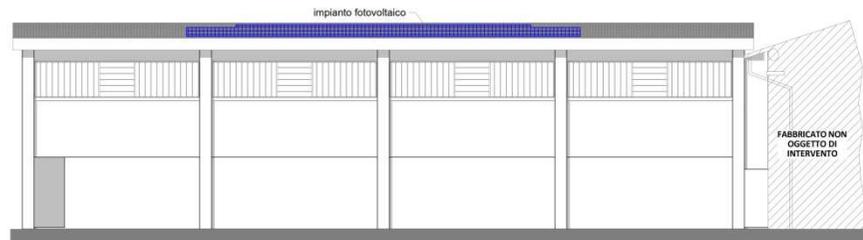
Trave a doppia pendenza $b = 0.2/0.35 \text{ m}$; $h = 0.6/1.2 \text{ m}$; Luce = 12 m

Numero di campate 4; passo 6 m

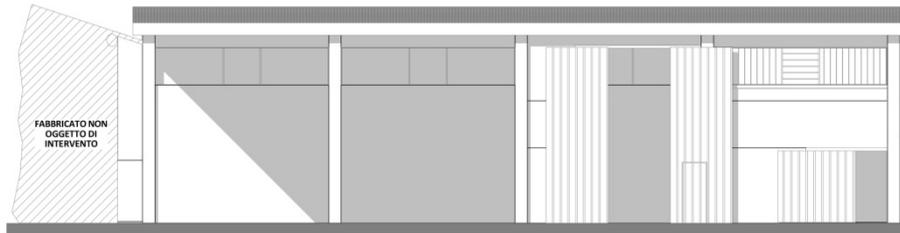


TIPOLOGIA STRUTTURALE

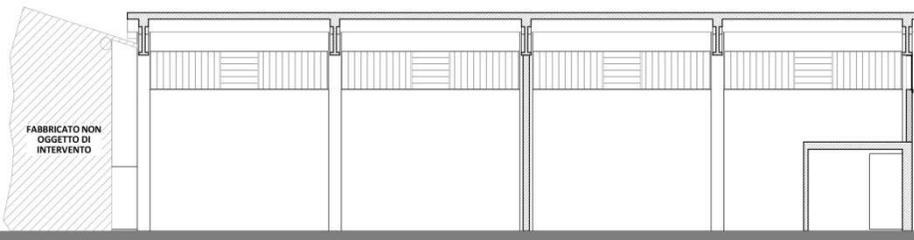
- Pilastri e travi a doppia pendenza in c.a.pref.
- Pannelli coperto latero-cementizi senza soletta collaborante
- Trave di gronda e pannelli di tamponamento in c.a.pref.
- Fondazioni a bicchiere in c.a.pref.; sottopinto gettato in opera
- Collegamento tra elementi strutturali "ad attrito"



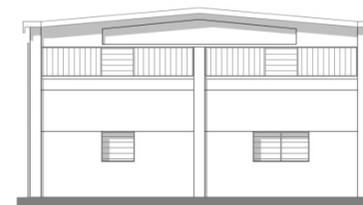
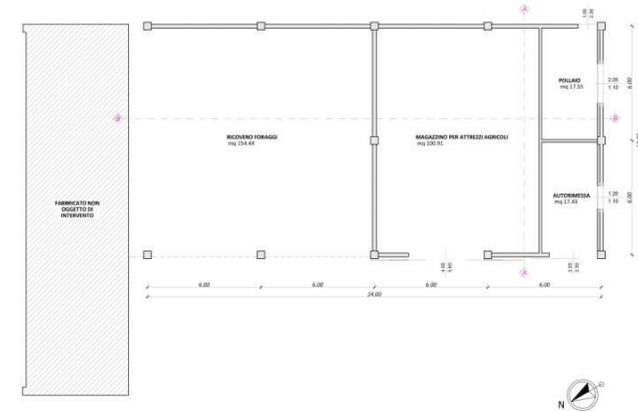
PROSPETTO EST



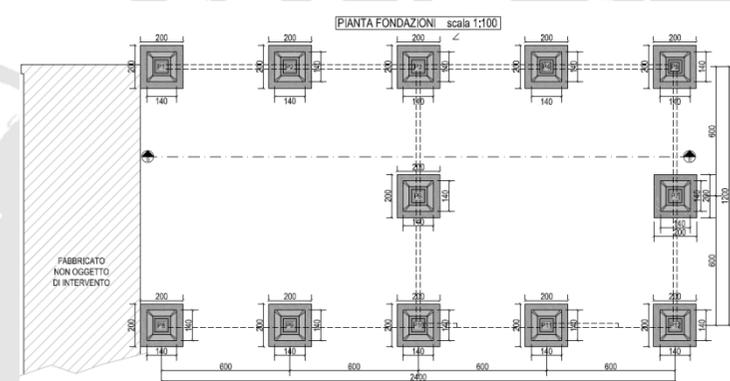
PROSPETTO OVEST



SEZIONE B-B



PROSPETTO SUD



DANNI STRUTTURALI POST SISMA 2012

Perdita di verticalità di 2/10 pilastri lato Ovest (20% della struttura) con contestuali distaccamenti solaio/trave

S
T
A
T
O
D
I
F
A
T
T
O



*Vista interna distaccamento
struttura esistente*



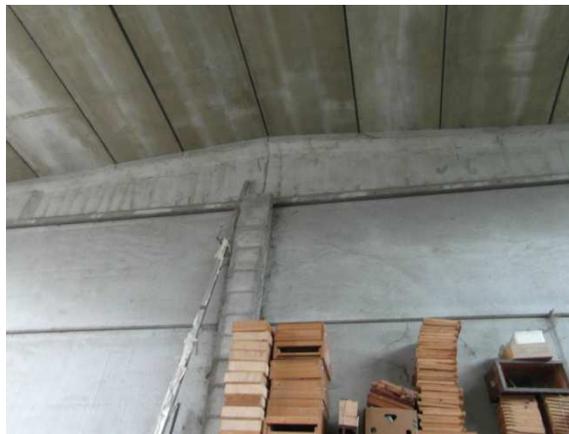
*Vista interna distaccamento dovuto
alla rotazione dei pilastri*

INDIVIDUAZIONE CRITICITÀ CON RIFERIMENTO AL D.L. 74/2012

Mancanza di collegamenti tra elementi strutturali verticali ed elementi strutturali orizzontali e tra questi ultimi



Presenza di elementi di tamponatura prefabbricati non adeguatamente ancorati alle strutture principali



LIVELLO DI CONOSCENZA: DISEGNI ORIGINALI E SAGGI

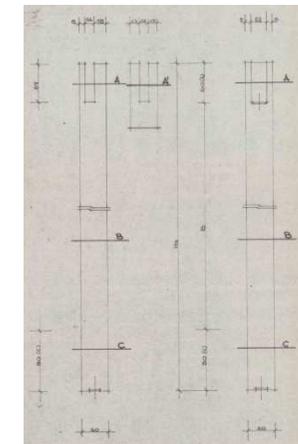
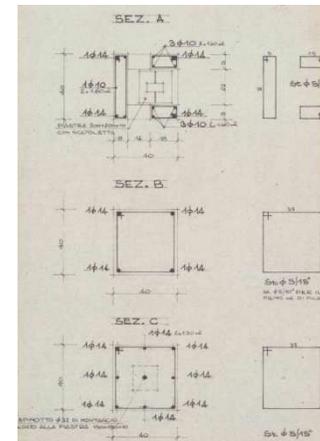
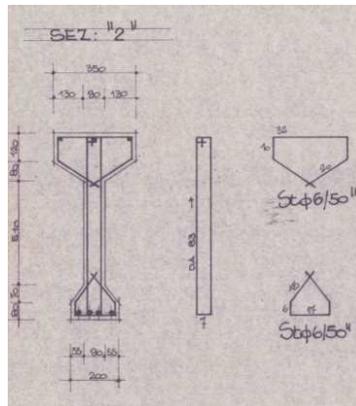
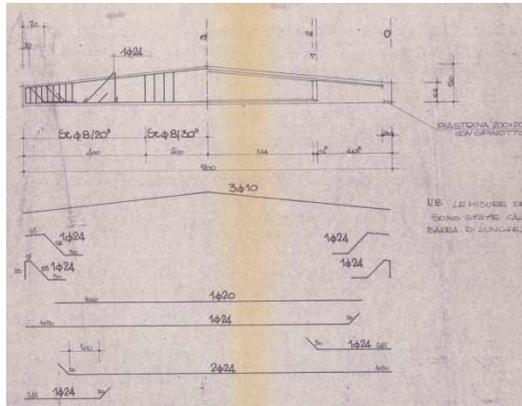


Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3	completo	Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00



LIVELLO DI CONOSCENZA: DEFINIZIONE RESISTENZA MATERIALI

EUROCODICE 8

NTC 2008_CIRCOLARE

		Modello Lineare (LM)	
		Domanda	Capacità
Tipo di elemento o meccanismo Be/m)	Duttile	Accettabilità del modello lineare (per la verifica dei valori $\rho_1 = D_1/C_1$): Dall'analisi. Si usano i valori medi delle proprietà nel modello.	In termini di resistenza. Si usano i valori medi delle proprietà.
	Fragile	Ispezioni (se LM è accettato): Dall'analisi. Verifiche (se LM è accettato): Se $\rho_1 \leq 1$: dall'analisi. Se $\rho_1 > 1$: dall'equilibrio con la resistenza di e/m duttili. Si usano i valori medi delle proprietà moltiplicati per CF.	In termini di deformazione. Si usano i valori medi delle proprietà divisi per CF. In termini di resistenza. Si usano i valori medi delle proprietà divisi per CF e per il coefficiente parziale.

		Modello Lineare	
		Domanda	Capacità
Tipo di elemento o meccanismo (e/m)	Duttile / Fragile	Accettazione del Modello Lineare (ML) (per il controllo dei valori di $\rho_1 = D_1/C_1$)	
	Duttile	Dall'analisi. Usare i valori medi dei moduli nel modello.	In termini di resistenza. Usare i valori medi.
	Fragile	Verifiche (se il ML è accettato): Dall'analisi. Se $\rho_1 \leq 1$, dall'analisi. Se $\rho_1 > 1$, dall'equilibrio con la resistenza degli e/m duttili. Usare i valori medi moltiplicati per FC.	In termini di deformazione. Usare i valori medi divisi per il FC. In termini di resistenza. Usare i valori medi divisi per il FC e per il coefficiente parziale.

	FRAGILI	DUTTILI
f_{cd}	$\frac{f_{cm}}{FC \cdot \gamma_c}$	$\frac{f_{cm}}{FC}$
f_{yd}	$\frac{f_{ym}}{FC \cdot \gamma_s}$	$\frac{f_{ym}}{FC}$

PROGETTAZIONE

NTC 2017 - BOZZA

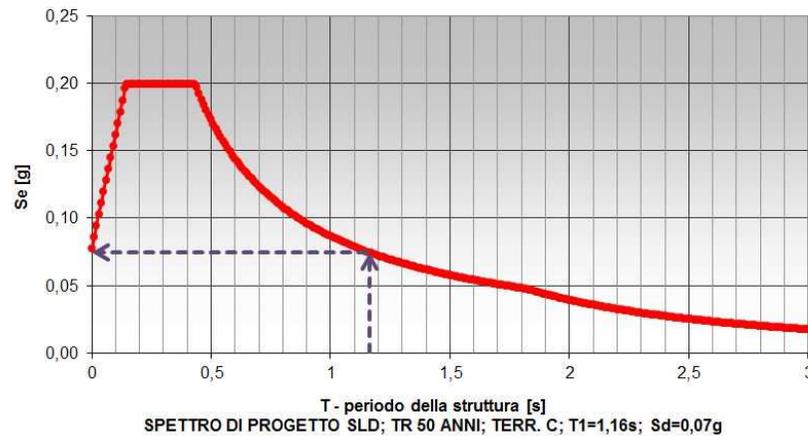
cit-...“Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili si impiegano le proprietà dei materiali esistenti, determinate secondo le modalità indicate al § 8.5.3, divise per i fattori di confidenza corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto.

Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi fragili, le resistenze dei materiali si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali e per i fattori di confidenza corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto.”

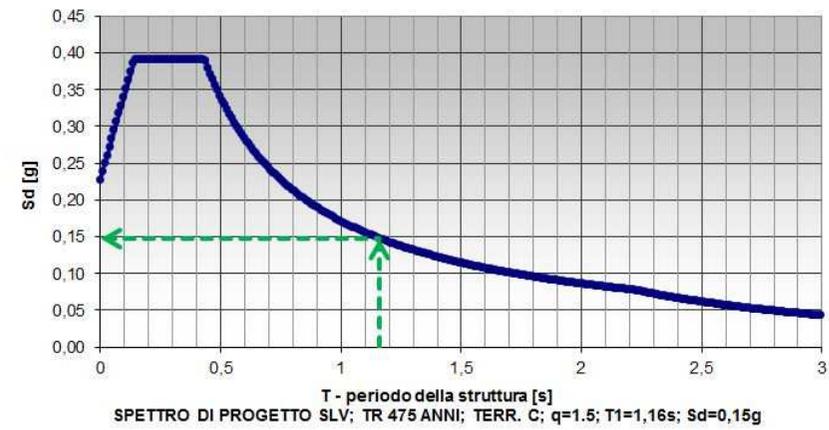
1. LIVELLI DI CONOSCENZA E DEFINIZIONE RESISTENZE MATERIALI				
Livello di conoscenza		LC2 1,2 fattore di confidenza da utilizzare in base al LC (tabella C8A.1.2)		
Calcestruzzo		per verifiche di tutti gli elementi		
f_{cm}	30,96 MPa	res. cilind. a compres media	fragili	duttili
γ_c	1,5		f_{cd}	17,20 25,80 MPa
$f_{cm} \cdot FC$	37,15 MPa	(utile per valutazione domanda)		
Acciaio travi-pil-setti		per verifiche elementi travi, pilastri, setti		
f_{ym}	430 MPa	resistenza a snerv. medio	fragili	duttili
γ_s	1,15		f_{yd}	311,6 358,3 MPa
$f_{ym} \cdot FC$	516,00 MPa	(utile per valutazione domanda)		
Acciaio travetti		per verifiche elementi travetti		
f_{ym}	430 MPa	resistenza a snerv. medio	fragili	duttili
γ_s	1,15		f_{yd}	311,6 358,3 MPa

SPETTRI DI RISPOSTA ACCELERAZIONI ORIZZONTALI

SPETTRO DI RISPOSTA ACCELERAZIONI ORIZZONTALI SLD



SPETTRO DI RISPOSTA ACCELERAZIONI ORIZZONTALI SLV



ANALISI DINAMICA MODALE CON FATTORE $q = 1,5$ (MECCANISMI FRAGILI E DUTTILI)

CIRC. 617/2009 C.8.7.2.4

Nella seconda modalità è possibile utilizzare lo spettro di progetto, definito in § 3.2.3 delle NTC, che si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q , il cui valore è scelto nel campo fra 1,5 e 3,0 sulla base della regolarità nonché dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche.

Nel caso di uso del fattore di struttura, tutti gli elementi strutturali duttili devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza. Tutti gli elementi strutturali "fragili" devono, invece, soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta per $q = 1,5$ sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

NTC2008 7.4.5.1

Tabella 7.4.II – Valori di q_0 per strutture prefabbricate

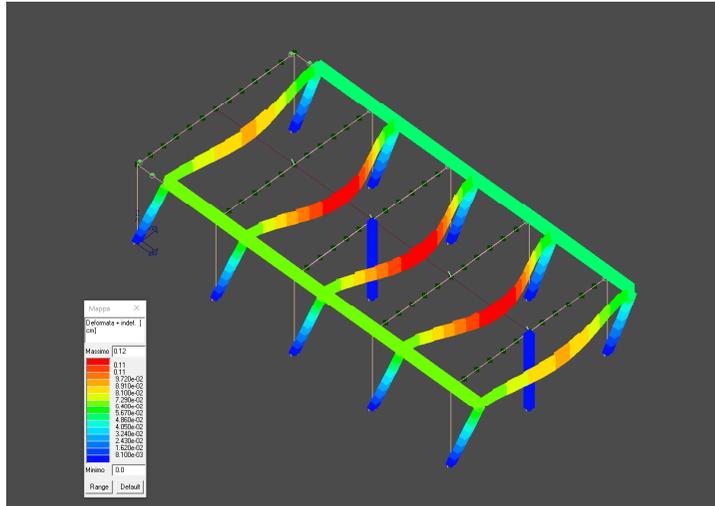
Tipologia	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Struttura a pannelli	3,0	$4,0 \alpha_0 / \alpha_1$
Strutture monolitiche a cella	2,0	3,0
Strutture a pilastri isostatici	2,5	3,5

Altre tipologie possono essere utilizzate giustificando i fattori di struttura adottati e impiegando regole di dettaglio tali da garantire i requisiti generali di sicurezza di cui alle presenti norme.

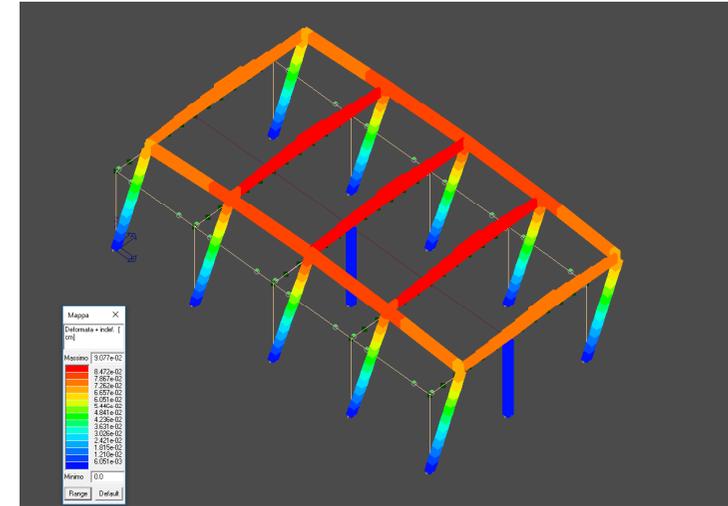
Nelle strutture prefabbricate il meccanismo di dissipazione energetica è associato prevalentemente alle rotazioni plastiche nelle zone critiche. In aggiunta, la dissipazione può avvenire attraverso meccanismi plastici a taglio nelle connessioni, purché le forze di richiamo non diminuiscano significativamente al susseguirsi dei cicli dell'azione sismica e si evitino fenomeni d'instabilità. Nella scelta del fattore di struttura complessivo q possono essere considerate le capacità di dissipazione per meccanismi a taglio, specialmente nei sistemi a pareti prefabbricate, tenendo conto dei valori di duttilità locali a scorrimento μ_s .

Il fattore q deve essere ridotto del 50% nel caso in cui i collegamenti non rispettino le indicazioni riportate nel § 7.4.5.2 e non può assumere un valore maggiore di 1,5 per strutture che non rispettino le indicazioni riportate nel § 7.4.5.3.

RISULTATI ANALISI AGLI ELEMENTI FINITI CON SOFTWARE 2S.I. PRO_SAP



Primo modo di vibrare - $T = 1.16$ s , $f = 0.87$ Hz ,
% massa eccitata = 97 % in direzione X



Secondo modo di vibrare - $T = 1.07$ s , $f = 0.94$ Hz ,
% massa eccitata = 92 % in direzione Y

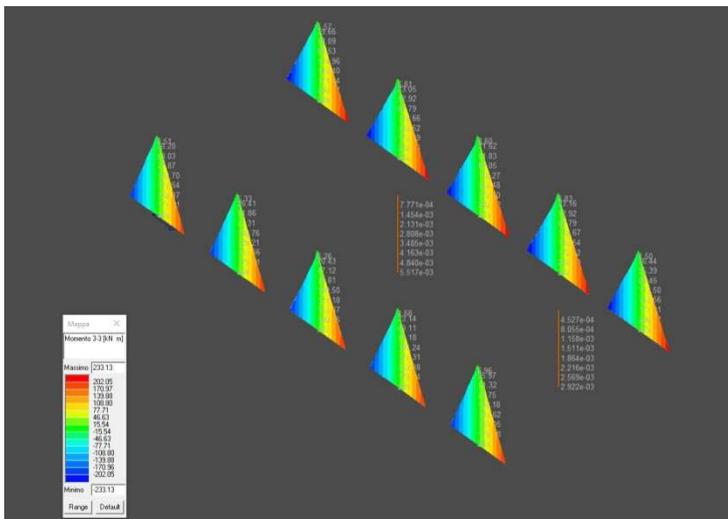


Diagramma involuppo del momento M_y per la combinazione
sismica SLV - sisma al 100% - comportamento a mensola

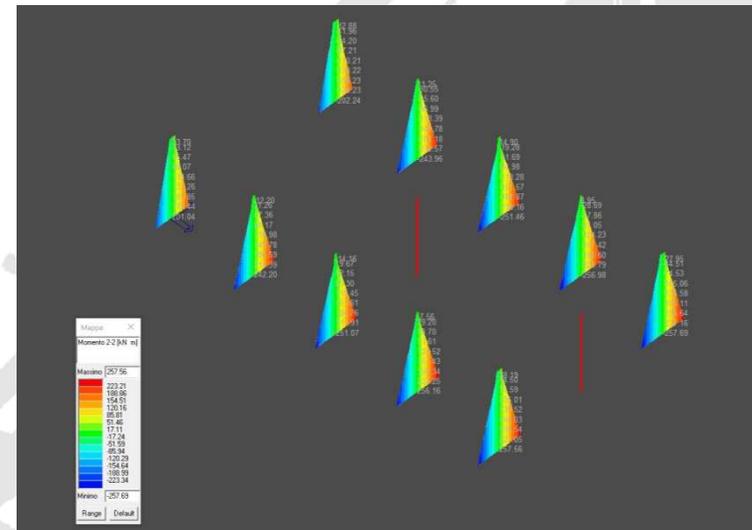


Diagramma involuppo del momento M_x per la combinazione
sismica SLV - sisma al 100% - comportamento a mensola

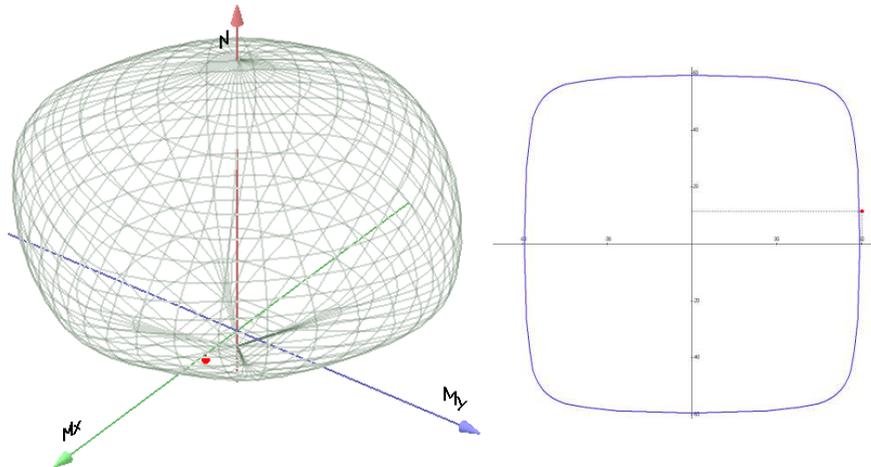
VERIFICHE SISMICHE – MECCANISMI FRAGILI E DUTTILI

DOMANDA		CAPACITA'		VERIFICA A TAGLIO DIREZIONE X	
V_{Edx} [kN]	V_{Edy} [kN]	M_{Rdx} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	min ($V_{Edmax,x}$, V_{Edx}) [kN]	ag/g
32,63	8,26	108	108	33	OK
M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	$V_{Edmax,x}$ [kN]	$V_{Edmax,y}$ [kN]	VERIFICA A TAGLIO DIREZIONE Y	
178,46	46,38	20	22	min ($V_{Edmax,y}$, V_{Edy}) [kN]	ag/g
$N_{Ed,qp}$ [kN]		V_{Rdx} [kN]	V_{Rdy} [kN]	22	OK
156,45		116	116		

Verifiche fragili a taglio sempre soddisfatte per sisma al 100%. Il fabbricato è sismicamente adeguato ad assorbire azioni taglianti

Verifica fragile – pilastro 40 x 40 - 4Ø14 – staffe a 2 braccia Ø 5 / 15 cm

Le verifiche risultano essere soddisfatte in ambedue le direzioni



Verifiche a pressoflessione del pilastro più sollecitato al sisma 31%.

La capacità eguaglia la domanda sismica.

Completamente Tesa

$$N_u = -220,62 \text{ kN}$$

$$M_{xu} = 0,00$$

$$M_{yu} = 0,00$$

Completamente Superiori Tese

$$N_u = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{xu} = 41,2846 \text{ kN m}$$

$$M_{yu} = 0,00 \text{ kN m}$$

Completamente Compressa

$$N_u = 3927,82 \text{ kN}$$

$$M_{xu} = 0,00 \text{ kN m}$$

$$M_{yu} = 0,00 \text{ kN m}$$

Completamente di Sinistra Tese

$$N_u = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{xu} = 0,00 \text{ kN m}$$

$$M_{yu} = 41,2846 \text{ kN m}$$

Completamente Inferiore Tesa

$$N_u = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{xu} = 41,2846 \text{ kN m}$$

$$M_{yu} = 0,00 \text{ kN m}$$

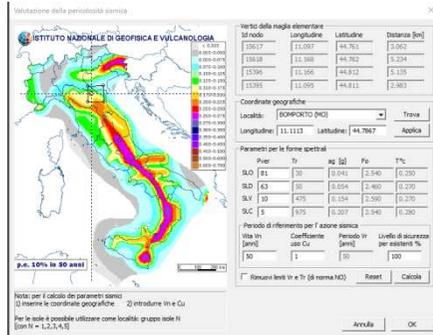
Completamente di Destra Tese

$$N_u = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{xu} = 0,00 \text{ kN m}$$

$$M_{yu} = -41,2846 \text{ kN m}$$

DOMANDA SISMICA CAPANNONE



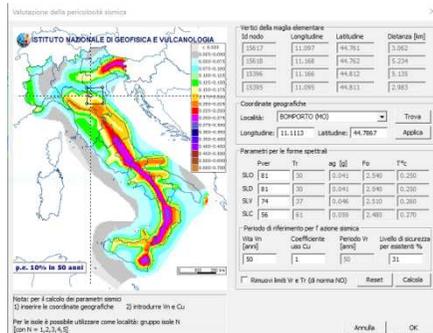
Sisma 100%
 $a_g(g) = 0.155$
 $S = 1.46$
 $PGA_{DLV}(g) = 0.226$
 $TR_{DLV}(\text{anni}) = 475$

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x				S(T) per sisma dir y-y				S(T) per sisma dir z-z			
	T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0,062	0,158	0,037	SLO	0,062	0,158	0,037	SLO	0,011	0,029	0,004
SLD	0,081	0,200	0,048	SLD	0,081	0,200	0,048	SLD	0,017	0,042	0,006
SLV	0,226	0,389	0,077	SLV	0,226	0,389	0,077	SLV	0,082	0,142	0,031
SLC	0,287	0,485	0,089	SLC	0,287	0,485	0,089	SLC	0,127	0,215	0,041

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: "ag*S", "ag*S*eta*F" e "ag*S*eta*F*Tc/Td" [eta pari a 1/q per SLV e SLC]

CAPACITÀ SISMICA CAPANNONE ANTE OPERAM



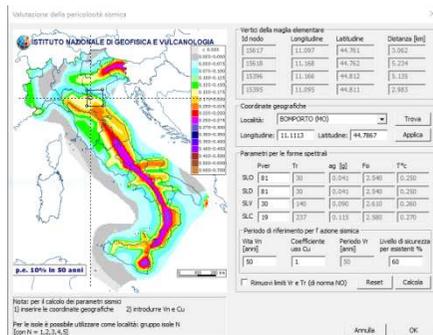
Sisma 31%
 $a_g(g) = 0.046$
 $S = 1.50$
 $PGA_{DLV}(g) = 0.069$
 $TR_{DLV}(\text{anni}) = 37$

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x				S(T) per sisma dir y-y				S(T) per sisma dir z-z			
	T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0,062	0,158	0,037	SLO	0,062	0,158	0,037	SLO	0,011	0,029	0,004
SLD	0,062	0,158	0,037	SLD	0,062	0,158	0,037	SLD	0,011	0,029	0,004
SLV	0,069	0,116	0,028	SLV	0,069	0,116	0,028	SLV	0,013	0,023	0,009
SLC	0,089	0,147	0,035	SLC	0,089	0,147	0,035	SLC	0,019	0,032	0,012

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: "ag*S", "ag*S*eta*F" e "ag*S*eta*F*Tc/Td" [eta pari a 1/q per SLV e SLC]

CAPACITÀ SISMICA CAPANNONE POST OPERAM



Sisma 60%
 $a_g(g) = 0.09$
 $S = 1.50$
 $PGA_{DLV}(g) = 0.135$
 $TR_{DLV}(\text{anni}) = 140$

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x				S(T) per sisma dir y-y				S(T) per sisma dir z-z			
	T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0,062	0,158	0,037	SLO	0,062	0,158	0,037	SLO	0,011	0,029	0,004
SLD	0,062	0,158	0,037	SLD	0,062	0,158	0,037	SLD	0,011	0,029	0,004
SLV	0,135	0,234	0,051	SLV	0,135	0,234	0,051	SLV	0,036	0,063	0,018
SLC	0,172	0,296	0,063	SLC	0,172	0,296	0,063	SLC	0,053	0,090	0,023

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: "ag*S", "ag*S*eta*F" e "ag*S*eta*F*Tc/Td" [eta pari a 1/q per SLV e SLC]

ELABORATI GRAFICI DEPOSITATI

PROGETTAZIONE

Comune di Sargano Provincia di AREZZO

PROGETTO

DI INTERNO PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DI UN CARINONE AD USO MERCANTILE SITO IN LOCALITÀ COLLE DI SARGANO IN VIA SAN FELICE N° 13/15

Proprietà: QUERRA FRANCA

STATO COMPARAZIONE
 PANNELLO SCHEMI PROGETTI
 Scala 1:100

IL TECNICO LA PROPRIETÀ

GOLINELLI geom. ENEA
 Via S. Maria Maddalena, 10
 50139 Firenze

3

ST 01
REV. 02

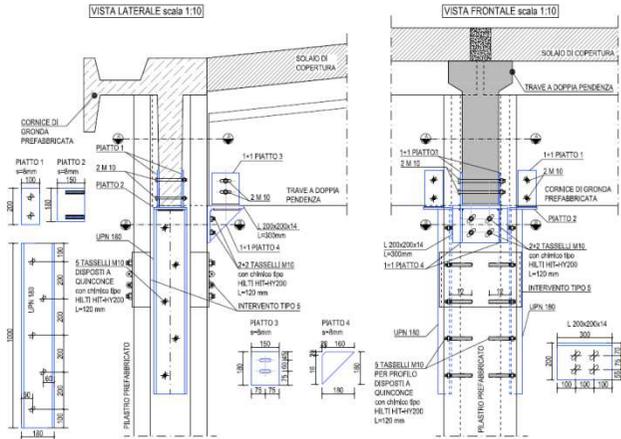
ST 03
REV. 01

ST 02
REV. 00

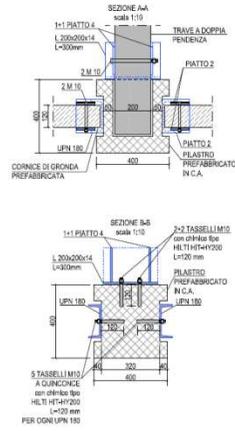
INTERVENTO 1 – 2 – 2*: COLLEGAMENTO TRAVI PILASTRI

INTERVENTI 1 FASE

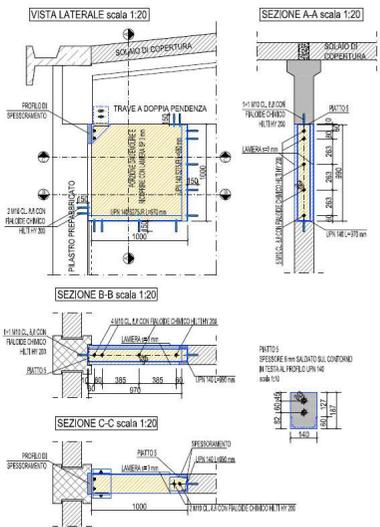
INTERVENTO TIPO 1: COLLEGAMENTO GRONDA-PILASTRO
INTERVENTO TIPO 2: COLLEGAMENTO TRAVE-PILASTRO



INT. TIPO 1: COLLEGAMENTO GRONDA-PILASTRO
INT. TIPO 2: COLLEGAMENTO TRAVE-PILASTRO

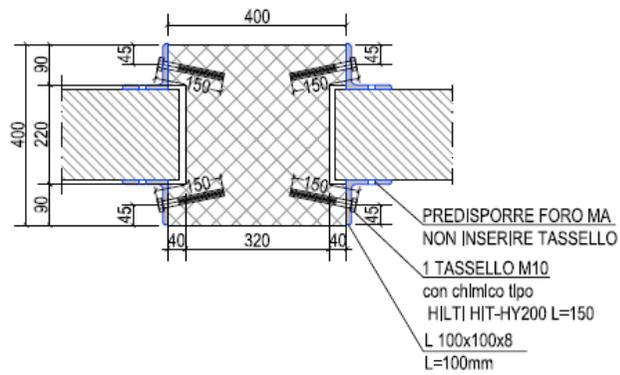


INTERVENTO TIPO 2*: COLLEGAMENTO TRAVE-PILASTRO



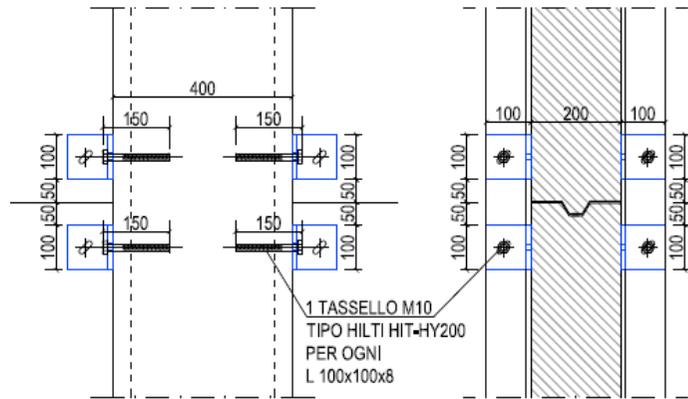
INTERVENTO 3: COLLEGAMENTO PANNELLI PILASTRI

INTERVENTO TIPO 3:
COLLEGAMENTO PANNELLI-PILASTRO
scala 1:10



VISTA FRONTALE
scala 1:10

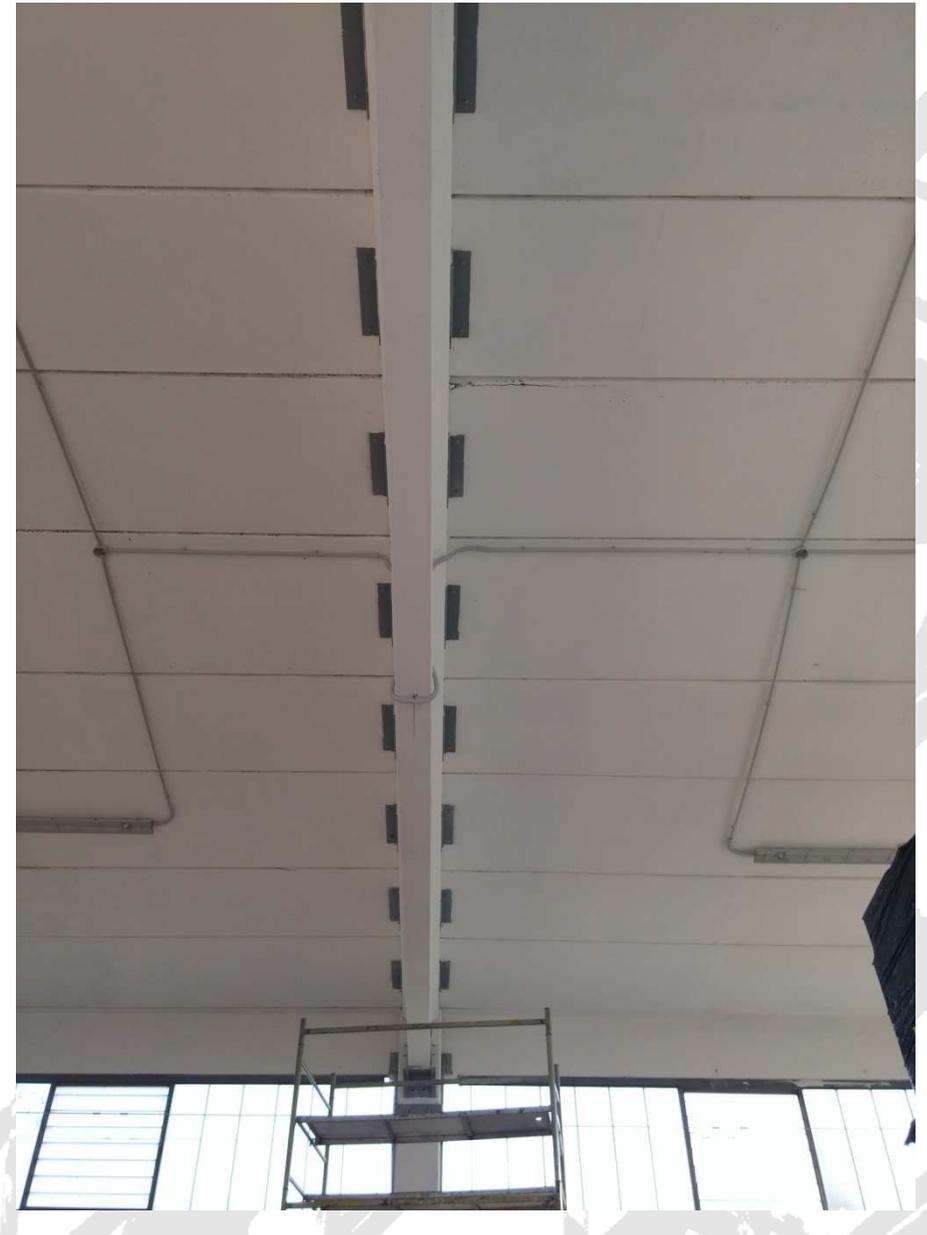
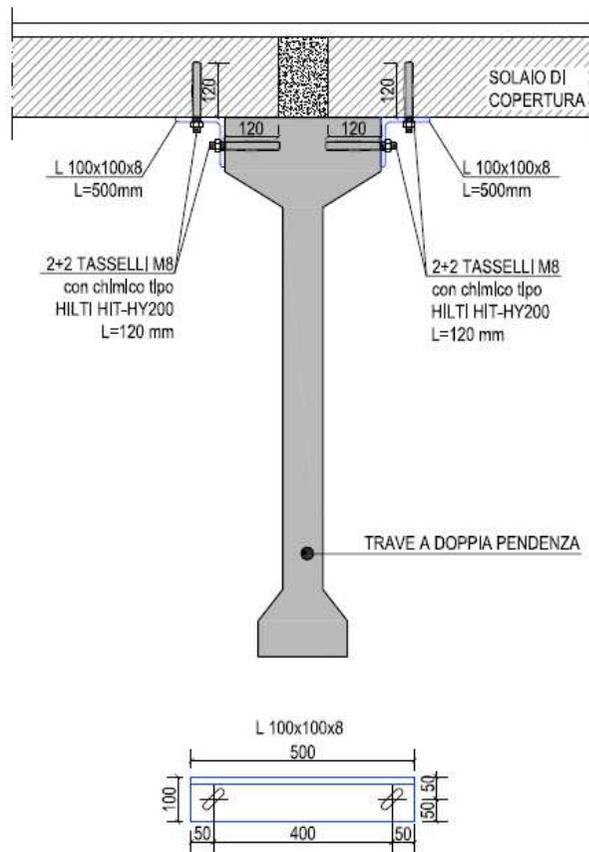
VISTA LATERALE
scala 1:10



INTERVENTO 4: COLLEGAMENTO COPERTO TRAVE

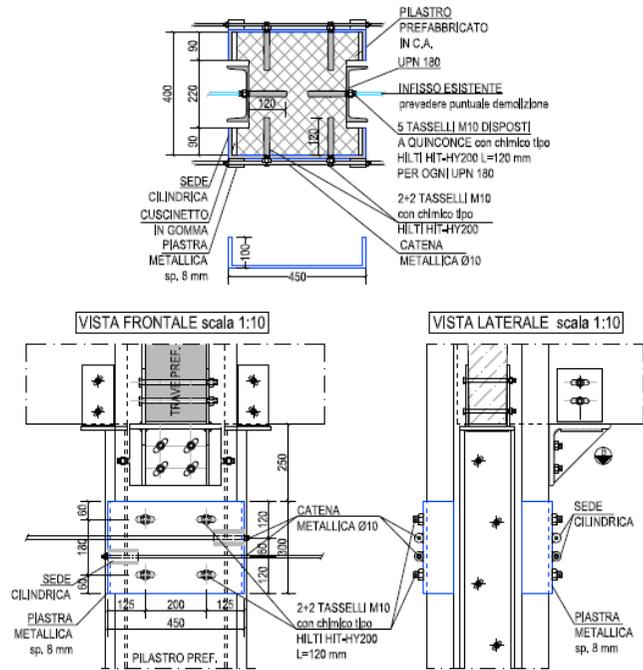
INTERVENTO TIPO 4: COLLEGAMENTO COPERTO-TRAVE

VISTA LATERALE scala 1:10



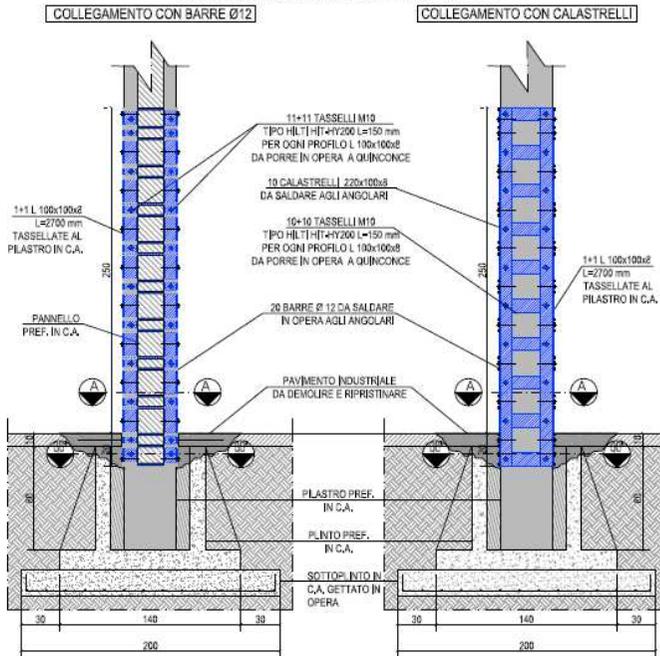
INTERVENTO 5: INCATENAMENTO TESTE PILASTRI

INTERVENTO TIPO 5:
COLLEGAMENTO TESTA PILASTRI scala 1:10

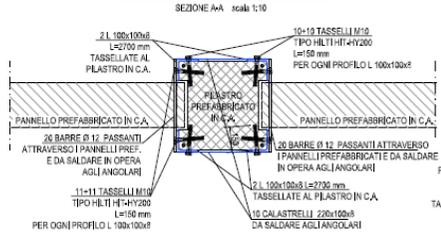


INTERVENTO 6/7/8/9: RINFORZO FLESSIONALE PILASTRI

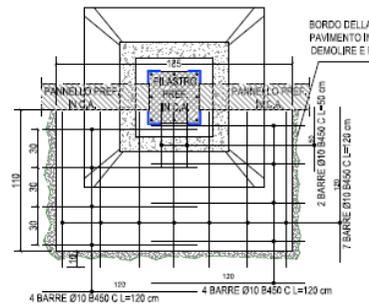
RINFORZO FLESSIONALE DEI PILASTRI scala 1:20
viste laterali dei collegamenti tipo vallee per INT. TIPO 6-7-8



INTERVENTO TIPO 6:
RINFORZO FLESSIONALE DEL PILASTRO



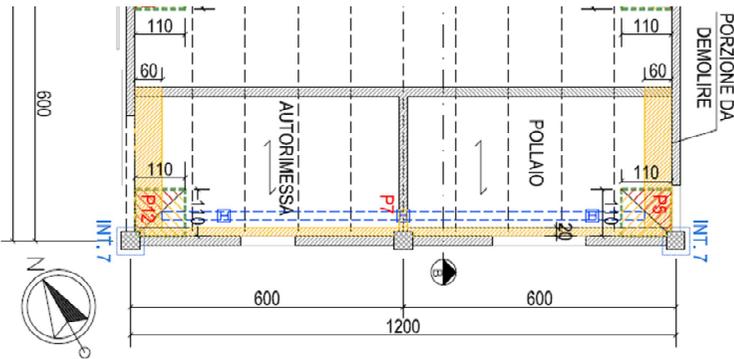
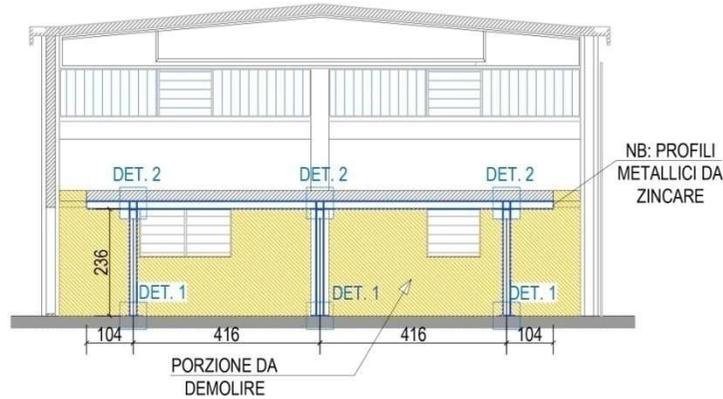
SEZIONE B-B scala 1:20
valido per P1-P2-P3-P4-P8-P9-P10-P11



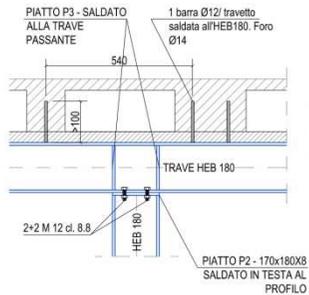
INTERVENTO DI DISTACCAMENTO STRUTTURA ESISTENTE

INTERVENTI 2 FASE

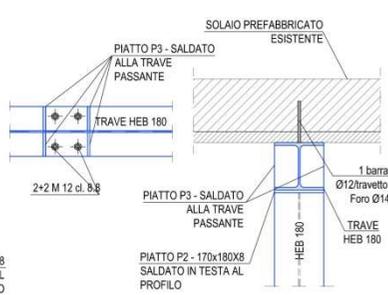
SEZIONE C-C



DETTAGLIO 2-VISTA FRONTALE



DETTAGLIO 2-VISTA SUP.



DETTAGLIO 2-VISTA LATERALE



APPLICATIVO PRO_SMB DI 2S.I. PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELLE COSTRUZIONI (SISMABONUS) – METODO CONVENZIONALE

INTERVENTI

Metodo adottato per le valutazioni della classe di rischio sismico

File

A+ CONVENZIONALE
PRD_SAP A-O...
PRD_SAP P-O...

A+* SEMPLIFICATO PER EDIFICIO IN MURATURA

+1 SEMPLIFICATO PER CAPANNONE INDUSTRIALE
PRD_SAFE...

+1 SEMPLIFICATO PER EDIFICIO A TELAIO IN C.A.

Mappa di pericolosità sismica

Località e pericolosità sismica...

Zona sismica ex OPCM 3274: 3 [1-4]
 ag prevista: 0.154 [g]
 PGA IS-V: 0.226 [g]

Classe d'uso II
 Categoria suolo C
 Categoria topografica T1
 Quota pendio [0-100]: 100.0 [%]

<Indietro Avanti> Esci Stampa...

Valutazione Classe di Rischio Sismico - metodo convenzionale

File

Domanda sismica

	TRd	PGAd
SLO	30	0.062
SLD	50	0.081
SLV	475	0.226
SLC	975	0.287

<< Calcola CRS >>

Reset capacità A-O P-O

Capacità sismica A-O

	TRc	rPGA	PGAc
10	0.624	0.039	F PAM
10	0.31	0.025	4.5% < PAM ≤ 7.5%
31	0.31	0.07	D IS-V
64	0.31	0.089	45% ≥ IS-V > 30%

PAM (%) = 4.845
IS-V (%) = 31.0

Capacità sismica P-O

	TRc	rPGA	PGAc
10	0.624	0.039	D PAM
15	0.6	0.049	2.5% < PAM ≤ 3.5%
145	0.6	0.136	C IS-V
297	0.6	0.172	60% ≥ IS-V > 45%

PAM (%) = 2.875
IS-V (%) = 60.0

Sintesi risultati

F

CLASSE DI RISCHIO ANTE OPERA

D

CLASSE DI RISCHIO POST OPERA

Passaggio di n.ro di classi: 2

Curve PAM

Perdita econ. diretta in % di CR vs freq. media annua di superamento 1/TR in %

<Indietro Avanti> Esci Stampa...

CONSIDERAZIONI ECONOMICHE SISMA BONUS:

Costo intervento totale: 85.812,52 € iva inclusa

Numero salti di classe: 2; da F a D

Detrazione fiscale: 80%, detraibili in 5 anni [68.650 € totali; 13.730 € annui]

INCENTIVI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO
dai programmi pluriennali al Sisma bonus

Bolognavenerdì
12 maggio 2017

Grazie a tutti per l'attenzione

Ing. Alessio Giammarruto



EN7 srl
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Via Bagni di Mario, 13 | 40136 Bologna
T. +39.051.4127916 | F. +39.051.0922340 | E. info@en7.it | www.en7.it