Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

FOIR

La sicurezza strutturale: dalle basi normative alle sfide di cantiere

Dalla richiesta normativa al processo progettuale (con modelli sempre più raffinati), fino all'applicazione di rinforzi strutturali

sio

15 Maggio 2024

kerakoll

Indice

1. Fondamenti di sicurezza strutturale: normative e prestazioni richieste
2. Conformità e valutazione della sicurezza in base alle Normative vigenti
3. Strategie integrate per il Rinforzo di strutture in c.a.: Riparazione, Miglioramento Sismico e Adeguamento
4. Oltre i modelli di calcolo lineari: nuove prospettive nel calcolo strutturale
5. Applicazione pratica delle analisi lineari e non lineari nel rinforzo strutturale
6. Case Study: sfide e soluzioni nel rinforzo di strutture esistenti

1. Fondamenti di sicurezza strutturale: normative e prestazioni richieste
2. Conformità e valutazione della sicurezza in base alle Normative vigenti

Ospedale di Rovereto



Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei



Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa





kerakoll sio

Riferimenti normativi (NTC): gli obiettivi «numerici»

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Martedì, 20 febbraio 2018 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

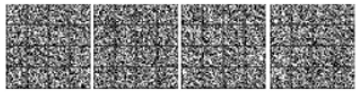
DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-85081 - LIBRERIA DELLO STATO PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

N. 8

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».



8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- *interventi di riparazione o locali:* interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- *interventi di miglioramento:* interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- *interventi di adeguamento:* interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3.

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione in base ai criteri indicati nel §8.3.

Qualora l'intervento preveda l'inserimento di nuovi elementi che richiedano apposite fondazioni, queste ultime dovranno essere verificate con i criteri generali di cui ai precedenti Capitoli 6 e 7, così come richiesto per le nuove costruzioni.

Per i beni di interesse culturale ricadenti in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del DLgs 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.

SCUOLE, OSPEDALI, ECC.

8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E, a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E, sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno ζ_E =1,0.

ALTRI EDIFICI (PRIVATI)

8.5. DEFINIZIONE DEL MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI

- **8.5.1. ANALISI STORICO-CRITICA**
- **8.5.2. RILIEVO**
- **8.5.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI**
- **8.5.4. LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA**
- **8.5.5. AZIONI**

8.5.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà sulla documentazione già disponibile, su verifiche visive in *situ* e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche; nel caso di costruzioni sottoposte a tutela, ai sensi del D.Lgs. 42/2004, di beni di interesse storico-artistico o storico-documentale o inseriti in aggregati storici e nel recupero di centri storici o di insediamenti storici , dovrà esserne considerato l'impatto in termini di conservazione. I valori di progetto delle resistenze meccaniche dei materiali verranno valutati sulla base delle indagini e delle prove effettuate sulla struttura, tenendo motivatamente conto dell'entità delle dispersioni, prescindendo dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni. Per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001.

8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E, a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6 , mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E, sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno ζ_E =1,0.

Riferimenti normativi: gli obiettivi rispetto alle porzioni di edificio (strutture, elementi edilizi, impianti) - dettaglio

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale„ n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Martedì, 20 febbraio 2018 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

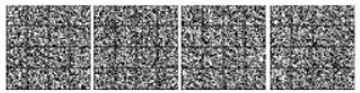
DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-85081 - LIBRERIA DELLO STATO PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

N. 8

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».



7.3.5. RISPOSTA ALLE DIVERSE COMPONENTI DELL'AZIONE SISMICA ED ALLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO

ANALISI DINAMICA O STATICA, LINEARE O NON LINEARE

La risposta è calcolata unitariamente per le tre componenti, applicando l'espressione:

$$1{,}00 \cdot E_x + 0{,}30 \cdot E_y + 0{,}30 \cdot E_z \qquad [7.3.10]$$

Gli effetti più gravosi si ricavano dal confronto tra le tre combinazioni ottenute permutando circolarmente i coefficienti moltiplicativi.

In ogni caso:

- la componente verticale deve essere tenuta in conto unicamente nei casi previsti al § 7.2.2.
- la risposta deve essere combinata con gli effetti pseudo-statici indotti dagli spostamenti relativi prodotti dalla variabilità spaziale del moto unicamente nei casi previsti al § 3.2.4.1, utilizzando, salvo per quanto indicato al § 7.2.2 in merito agli appoggi mobili, la radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS).

ANALISI DINAMICA , LINEARE O NON LINEARE, CON INTEGRAZIONE AL PASSO

La risposta è valutata applicando simultaneamente le due componenti orizzontali della storia temporale del moto del terreno (e quella verticale, ove necessario). Si devono adottare almeno 3 storie temporali; si valutano gli effetti sulla struttura utilizzando i valori più sfavorevoli. Impiegando invece almeno 7 diverse storie temporali, gli effetti sulla struttura sono rappresentati dalla media dei valori più sfavorevoli.

Nel caso in cui sia necessario valutare gli effetti della variabilità spaziale del moto, l'analisi può essere eseguita imponendo alla base della costruzione storie temporali del moto del terreno differenziate, ma coerenti tra loro e generate in accordo con lo spettro di risposta appropriato per ciascun vincolo. In alternativa, si potranno eseguire analisi dinamiche con moto sincrono tenendo in dovuto conto gli effetti pseudo-statici di cui al § 3.2.4.

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e senza applicare la gerarchia delle capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di rigidezza (RIG), di resistenza (RES) e di duttilità (DUT) (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della gerarchia delle capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità.

Le verifiche degli elementi non strutturali (NS) e degli impianti (IM) si effettuano in termini di funzionamento (FUN) e stabilità (STA), come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

EDIFICI PRIVATI

SCUOLE, OSPEDALI, ECC.

Tab. 7.3.III – *Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti*

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM(*)
SLE	*SLO*					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	*SLV*	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT(**)			DUT(**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.
(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Le verifiche allo stato limite di prevenzione del collasso (*SLC*), a meno di specifiche indicazioni, si svolgono soltanto in termini di duttilità e solo qualora le verifiche in duttilità siano espressamente richieste (v.§7.3.6.1)

7.3.6.1 ELEMENTI STRUTTURALI (ST)

VERIFICHE DI RIGIDEZZA (RIG)

La condizione in termini di rigidezza sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo *SL* e alla CU considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito.

Riferimenti normativi: gli obiettivi rispetto alle porzioni di edificio (strutture, elementi edilizi, impianti) - dettaglio

EDIFICI PRIVATI (in genere) **SCUOLE, OSPEDALI, ECC.**

Tab. 7.3.III – *Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti*

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM(*)
SLE	*SLO*					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	*SLV*	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT(**)			DUT(**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.
(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

ST = STRUTTURE

NS = MURI, CONTROSOFFITTI, ECC.

IM = IMPIANTI

ST = STRUTTURE

NS = MURI, CONTROSOFFITTI, ECC.

IM = IMPIANTI

I rapporti con l’ex Genio Civile

Comune di Milano

Direzione Specialistica Attuazione Diretta PGT e SUE
Unità Tecnica Servizi Generali
Unità Monitoraggio Tecnico
Ufficio Cementi Armati e Sismica
Via Sile 8, 20139 Milano

Milano, 19 Febbraio 2024

Egregio Ing. Francesco Iorio

Via Vittorio Emanuele II, 12
24121 BERGAMO
pec: siosrlunip@pec.it

domicilio elettronico c/o

Oggetto: Certificazione di deposito sismico P.G. 31726/2024 del 19/01/2024
Intervento di sopraelevazione e di adeguamento per ristrutturazione edilizia SCIA art. 23 per riqualificazione edilizia con realizzazione di sopralzo in copertura nell'immobile sito in Corso Europa 11, Milano.

WF JPE/33752/2023
Identificativo protocollo c.a. 47/2024
Identificativo suesonline 0933176100805012024-1103
Identificativo MUTA SISM328830
Proprietà: INVESTIRE SOCIETA' DI GESTIONE DEL RISPARMIO S.P.A. (legalmente rappresentata dal Sig. Andrea Colombrita)

Valido ex art. 65 D.P.R.380/2001 NO

A seguito dei controlli previsti dall'art. 10 della L.R. 33/2015, si elencano di seguito le integrazioni necessarie ai fini dell'ottenimento della certificazione di deposito sismico di cui all'oggetto:

1. L'intervento comprende anche opere di fondazione per la realizzazione di una platea di una vasca al piano interrato, se l'intervento è ritenuto di modesta importanza dal punto di vista geotecnico ed in zona conosciuta è necessario allegare il solo modulo 11, altrimenti è necessario allegare i moduli 9, 10, relazione geologica e geotecnica. Si chiede di integrare.
2. Poichè trattasi di intervento su edificio esistente, è necessario allegare la documentazione fotografica.
3. Si chiede di integrare la relazione di calcolo con le informazioni richieste al cap. 10.2 delle NTC 2018 relativamente ad analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo, eseguendo e riportando i risultati numerici delle calcolazioni semplificate effettuate per il caso specifico ed utilizzate per validare l'affidabilità del modello di calcolo (a puro titolo esemplificativo: verifica del taglio alla base, del periodo di vibrazione principale, della corretta distribuzione dei carichi verticali negli elementi principali, etc.). A tal proposito, si chiede di integrare anche il punto 11 del modulo 12 riportando in sintesi i principali risultati ottenuti, in particolare, si chiede di verificare con formule di comprovata affidabilità l'elevato periodo ottenuto con l'analisi modale a cui corrisponde una accelerazione sismica molto bassa.
4. Si chiede di integrare la relazione di calcolo e/o gli elaborati grafici dettagliando le armature previste nei principali elementi strutturali, in modo da consentirne la leggibilità, la corretta
5. si chiede di verificare i criteri di applicabilità dell'analisi dinamica lineare effettuata, verificando i criteri previsti al punto C8.7.2.2.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 per edifici in calcestruzzo armato esistenti;
6. l'intervento prevede il sopralzo dell'edificio esistente vincolato mediante il miglioramento sismico, senza adeguamento così come consentito dalle NTC 2018 cap 8.4, ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs 22 gennaio 2004 e ss.mm.ii.. Si chiede di chiarire in relazione i motivi legati alla conservazione del bene che non permettono di raggiungere l'adeguamento, anche in considerazione del fatto che i pilastri inseriti all'interno delle facciate, risultano già adeguati in base a quanto indicato in relazione. Le strutture sismoresistenti non adeguate sembrano essere i setti interni di vano scala e ascensore;
7. nel caso non sia effettivamente possibile raggiungere Is>1 compatibilmente alle esigenze di conservazione, si chiede di valutare la vita nominale Vn cui corrisponde un indice di sicurezza unitario, in modo tale che il committente sia consapevole delle implicazioni in termini di future verifiche ed eventuali ulteriori interventi che potrebbero rendersi necessari al termine della vita nominale (cap 7 del Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 09 Febbraio 2011);
8. Nel modulo 12 è indicata la trascurabilità delle non linearità geometriche. Si chiede di esplicitare il valore di q [7.3.3] NTC 2018, soprattutto in considerazione della snellezza e dell'elevato periodo di vibrazione della struttura.
9. Si chiede di allegare documentazione tecnica relativa agli smorzatori inseriti nella struttura, con particolare riferimento alla capacità di abbattere lo spettro di progetto come indicato nella relazione di calcolo.
10. L'edificio oggetto di intervento è in aderenza ad un altro fabbricato. Negli elaborati grafici non è indicato alcun giunto sismico, nel caso in cui questo non sia presente si chiede di chiarire in quale modo si sia tenuto conto dell'interazione con il fabbricato adiacente. Nel caso in cui, invece, sia presente il giunto si chiede di allegare la relativa verifica.
11. Si chiede di allegare alla relazione di calcolo la verifica dei principali elementi in acciaio del sopralzo e dei relativi collegamenti, nella documentazione presentata è presente solo una rappresentazione grafica in termini tensionali. Si chiede di allegare le verifiche agli SLU E SLV previsti dalle NTC 2018.

Entro 30 giorni l'istante ha diritto di presentare osservazioni e/o integrazioni.

La mancata completa presentazione delle integrazioni richieste comporterà il rigetto dell'istanza.

Si rammenta che prima dell'inizio dei lavori dovrà essere presentata la documentazione valida ex art. 65 del D.P.R. 380/2001.

Per ogni ulteriore eventuale informazione in merito, La invitiamo a contattare l'ufficio Cementi Armati e Sismica.

Il DIRIGENTE DELL'UNITÀ
Ing. Maurizio Mezzati
(firmato digitalmente)

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e relative norme collegate

kerakoll sio

I rapporti con l'ex Genio Civile

5. si chiede di verificare i criteri di applicabilità dell'analisi dinamica lineare effettuata, verificando i criteri previsti al punto C8.7.2.2.1 della Circolare 21 Gennaio 2019 per edifici in calcestruzzo armato esistenti;
6. l'intervento prevede il sopralzo dell'edificio esistente vincolato mediante il miglioramento sismico, senza adeguamento così come consentito dalle NTC 2018 cap 8.4, ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs 22 gennaio 2004 e ss.mm.ii.. Si chiede di chiarire in relazione i motivi legati alla conservazione del bene che non permettono di raggiungere l'adeguamento, anche in considerazione del fatto che i pilastri inseriti all'interno delle facciate, risultano già adeguati in base a quanto indicato in relazione. Le strutture sismoresistenti non adeguate sembrano essere i setti interni di vano scala e ascensore;
7. nel caso non sia effettivamente possibile raggiungere Is>1 compatibilmente alle esigenze di conservazione, si chiede di valutare la vita nominale Vn cui corrisponde un indice di sicurezza unitario, in modo tale che il committente sia consapevole delle implicazioni in termini di future verifiche ed eventuali ulteriori interventi che potrebbero rendersi necessari al termine della vita nominale (cap 7 del Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 09 Febbraio 2011);

3. Strategie integrate per il Rinforzo di strutture in c.a.: Riparazione, Miglioramento Sismico e Adeguamento

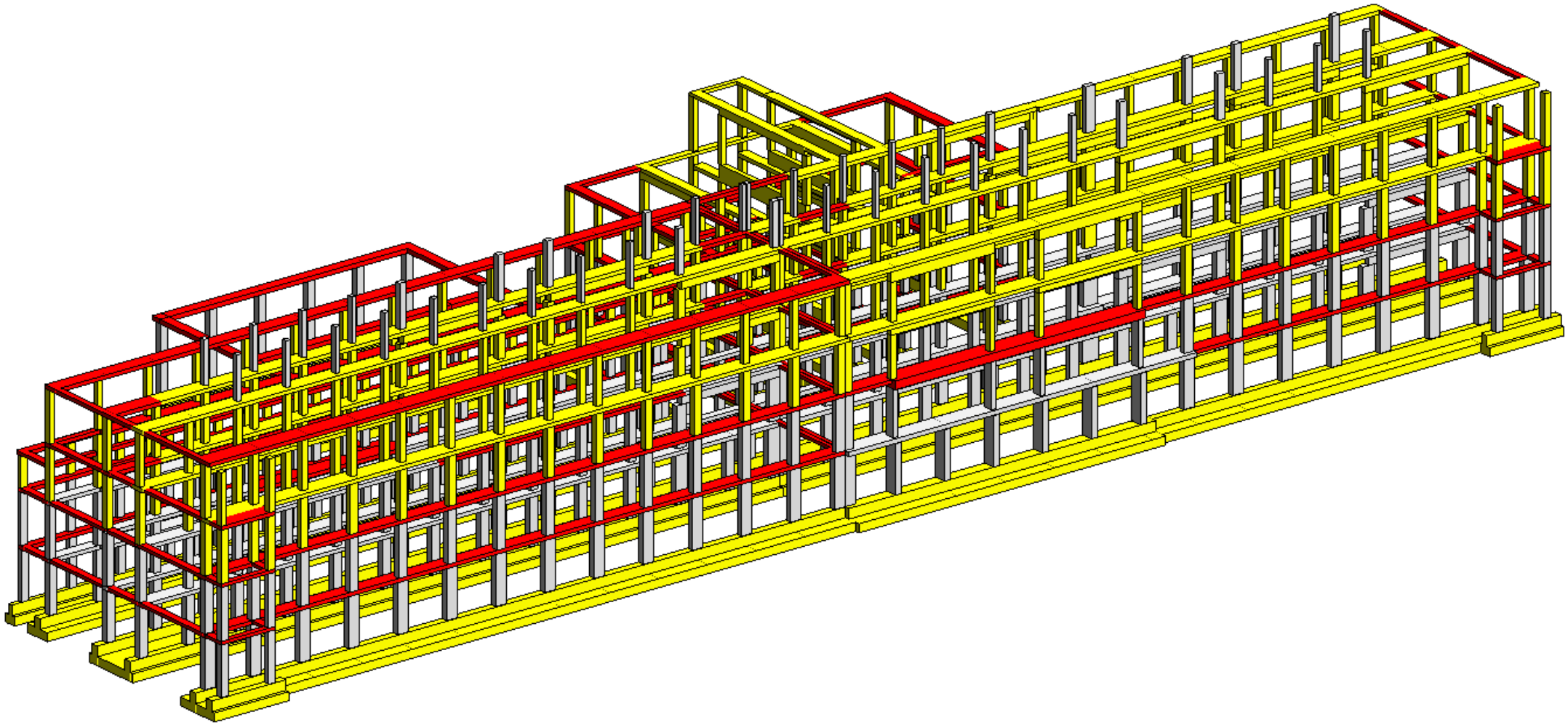
Indagini e rilievi come strumento di progettazione

- Verifica della completezza dei rilievi (alla base della analisi di vulnerabilità)
- Analisi costi/benefici (diretti): la riduzione dei costi di intervento all'aumentare del livello di conoscenza
- Analisi costi/benefici (indiretti): l'onere delle indagini in edifici in esercizio

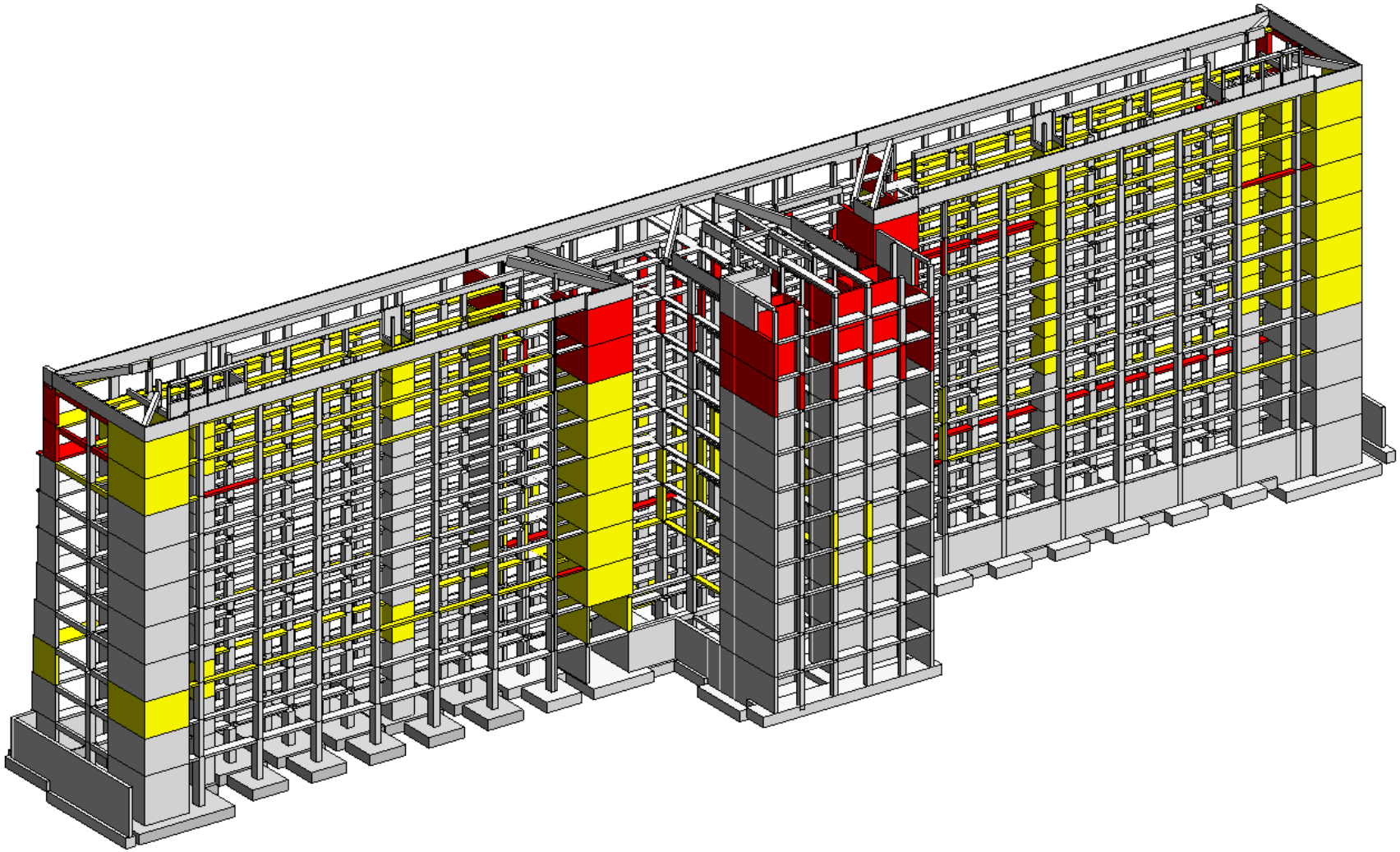
Caso studio



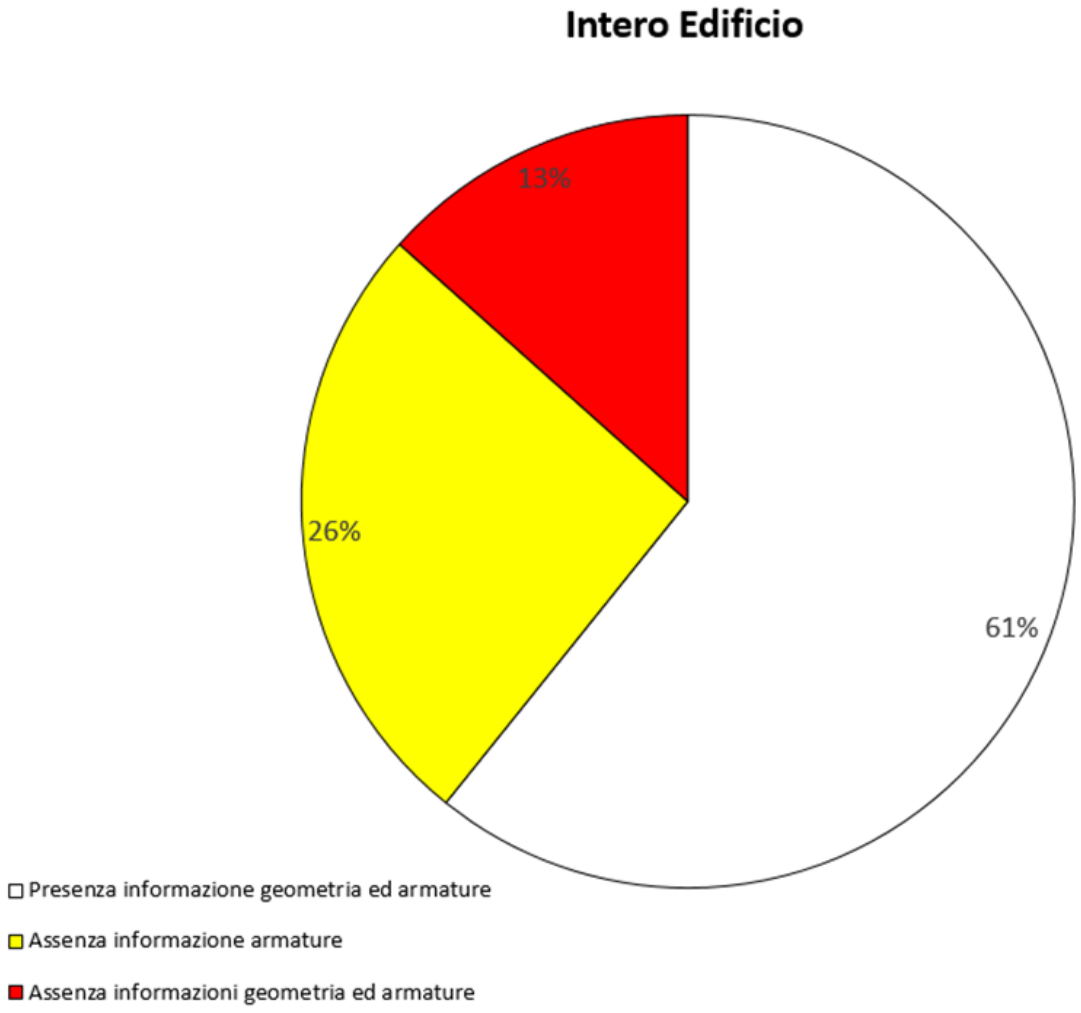
Verifica della completezza dei rilievi (alla base della analisi di vulnerabilità)

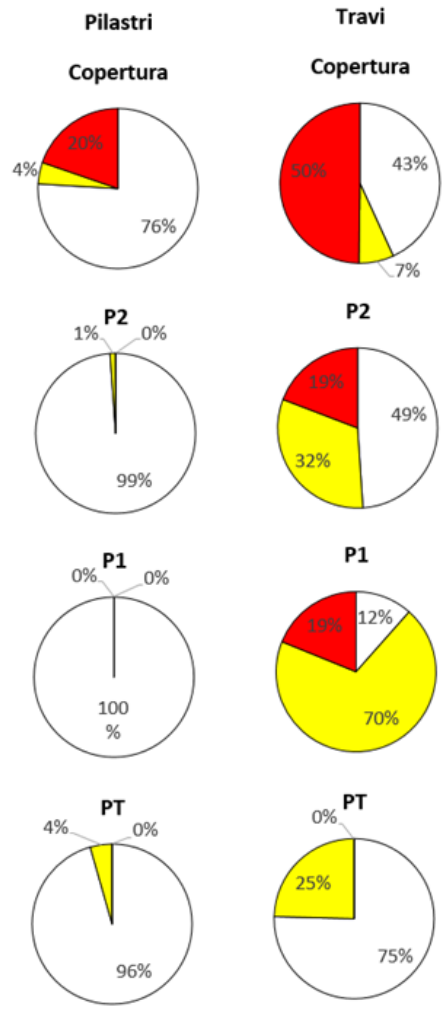


Rappresentazione delle informazioni



Verifica della completezza dei rilievi (alla base della analisi di vulnerabilità)





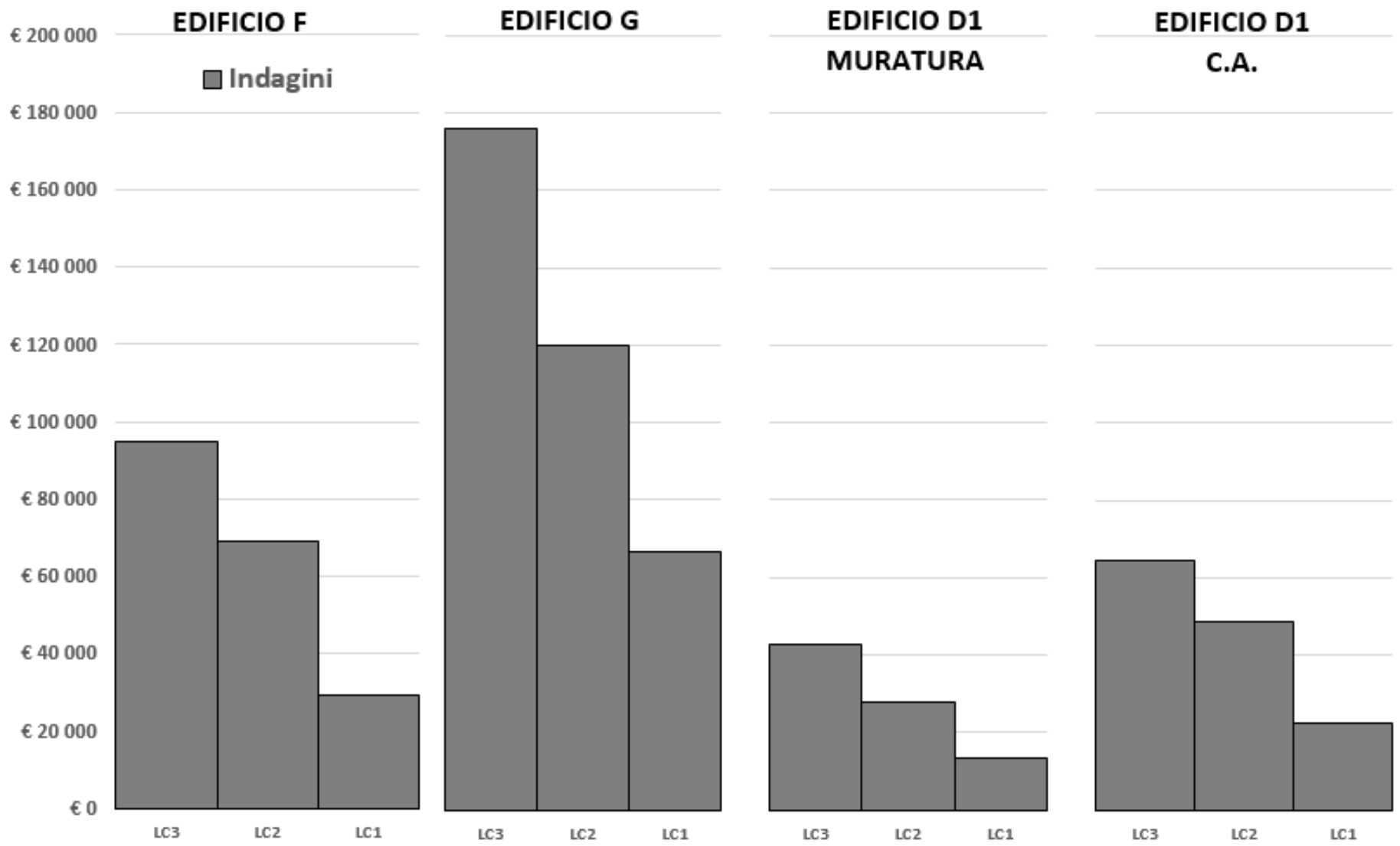
Indagini e rilievi come strumento di progettazione

- Verifica della completezza dei rilievi (alla base della analisi di vulnerabilità)
- **Analisi costi/benefici (diretti): la riduzione dei costi di intervento all'aumentare del livello di conoscenza**
- Analisi costi/benefici (indiretti): l'onere delle indagini in edifici in esercizio

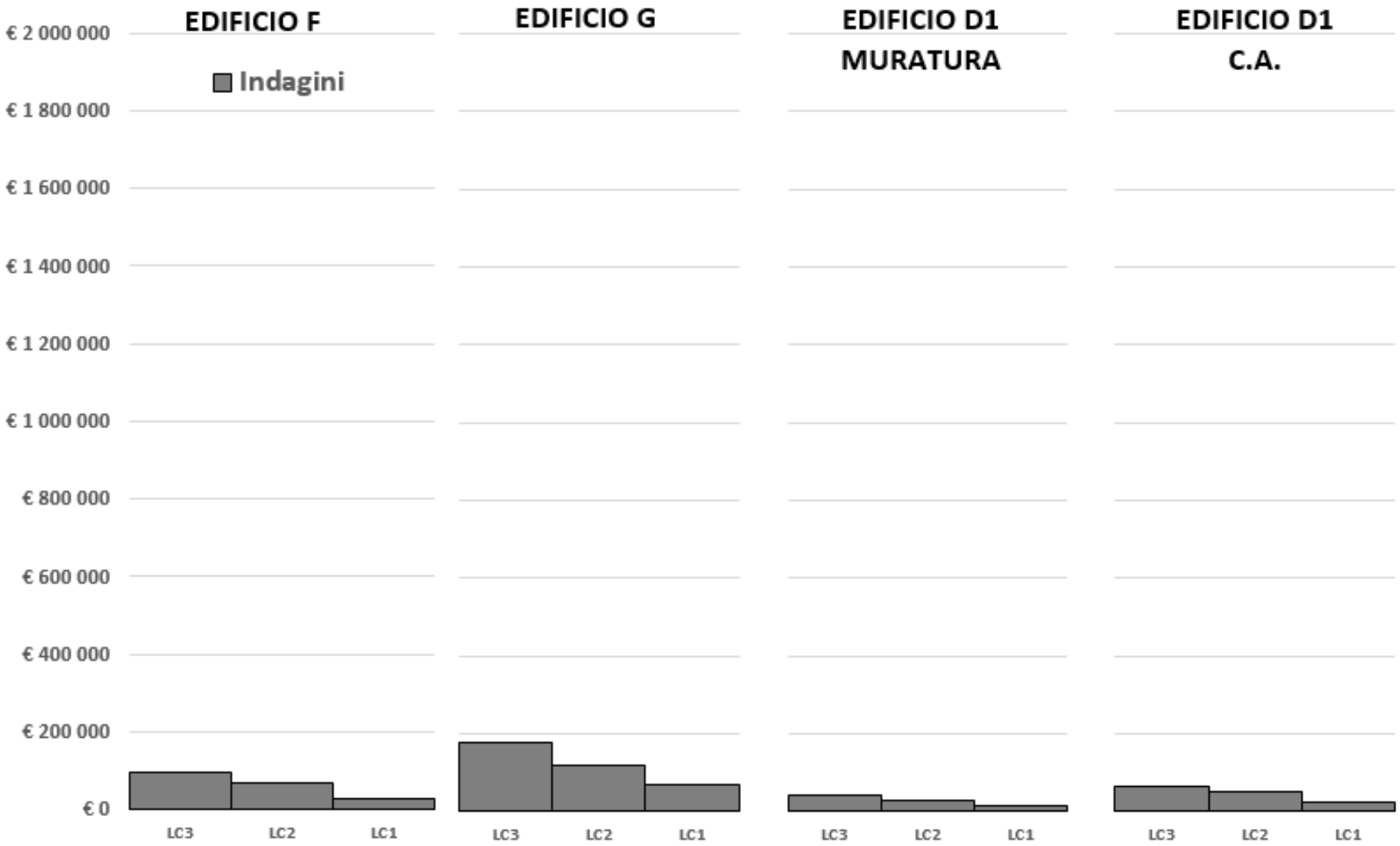
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento



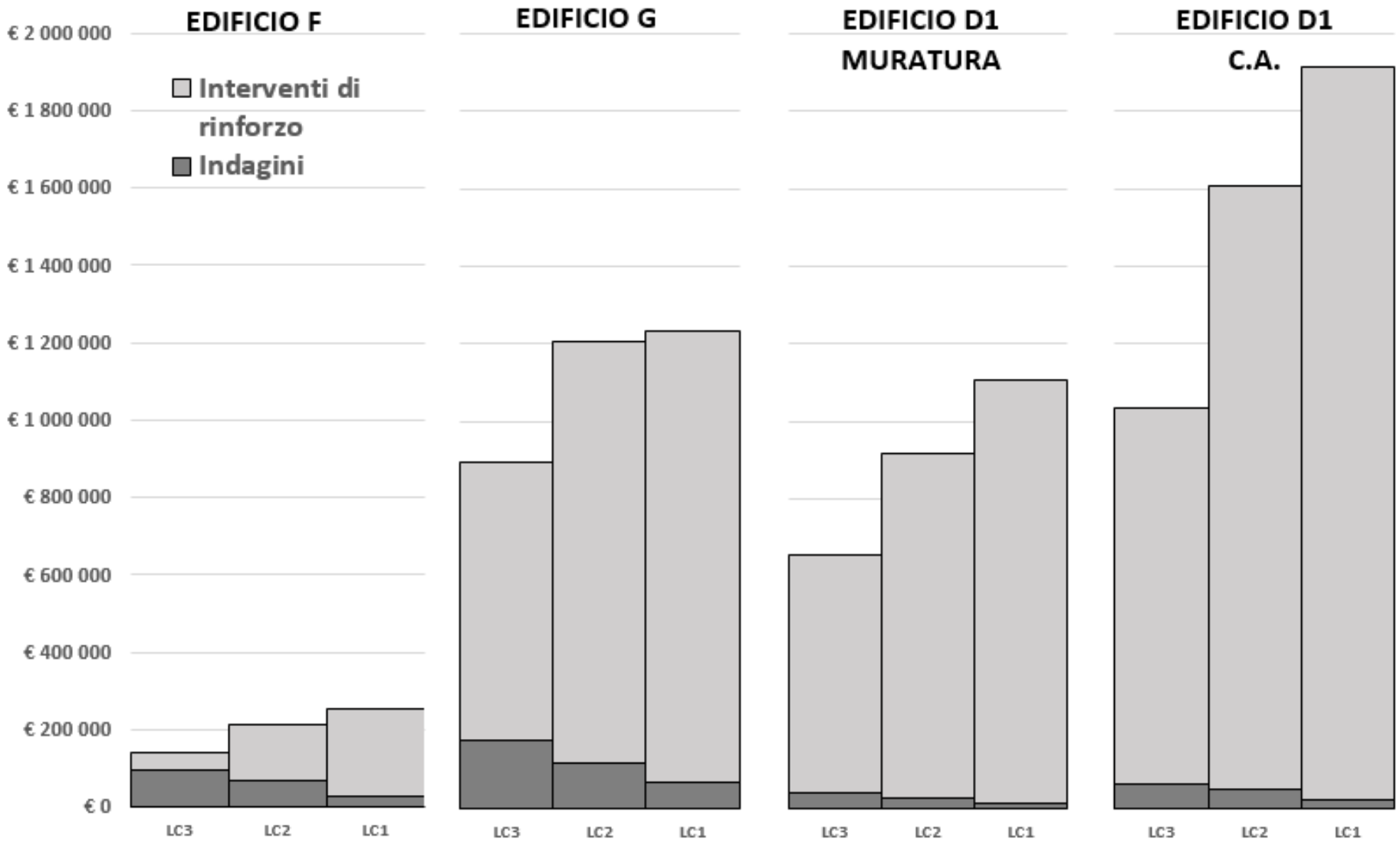
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento



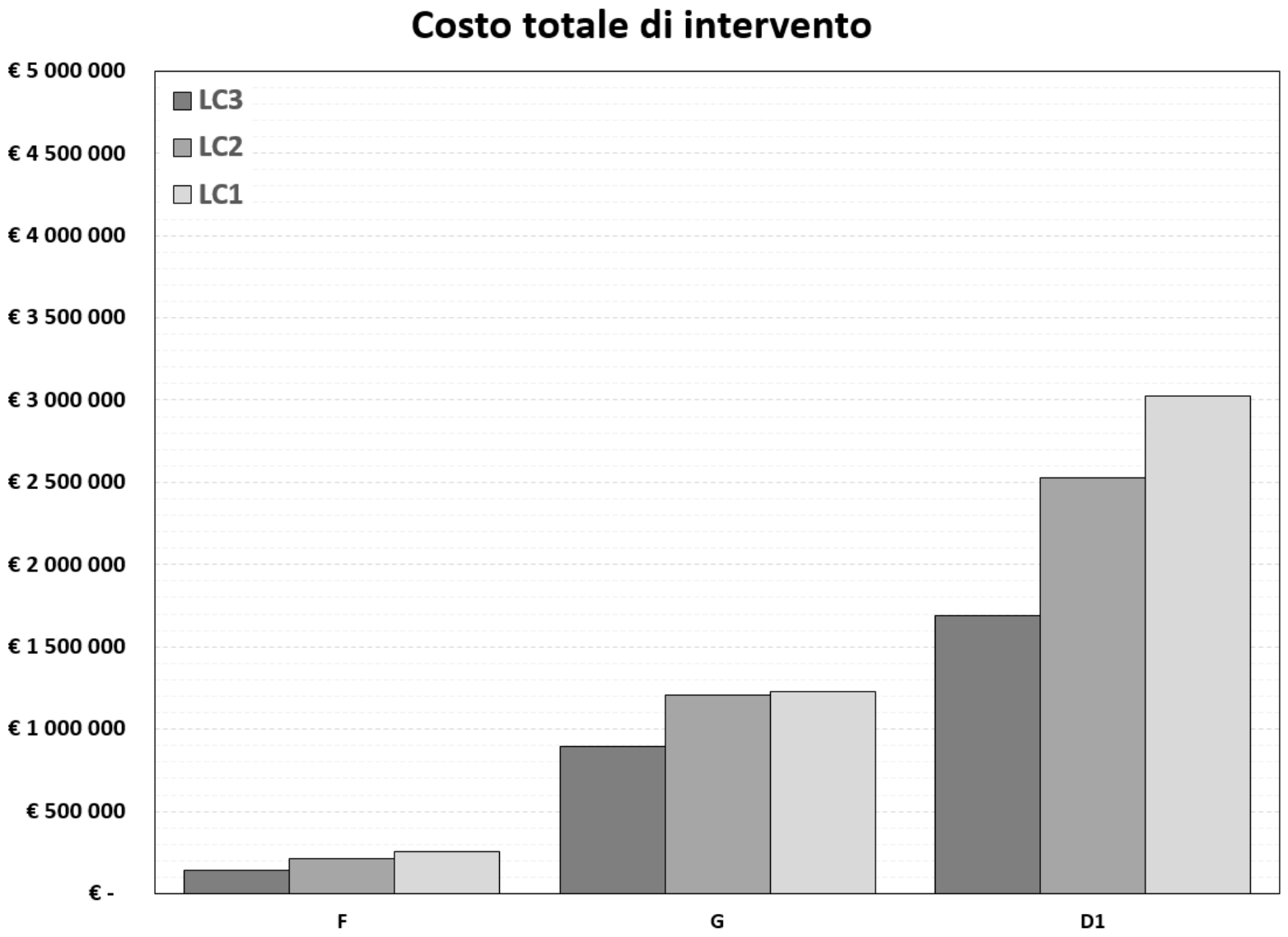
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento



Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento



Costo delle indagini vs costo di intervento

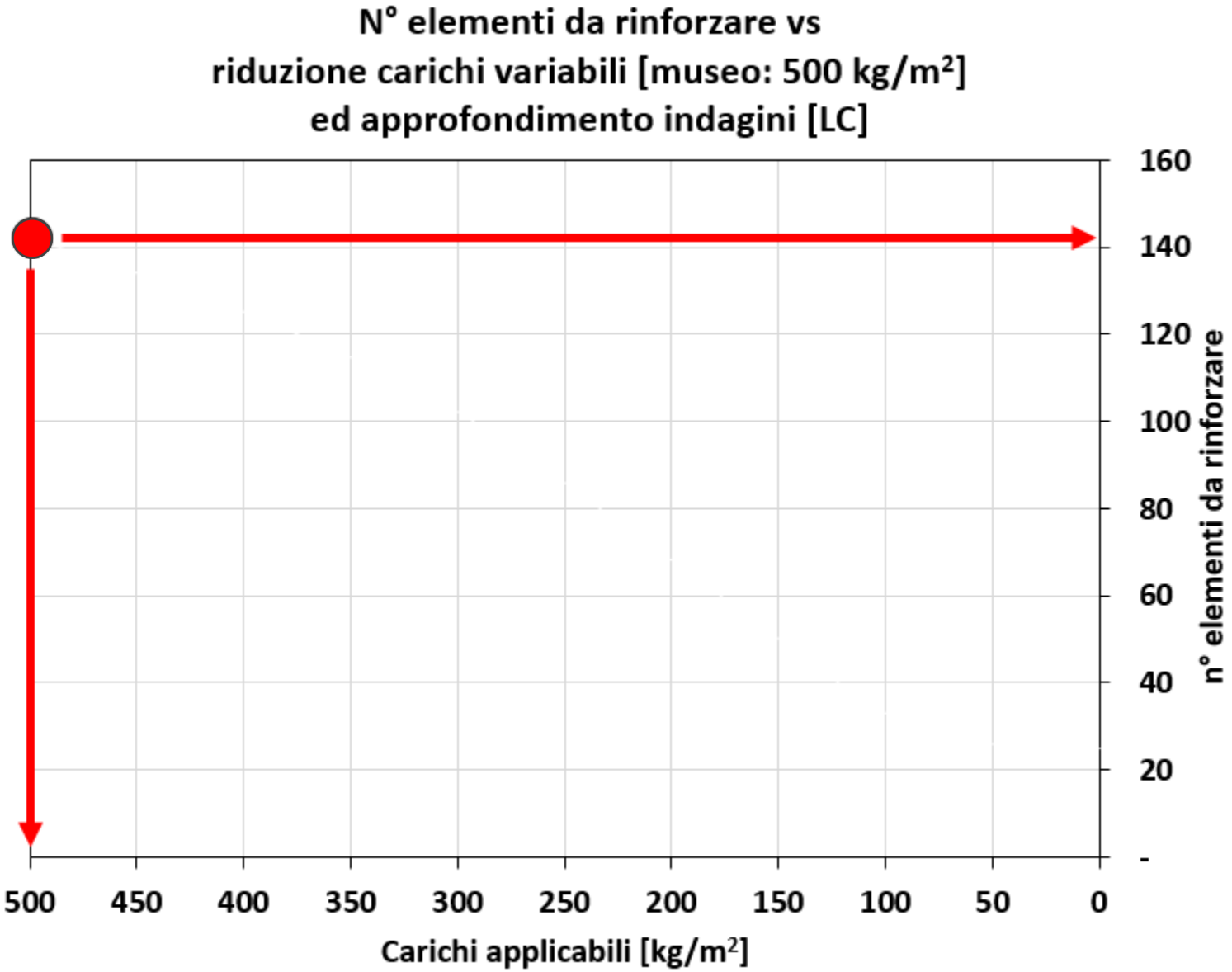


Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?

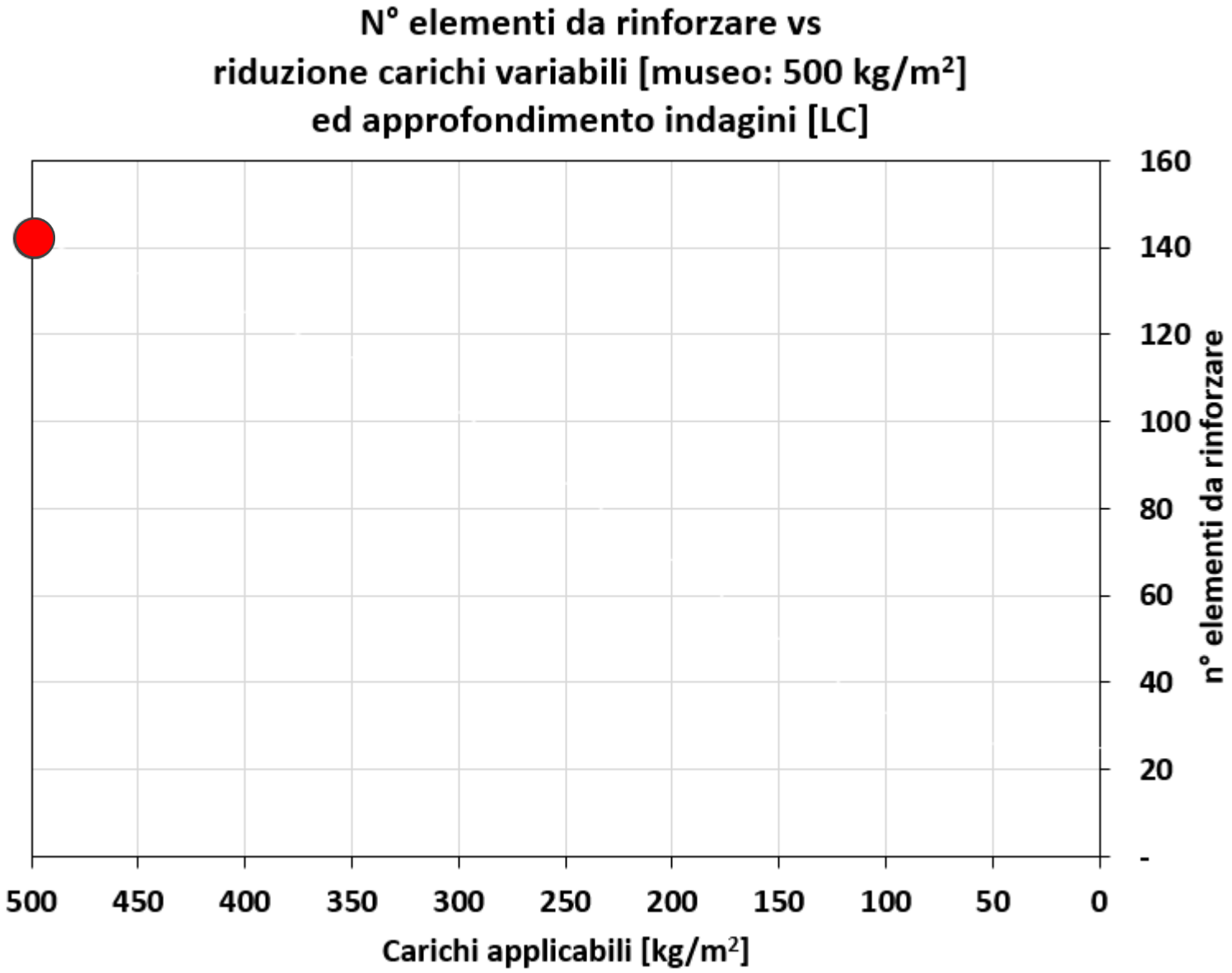


kerakoll sio

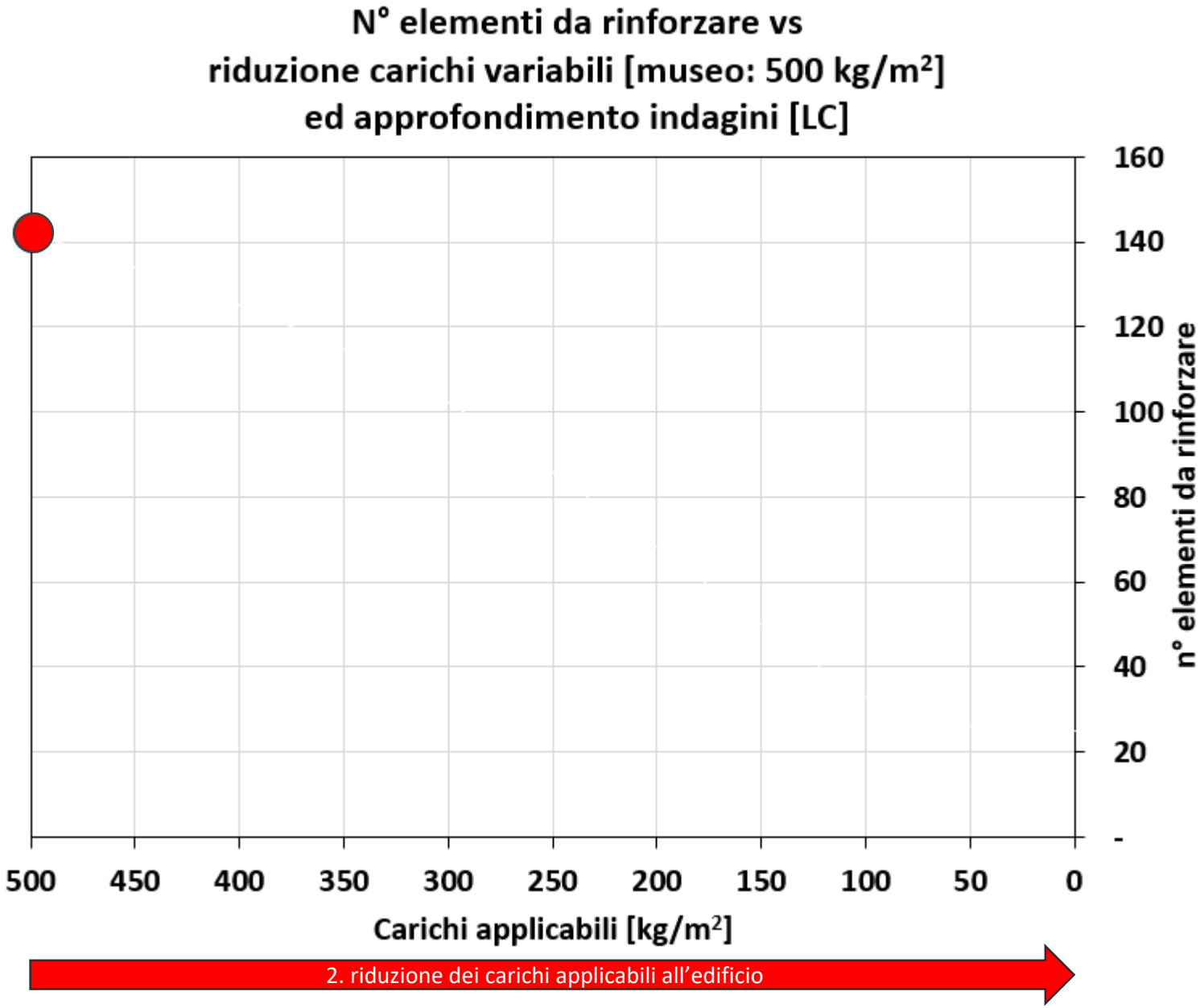
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



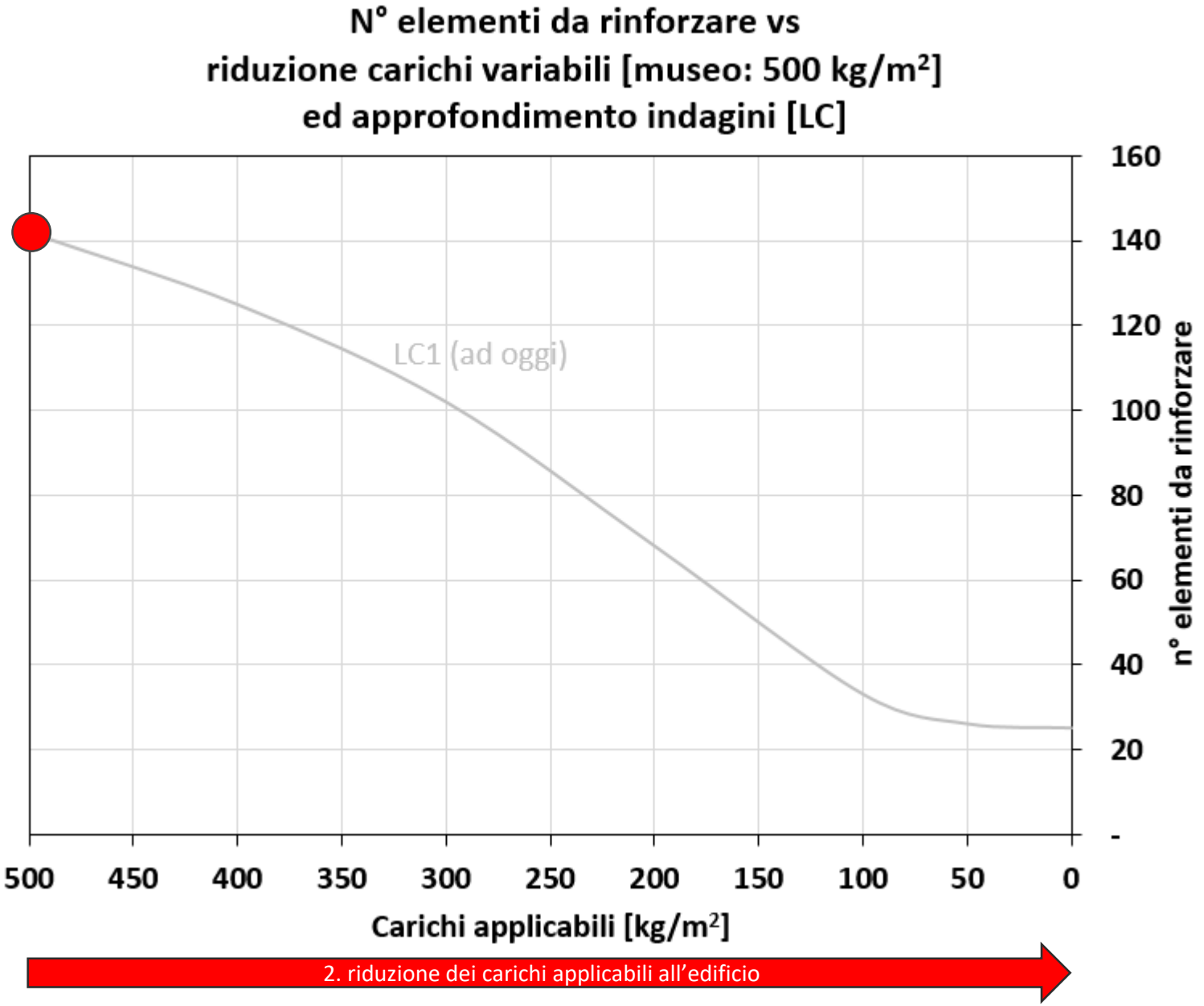
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



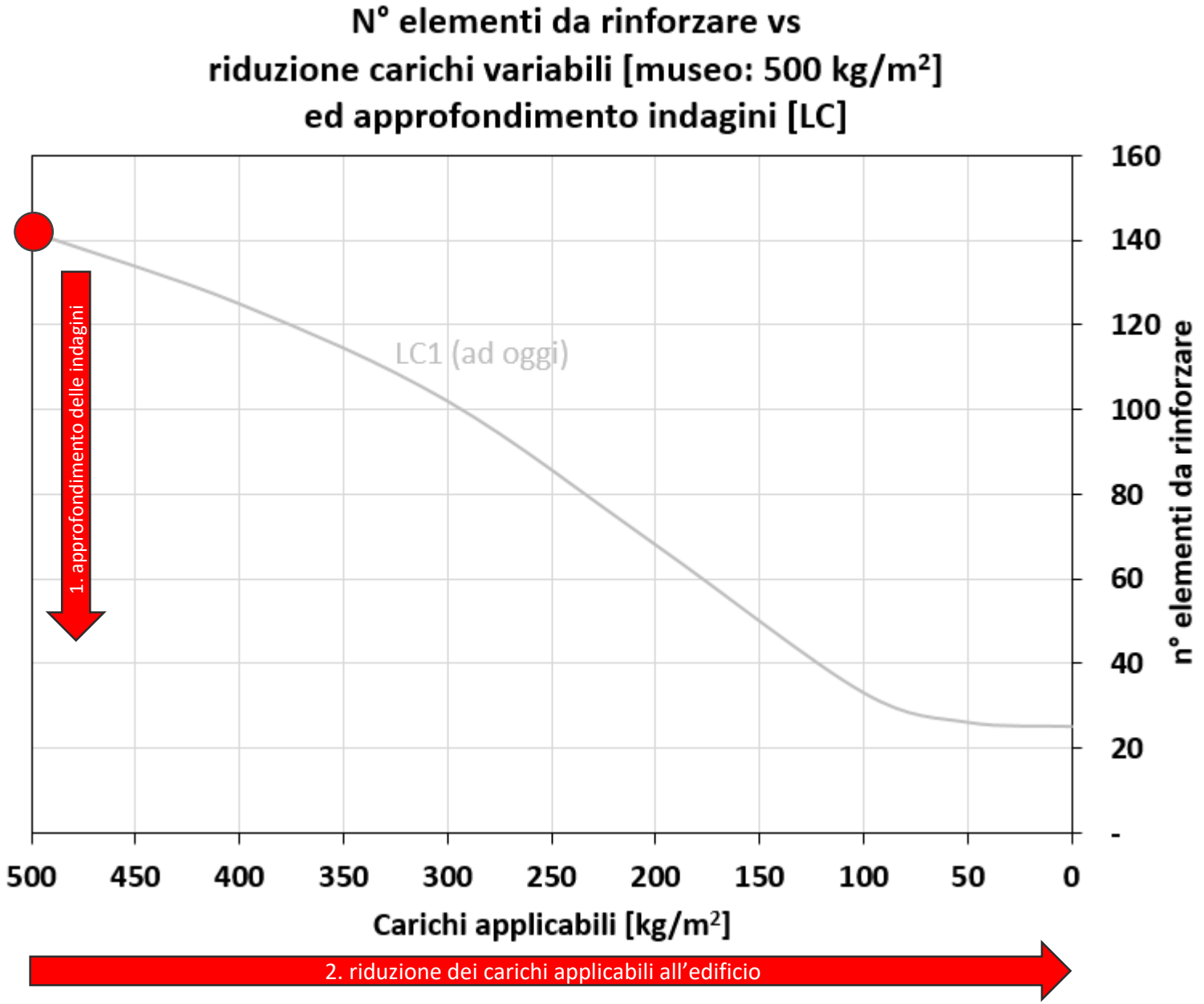
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



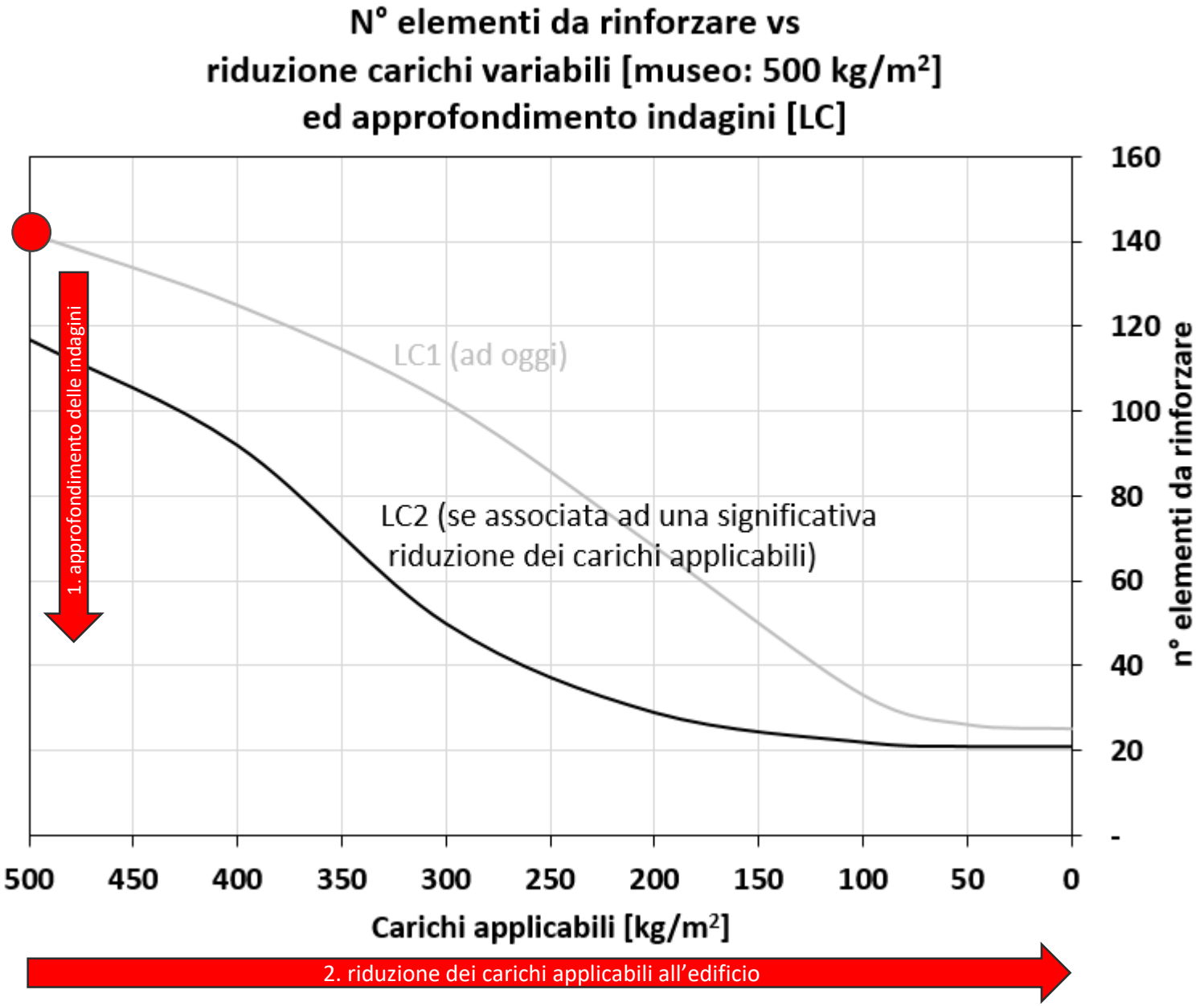
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



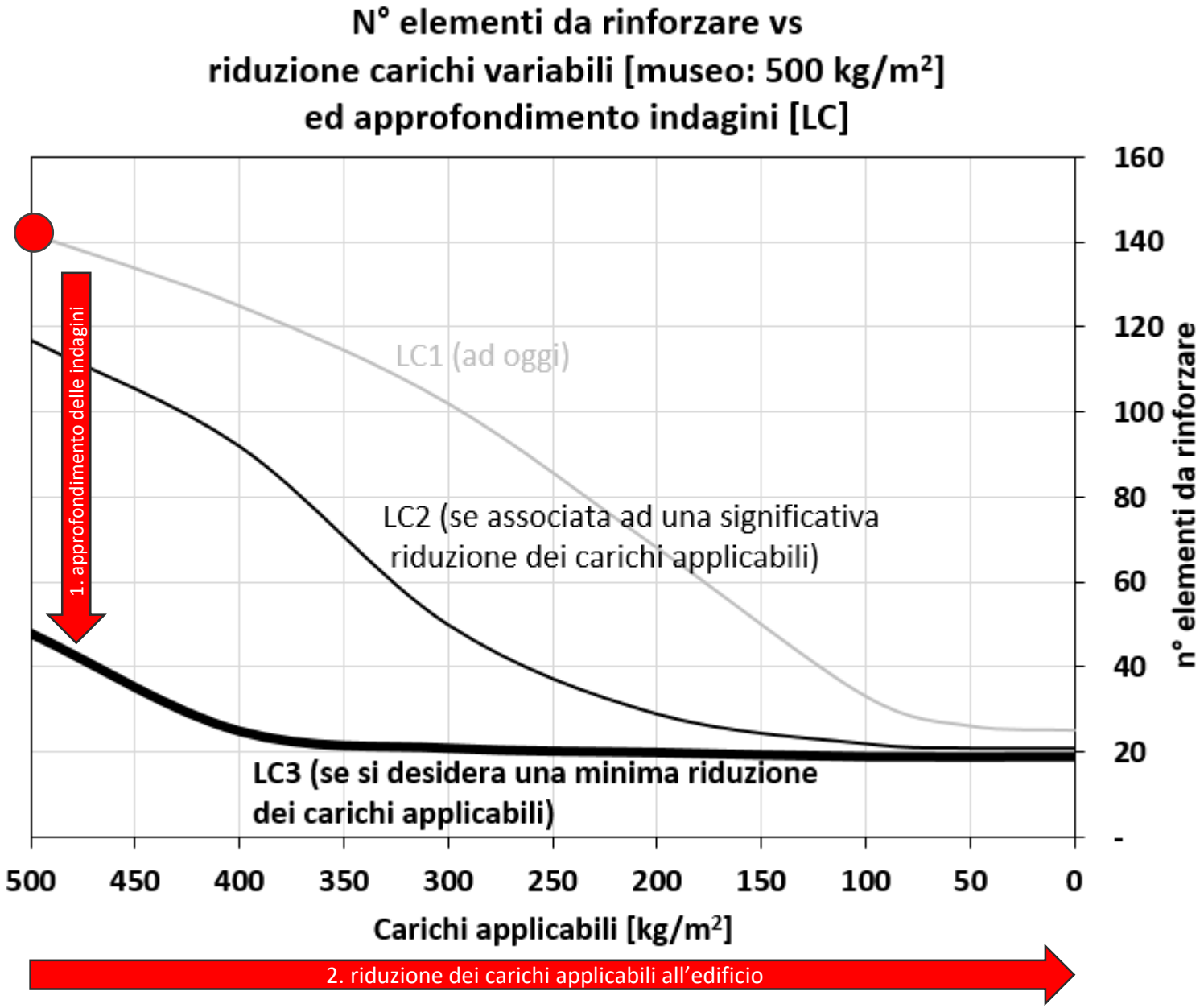
Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



Costo delle indagini (e conseguente LC) vs costo di intervento: e se riducessimo (anche) il carico utile?



Indagini e rilievi come strumento di progettazione

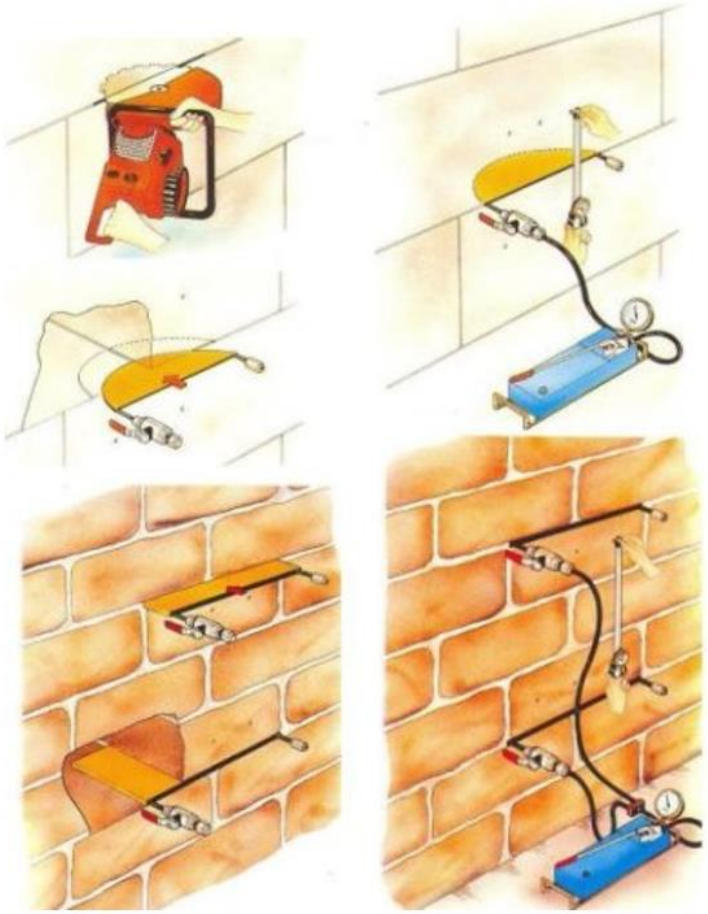
- Verifica della completezza dei rilievi (alla base della analisi di vulnerabilità)
- Analisi costi/benefici (diretti): la riduzione dei costi di intervento all'aumentare del livello di conoscenza
- **Analisi costi/benefici (indiretti): l'onere (indiretto!) delle indagini in edifici in esercizio**

Analisi costi/benefici (indiretti): un approfondimento (il caso di un Ospedale in funzione)



kerakoll sio

Analisi costi/benefici (indiretti): un approfondimento (il caso di un Ospedale in funzione)



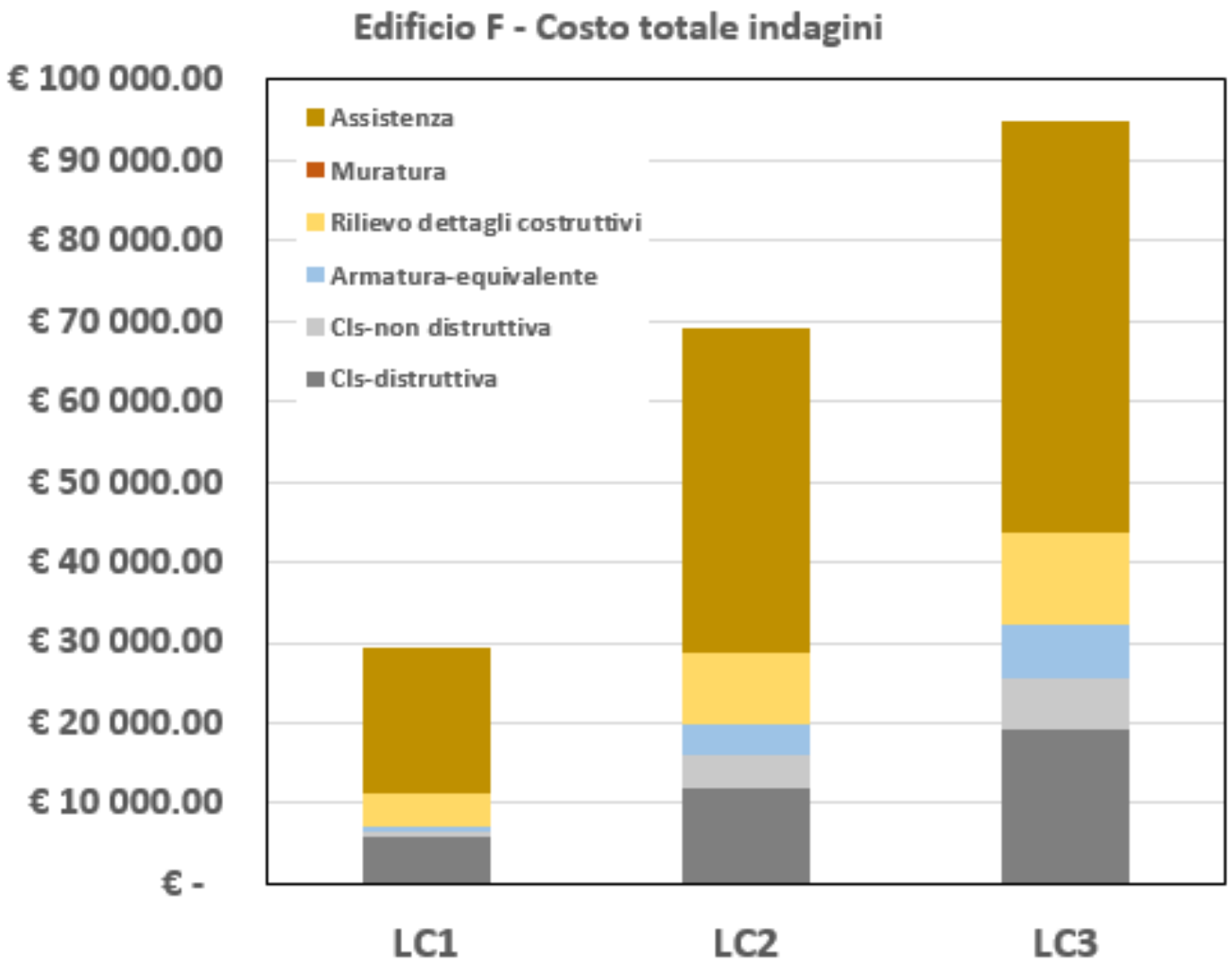


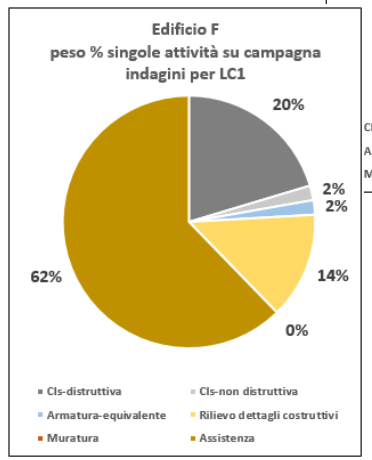


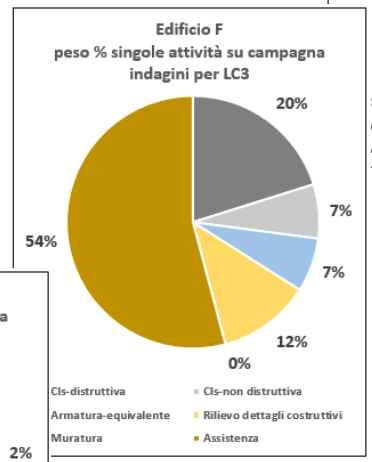


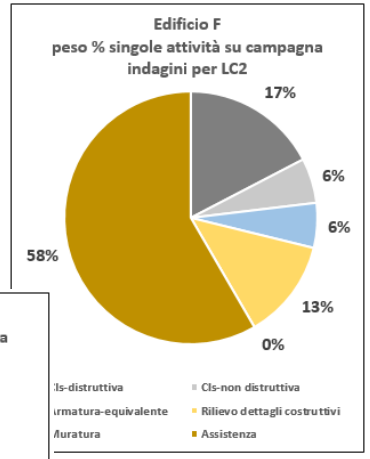


Analisi costi/benefici (indiretti): un approfondimento (il caso di un Ospedale in funzione)

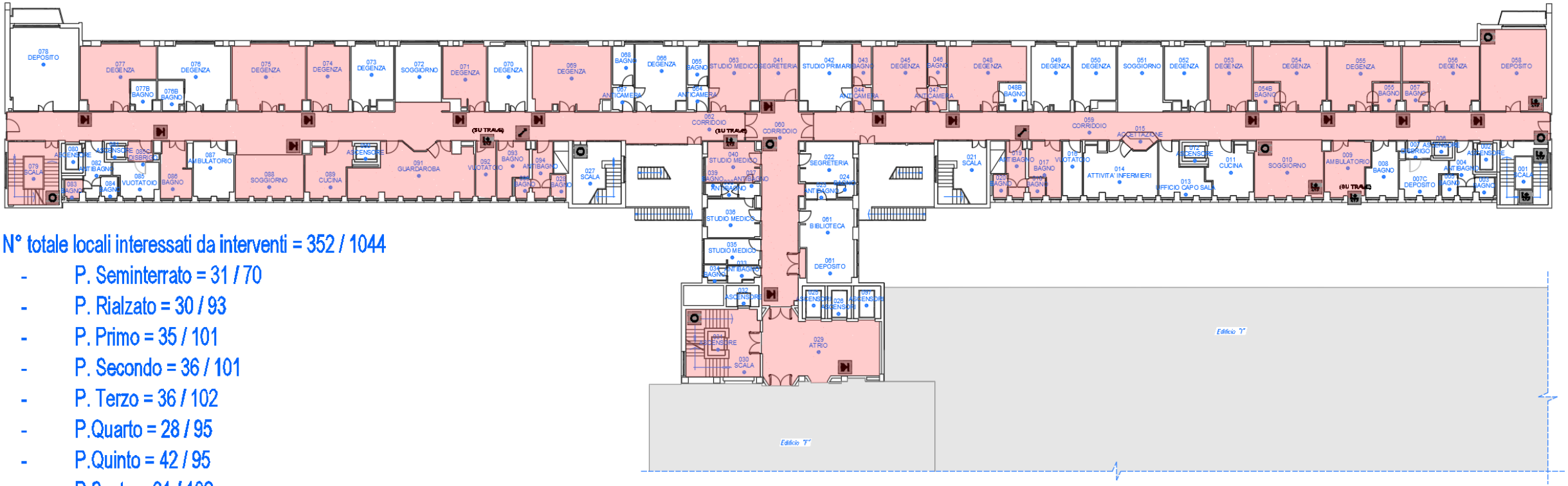








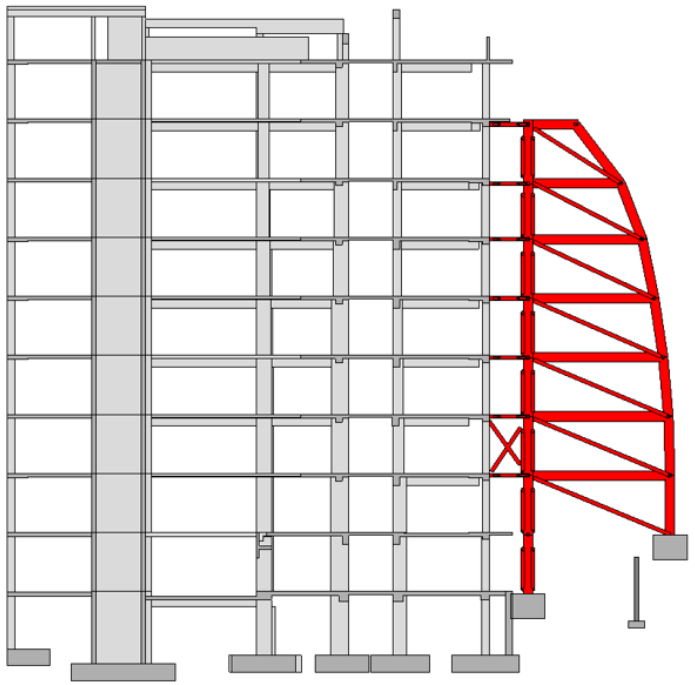
Analisi costi/benefici (indiretti): un approfondimento (il caso di un Ospedale in funzione)

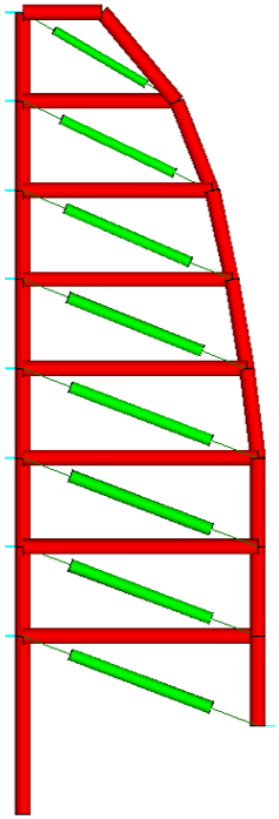


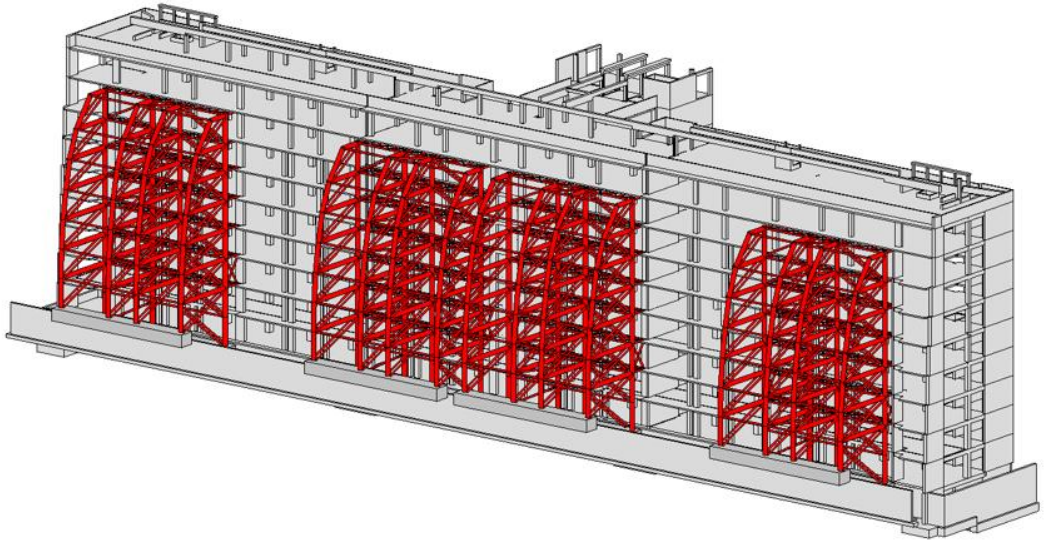
N° totale locali interessati da interventi = 352 / 1044

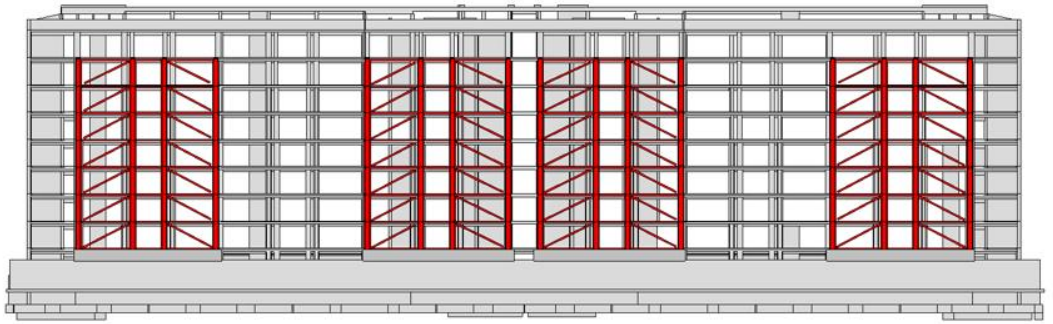
- P. Seminterrato = 31 / 70
- P. Rialzato = 30 / 93
- P. Primo = 35 / 101
- P. Secondo = 36 / 101
- P. Terzo = 36 / 102
- P.Quarto = 28 / 95
- P.Quinto = 42 / 95
- P.Sesto = 31 / 102
- P.Settimo = 33 / 140
- P.Ottavo = 37 / 127
- P.Sottotetto = 13 / 18

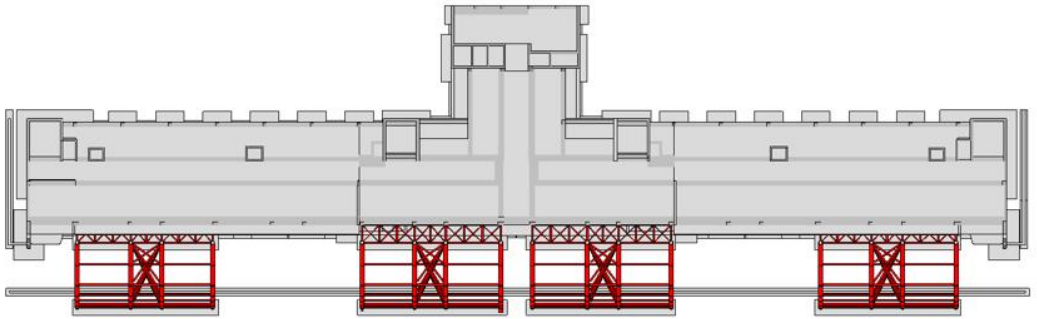
Ospedale (Rovereto)



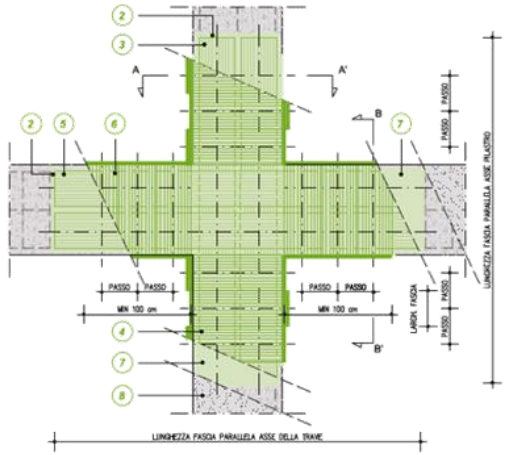


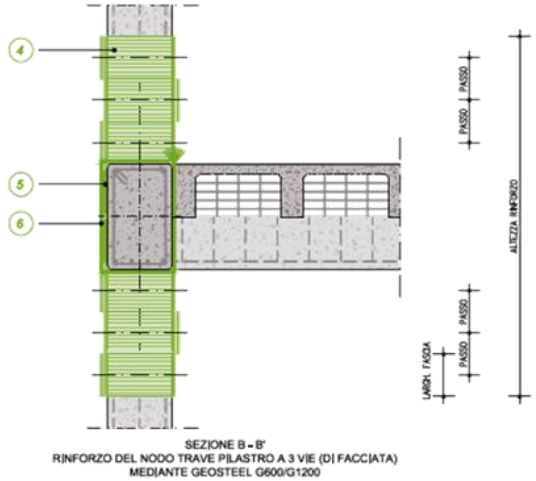


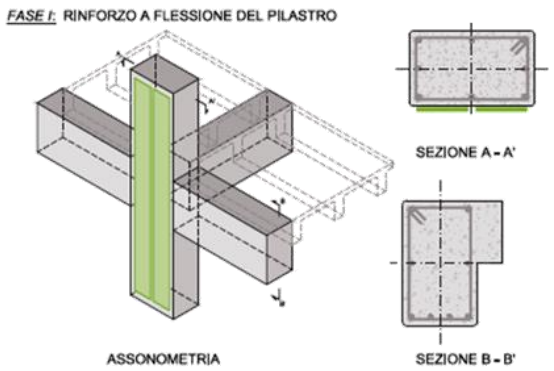


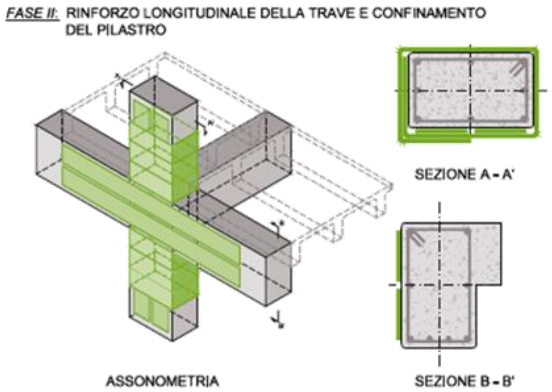


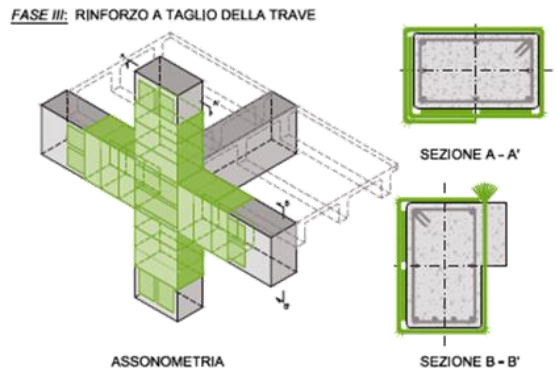
Ospedale (Rovereto)



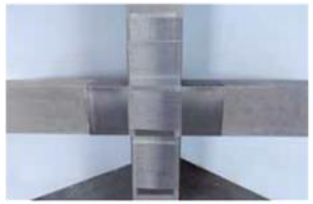








1. *Verifica della corretta preparazione delle fasce di rinforzo.*
2. *Applicazione fascia verticale di tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato GEOSTEEL G1200.*
3. *Applicazione fascia orizzontale di tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato GEOSTEEL G1200.*
4. *Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato GEOSTEEL G1200 per la cerchiatura della trave.*
5. *Applicazione fascia di tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato GEOSTEEL G1200 per la cerchiatura del pilastro.*
6. *Particolare applicazione seconda fascia GEOSTEEL G1200 per la cerchiatura del pilastro.*

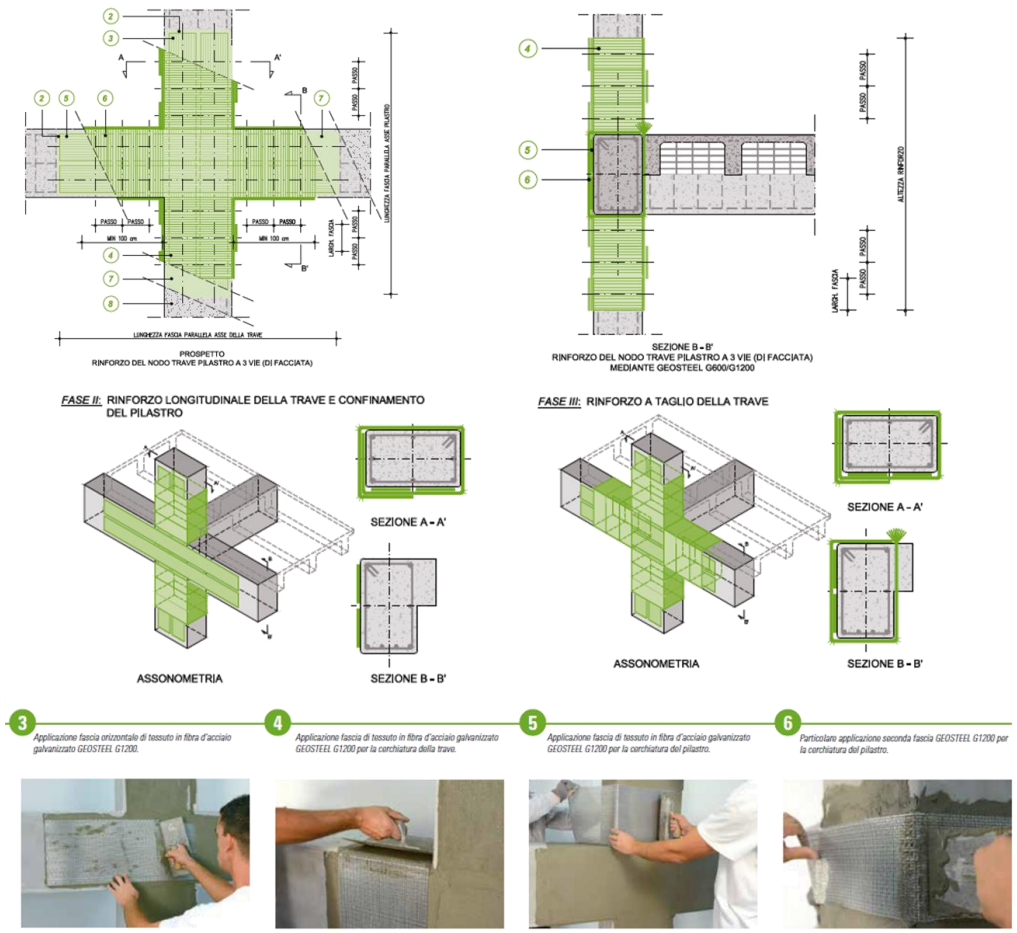






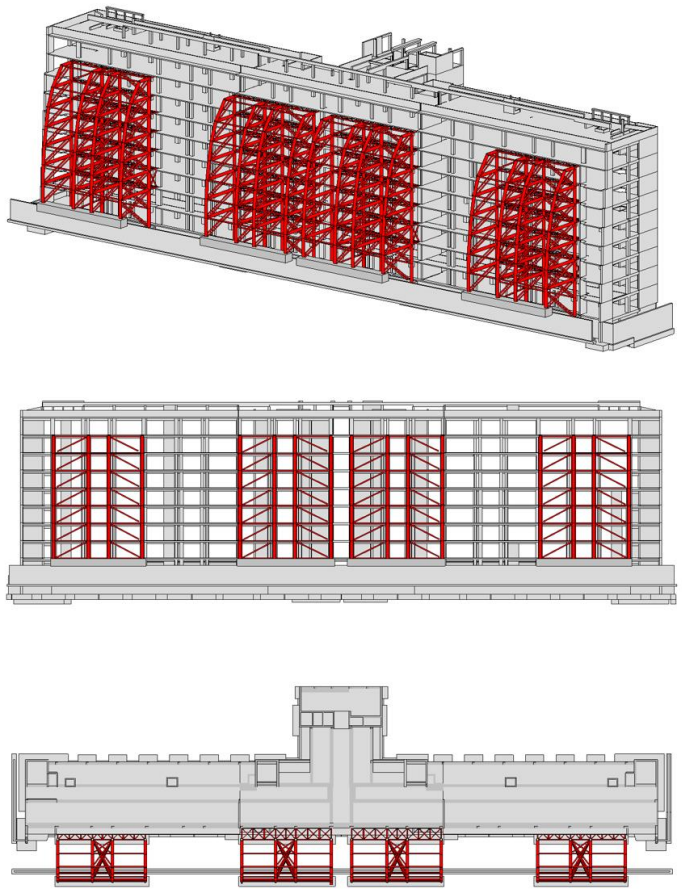

Elementi strutturali, non strutturali ed Impianti: quanto costa intervenire? Un esempio (solo costi diretti)

RINFORZI DIFFUSI

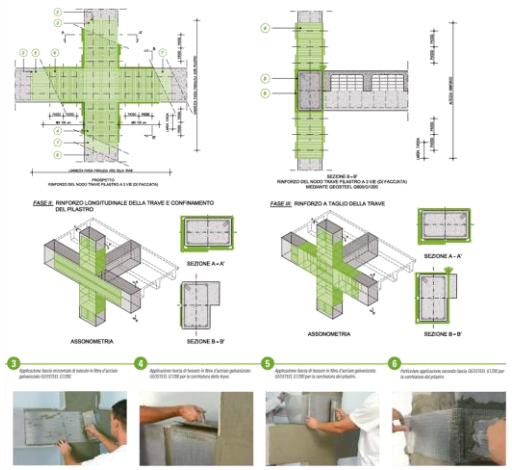


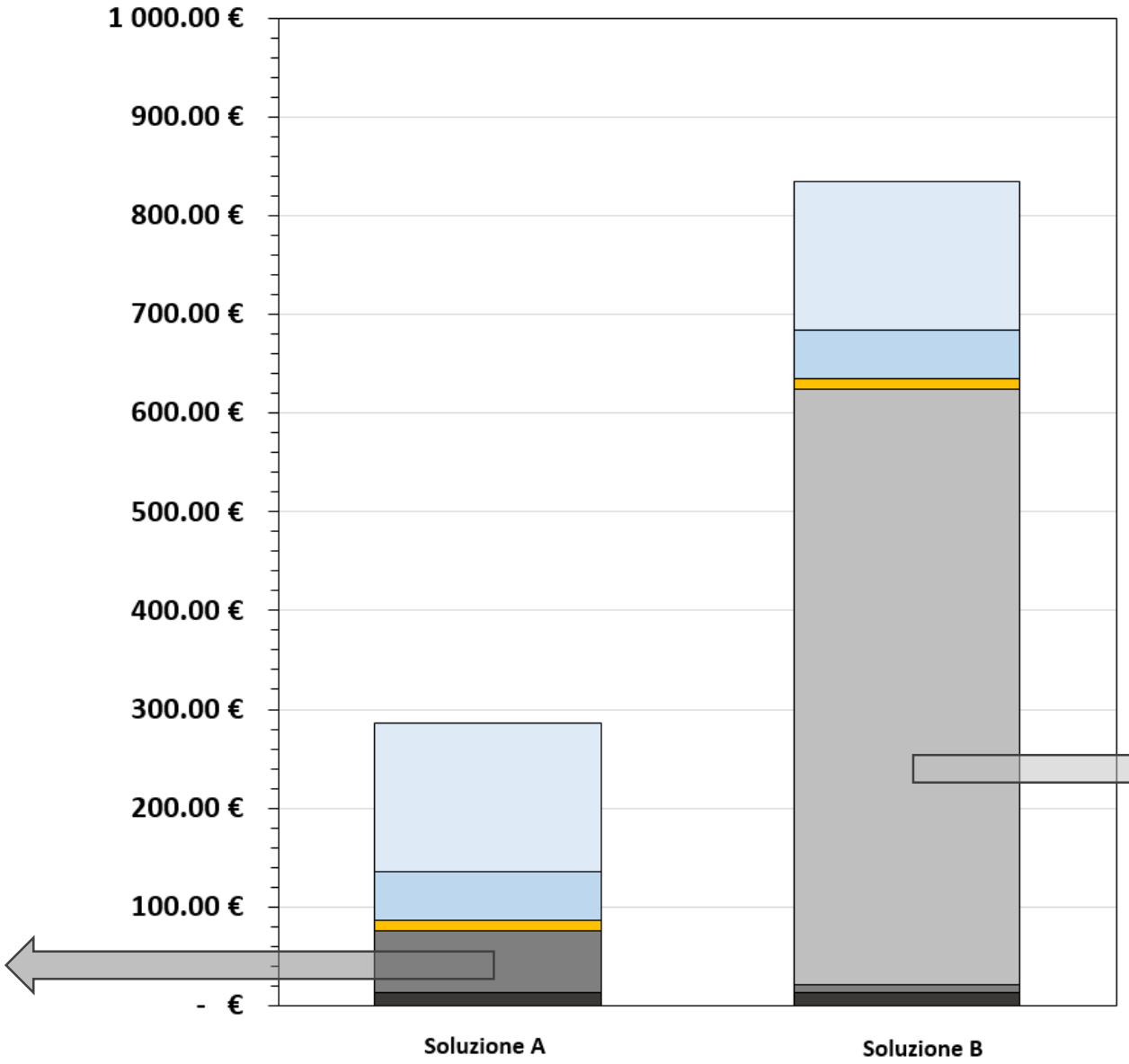
VS

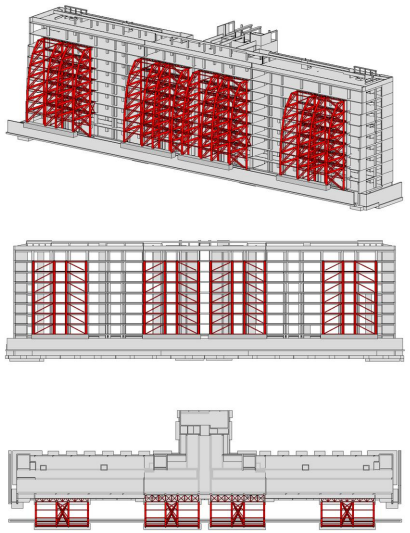
ESOSCHELETRI E SMORZATORI



Ospedale (Rovereto)



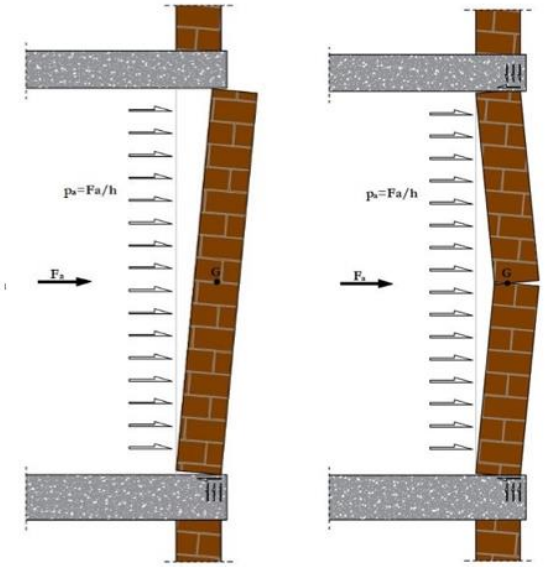




Ospedale (Rovereto)

Espulsione partizioni interne

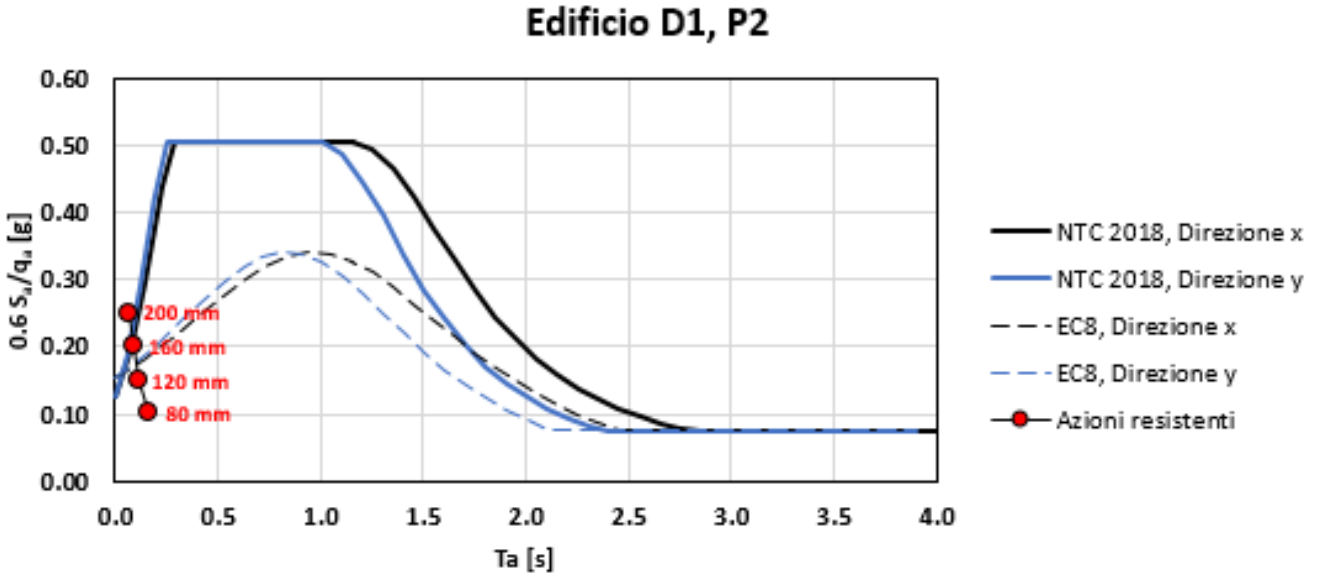


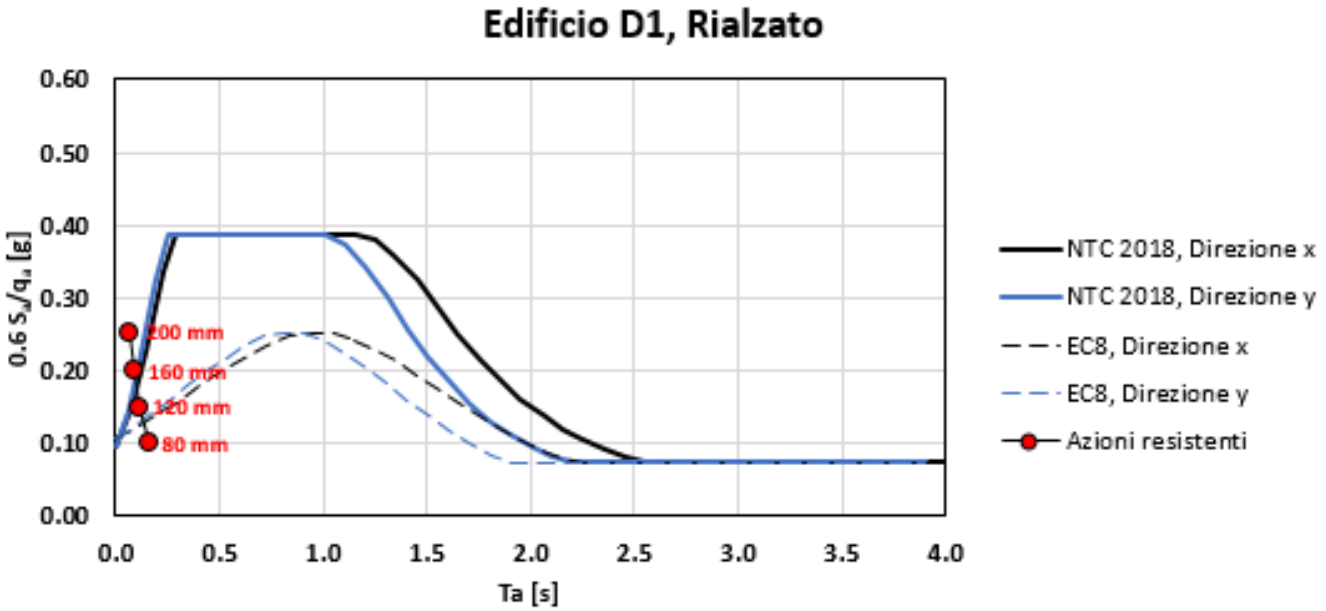


Espulsione pareti esterne

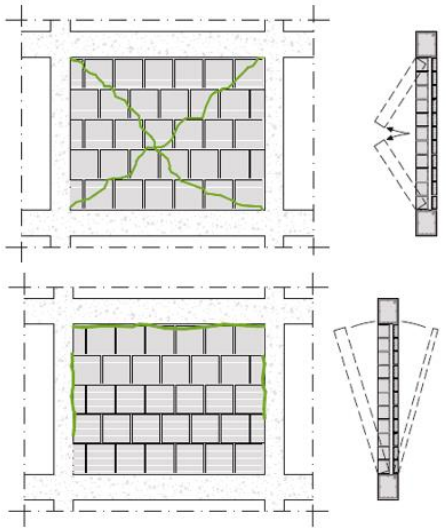


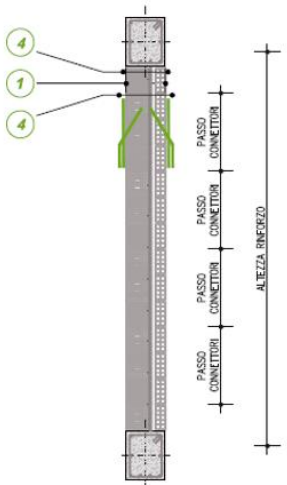
Ospedale (Rovereto)

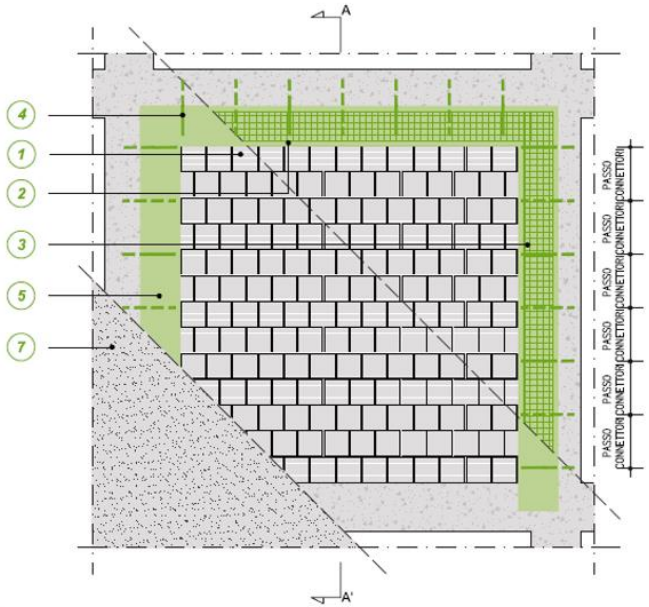


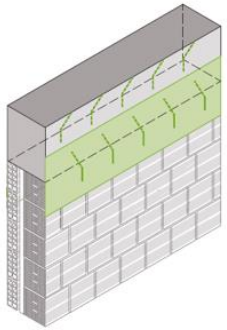


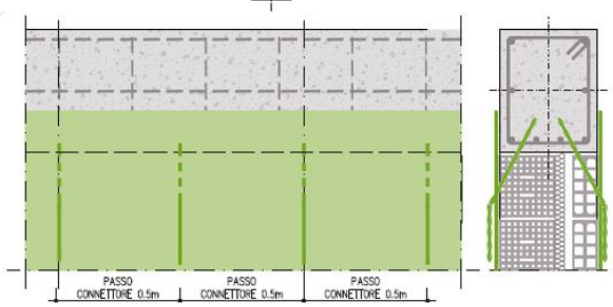
Ospedale (Rovereto)











1. *Lavaggio con acqua a bassa pressione di tutte le superfici interessate.*
2. *Applicazione prima mano di GEOCALCE® F ANTISISMICO.*
3. *Installazione della rete biassiale in fibra di basalto GEOSTEEL GRID e applicazione seconda mano di GEOCALCE® F ANTISISMICO.*
4. *Installazione delle barre elicoidali STEEL DRYFIX® 10.*
5. *Piegatura delle barre elicoidali STEEL DRYFIX® 10.*
6. *Rasatura finale protettiva con GEOCALCE® F ANTISISMICO.*











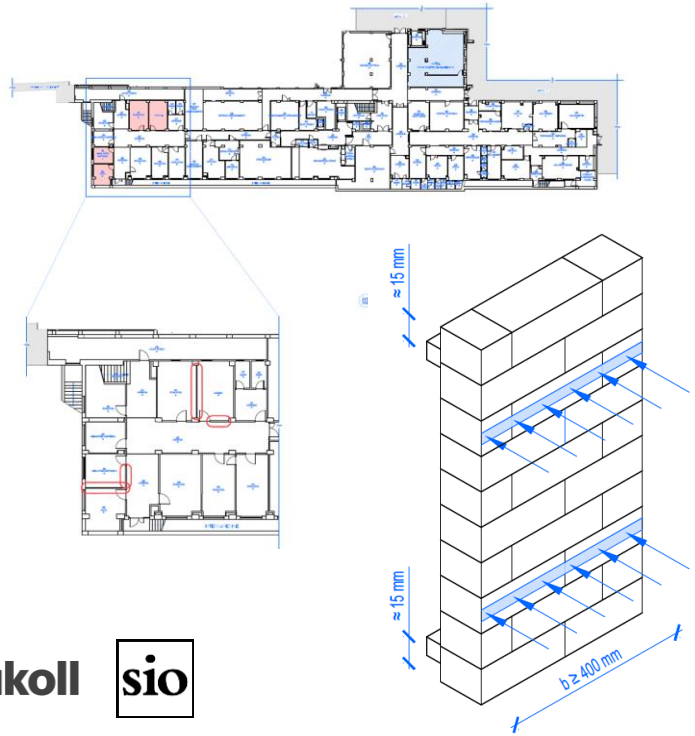


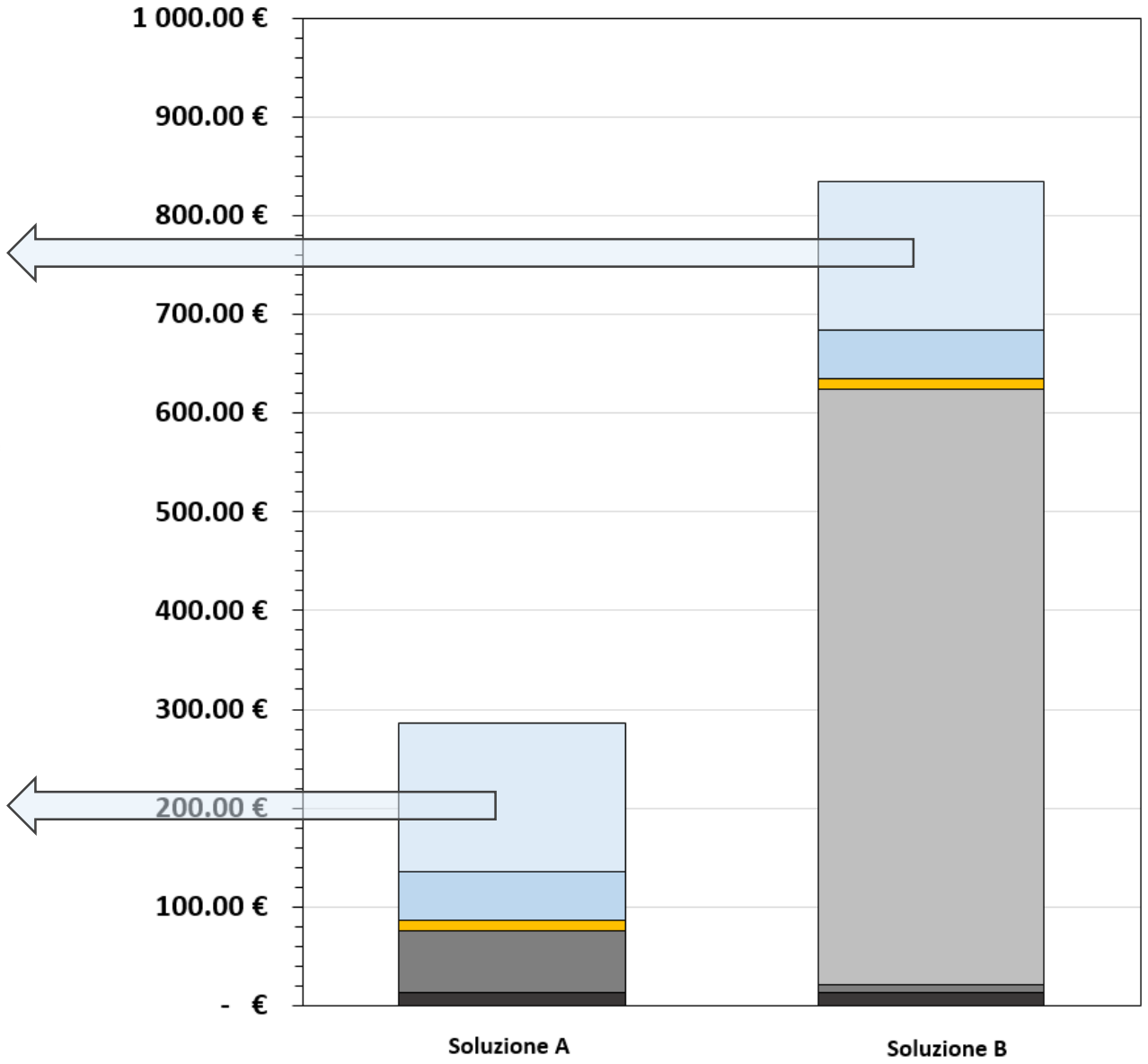
kerakoll sio

Ospedale (Rovereto)



Figure 2-39: Test setup adopted in the laboratory for determining the flexural strength of masonry.



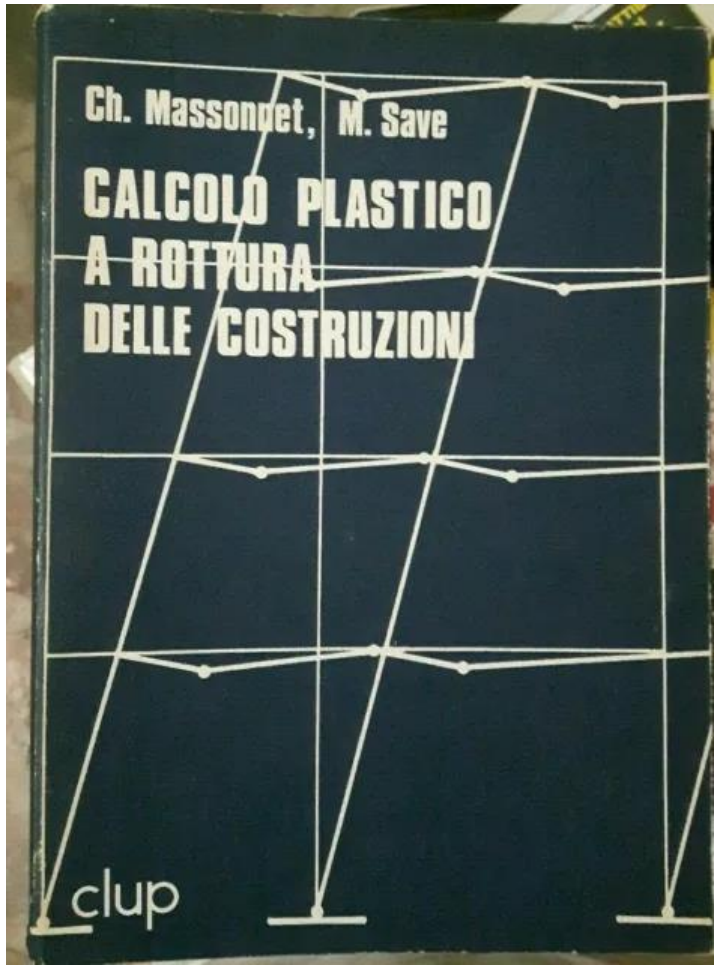


4. Oltre i modelli di calcolo lineari: nuove prospettive nel calcolo strutturale

I carichi gravitazionali e l'opportunità di modelli Non Lineari specifici

La modellazione in *Time history* per il calcolo effettivo delle azioni sugli elementi non strutturali e gli impianti (sostitutivo degli spettri di piano)

I carichi gravitazionali e l'opportunità di modelli Non Lineari specifici (Eurocodice 2, strutture in c.a.)





5.6 Analisi plastica

5.6.1 Generalità

(1)P I metodi basati sull'analisi plastica possono essere utilizzati soltanto per la verifica allo SLU.

(2)P La duttilità delle sezioni critiche deve essere sufficiente perché si possa formare il meccanismo previsto.

(3)P Si raccomanda che l'analisi plastica sia basata sul metodo del limite inferiore (statico) o sul metodo del limite superiore (cinematico).

Nota L'appendice nazionale di uno Stato può fare riferimento ad informazioni complementari non contraddittorie.

(4) Gli effetti di precedenti applicazioni del carico possono generalmente essere trascurati e si può assumere un incremento monotono dell'intensità delle azioni.

5.6.2 Analisi plastica per travi, telai e piastre

(1)P L'analisi plastica senza verifica diretta della capacità di rotazione può essere utilizzata per lo stato limite ultimo se le condizioni del punto 5.6.2 (2) sono rispettate.

(2) Si può ritenere che la duttilità richiesta sia raggiunta senza una verifica esplicita, se tutte le condizioni seguenti sono soddisfatte:

i) l'area dell'armatura tesa è limitata di modo tale che in ogni sezione:

$x_u/d \leq 0{,}25$ per classi di resistenza del calcestruzzo ≤ C50/60,

$x_u/d \leq 0{,}15$ per classi di resistenza del calcestruzzo ≥ C55/67;

ii) l'acciaio di armatura è di Classe B o C;

iii) il rapporto tra i momenti agli appoggi intermedi e i momenti in campata è indicativamente compreso tra 0,5 e 2.

(3) Si raccomanda che i pilastri siano verificati per i momenti plastici massimi che possono essere trasmessi dagli elementi di collegamento. Per collegamenti a solette piane si raccomanda che questi momenti siano inclusi nella verifica a punzonamento.

(4) Quando si esegue l'analisi plastica di piastre, si raccomanda di tener conto delle armature non uniformi, delle reazioni di vincolo agli angoli e della torsione alle estremità libere.

(5) I metodi plastici possono essere estesi alle solette non piene (nervate, cave o alleggerite) se il loro comportamento è simile a quello di una piastra piena, con particolare riferimento agli effetti torsionali.

I carichi gravitazionali e l'opportunità di modelli Non Lineari specifici (Eurocodice 2, strutture in c.a.)

5.6 Analisi plastica

5.6.1 Generalità

(1)P I metodi basati sull'analisi plastica possono essere utilizzati soltanto per la verifica allo SLU.

(2)P La duttilità delle sezioni critiche deve essere sufficiente perché si possa formare il meccanismo previsto.

(3)P Si raccomanda che l'analisi plastica sia basata sul metodo del limite inferiore (statico) o sul metodo del limite superiore (cinematico).

Nota L'appendice nazionale di uno Stato può fare riferimento ad informazioni complementari non contraddittorie.

(4) Gli effetti di precedenti applicazioni del carico possono generalmente essere trascurati e si può assumere un incremento monotono dell'intensità delle azioni.

5.6.2 Analisi plastica per travi, telai e piastre

(1)P L'analisi plastica senza verifica diretta della capacità di rotazione può essere utilizzata per lo stato limite ultimo se le condizioni del punto 5.6.2 (2) sono rispettate.

(2) Si può ritenere che la duttilità richiesta sia raggiunta senza una verifica esplicita, se tutte le condizioni seguenti sono soddisfatte:

i) l'area dell'armatura tesa è limitata di modo tale che in ogni sezione:
$x_u/d \leq 0{,}25$ per classi di resistenza del calcestruzzo ≤ C50/60,
$x_u/d \leq 0{,}15$ per classi di resistenza del calcestruzzo ≥ C55/67;

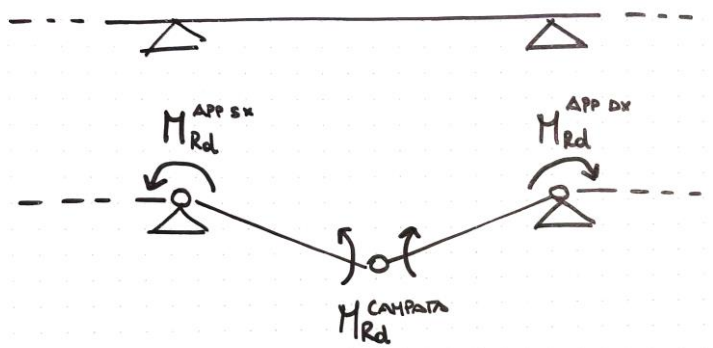
ii) l'acciaio di armatura è di Classe B o C;

iii) il rapporto tra i momenti agli appoggi intermedi e i momenti in campata è indicativamente compreso tra 0,5 e 2.

(3) Si raccomanda che i pilastri siano verificati per i momenti plastici massimi che possono essere trasmessi dagli elementi di collegamento. Per collegamenti a solette piane si raccomanda che questi momenti siano inclusi nella verifica a punzonamento.

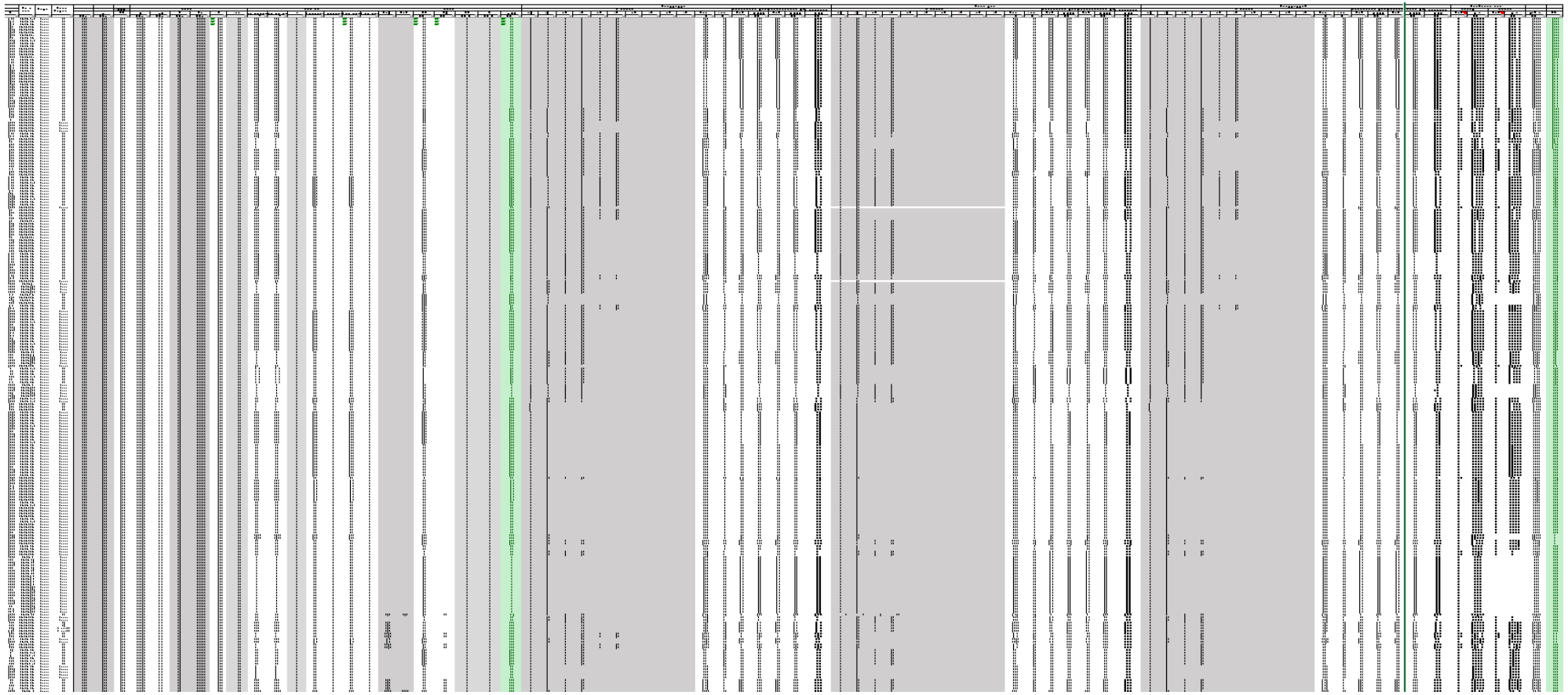
(4) Quando si esegue l'analisi plastica di piastre, si raccomanda di tener conto delle armature non uniformi, delle reazioni di vincolo agli angoli e della torsione alle estremità libere.

(5) I metodi plastici possono essere estesi alle solette non piene (nervate, cave o alleggerite) se il loro comportamento è simile a quello di una piastra piena, con particolare riferimento agli effetti torsionali.

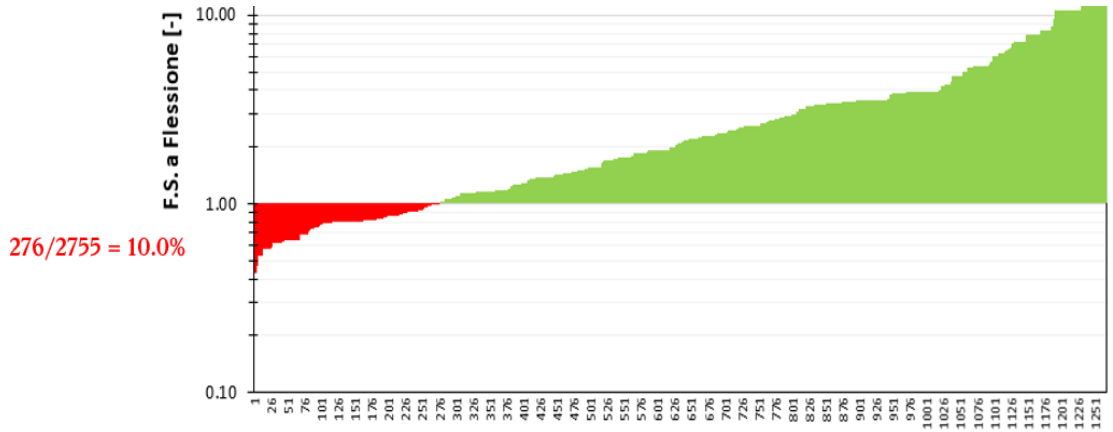


GEOMETRIA			
$B_{appoggi}$	700	[mm]	Dimensione di base agli appoggi
$H_{appoggi}$	850	[mm]	Dimensione in altezza agli appoggi
$B_{campata}$	700	[mm]	Dimensione di base in campata
$H_{campata}$	850	[mm]	Dimensione in altezza in campata
L	8.860	[m]	Luce di calcolo
CARICHI			
Linf1	1.63	[m]	Luce di influenza a sinistra
Linf2	1.63	[m]	Luce di influenza a destra
G1_sw	14.9	[kN/m]	Peso proprio della trave
G1k	2.02	[kN/m^2]	Carico permanente strutturale
G2k	2.5	[kN/m2]	Carico permanente portato
Qk	5.0	[kN/m2]	Carico variabile
γ_{G1}	1.3	[-]	
γ_{G2}	1.5	[-]	
γ_{Q}	1.5	[-]	
q_{ED}	**64.6**	**[kN/m]**	Carico lineare sulla trave
MATERIALI			
FC	1.35	[-]	Fattore di confidenza
f_{cm}	12.2	[MPa]	Resistenza media del calcestruzzo
f_{cd}	9.04	[MPa]	Resistenza di calcolo del calcestruzzo per meccanismi duttili
Ec	23336	[MPa]	Modulo elastico del calcestruzzo
f_{ym}	358	[MPa]	Resistenza media dell'acciaio
f_{yd}	265.19	[MPa]	Resistenza di calcolo dell'acciaio per meccanismi duttili
Es	210000	[MPa]	Modulo elastico dell'acciaio
ARMATURA			
c	30	[mm]	copriferro
As tesa_app sx	2458	[mm2]	Area delle armature tese all'appoggio sinistro
ρ tesa_app sx	0.41	[%]	Percentuale delle armature tese all'appoggio sinistro
$M_{Rd,\ app\ sx}$	**501**	[kNm]	Momento plastico all'appoggio sinistro
As tesa_campata	1703	[mm2]	Area delle armature tese in campata
ρ tesa_campata	0.29	[%]	Percentuale delle armature tese in campata
$M_{Rd,\ campata}$	**354**	[kNm]	Momento plastico in campata
As tesa_app dx	2458	[mm2]	Area delle armature tese all'appoggio destro
ρ tesa_app dx	0.41	[%]	Percentuale delle armature tese all'appoggio destro
$M_{Rd,\ app\ dx}$	**501**	[kNm]	Momento plastico all'appoggio destro
CALCOLO CARICO DA ANALISI LIMITE E VERIFICA			
q_limite	**87.1**	**[kN/m]**	Carico minimo da analisi limite
F.S.	**1.35**	[-]	Fattore di sicurezza
η	**0.74**	[-]	Impegno

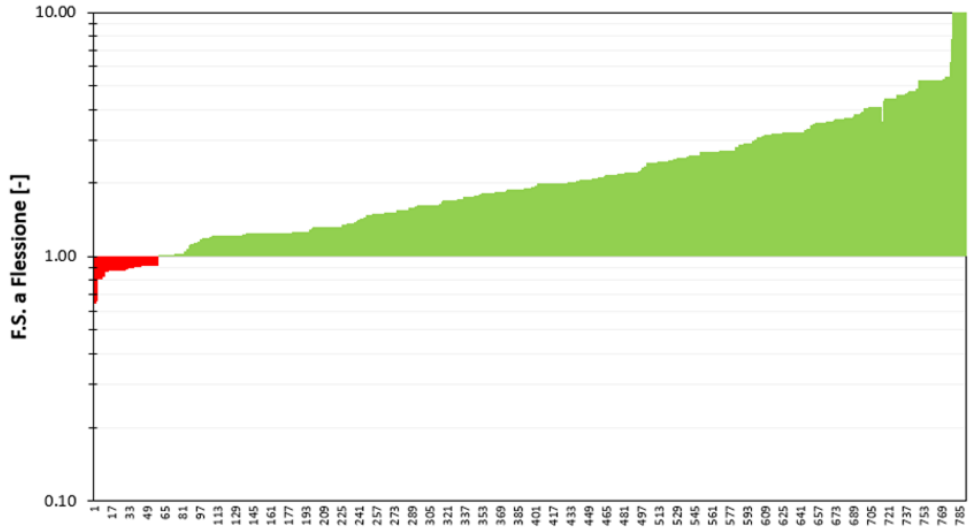
I carichi gravitazionali e l’opportunità di modelli Non Lineari specifici (Eurocodice 2, strutture in c.a.)



I carichi gravitazionali e l'opportunità di modelli Non Lineari specifici (Eurocodice 2, strutture in c.a.)
Confronto tra LC3 con calcoli «standard» ed LC1 con calcoli NL e riduzione dei carichi



276/2755 = 10.0%



59/2752 = 2.1%

I carichi gravitazionali e modelli di calcolo a taglio di livello superiore (Model Code 2010)

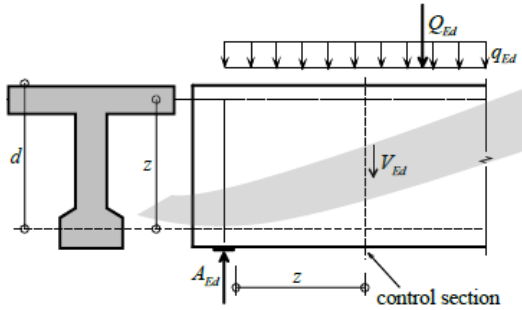


Figure 7.3-5: Definition of control section for sectional design

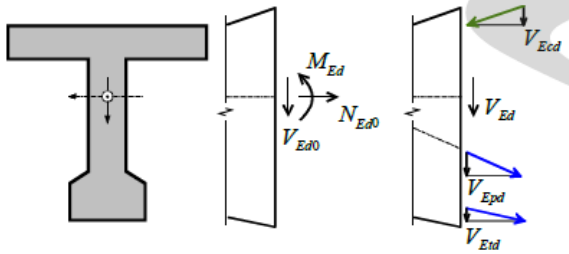


Figure 7.3-6: Contributions of inclined chord forces to design shear force

Cross sectional design

In general, for determining the design shear force, a location at z from the face of supports (see Figure 7.3-5), where $z = 0.9d$, discontinuities of geometry or transverse applied forces are used. Other control sections may be required, for example near points of curtailment of reinforcement.

Sections located closer to the support or the applied force than the control section may be designed for the same shear force as that computed at the control section provided that the respective forces introduce compression into the member.

The design shear force from the sectional analysis V_{Ed} may be reduced by the favourable contributions resulting from any inclined tension chords, compression chords and prestressing tendons (see Figure 7.3-6).

Any unfavourable contributions from inclined tension chords, compression chords or prestressing tendon forces must be added to V_{Ed}. In determining these forces, the reduction in prestress in the transfer and development length will be considered.

In the design for shear in webs and slabs, the effects of axial tension due to creep, shrinkage, and thermal effects in restrained members shall be considered wherever applicable.

Members with web width varying along the span or members with non-uniform loads may have additional control sections.

Direct support of loads may be considered by applying suitable modelling techniques.

I carichi gravitazionali e modelli di calcolo a taglio di livello superiore (Model Code 2010)

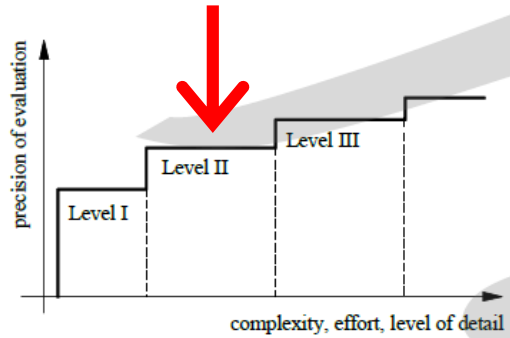


Figure 7.3-7: Levels of approximation

Strut and tie models and stress field analysis

If applying strut and tie models or a stress field analysis other sections or points within the structure may be decisive for the verification.

7.3.3.2 Levels of approximation

In determining the shear or punching resistance of a member different levels of approximation may be regarded. The levels differ in the complexity of the applied methods and the accuracy of the results, see Figure 7.3-7.

Level I Approximation: In general, this level of approximation may be used for the conception or the design of a new structure.

Level II Approximation: This level of approximation is appropriate for the design of a new structure as well as for a general or brief assessment of an existing member.

Level III (and higher) Approximation: A level III (or higher) approximation may be used for the design of a member in a complex loading state or a more elaborate assessment of a structure.

There can be different levels of approximation for each design case and location in a structure; they do not necessarily need to correspond to each other as different portions of a structure will justify different levels of precision and design effort.

7.3.3.3 Design equations for regions cracked in bending

General

The design shear resistance of a web or slab shall be determined as:

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s} \qquad (7.3\text{-}9)$$

I carichi gravitazionali e modelli di calcolo a taglio di livello superiore (Model Code 2010)

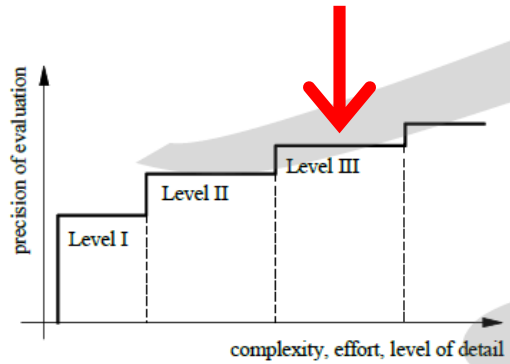


Figure 7.3-7: Levels of approximation

Strut and tie models and stress field analysis

If applying strut and tie models or a stress field analysis other sections or points within the structure may be decisive for the verification.

7.3.3.2 Levels of approximation

In determining the shear or punching resistance of a member different levels of approximation may be regarded. The levels differ in the complexity of the applied methods and the accuracy of the results, see Figure 7.3-7.

Level I Approximation: In general, this level of approximation may be used for the conception or the design of a new structure.

Level II Approximation: This level of approximation is appropriate for the design of a new structure as well as for a general or brief assessment of an existing member.

Level III (and higher) Approximation: A level III (or higher) approximation may be used for the design of a member in a complex loading state or a more elaborate assessment of a structure.

There can be different levels of approximation for each design case and location in a structure; they do not necessarily need to correspond to each other as different portions of a structure will justify different levels of precision and design effort.

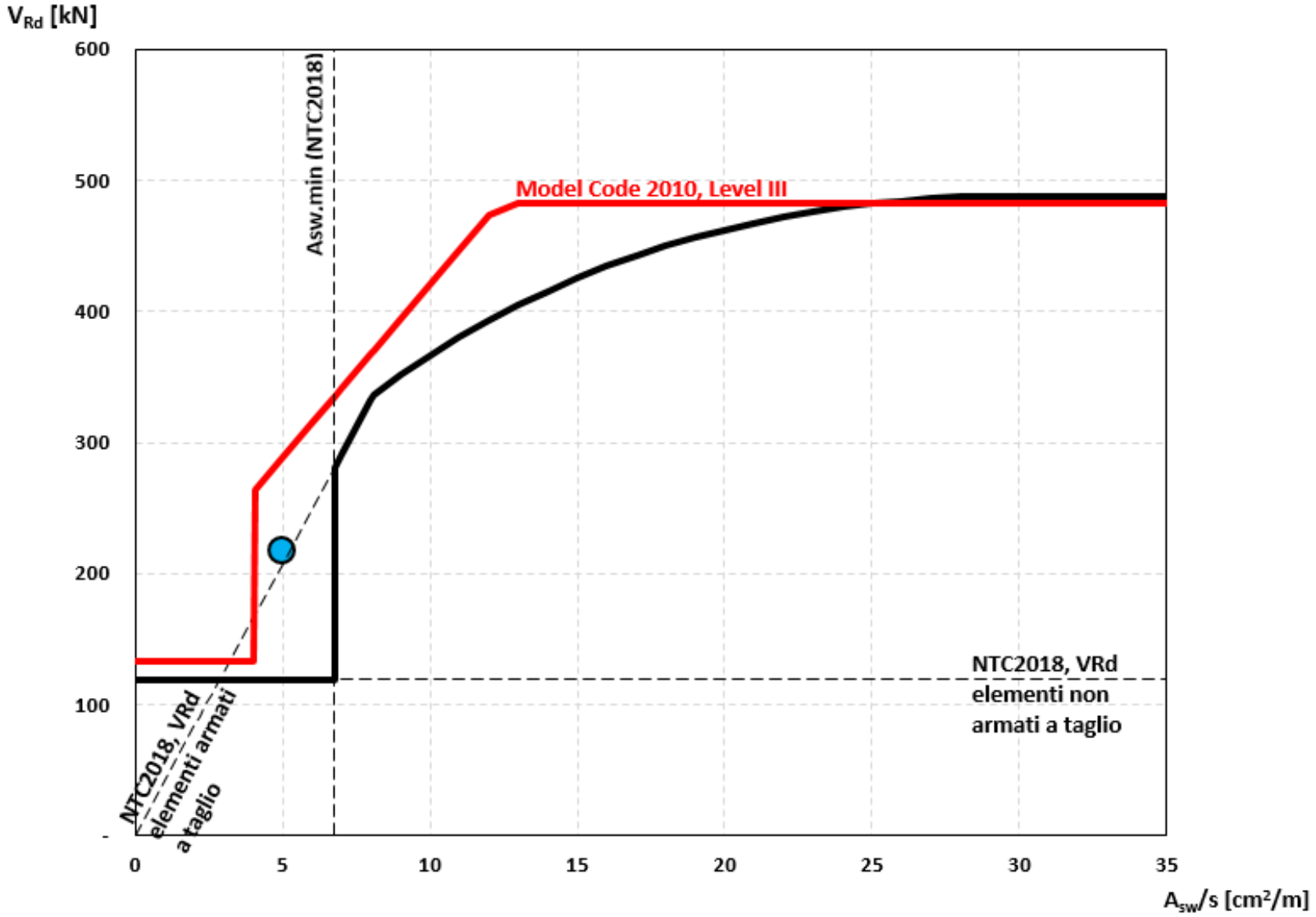
7.3.3.3 Design equations for regions cracked in bending

General

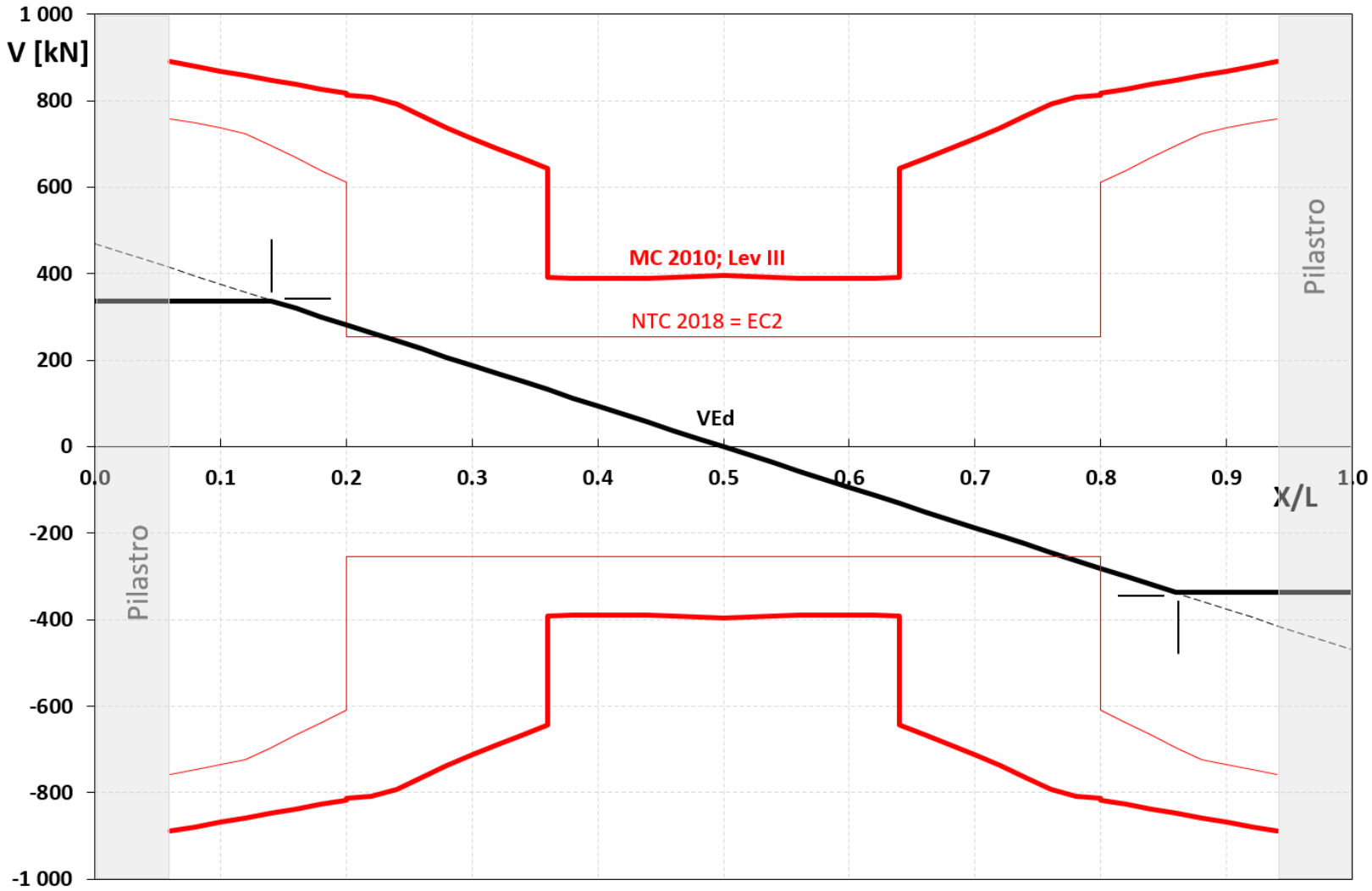
The design shear resistance of a web or slab shall be determined as:

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s} \qquad (7.3\text{-}9)$$

I carichi gravitazionali e modelli di calcolo a taglio di livello superiore (Model Code 2010)



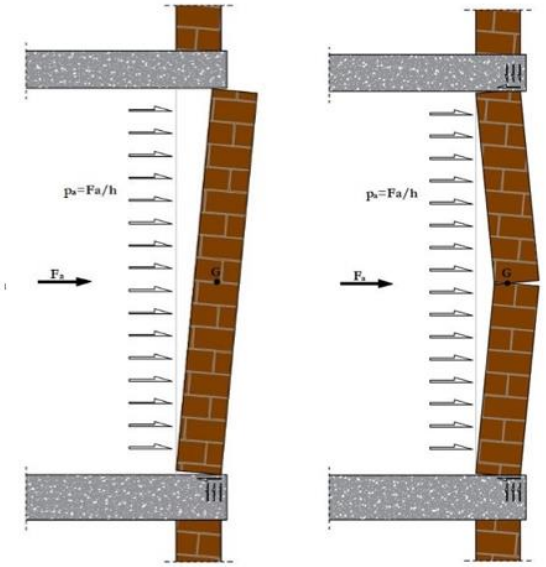
I carichi gravitazionali e modelli di calcolo a taglio di livello superiore (Model Code 2010)



Ospedale (Rovereto)

Espulsione partizioni interne

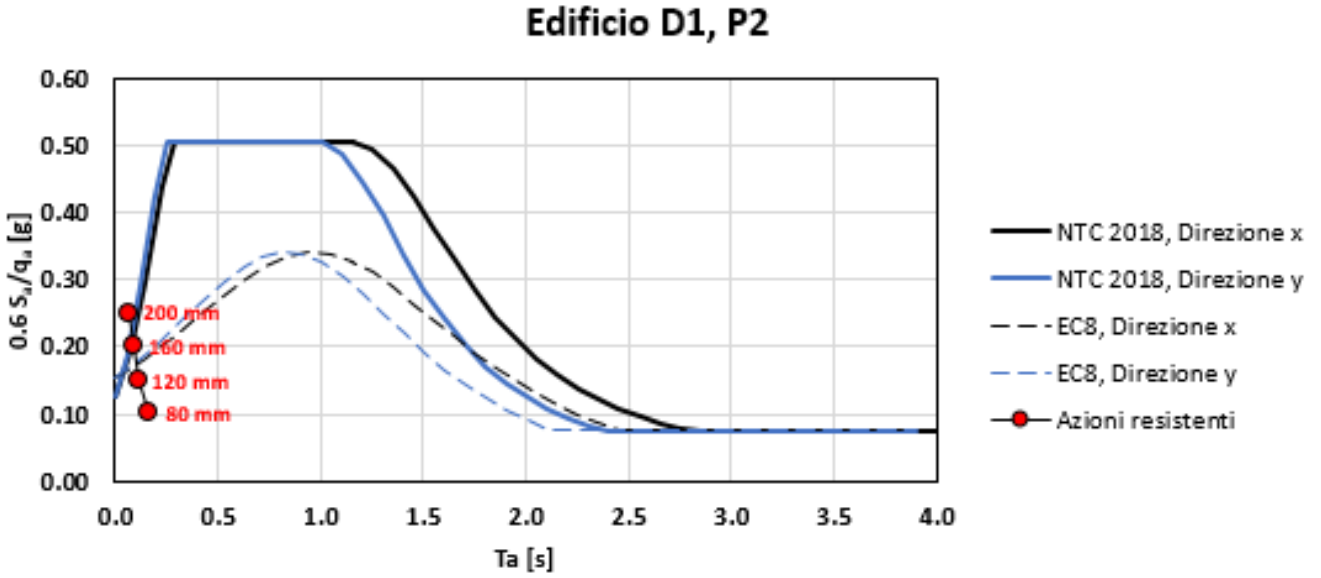


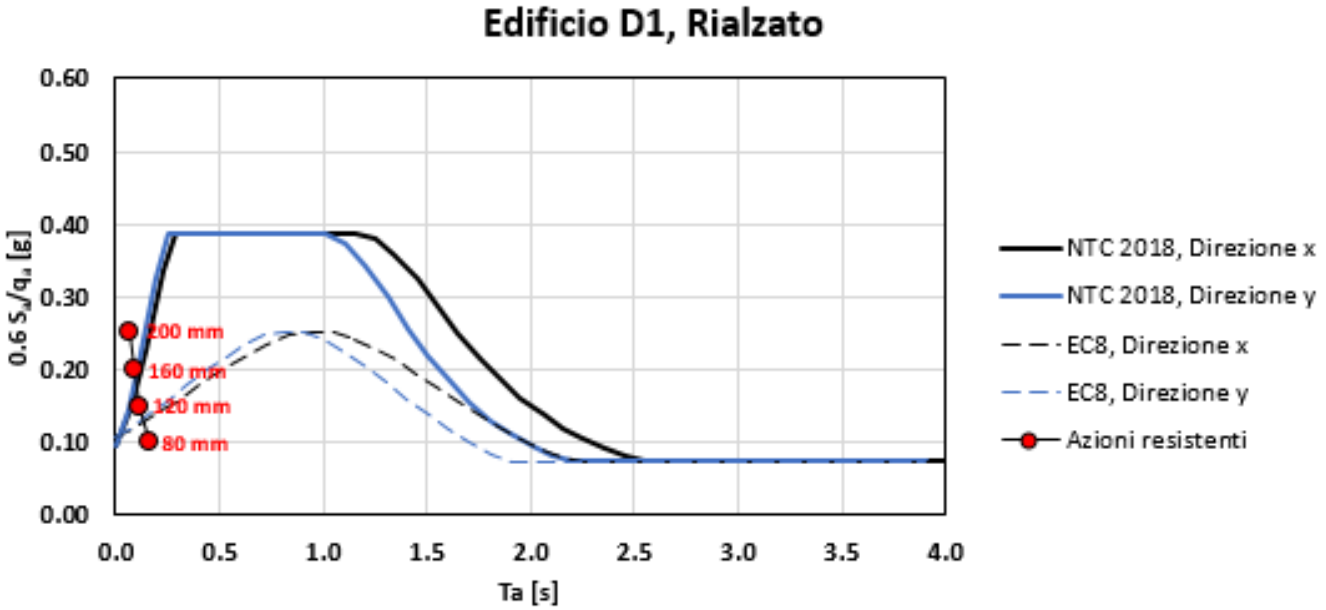


Espulsione pareti esterne



Ospedale (Rovereto)

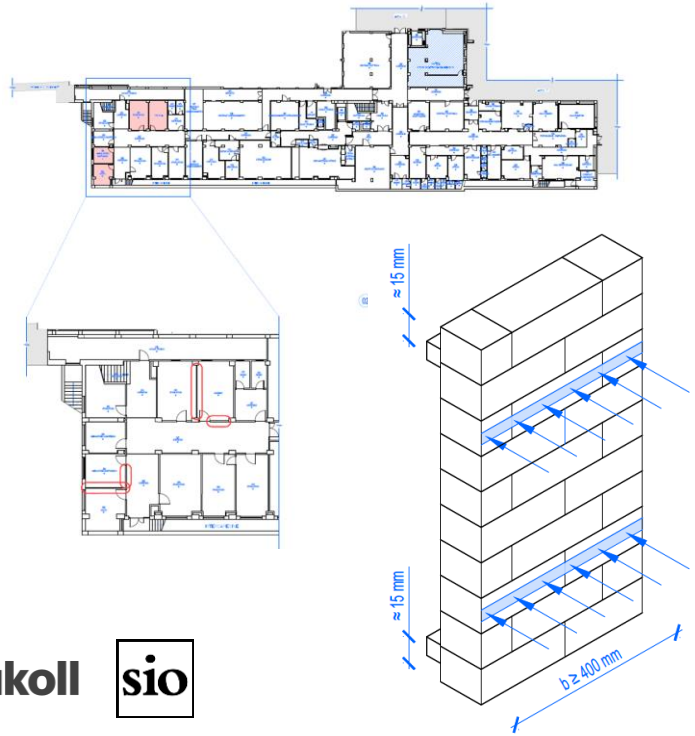


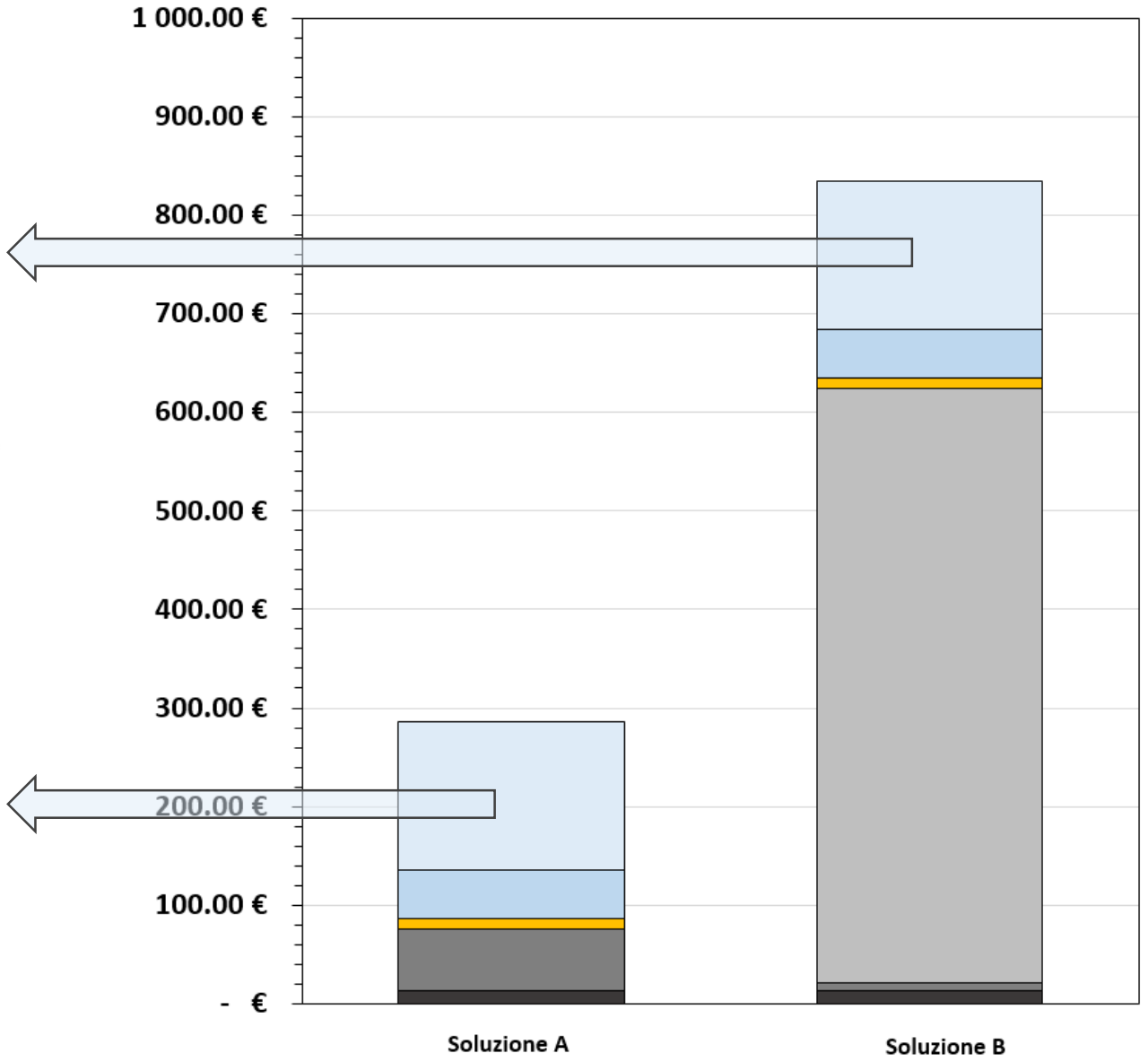


Elementi non strutturali: dagli spettri di piano alla Time History



Figure 2-39: Test setup adopted in the laboratory for determining the flexural strength of masonry.





kerakoll sio

5. Applicazione pratica delle analisi lineari e non lineari nel rinforzo strutturale

Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma

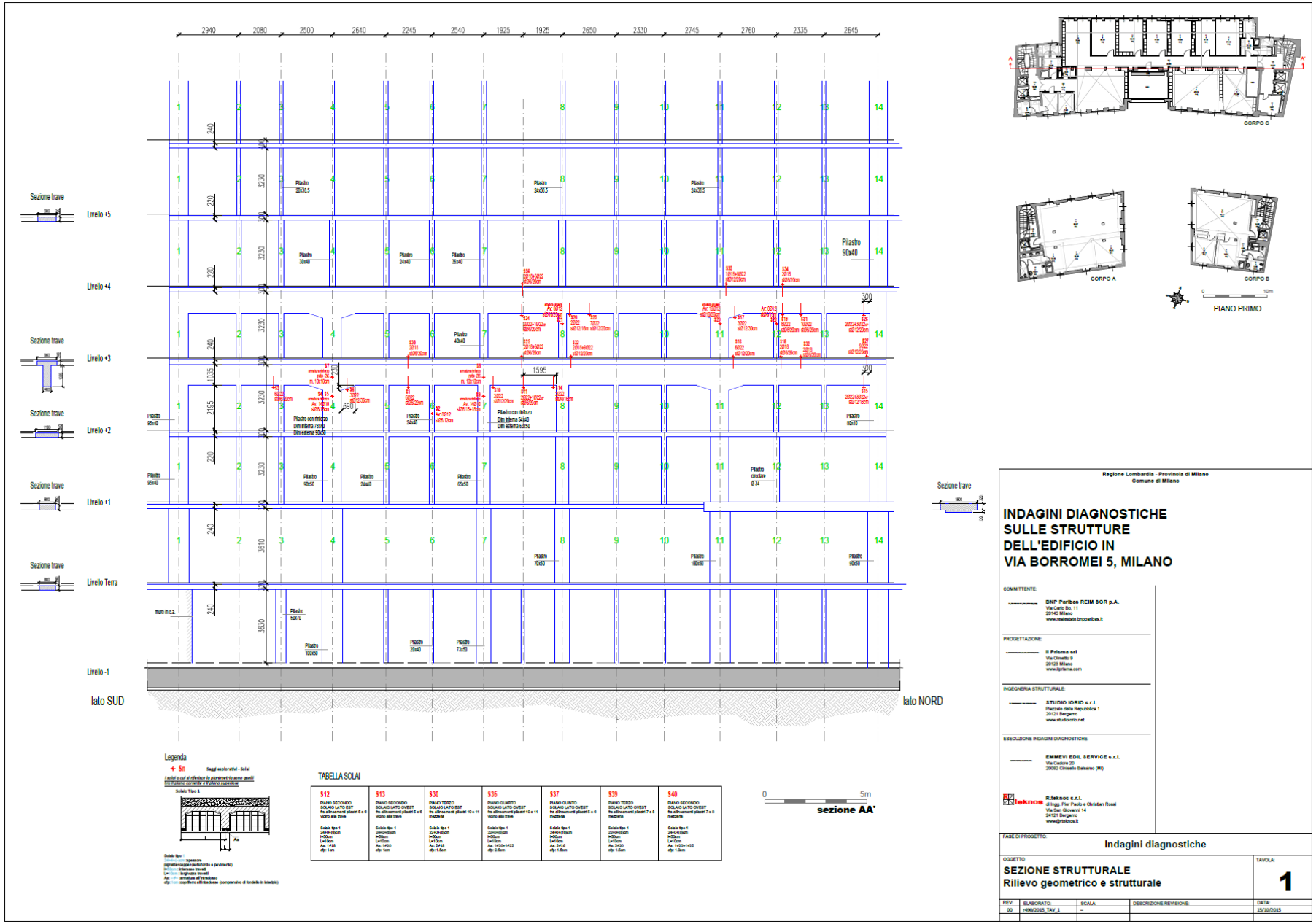




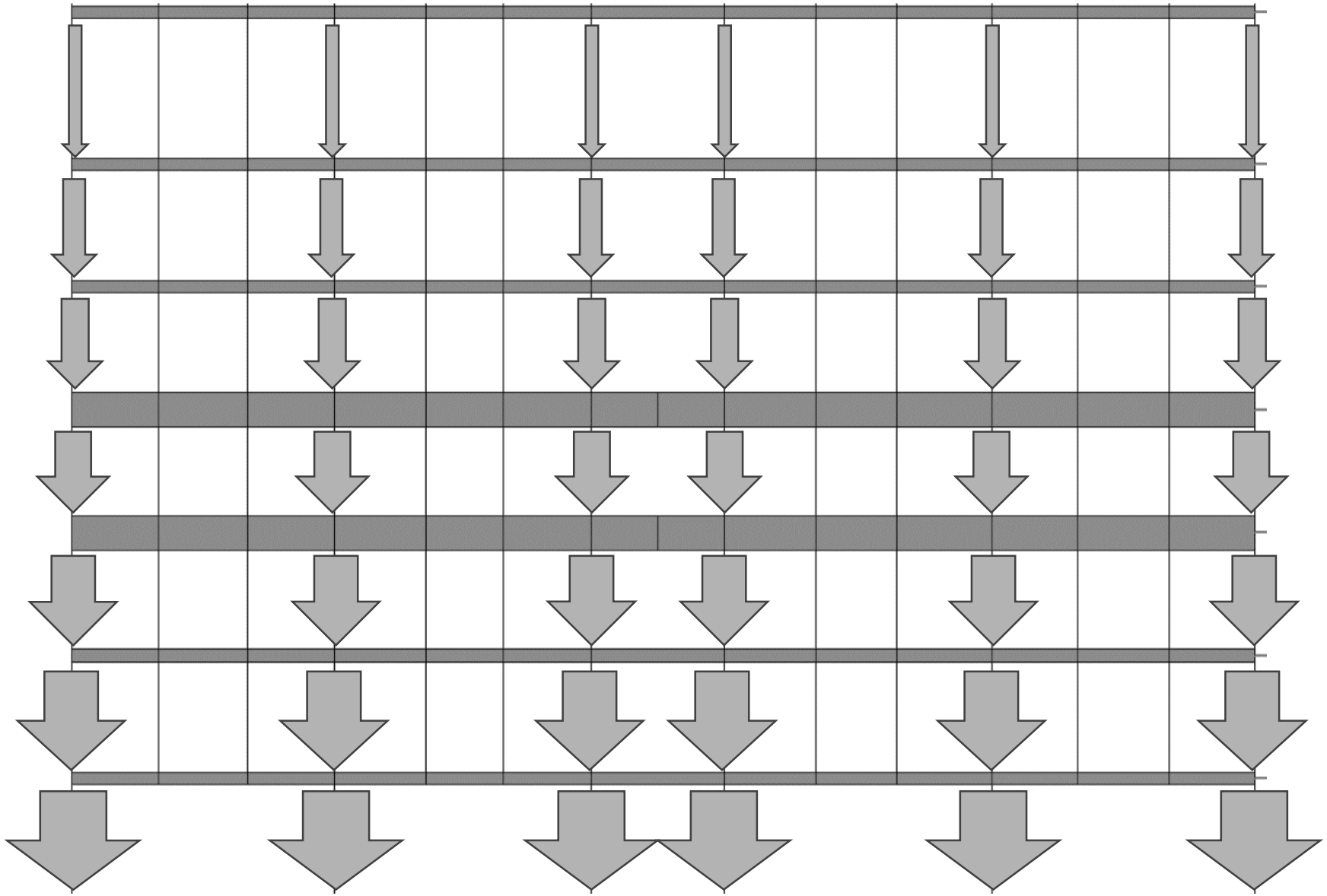
Via Borromei (Milano) - ilPrisma



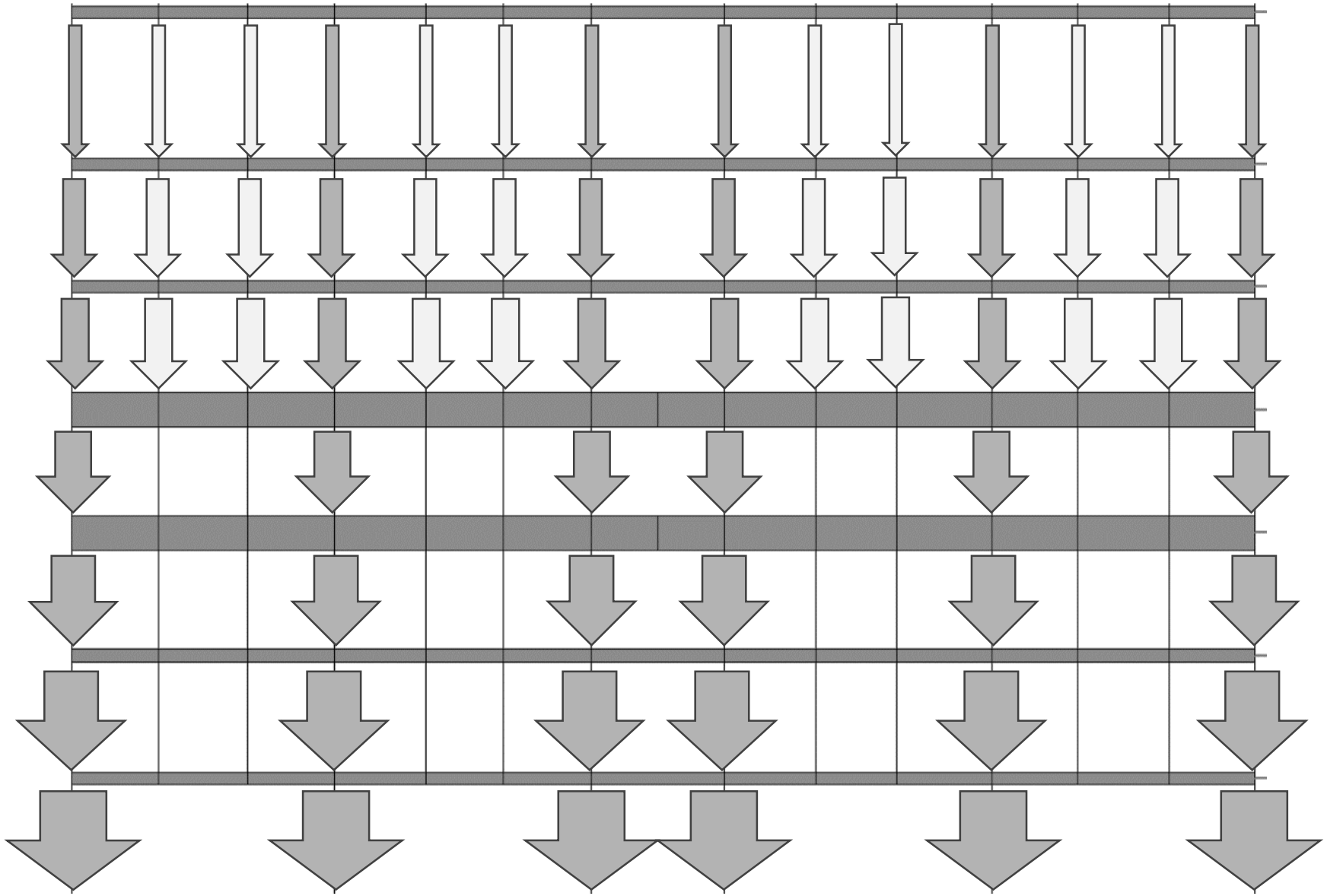
Via Borromei (Milano) - ilPrisma



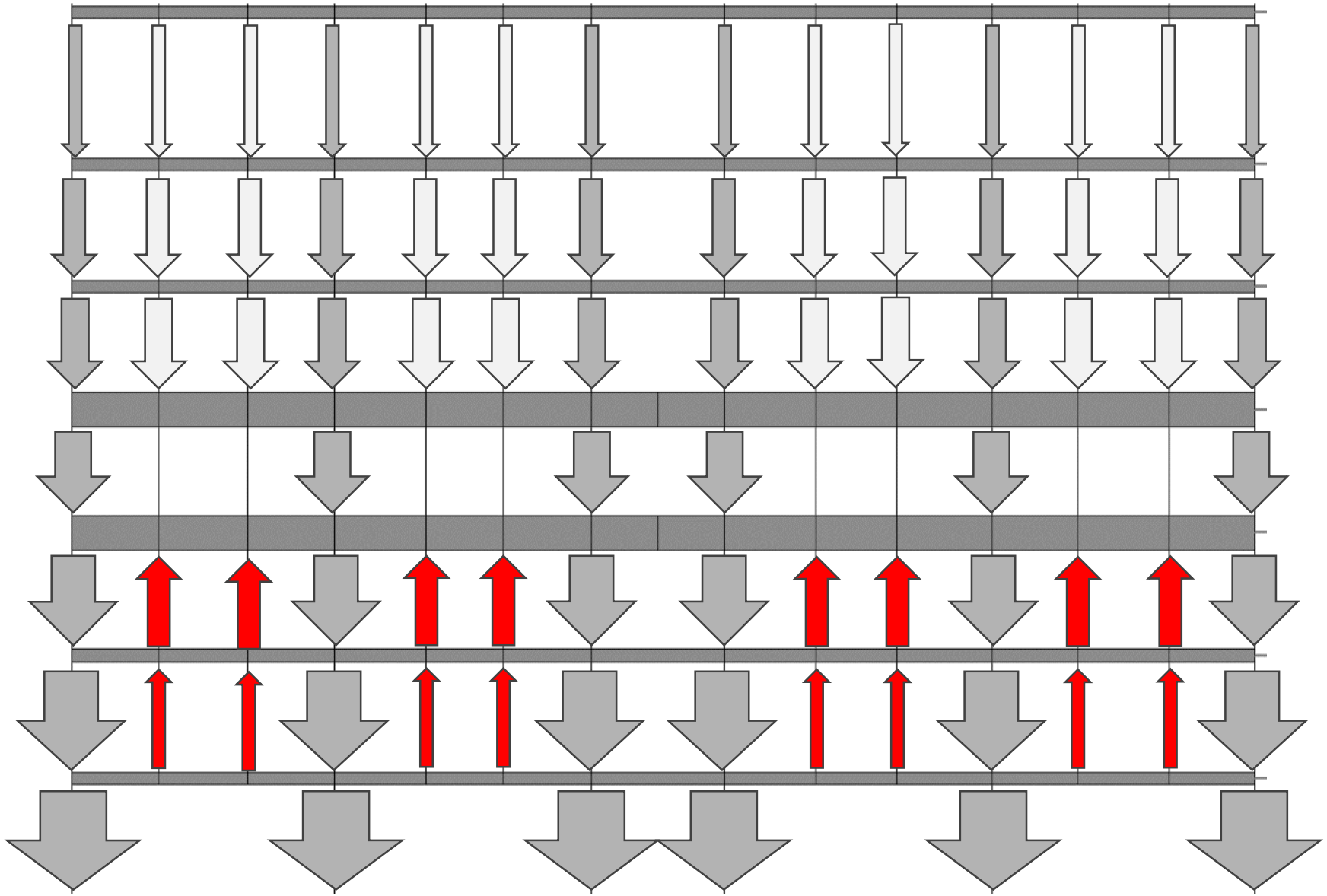
Via Borromei (Milano) - ilPrisma



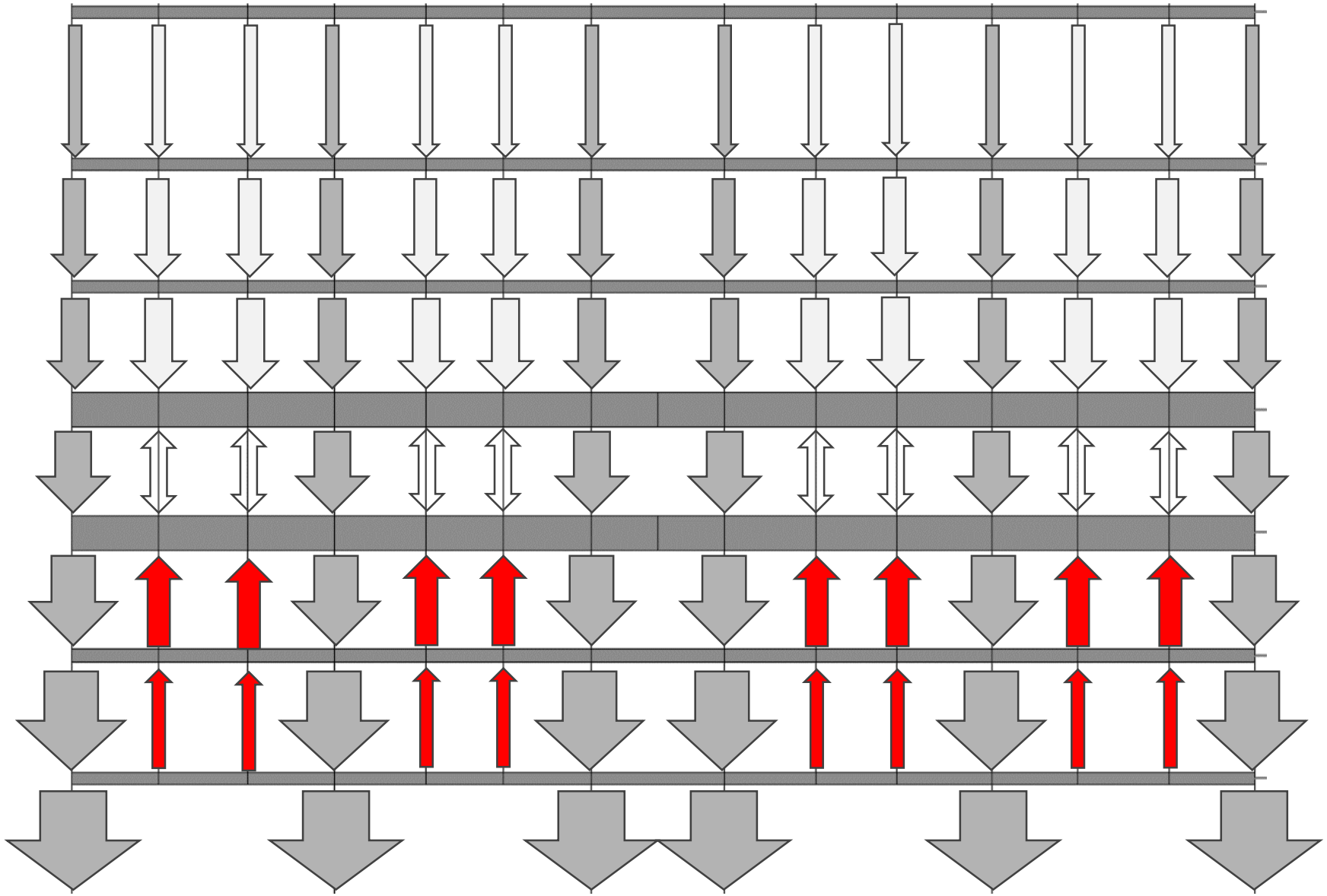
Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma

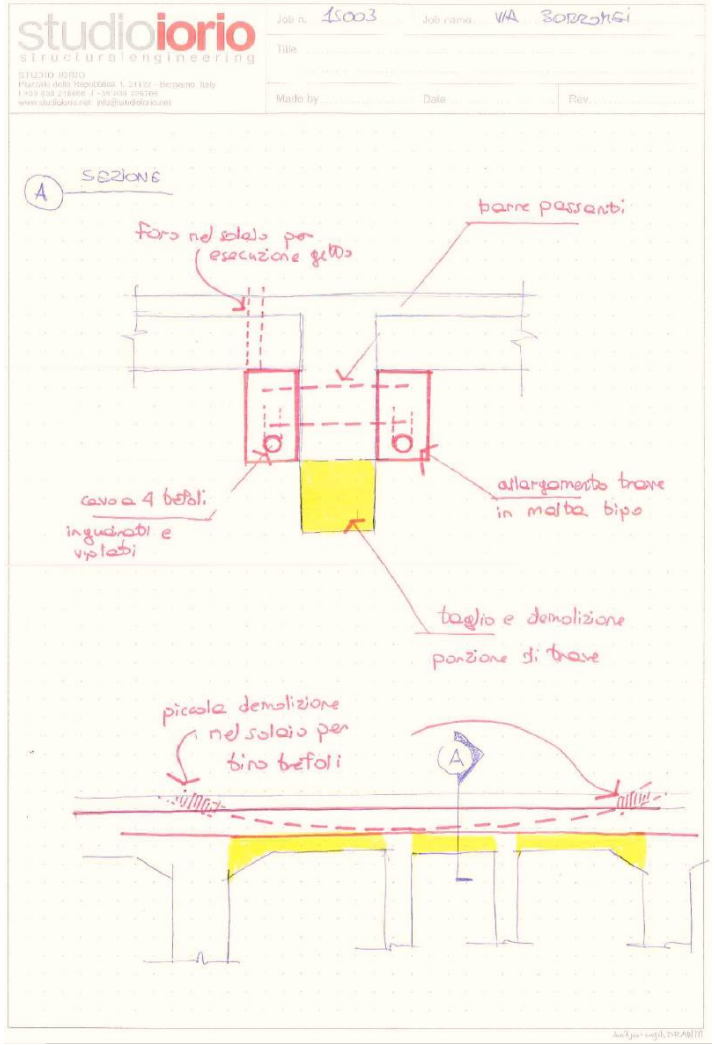


Via Borromei (Milano) - ilPrisma

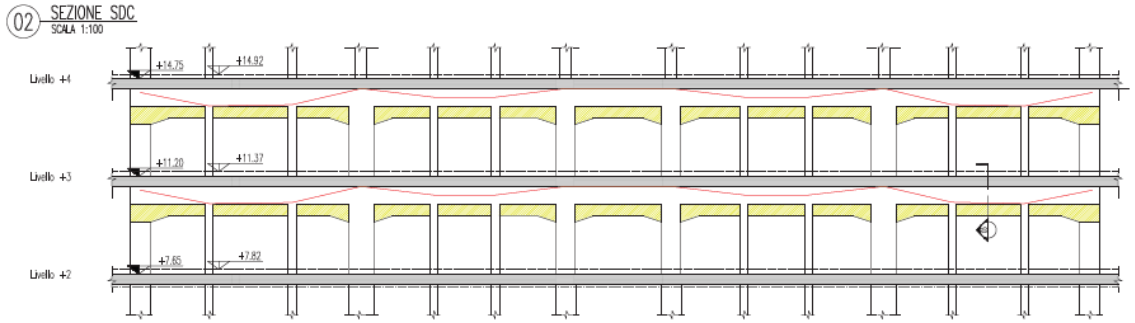


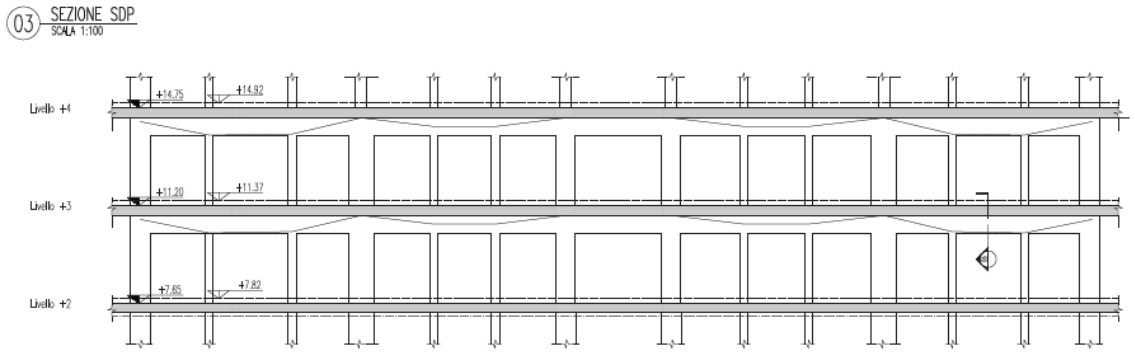
Via Borromei (Milano) - ilPrisma

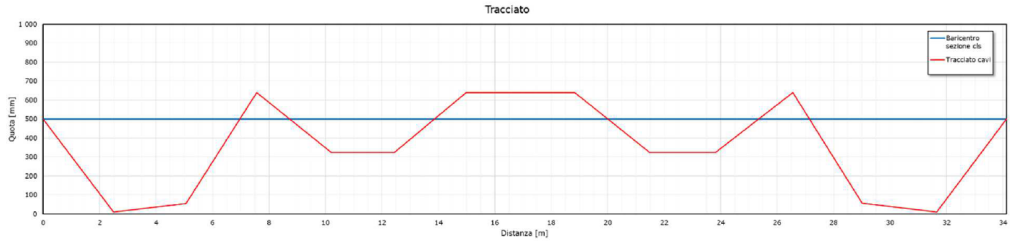
Concept…



…progetto definitivo…

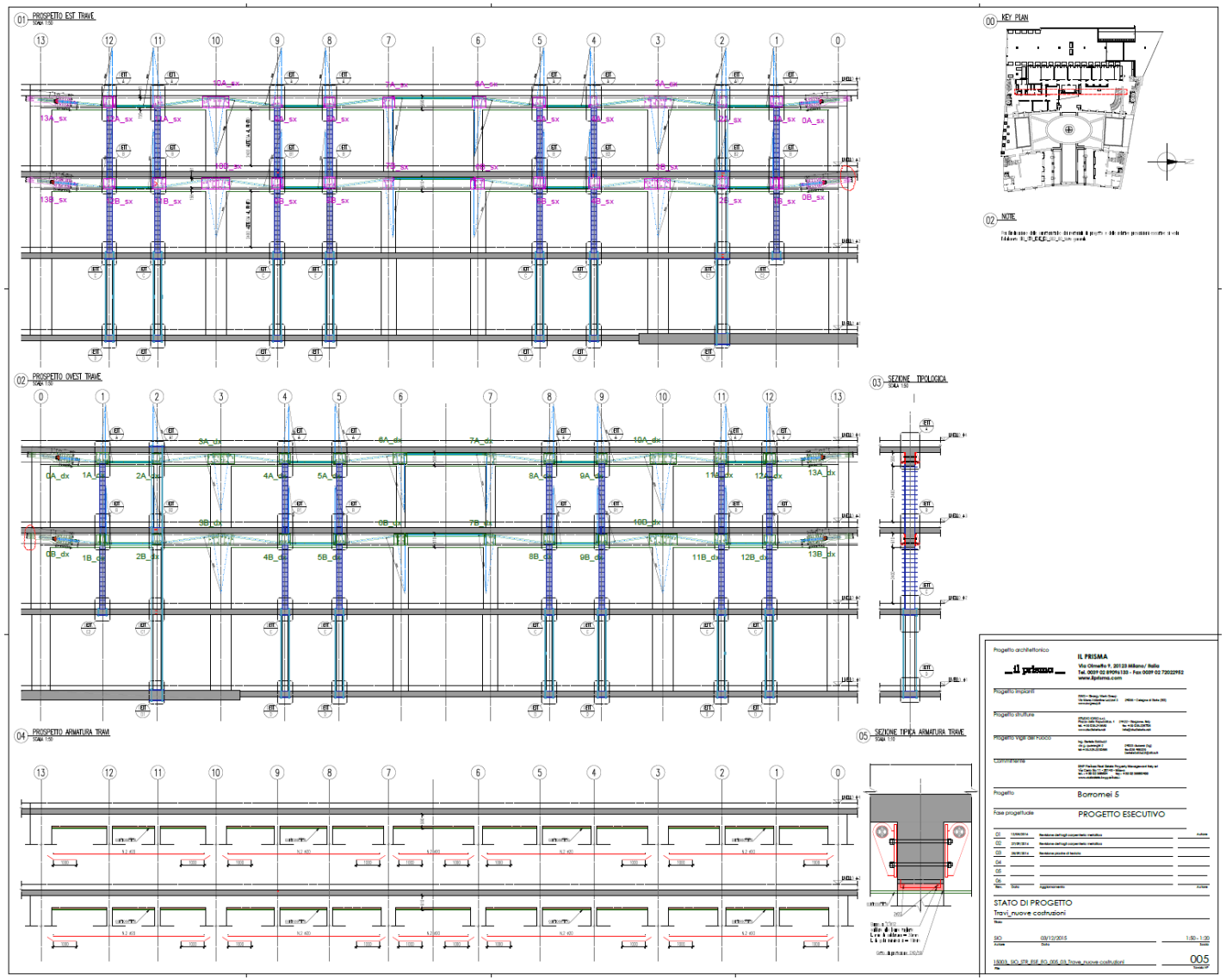






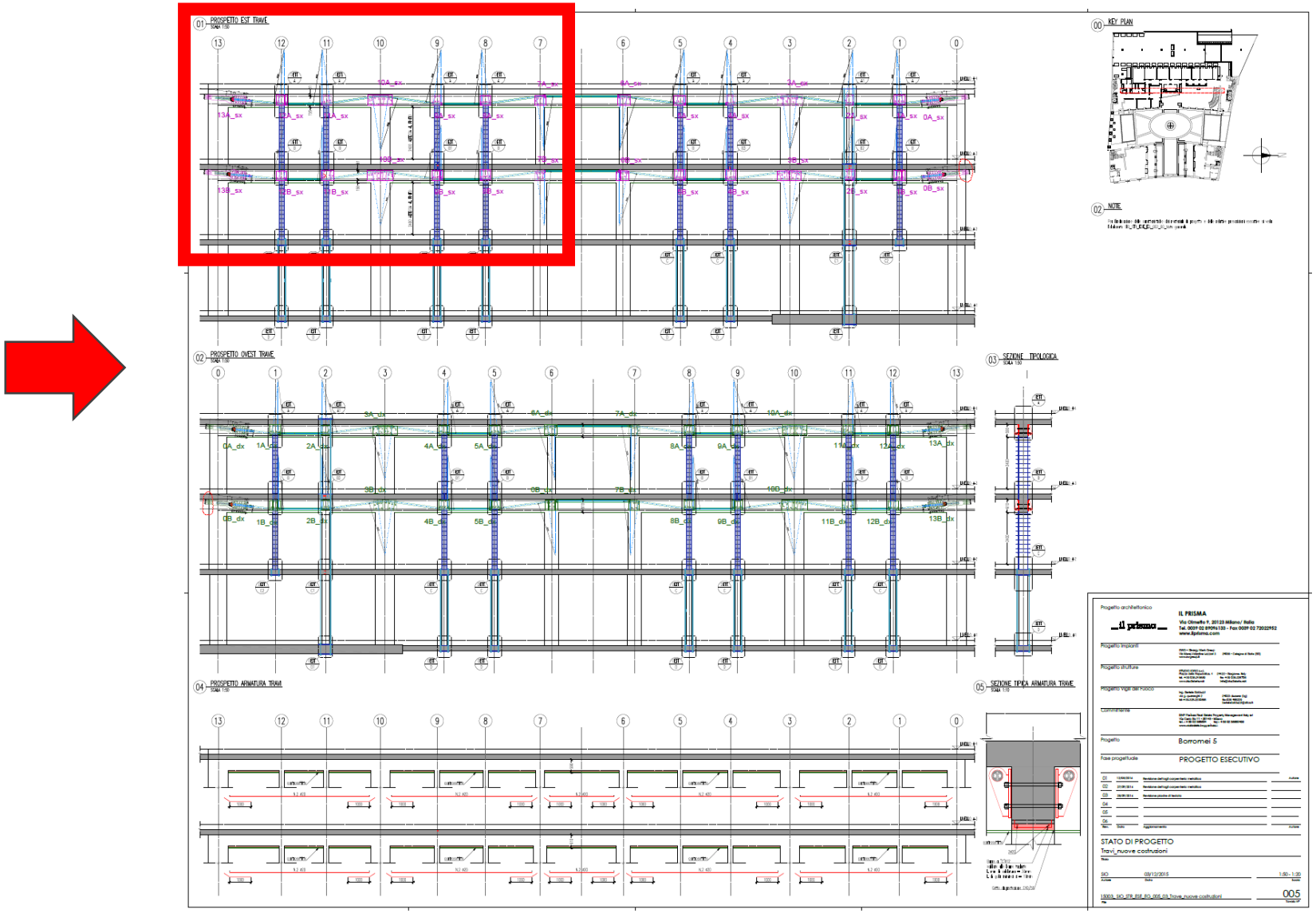
Via Borromei (Milano) - ilPrisma

…progetto esecutivo e costruttivo

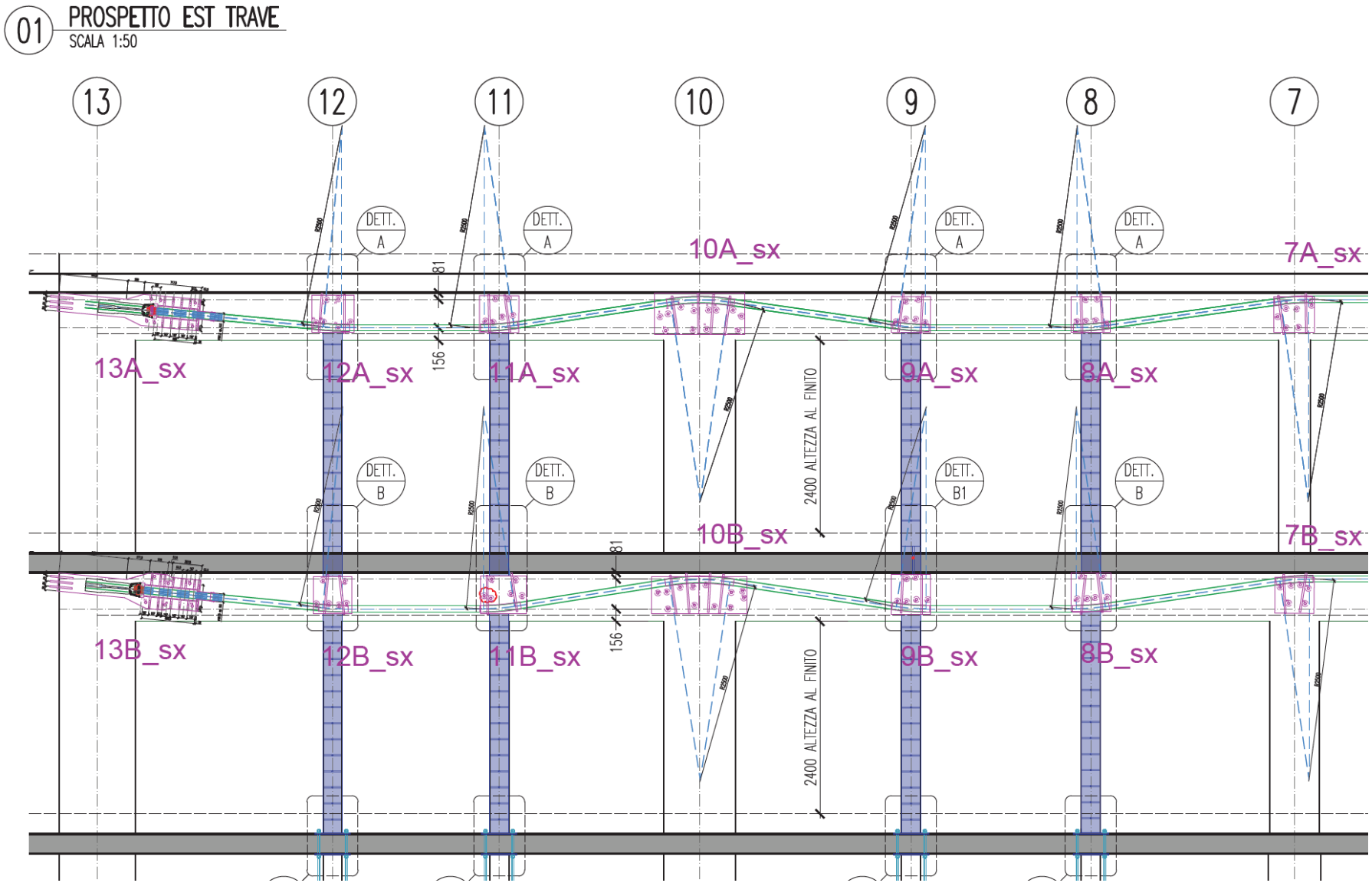


Via Borromei (Milano) - ilPrisma

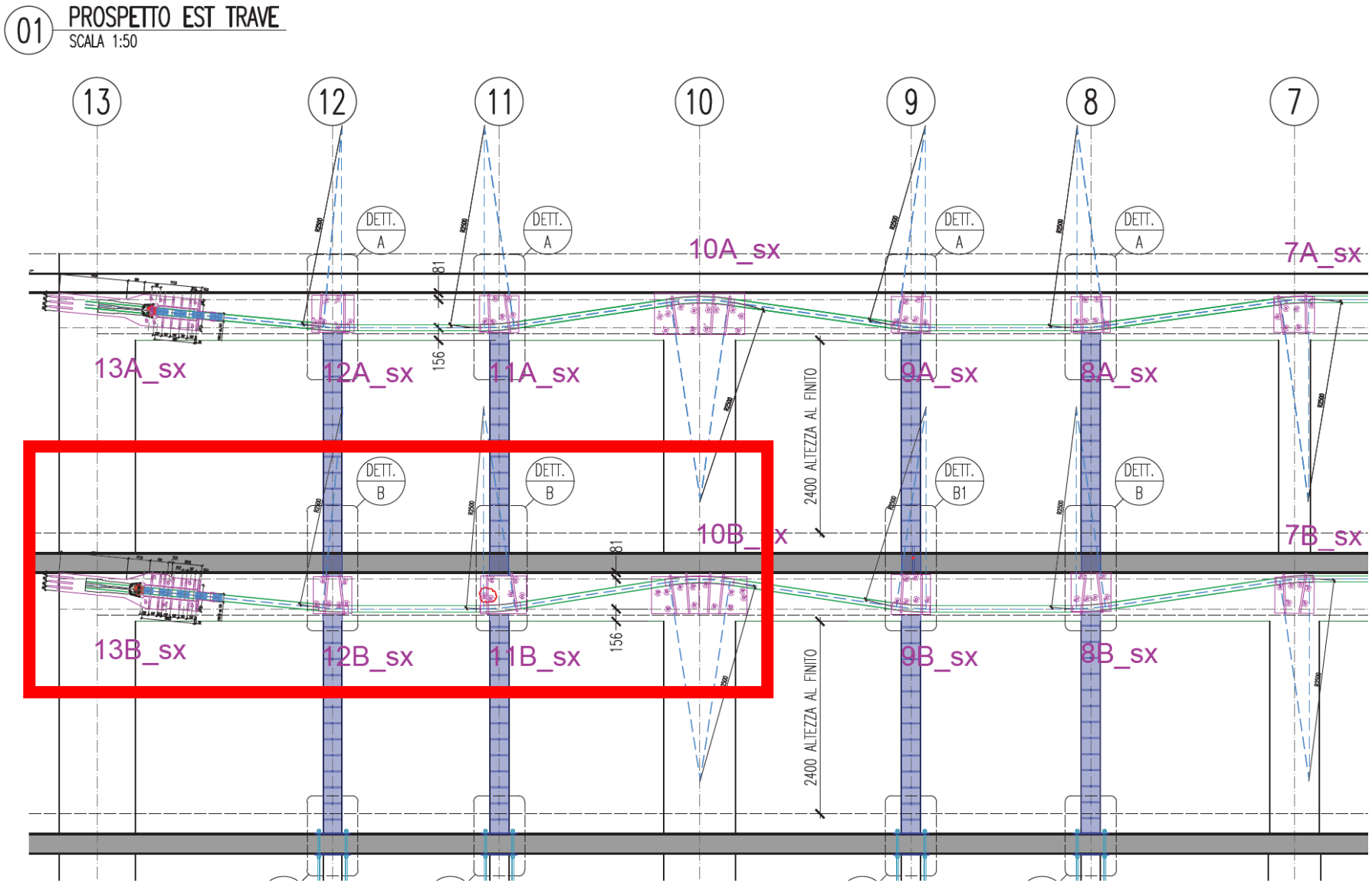
…progetto esecutivo e costruttivo



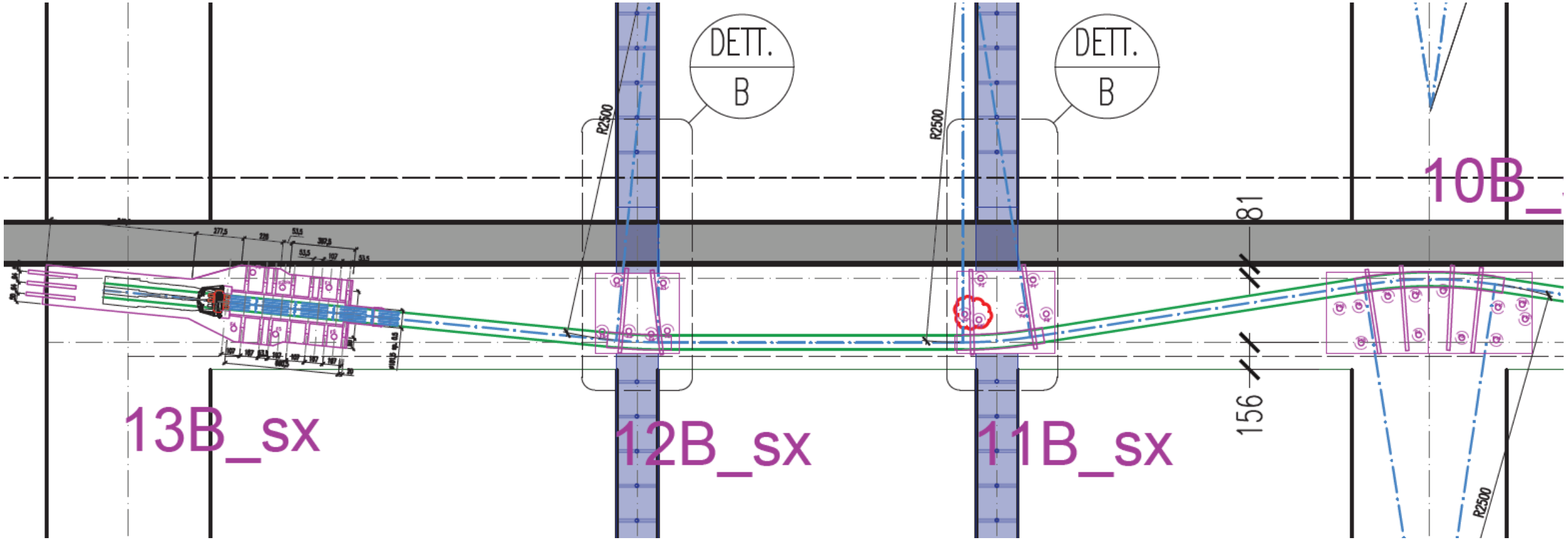
Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma

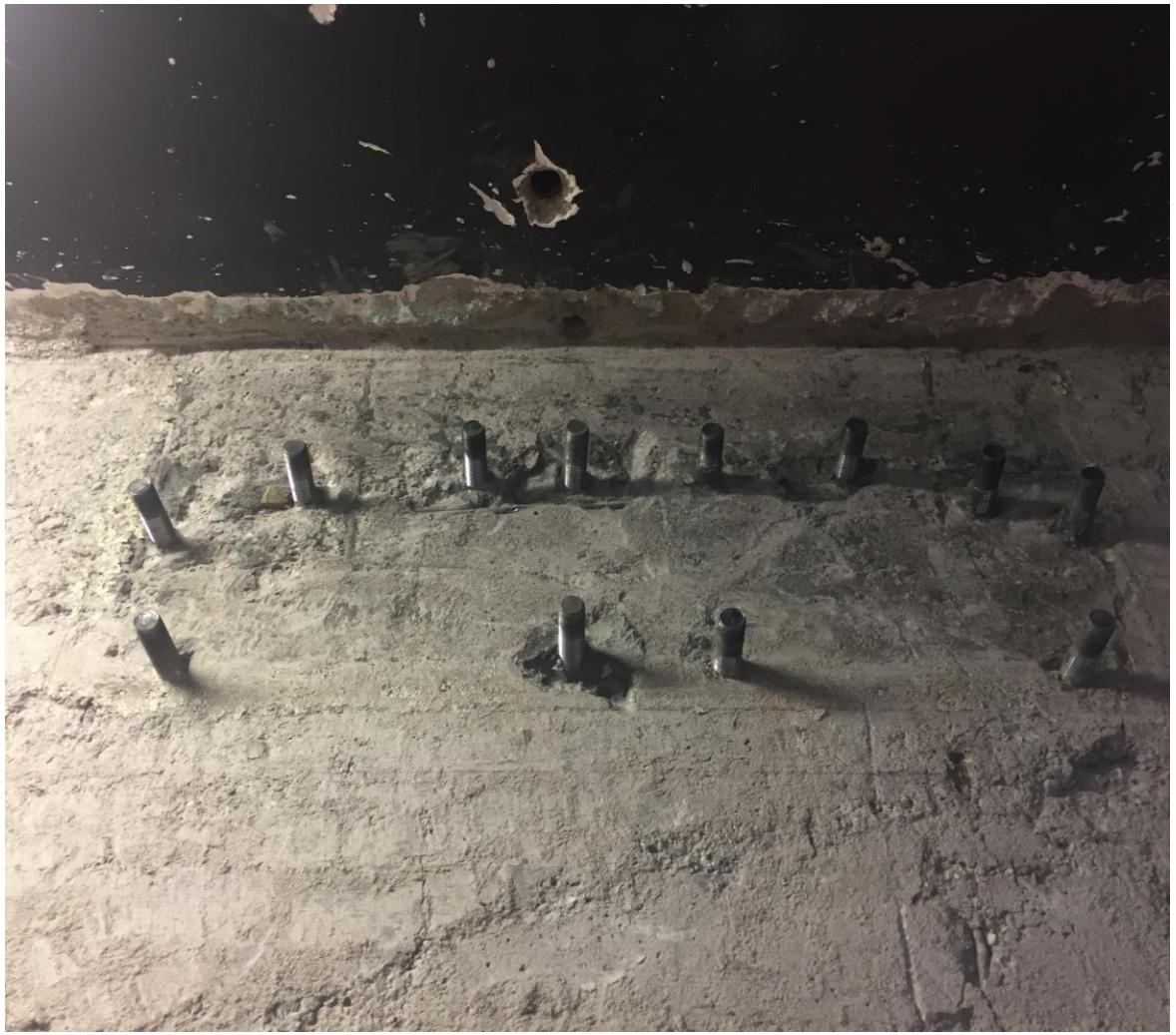


Via Borromei (Milano) - ilPrisma

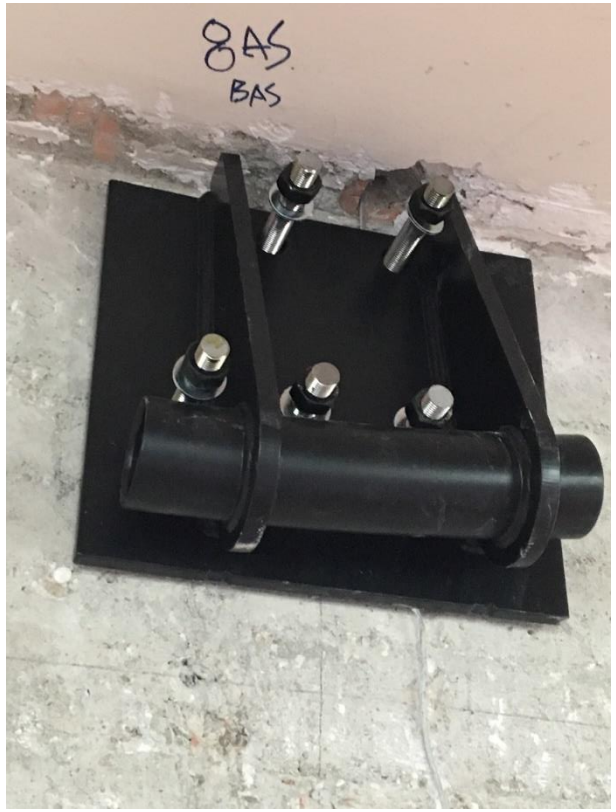


Via Borromei (Milano) - ilPrisma





Via Borromei (Milano) - ilPrisma





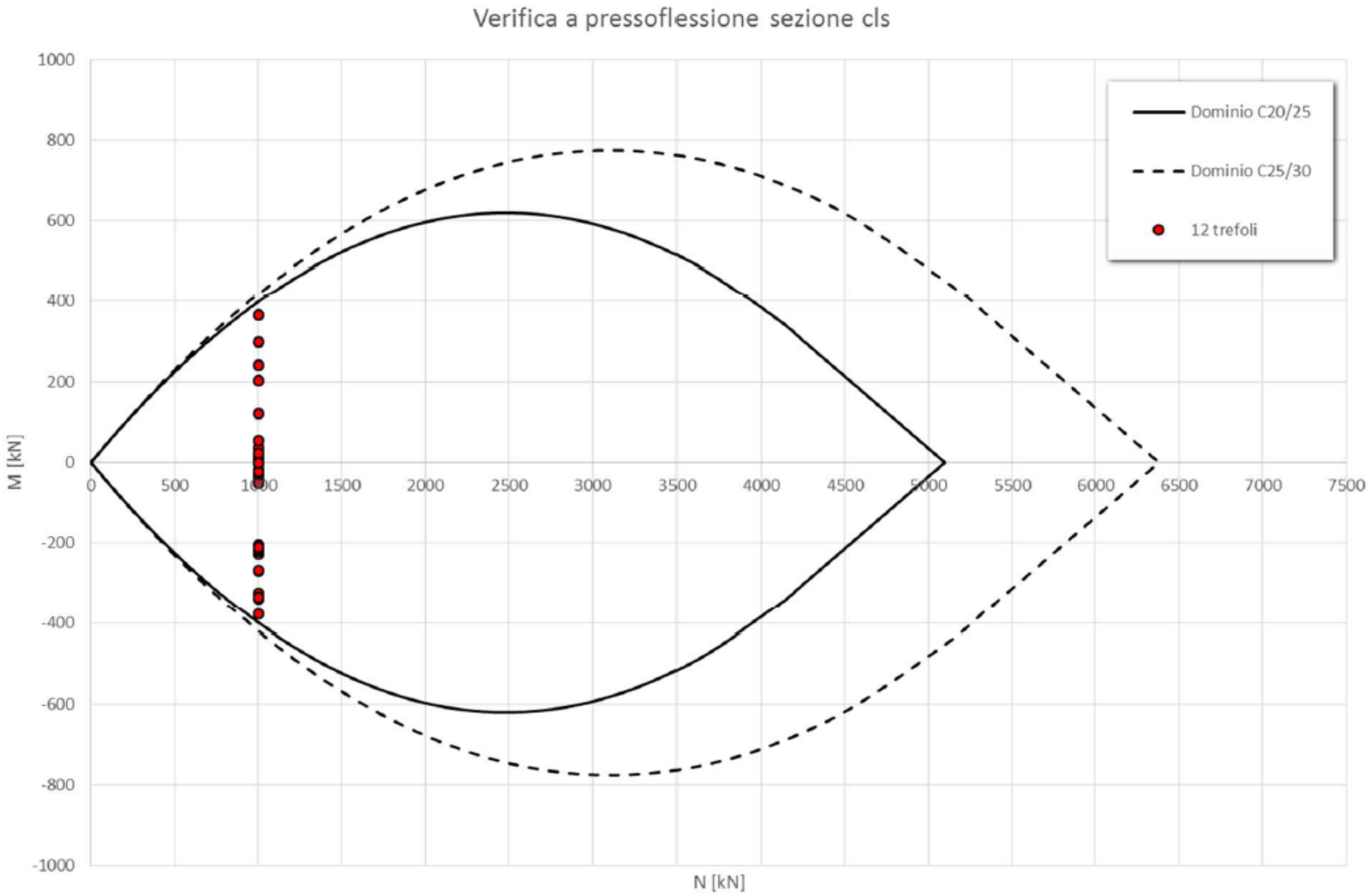


Via Borromei (Milano) - ilPrisma

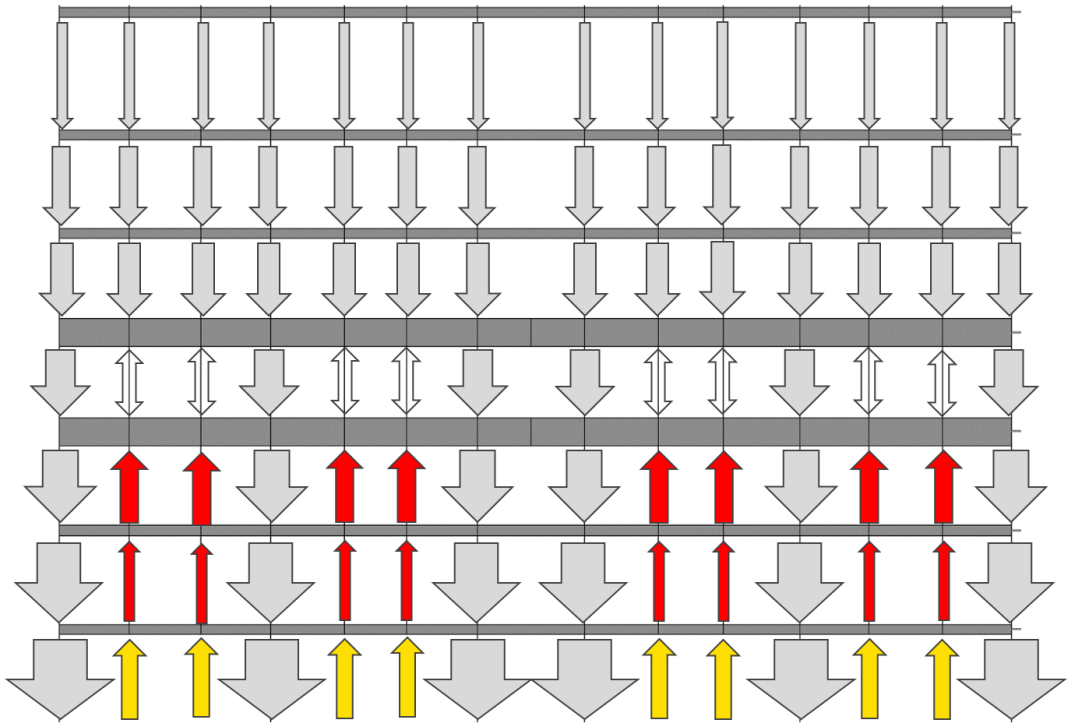




Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma





Via Borromei (Milano)
ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma



Via Borromei (Milano) - ilPrisma





Via Borromei (Milano) - ilPrisma



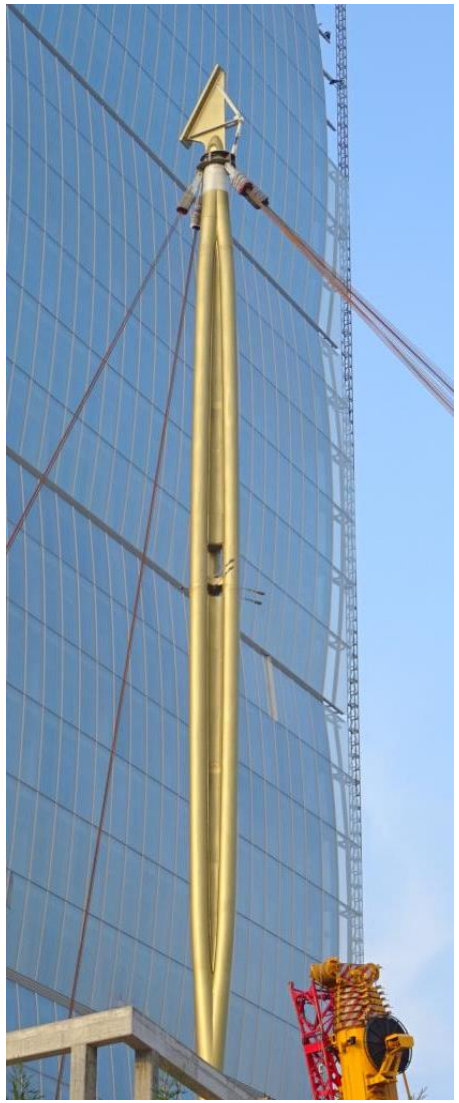
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei

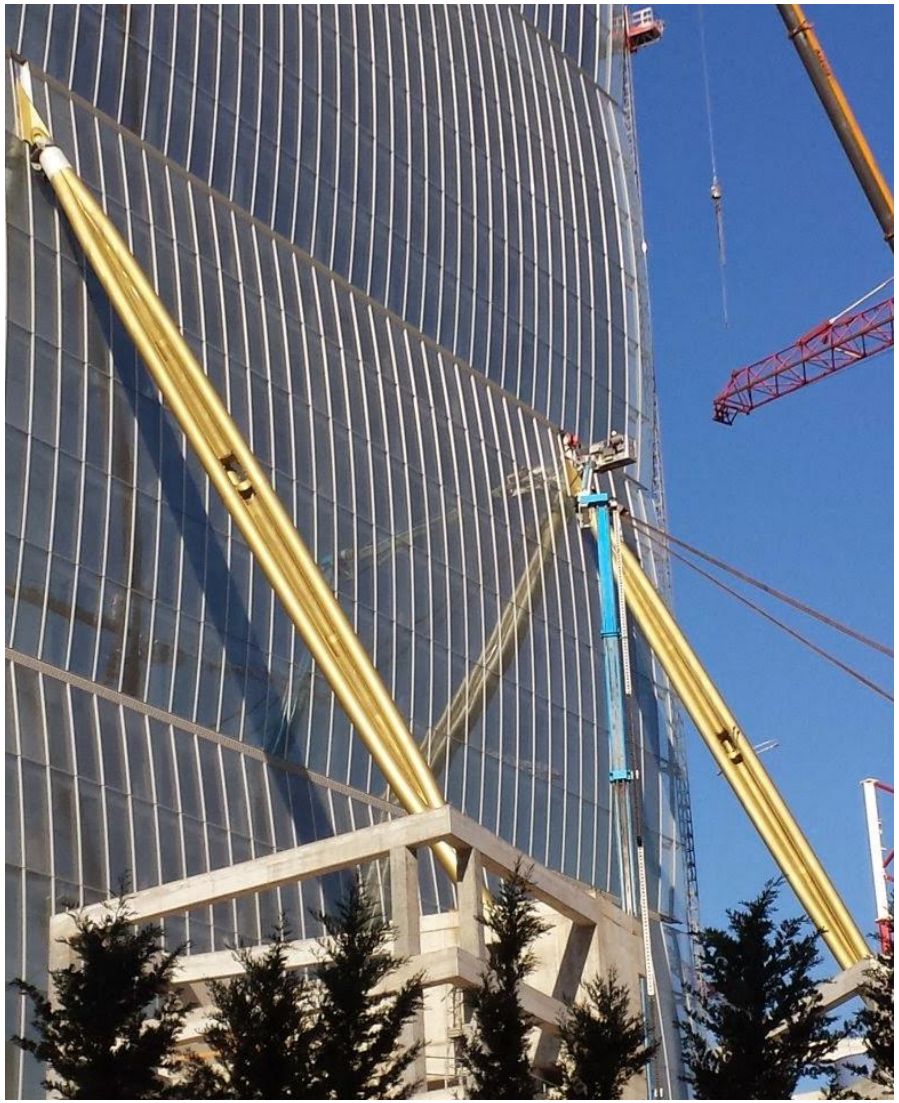


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei



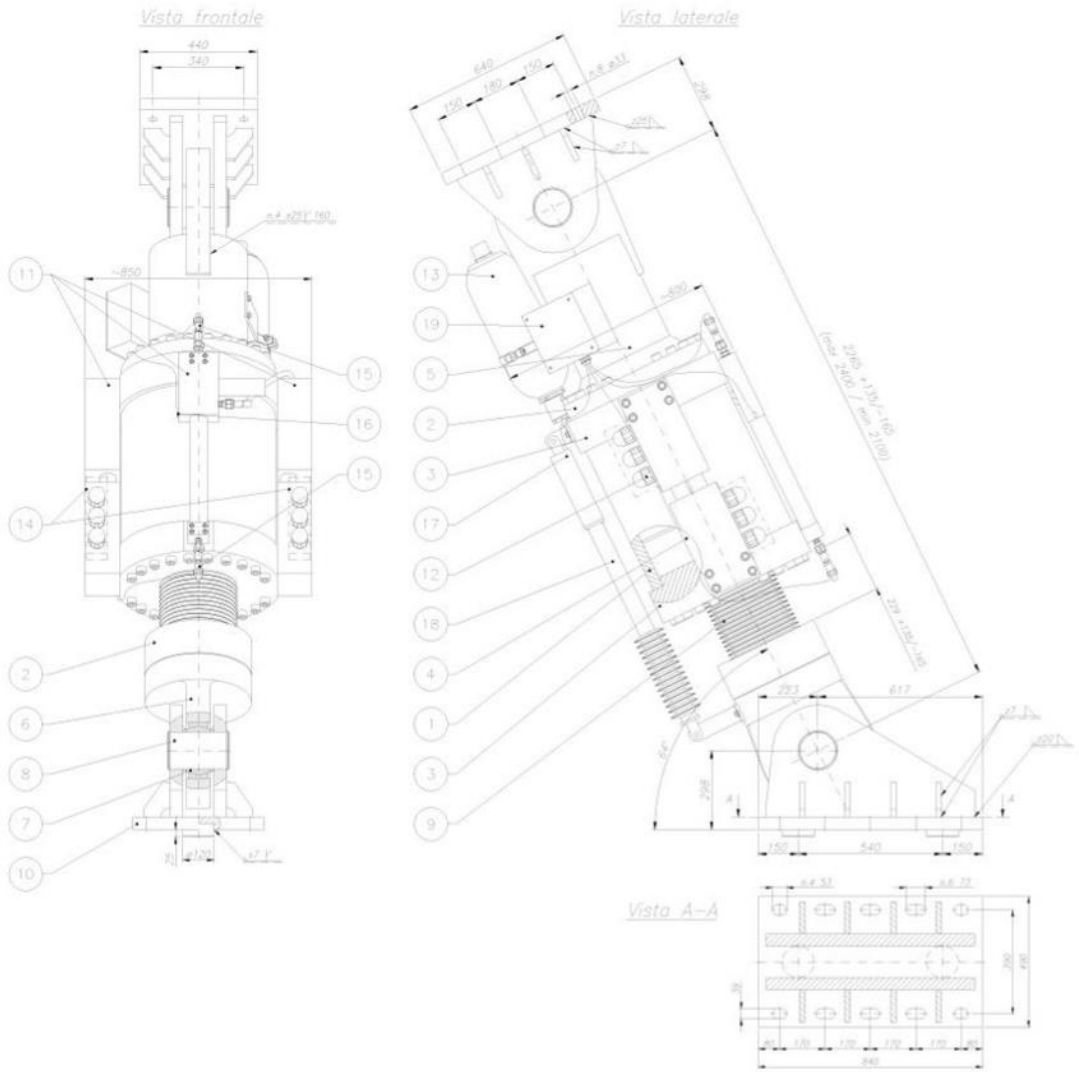
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei





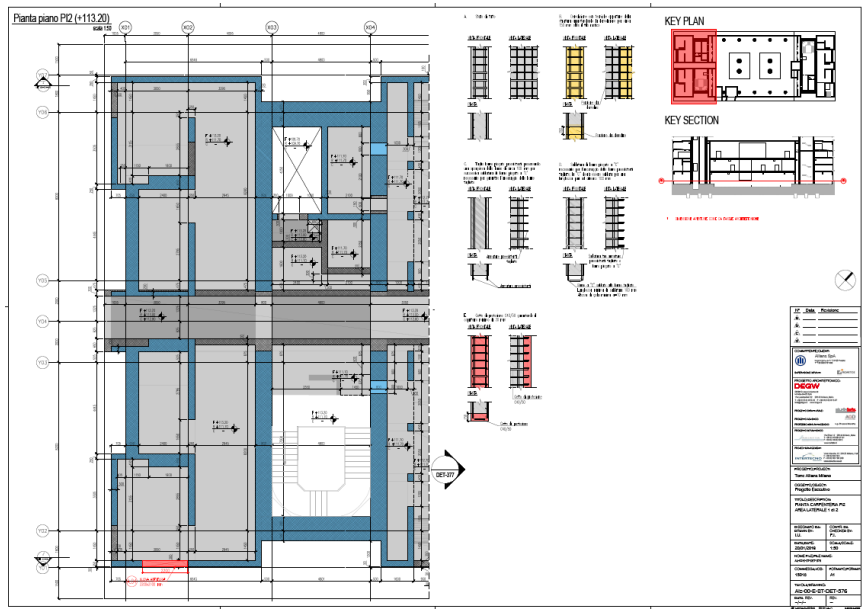


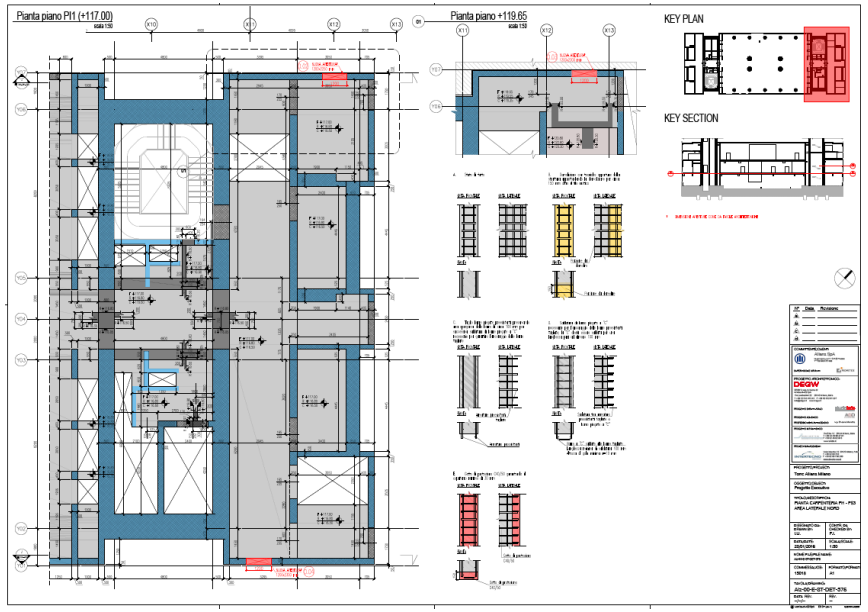
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei

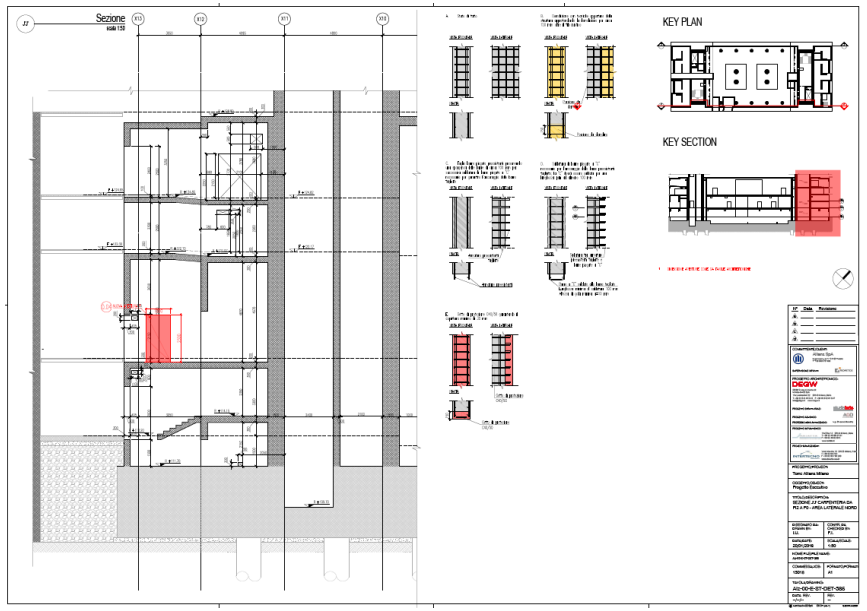


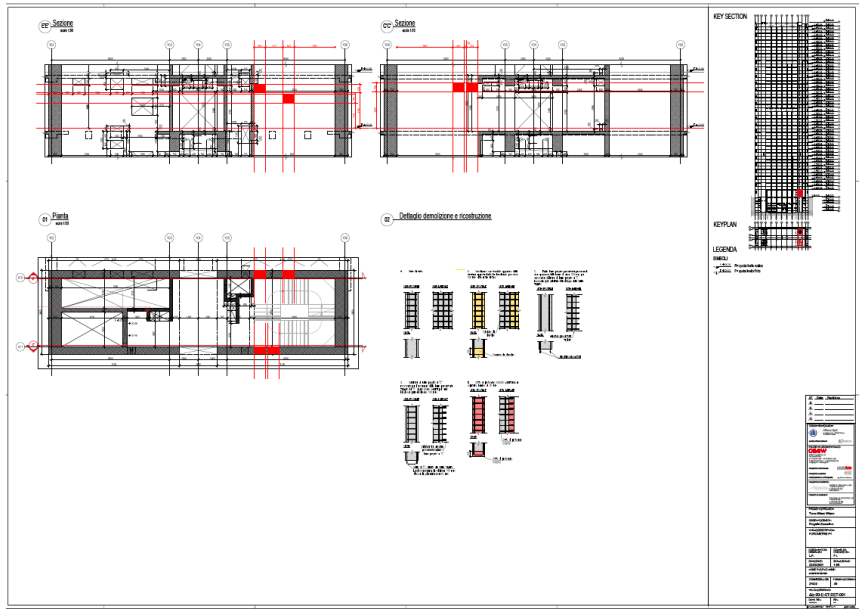


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei





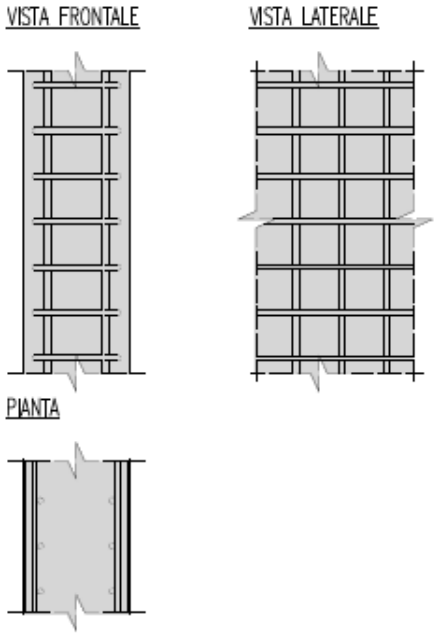




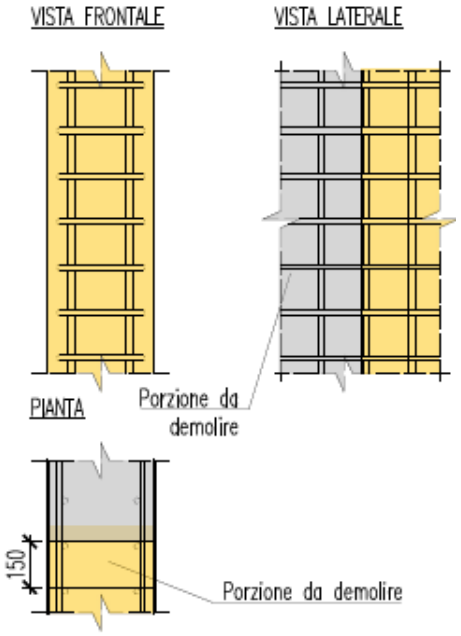
kerakoll sio

Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei

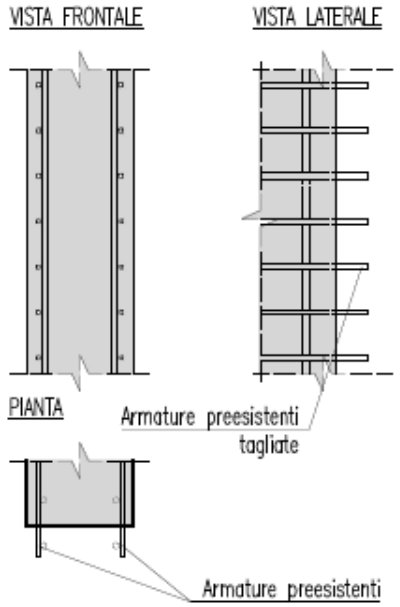
A. Stato di fatto



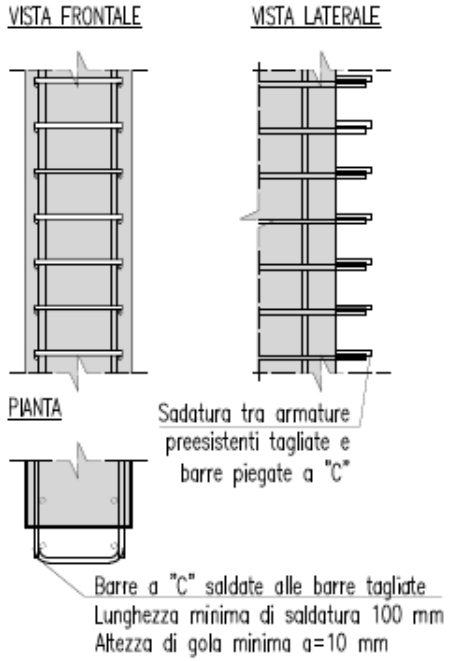
B. Demolizione con tecniche opportune della struttura approfondendo la demolizione per circa 150 mm oltre il filo rustico



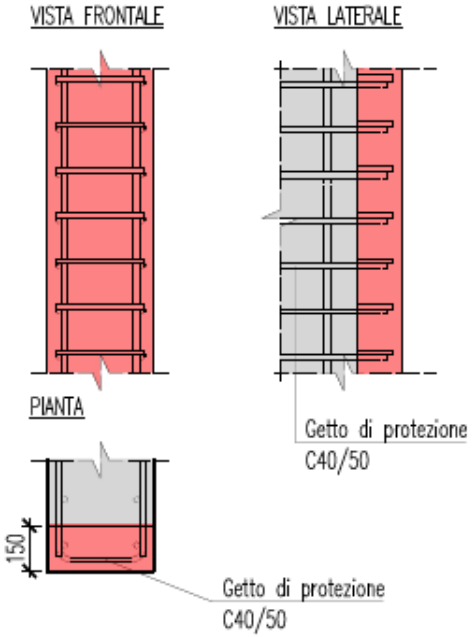
C. Taglio barre piegate preesistenti preservando una sporgenza delle barre di circa 100 mm per successiva saldatura di barre piegate a "C" necessarie per garantire l'ancoraggio delle barre tagliate



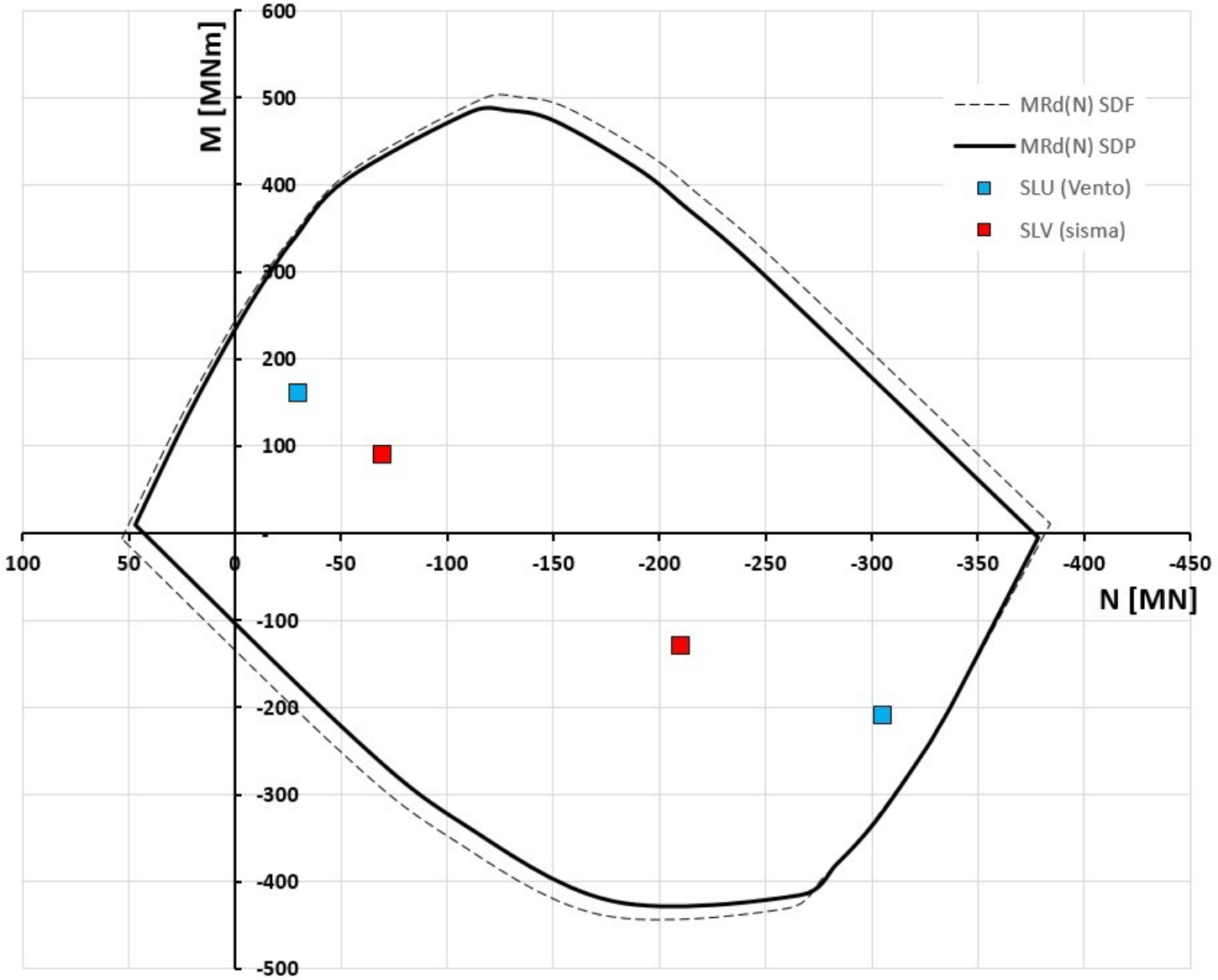
D. Saldatura di barre piegate a "C" necessarie per l'ancoraggio delle barre preesistenti tagliate; la "C" dovrà essere saldata per una lunghezza pari ad almeno 100 mm



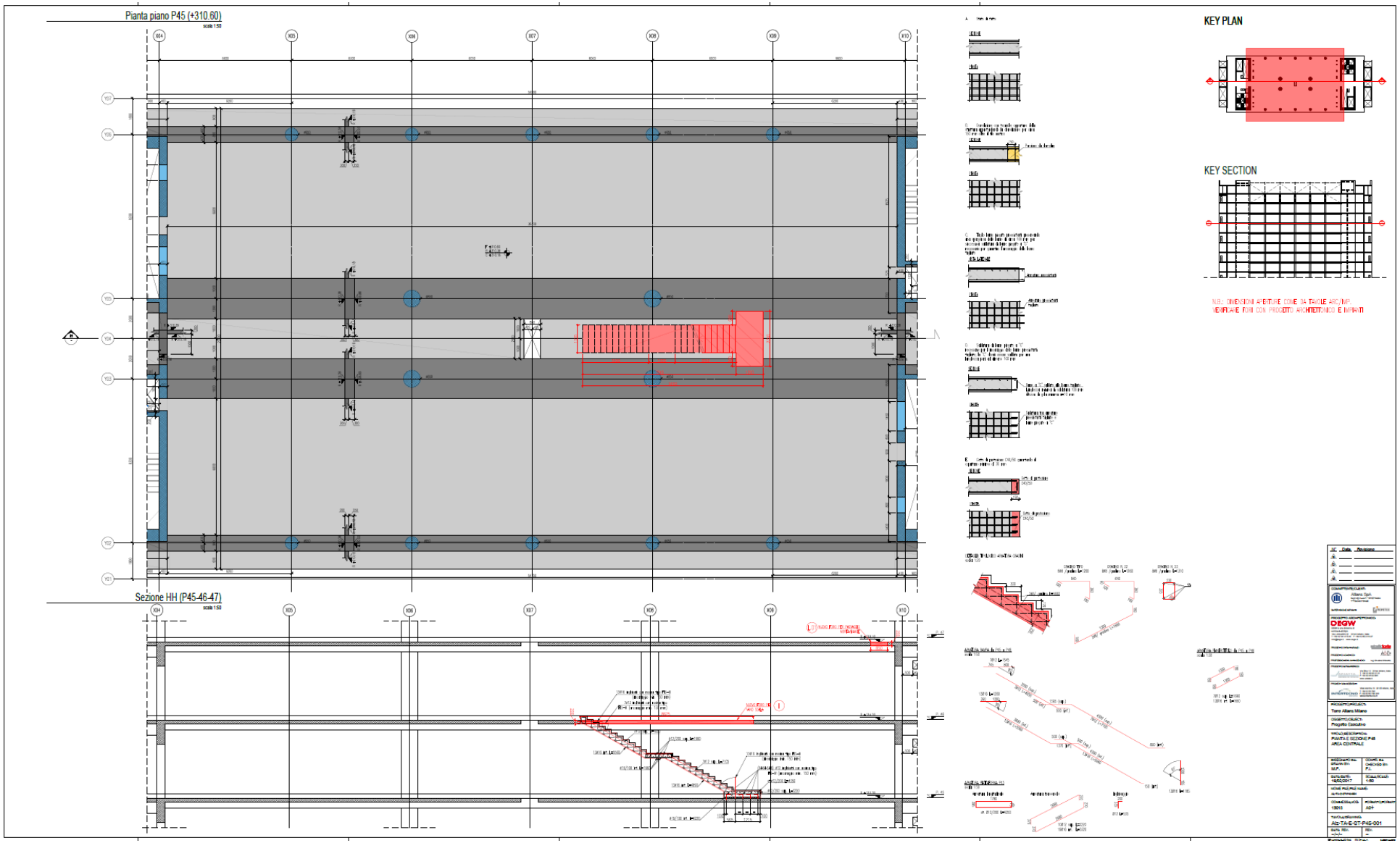
E. Getto di protezione C40/50 garantendo il copriferro minimo di 30 mm



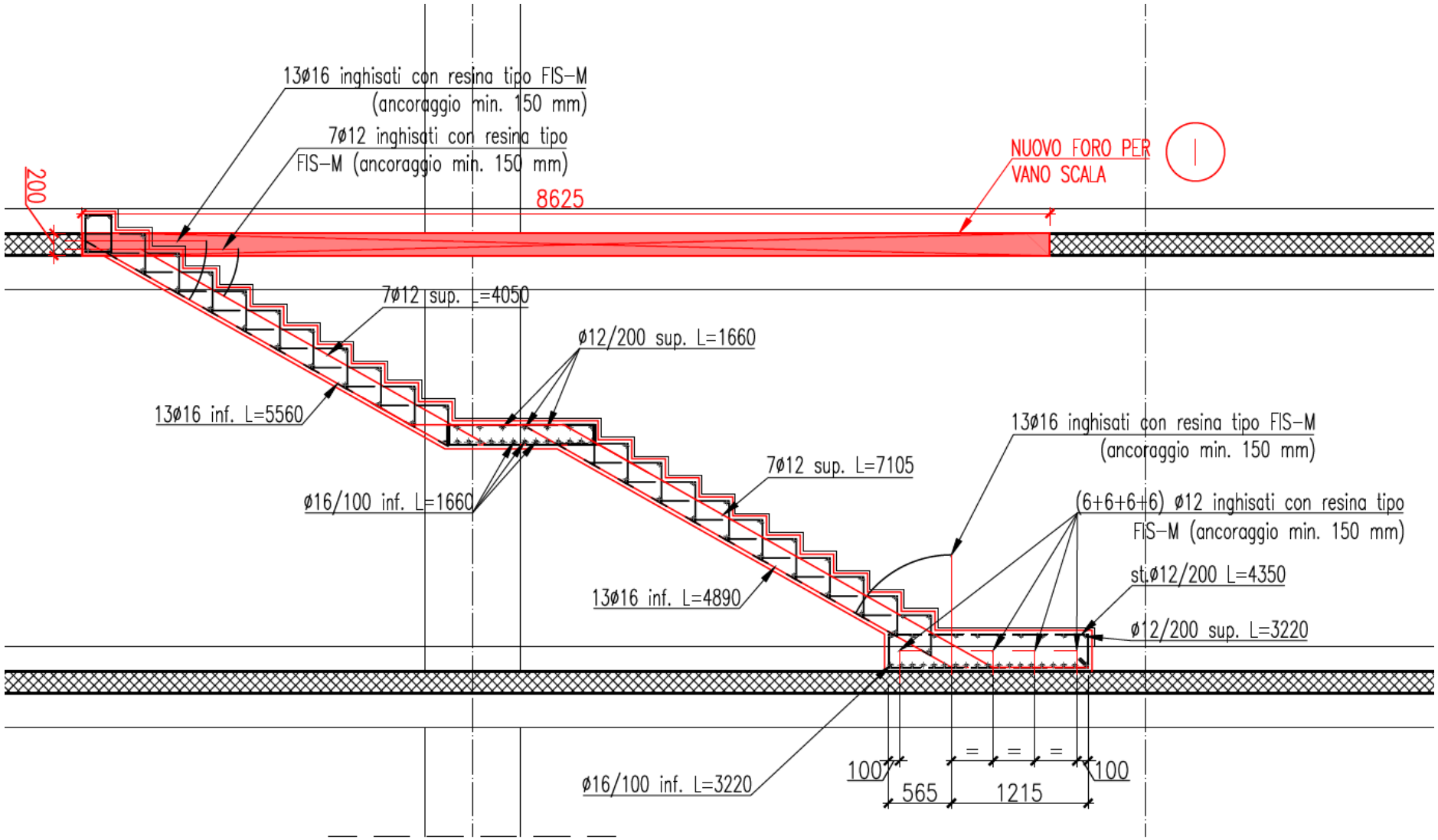
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei



Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei

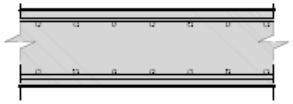


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei



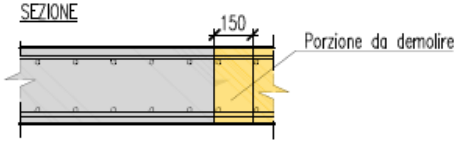
A. Stato di fatto

SEZIONE



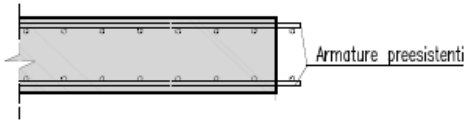
B. Demolizione con tecniche opportune della struttura approfondendo la demolizione per circa 150 mm oltre il filo rustico

SEZIONE



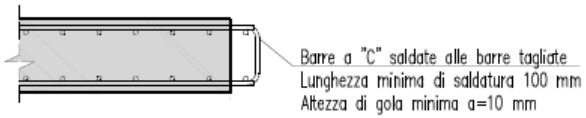
C. Taglio barre piegate preesistenti preservando una sporgenza delle barre di circa 100 mm per successiva saldatura di barre piegate a "C" necessarie per garantire l'ancoraggio delle barre tagliate

VISTA LATERALE



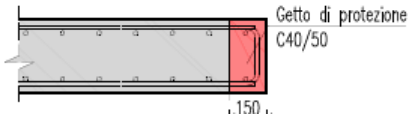
D. Saldatura di barre piegate a "C" necessarie per l'ancoraggio delle barre preesistenti tagliate; la "C" dovrà essere saldata per una lunghezza pari ad almeno 100 mm

SEZIONE



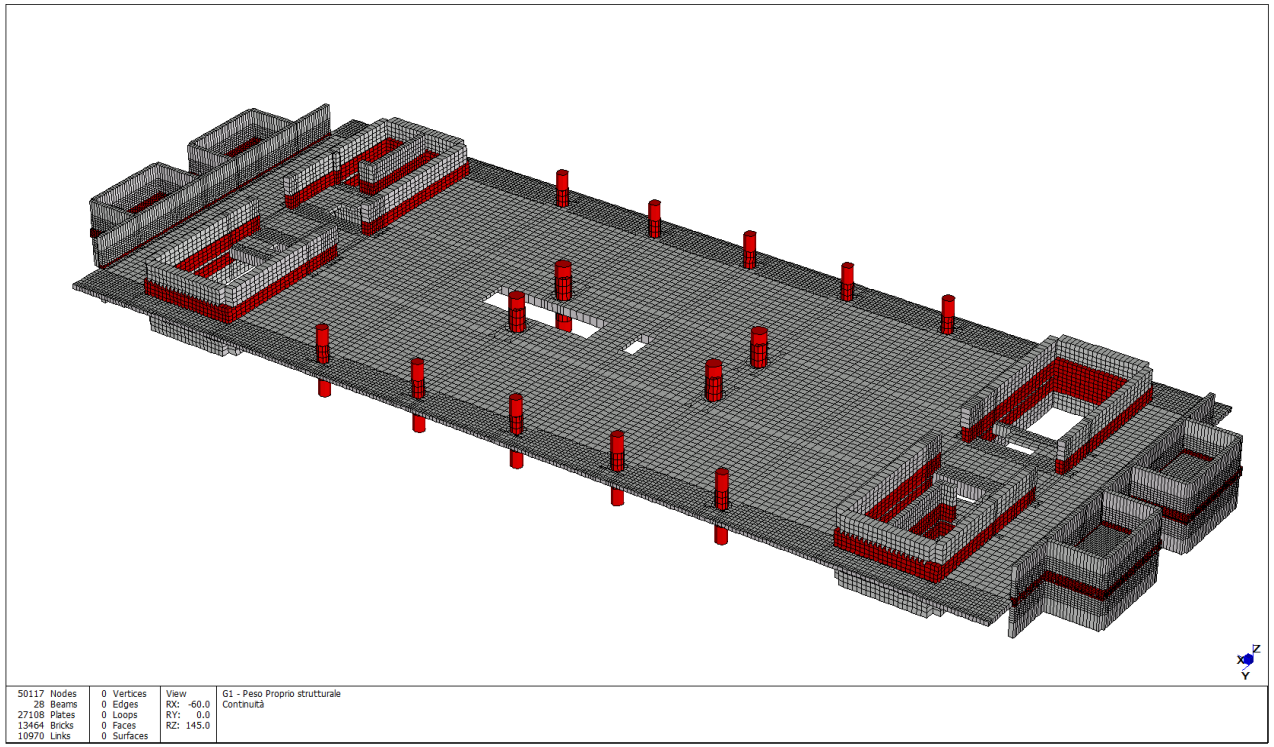
E. Getto di protezione C40/50 garantendo il copriferro minimo di 30 mm

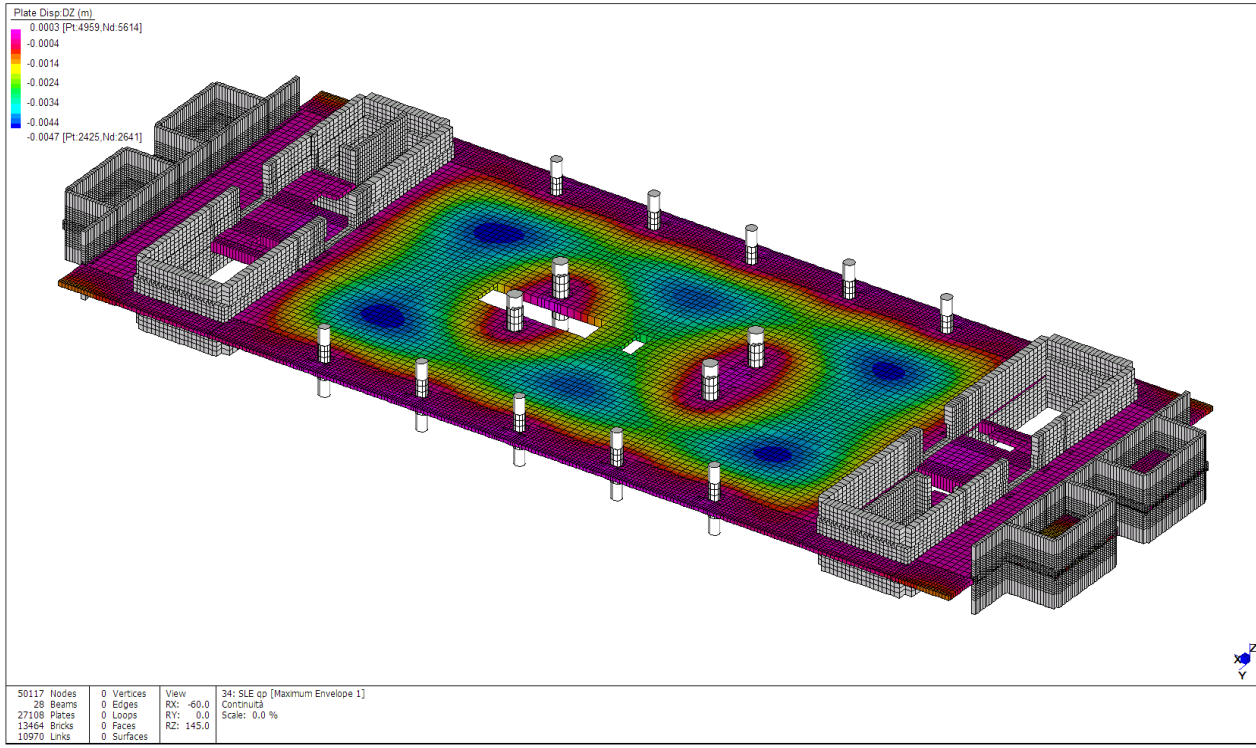
SEZIONE



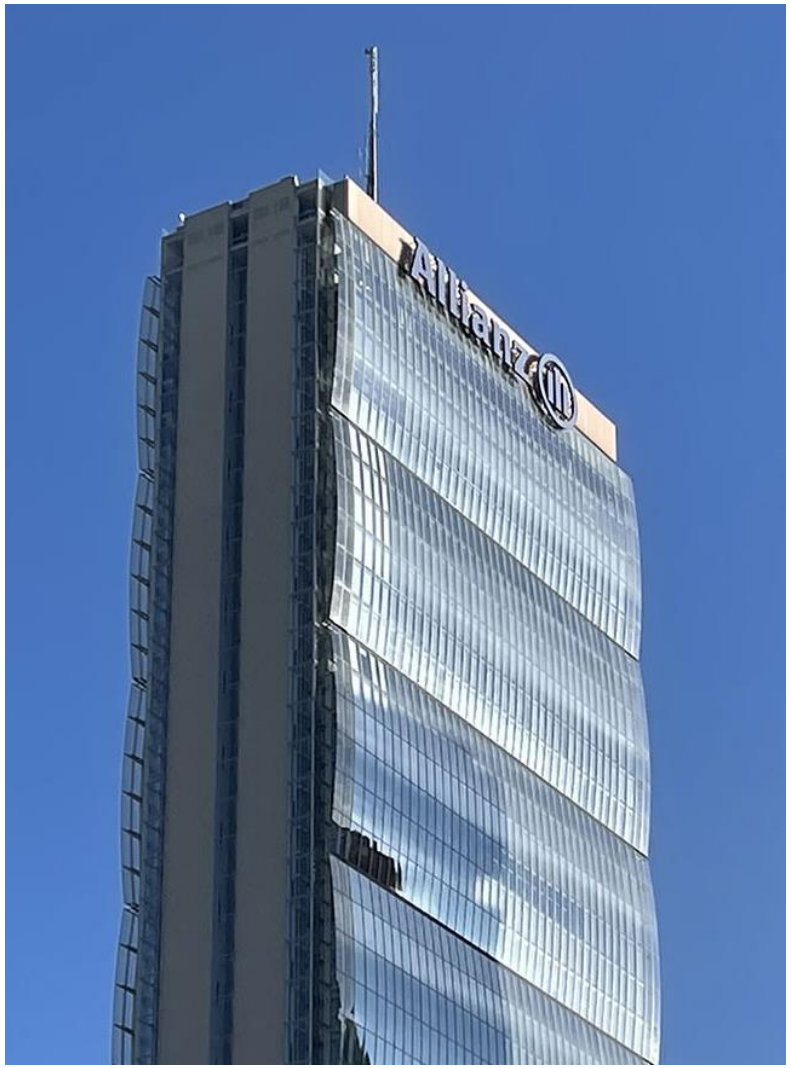
kerakoll sio

Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei

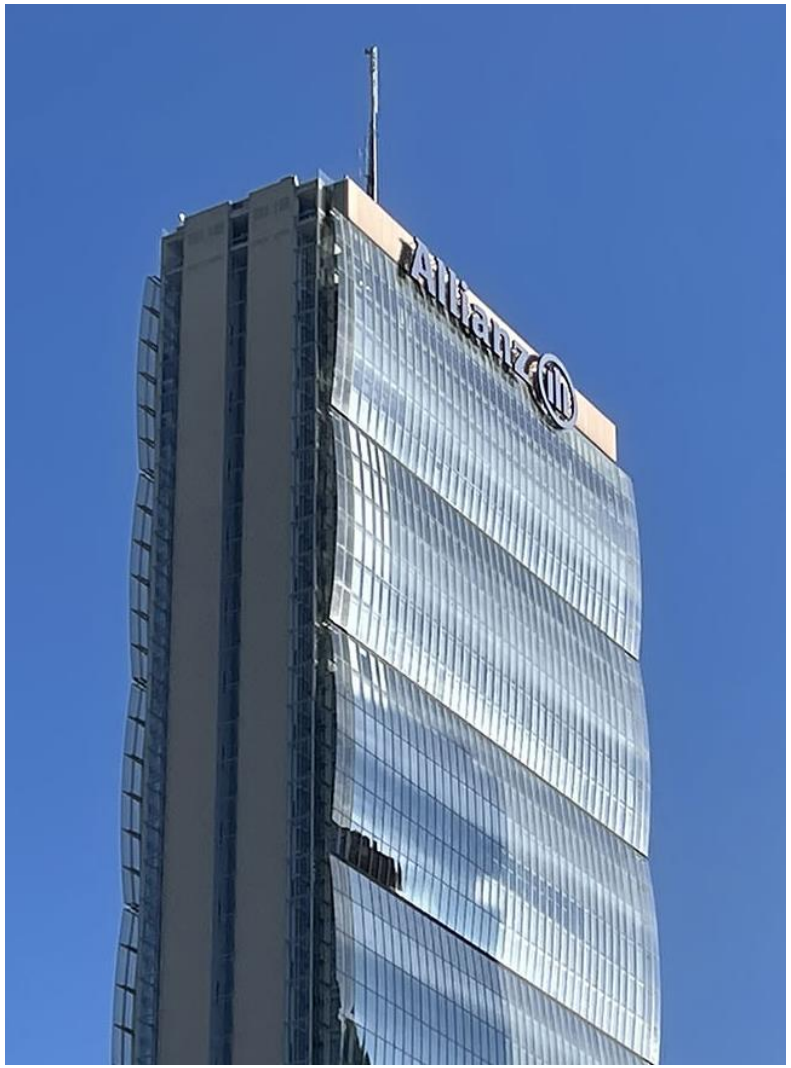


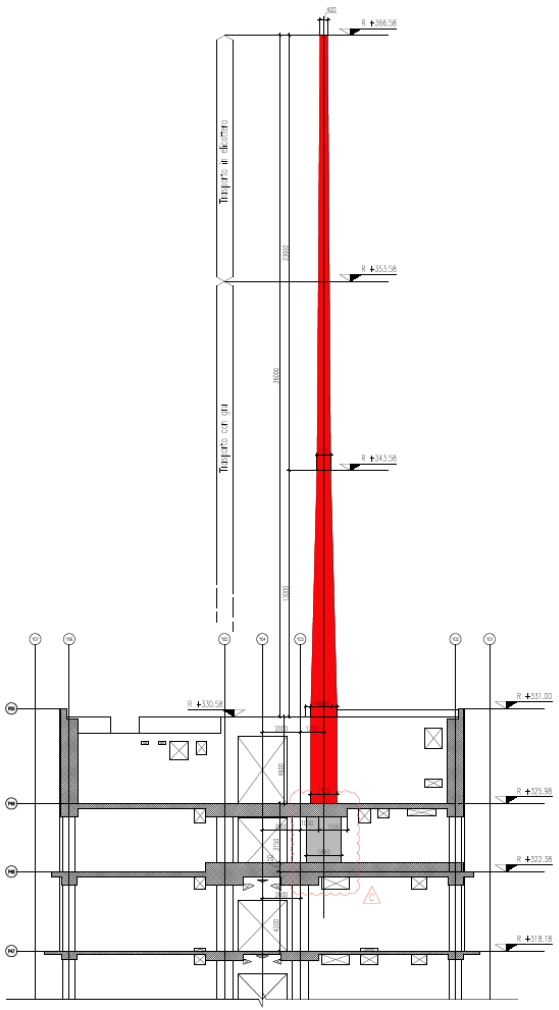


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l’intervento locale più alto d’Italia!

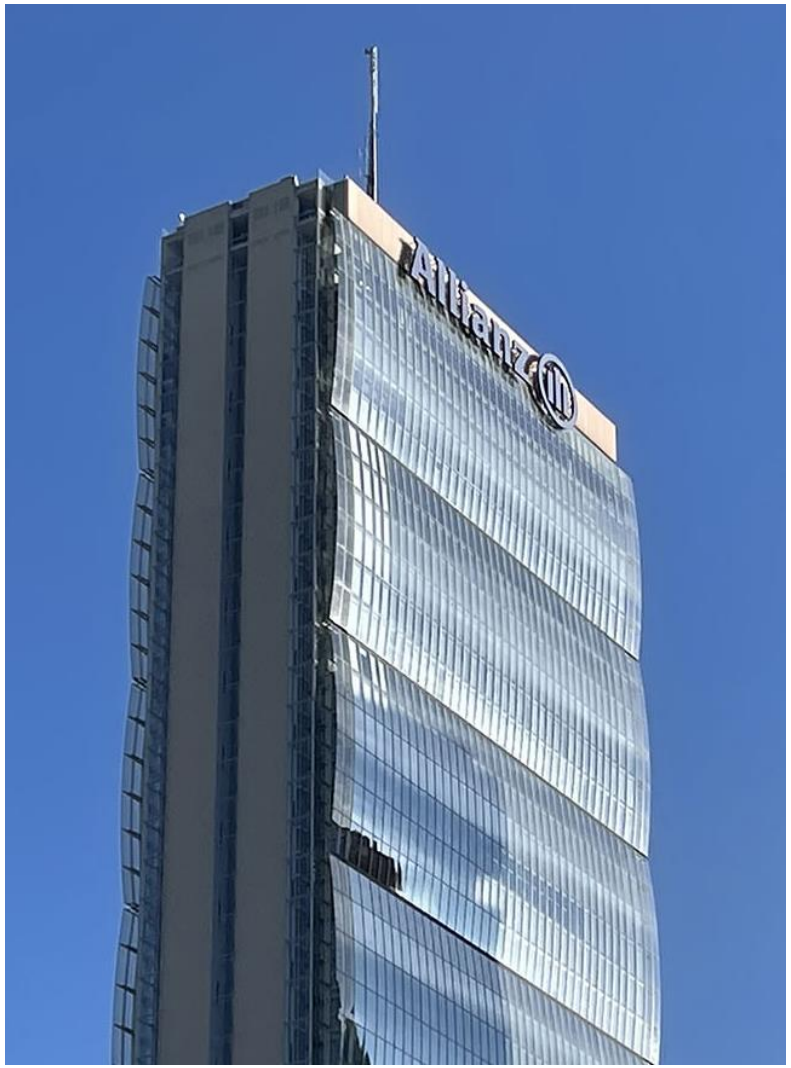


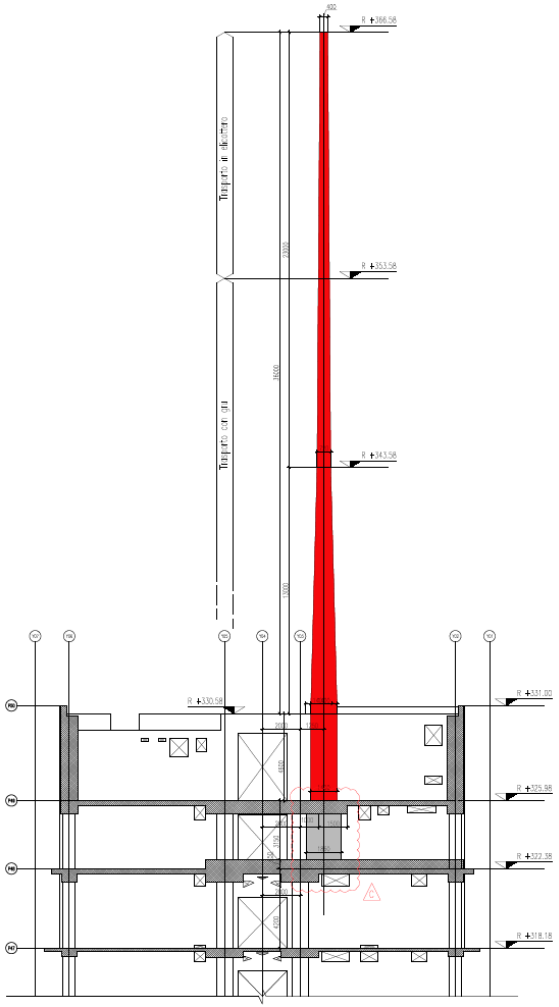
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l'intervento locale più alto d'Italia!

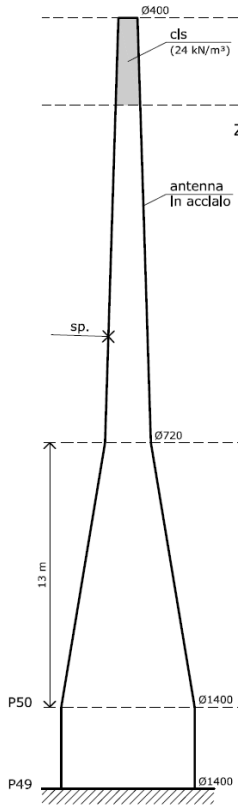




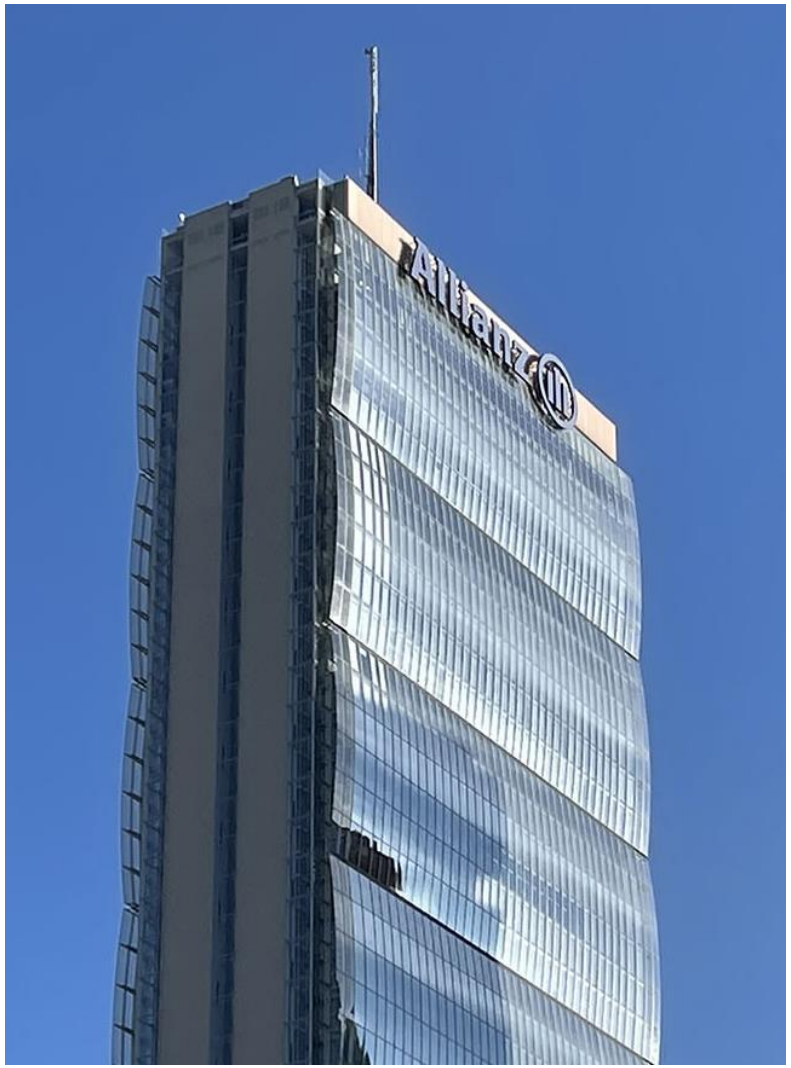
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l'intervento locale più alto d'Italia!

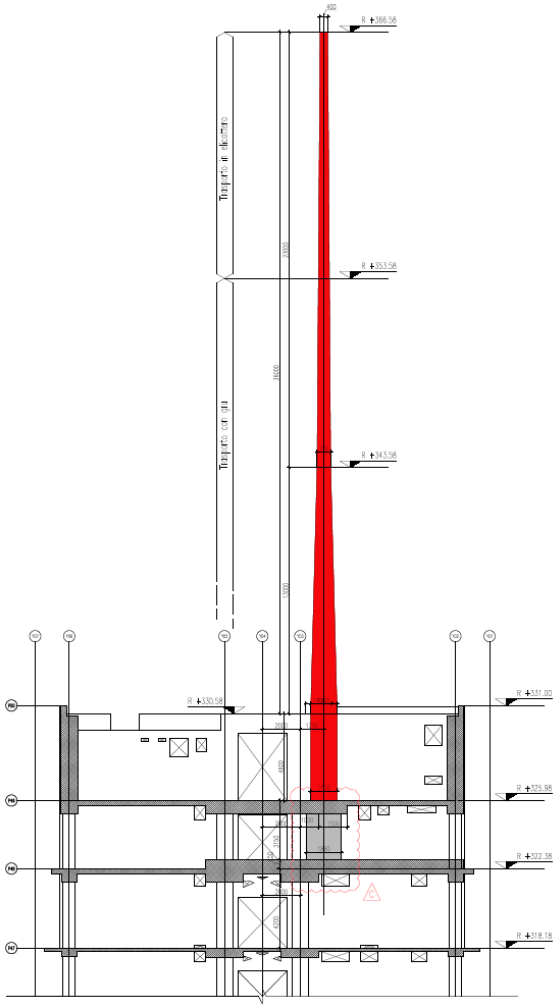


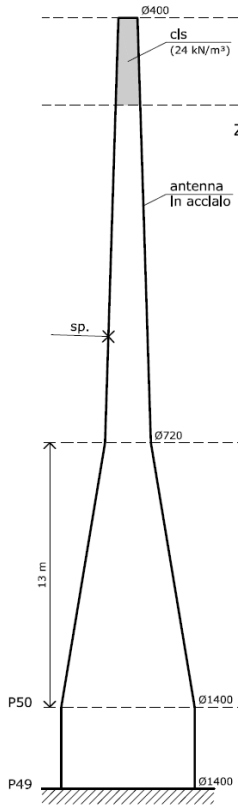


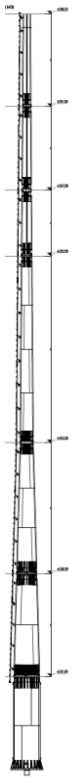


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l'intervento locale più alto d'Italia!

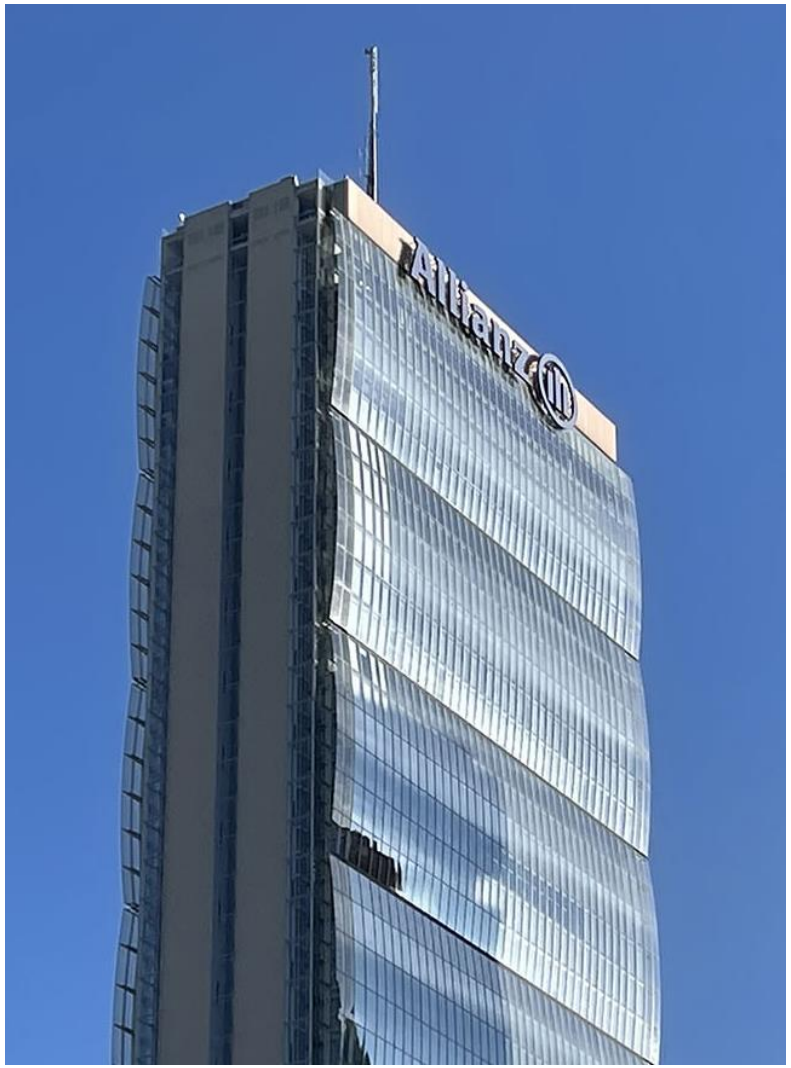


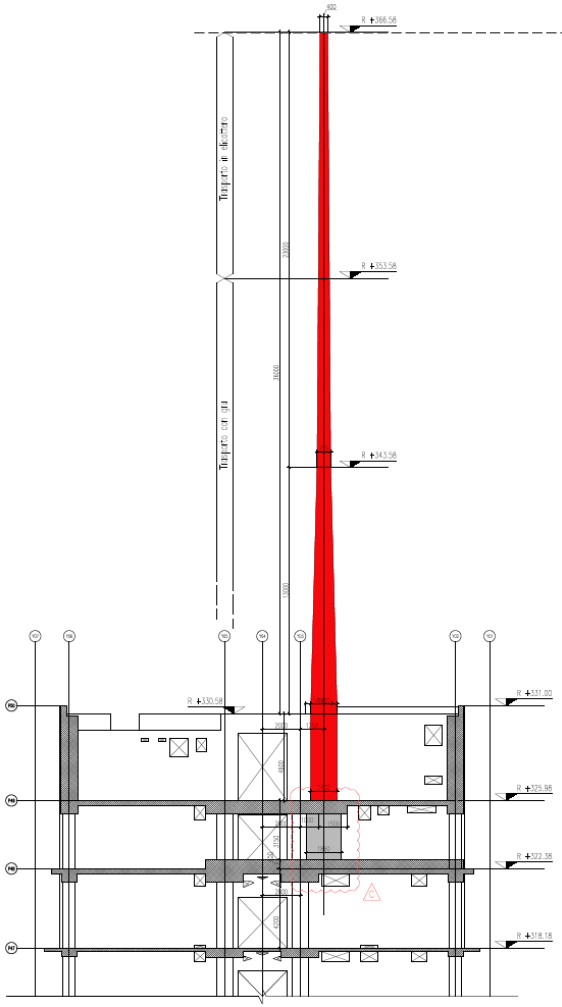


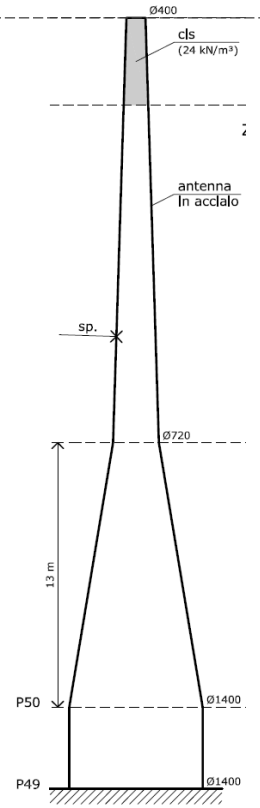


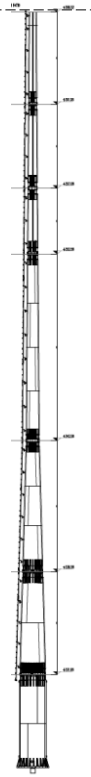


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l'intervento locale più alto d'Italia!

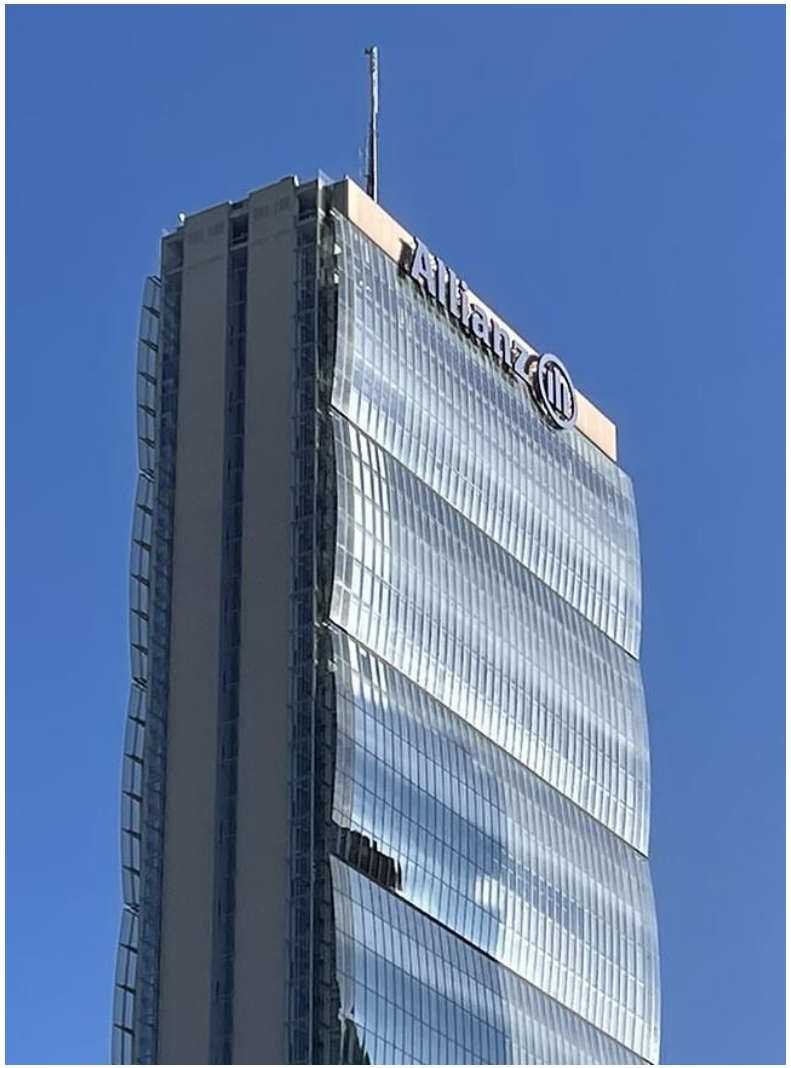


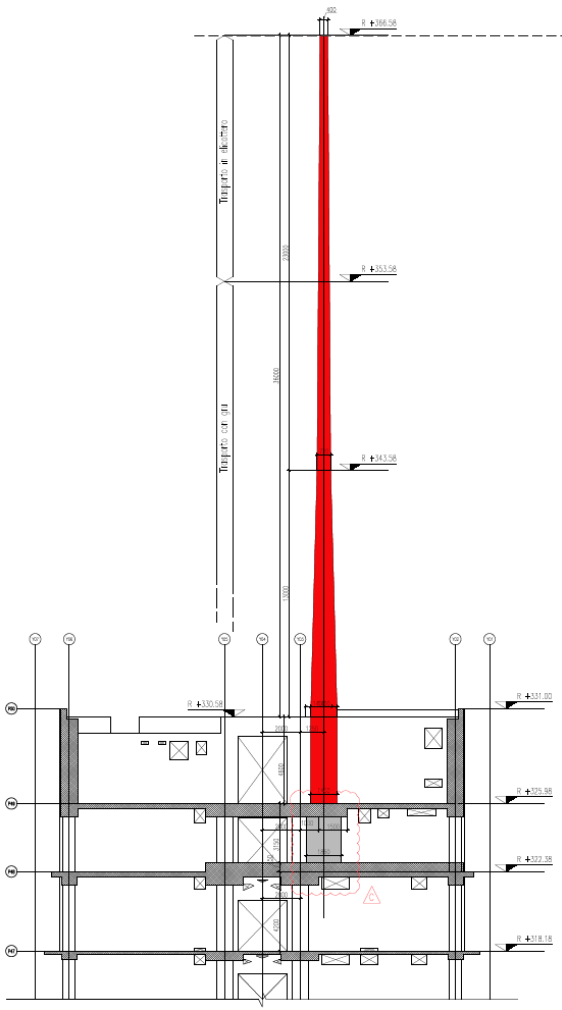


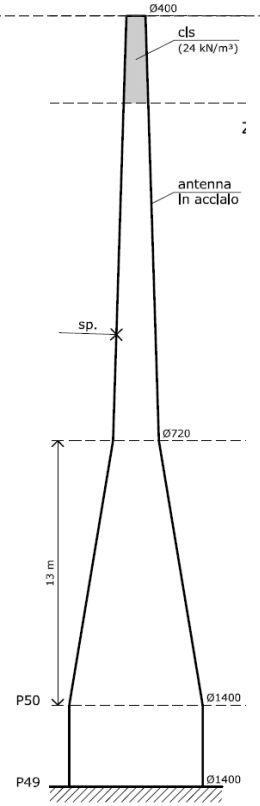


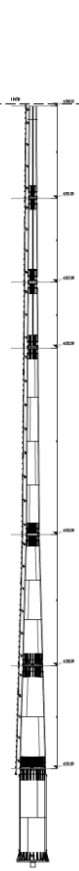


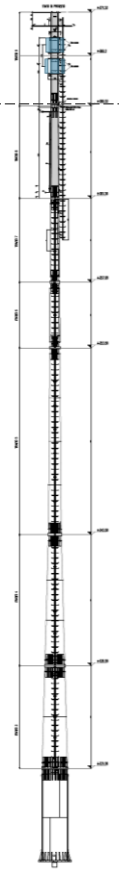
Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l'intervento locale più alto d'Italia!









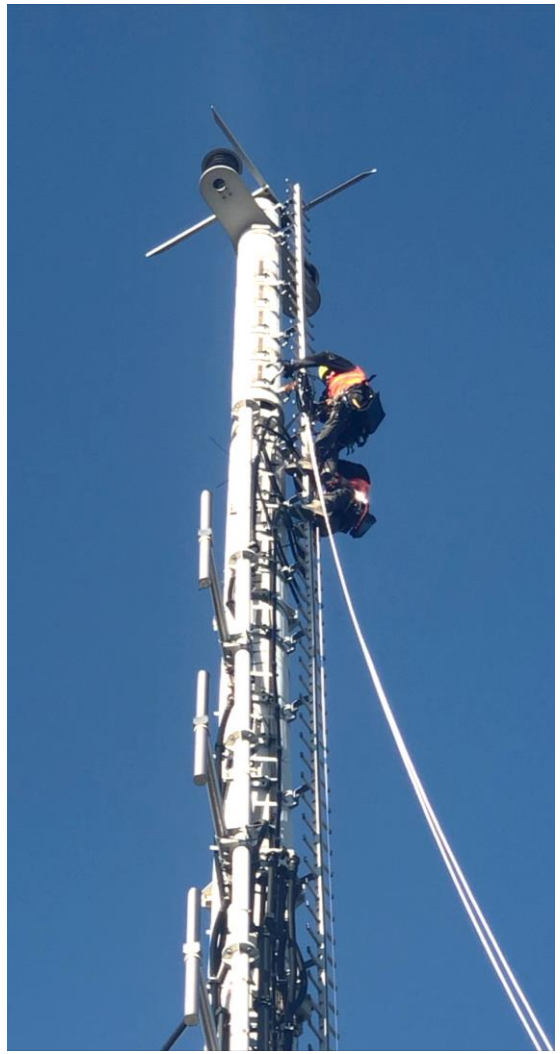


Torre Allianz (Milano) - Arata Isozaki ed Andrea Maffei: l'intervento locale più alto d'Italia!









Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa





Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa



Archivio Archivisuco Nazionale

Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

Il complesso dei Ministeri Finanziari all' EUR

Prof. Ing. Alfredo Passaro

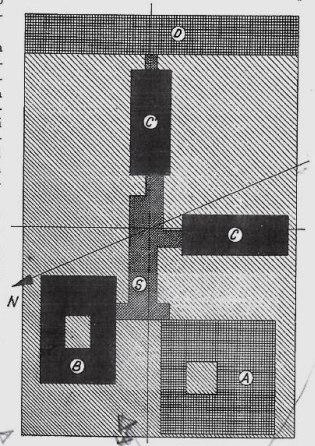
Il complesso degli uffici del Ministero delle Finanze sorge nella zona dell'EUR, lungo il viale Cristoforo Colombo, sopra un'area rettangolare di m² 100 × 154.

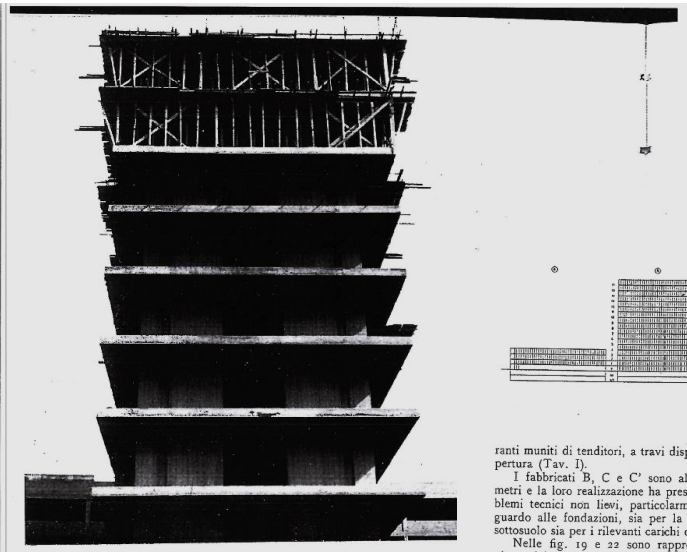
Nei piani interrati, che occupano quasi la intera superficie, sono disposte le autorimesse ed i servizi (centrale termica ecc.). Nel piazzale, al di sopra dei sotterranei, abbellito da zone verdi, sorgono cinque edifici isolati, denominati con lettere A, B, C, C¹, D sede dei diversi uffici del Ministero. Un corridoio coperto (corpo S), che, correndo all'altezza del primo piano, collega i suddetti edifici ha la funzione di elemento di smistamento del movimento del pubblico (fig. 1).

La progettazione architettonica è stata eseguita dagli architetti Cafiero, Ligini, Marinucci e Venturi. E' stato assunto un modulo costante di m 1,37, che, ripetendosi in tutti gli elementi, conferisce unità all'opera e offre vantaggi che è superfluo sottolineare.

I fabbricati A e D hanno un numero di piani limitato e non presentano molte particolarità degne di nota; basterà qui accennare soltanto che nel fabbricato A, sede del Ministro, la presenza di ampie sale prive di pilastri interni e l'impossibilità di disporre travi emergenti o di ricorrere a solai di grande portata, data la limitata altezza disponibile, ha costretto a realizzare strutture sospese, mediante ti-

Fig. 1. - Distribuzione degli edifici in pianta.

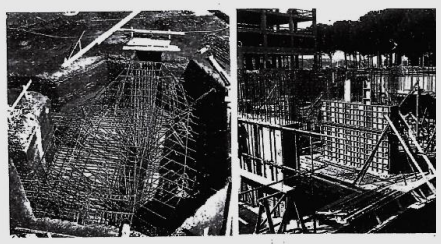


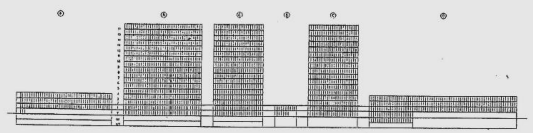


In alto:
Fig. 2. - Il corpo C' in fase di esecuzione.

In basso a sinistra:
Fig. 3. - Un pilastro durante la posa in opera dell'armatura.

In basso a destra:
Fig. 4. - Il getto dei r casseforme metalliche.





ranti muniti di tenditori, a travi disposte in copertura (Tav. I).

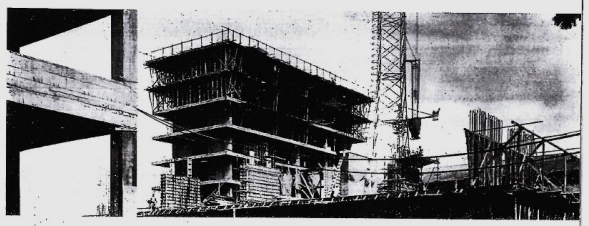
I fabbricati B, C e C' sono alti circa 70 metri e la loro realizzazione ha presentato problemi tecnici non lievi, particolarmente in riguardo alle fondazioni, sia per la natura del sottosuolo sia per i rilevanti carichi dei pilastri.

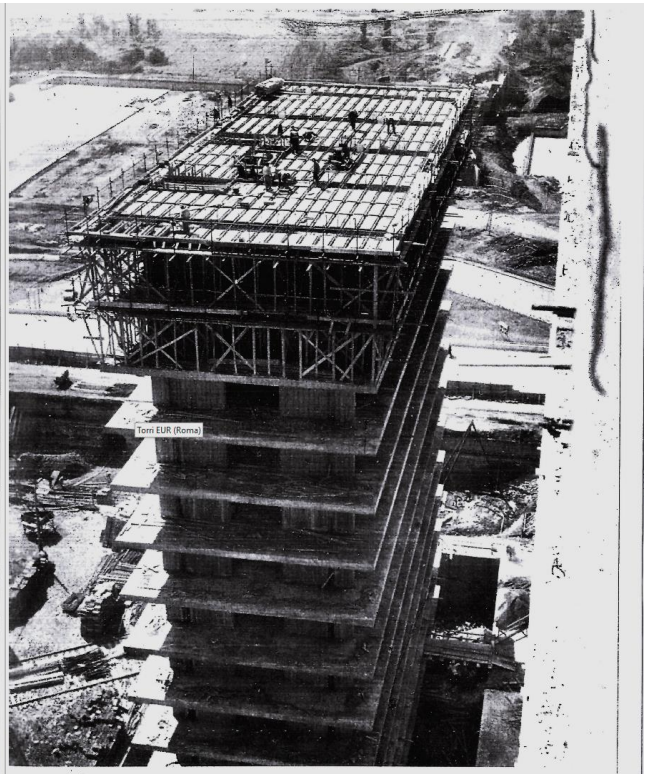
Nelle fig. 19 e 22 sono rappresentate le piante dei piani tipo dei suddetti fabbricati B, C e C'. Per la notevole luce delle campate e per i rilevanti sovraccarichi sopra i solai dei locali, adibiti in parte ad uffici (325 Kg/m²) e in parte ad archivi (700 Kg/m²), i carichi in fondazione risultano dell'ordine di 1.500 t per pilastro.

E' stata considerata una riduzione nei sovraccarichi accidentali stabilita nella maniera seguente: si è ammesso che solo il sovraccari-

In alto:
Fig. 5. - Sezione verticale schematica del complesso.

In basso:
Fig. 6. - Una fase della esecuzione dei corpi C e C'.





Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

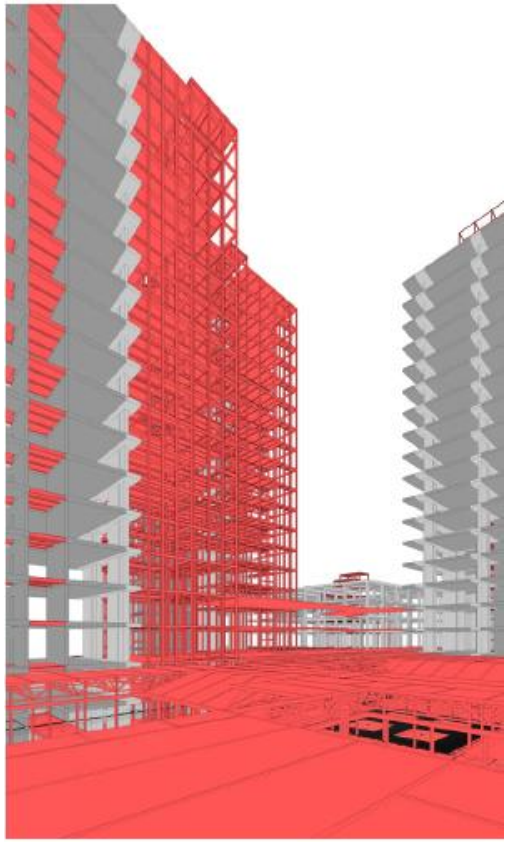


Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

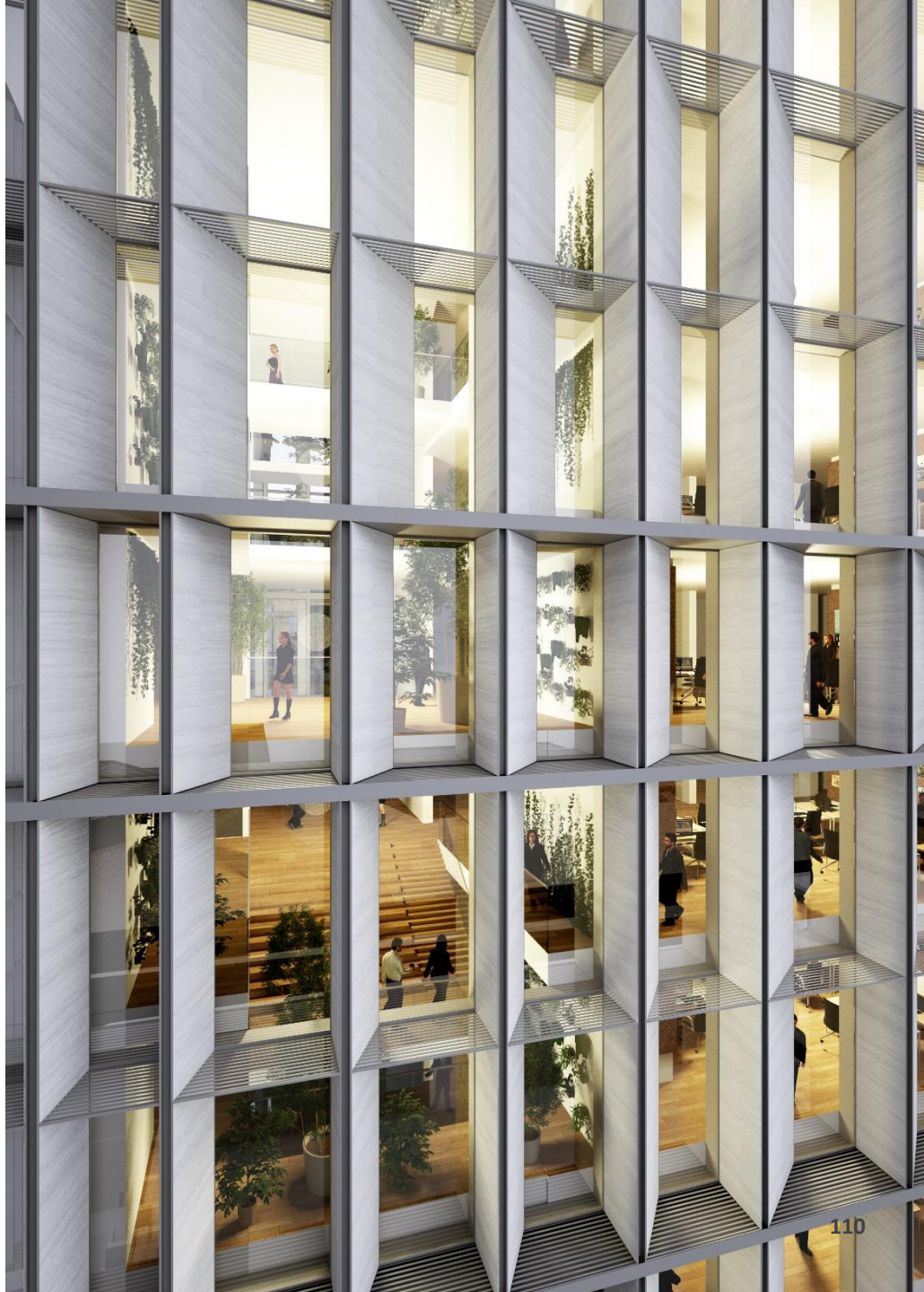


Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa









kerakoll sio

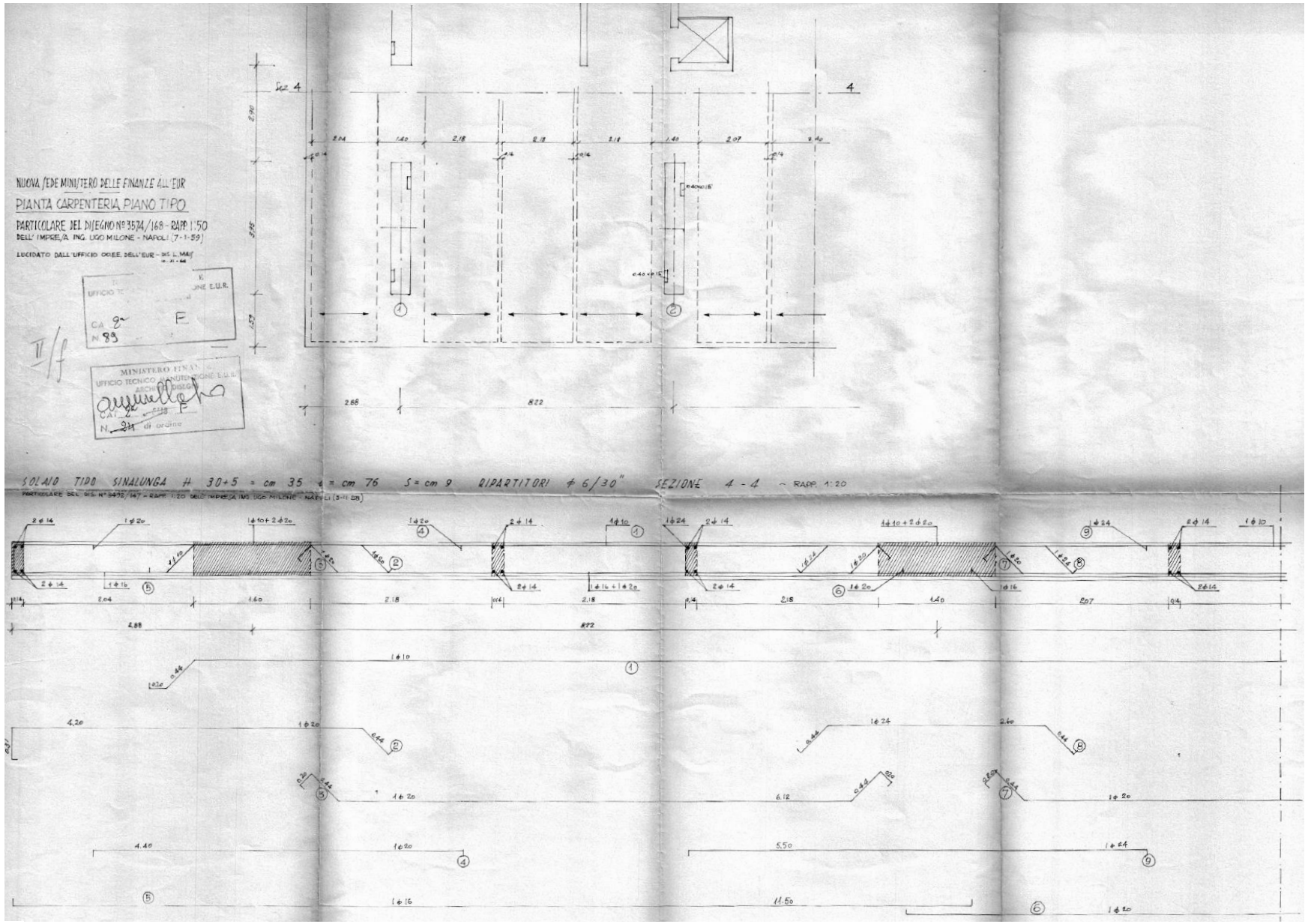
Torri EUR (Roma)
Uno-A Architetti Associati
Calzoni Architetti
BEMaa

Modello BIM
e fasi progettuali





Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa



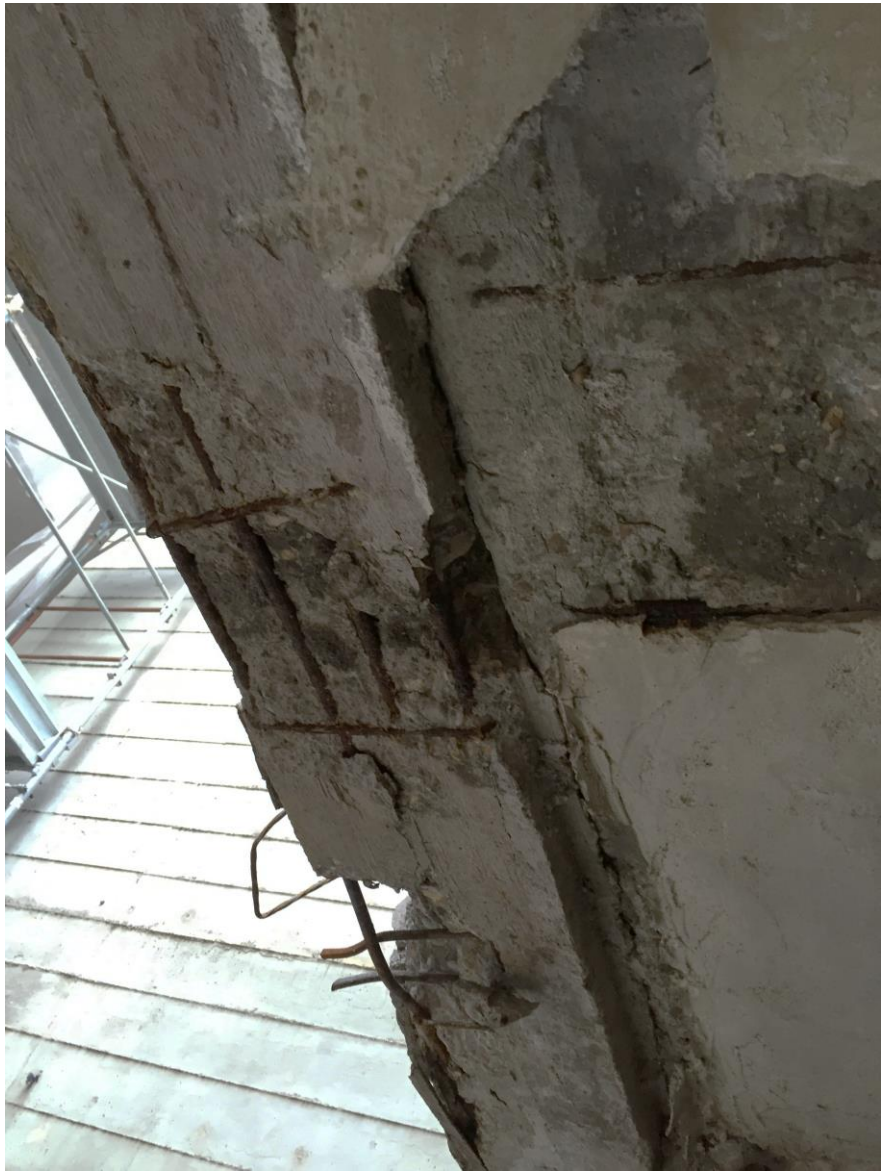
Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa





Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa



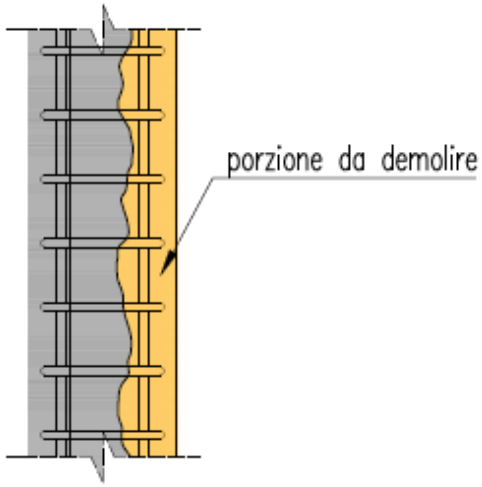


Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

02 INTERVENTO DI RIPRISTINO STRUTTURE IN C.A. AMMALORATE
SCALA 1:20

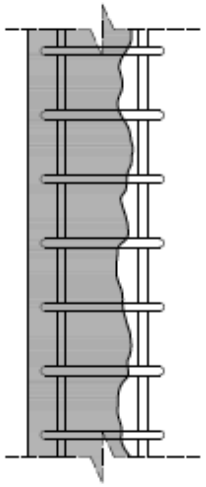
FASE 1

Demolizione con tecniche opportune della struttura ammalorata mediante scalpellatura a mano o meccanica o con altri mezzi idonei



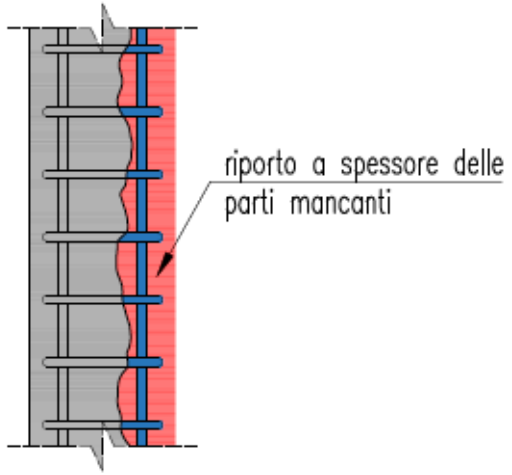
FASE 2

Eseguire idrosabbiatura per rimuovere la ruggine presente e portare la superficie a metallo bianco.

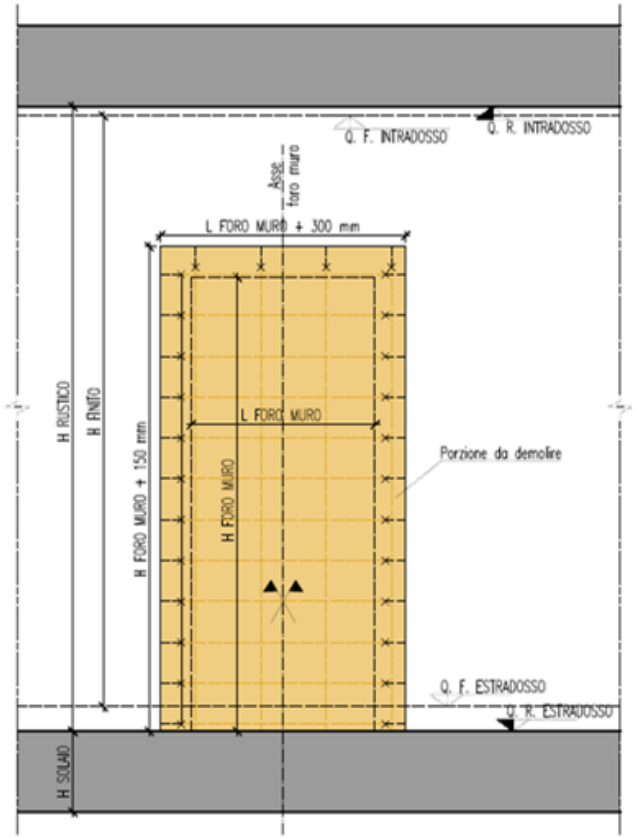


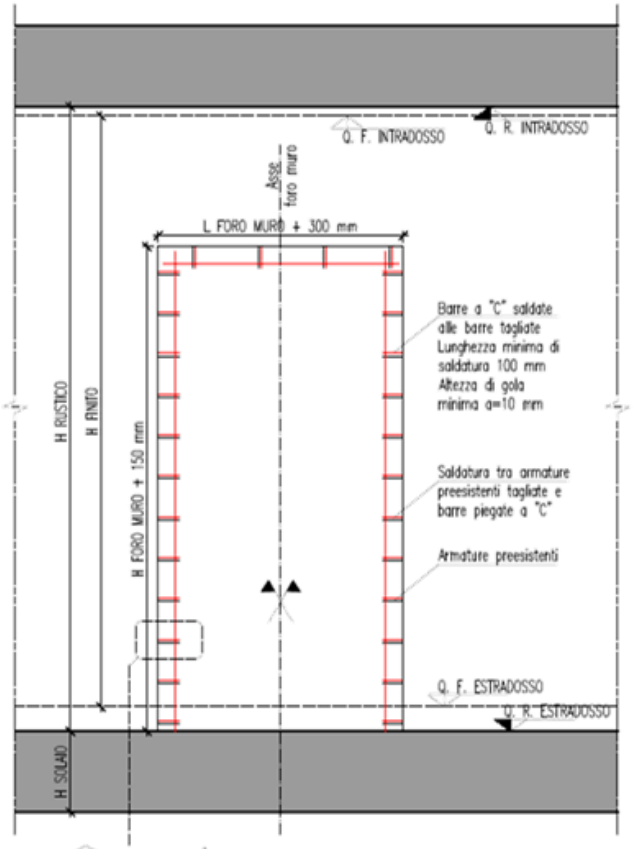
FASE 3

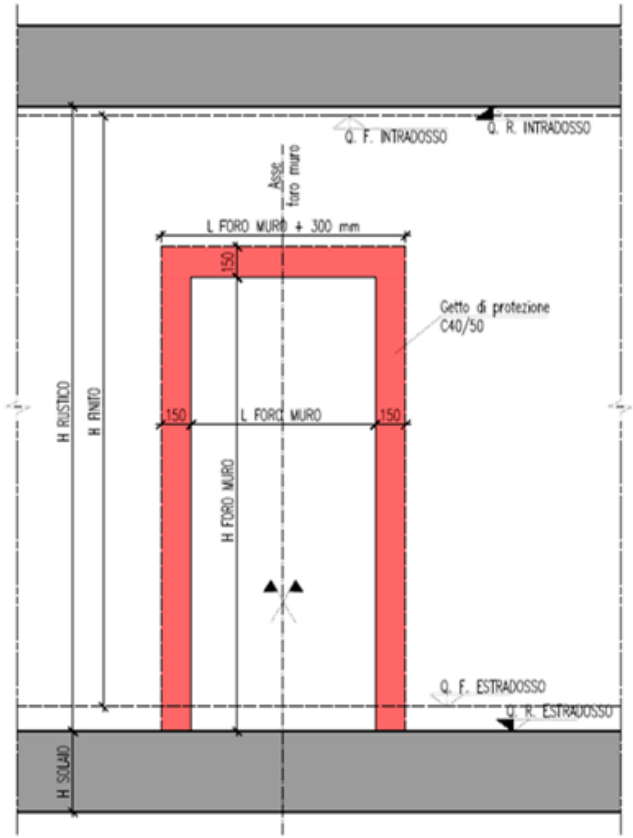
Ripristino strutturale del calcestruzzo mediante malta tissotropica

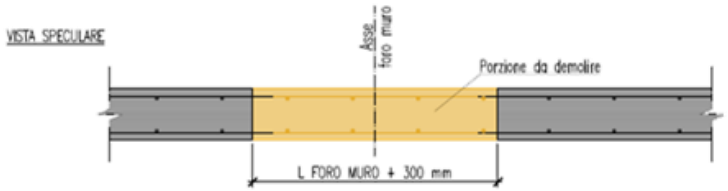


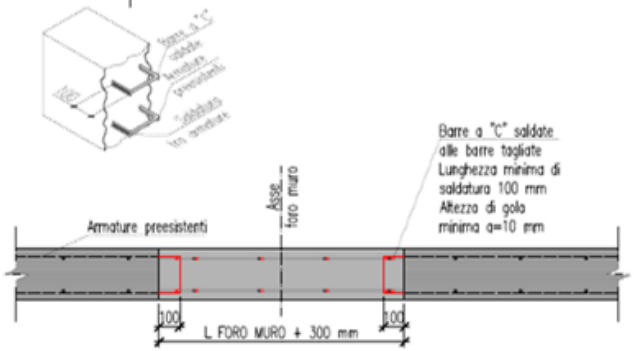
Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

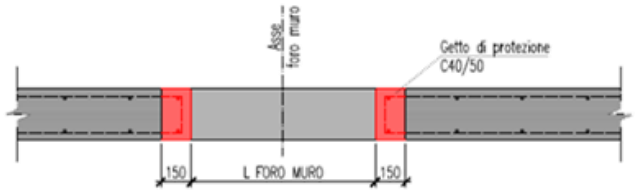




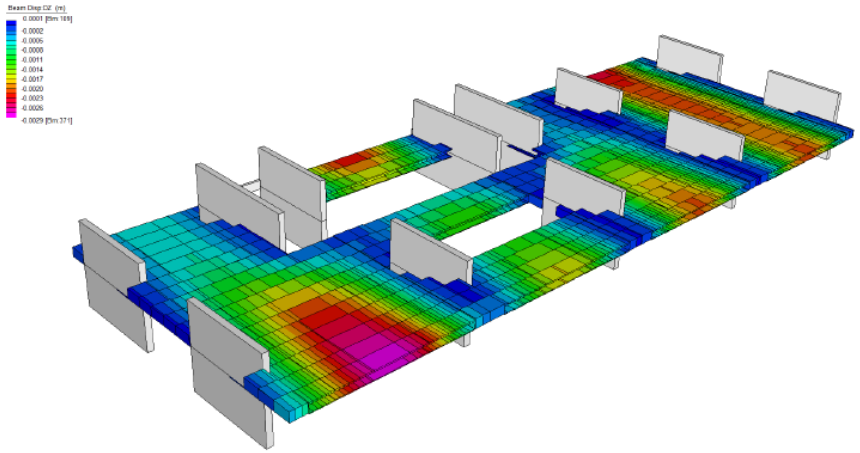




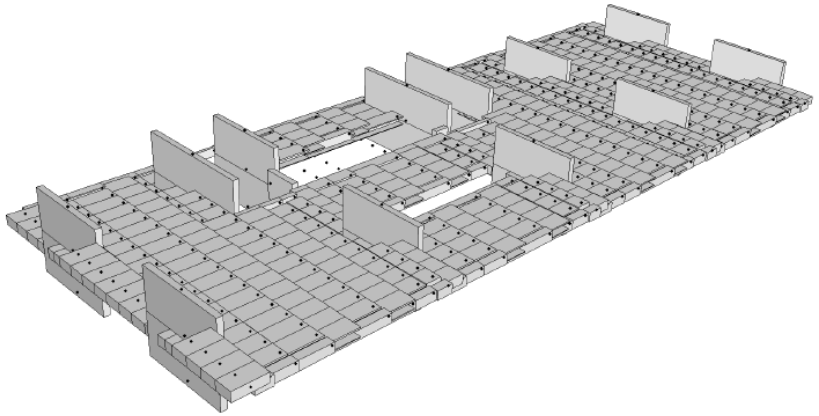




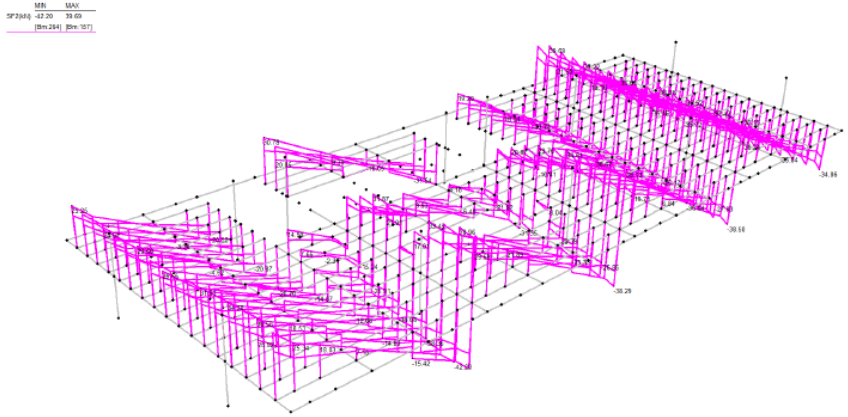
Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa



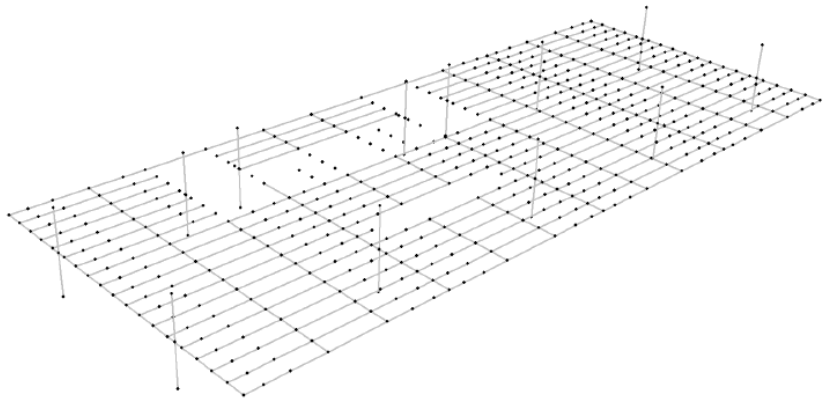
Modello FEM – spostamenti verticali



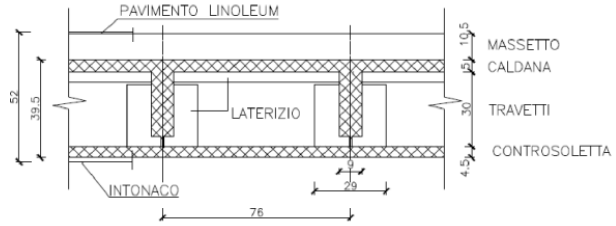
Modello FEM – 3D



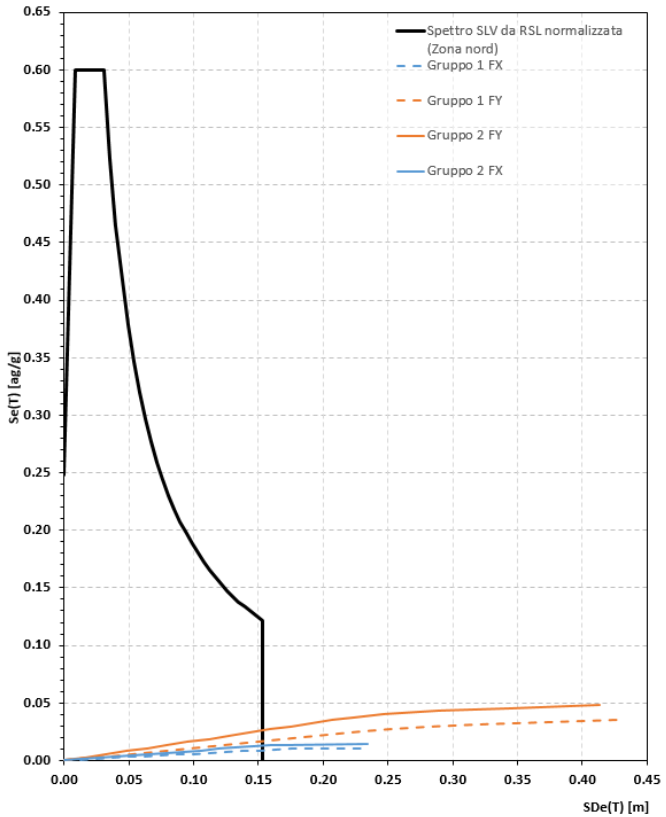
Modello FEM – taglio nei travetti in SLU



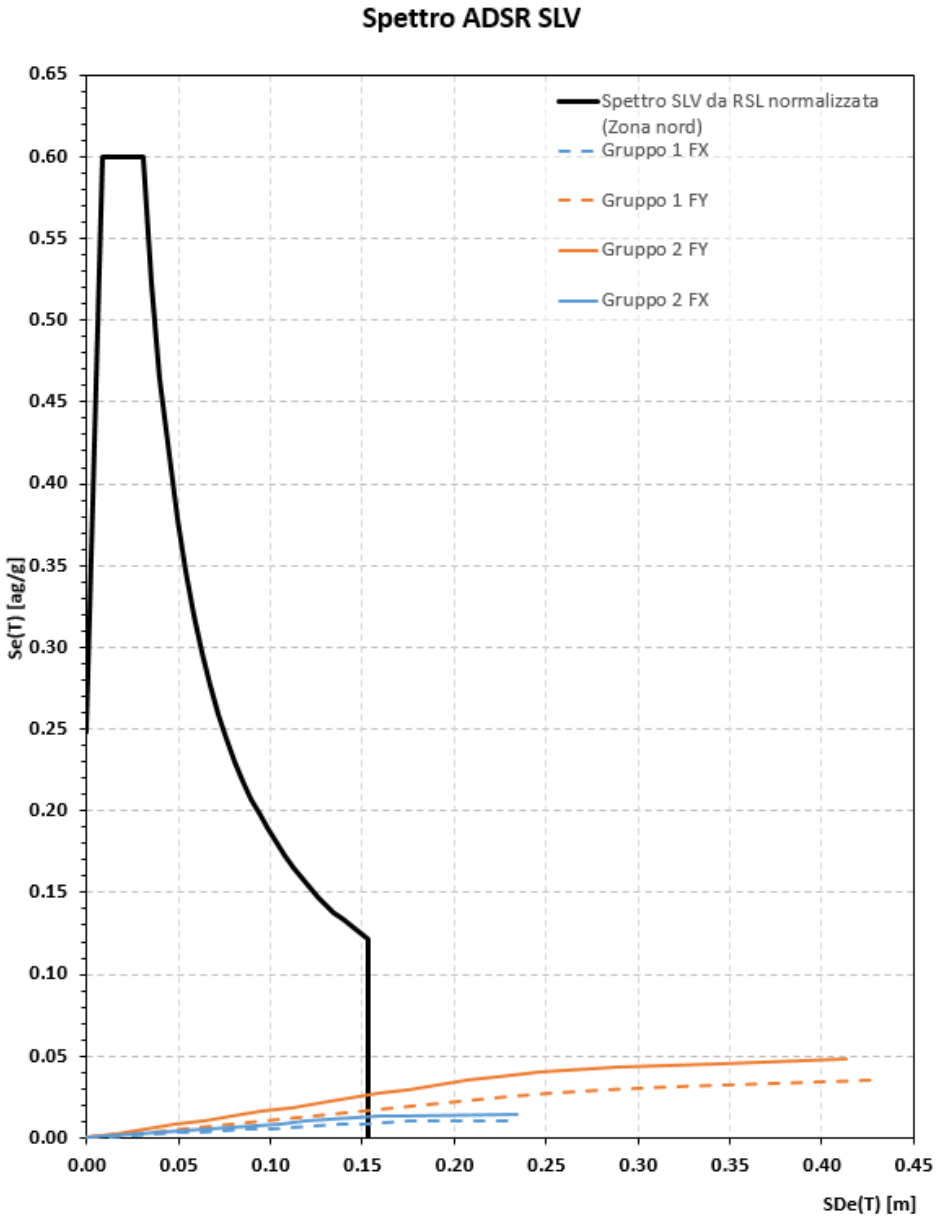
Modello FEM – unifilare



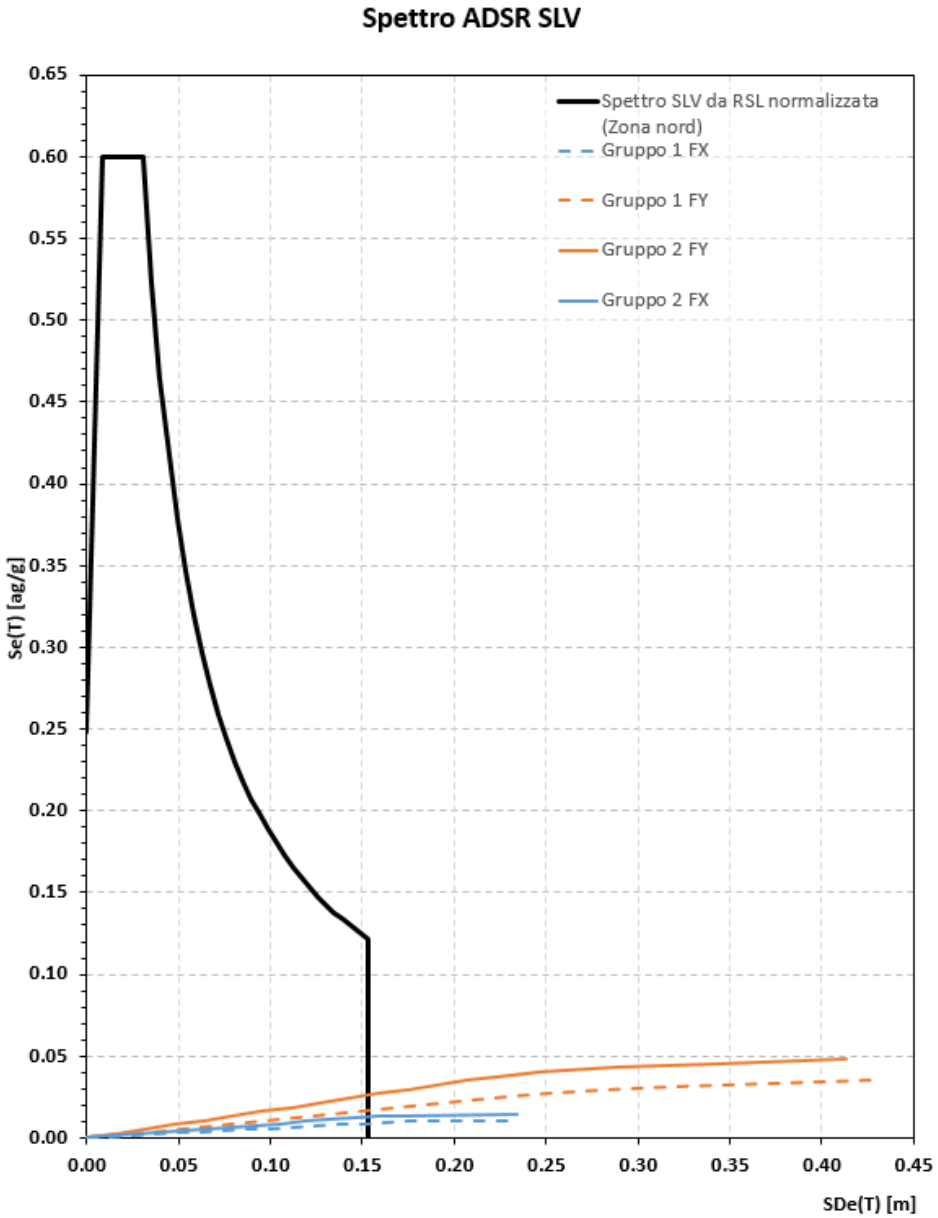
Spettro ADSR SLV

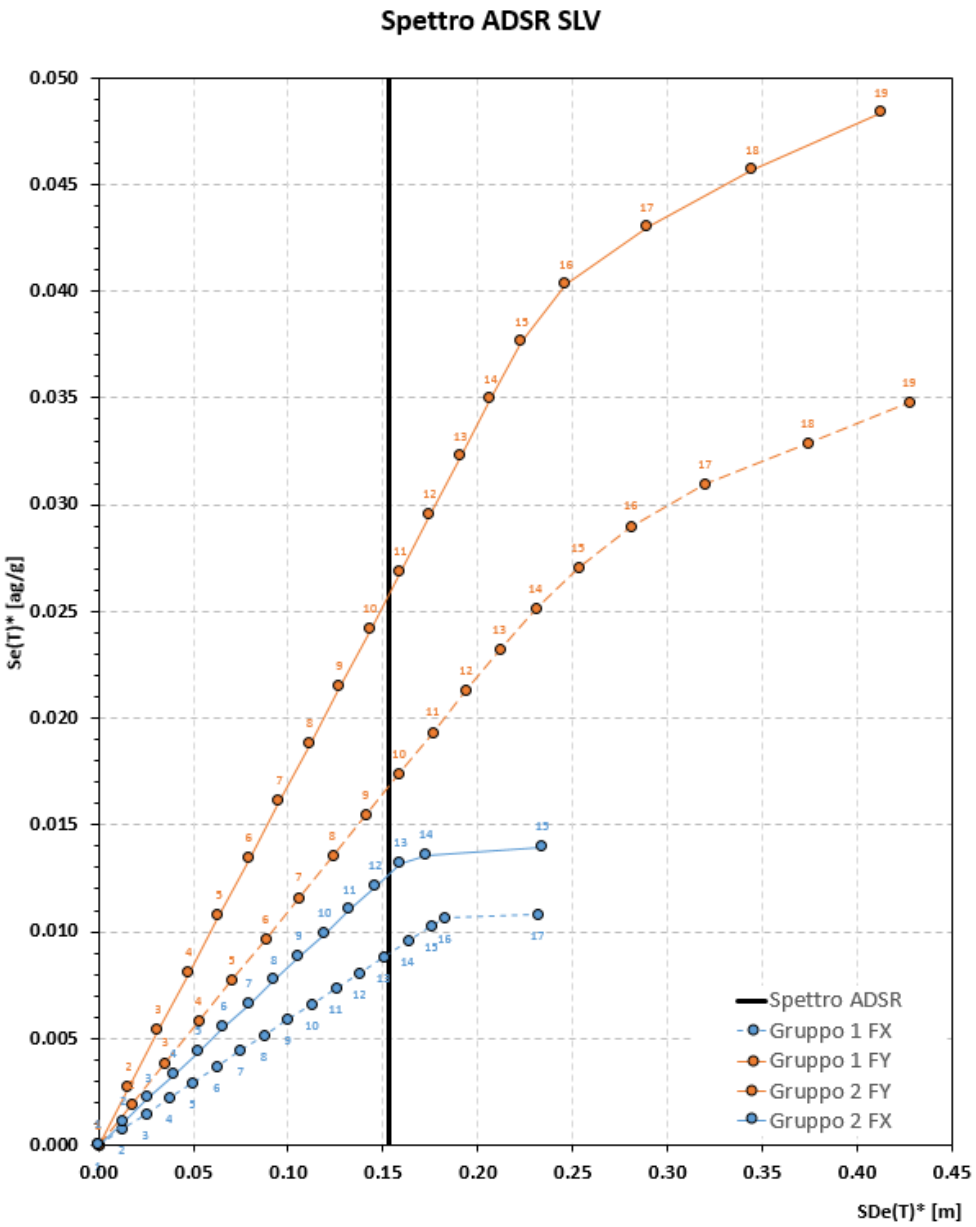


Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

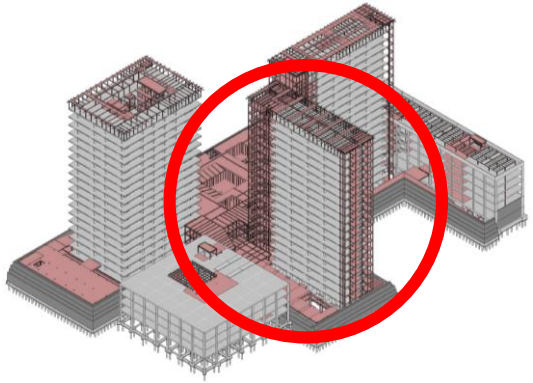


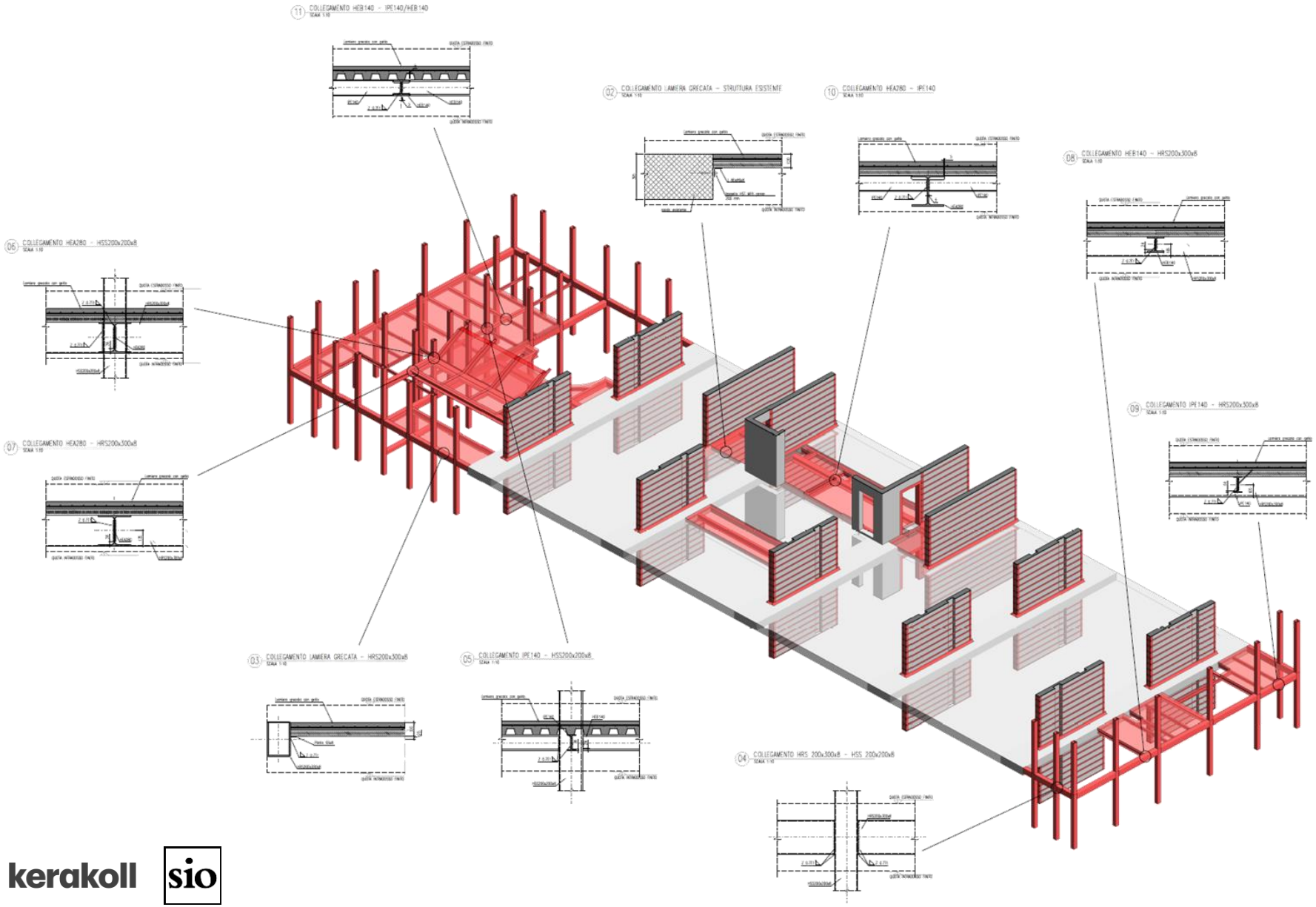
Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

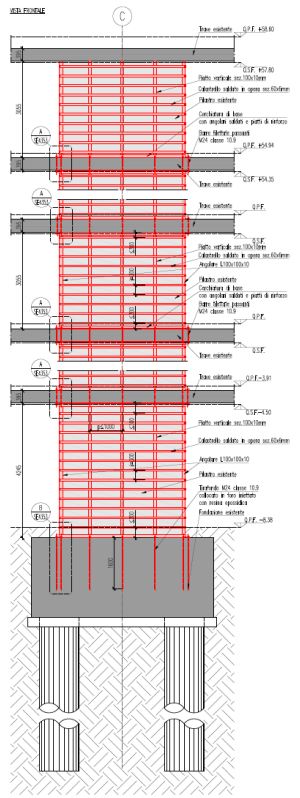


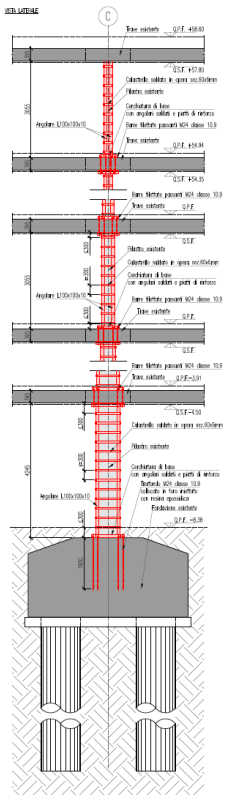


Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

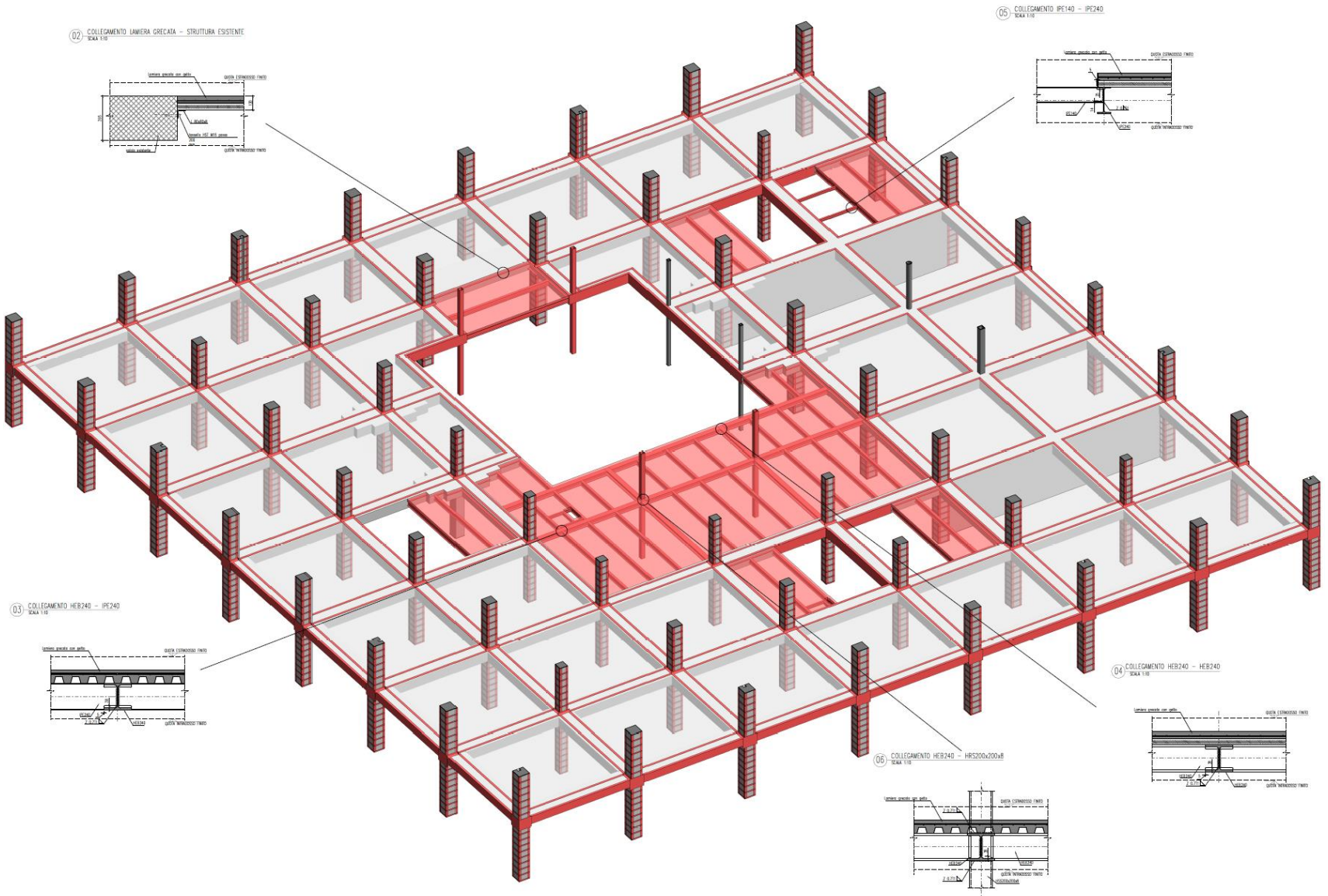


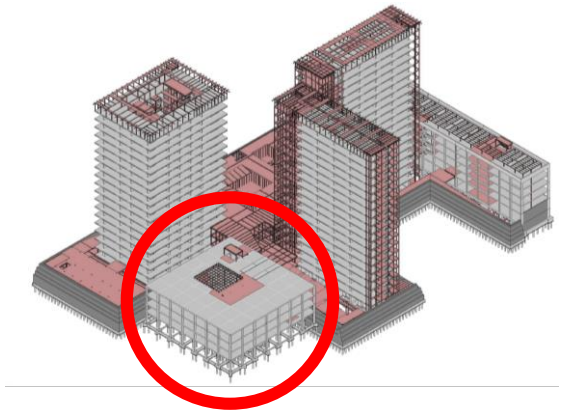


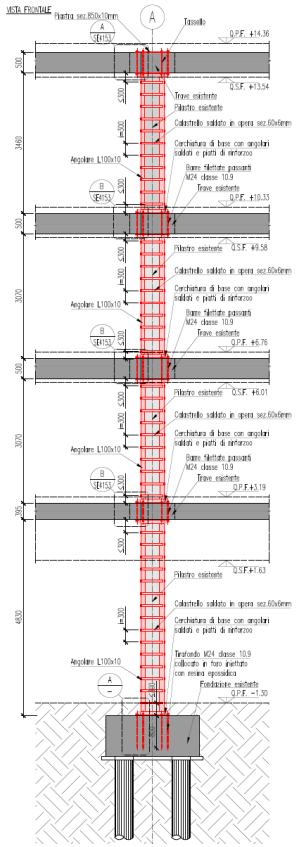




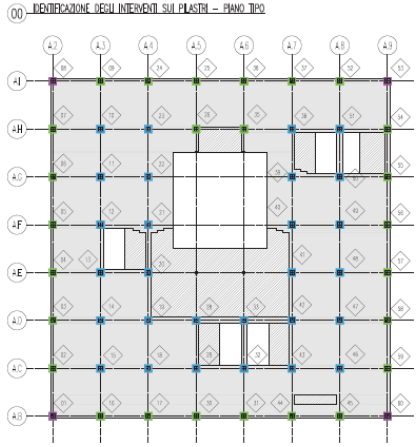
Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

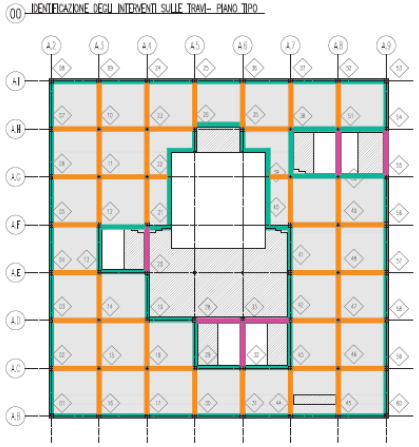


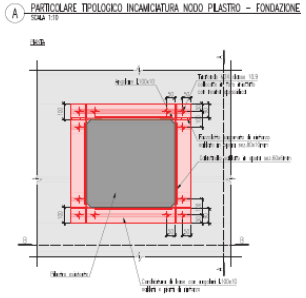


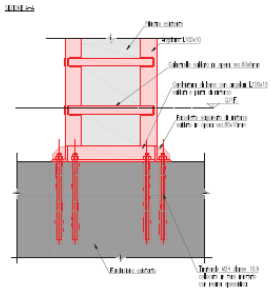


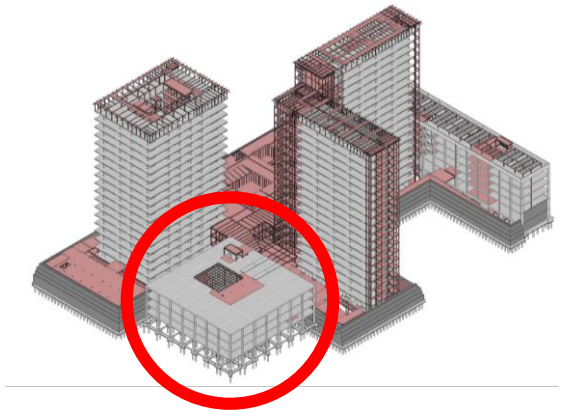
Torri EUR (Roma) - Uno-A Architetti Associati, Calzoni Architetti, BEMaa

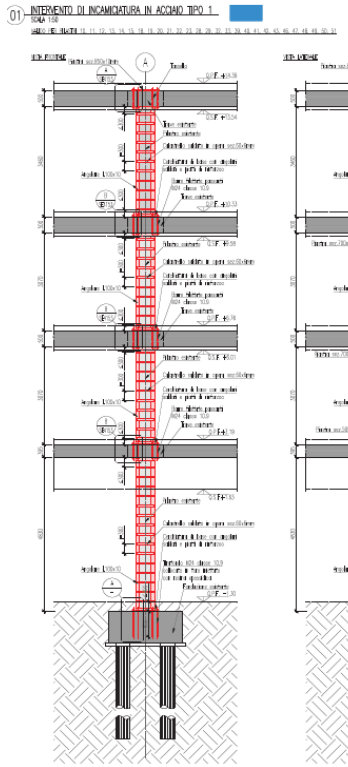


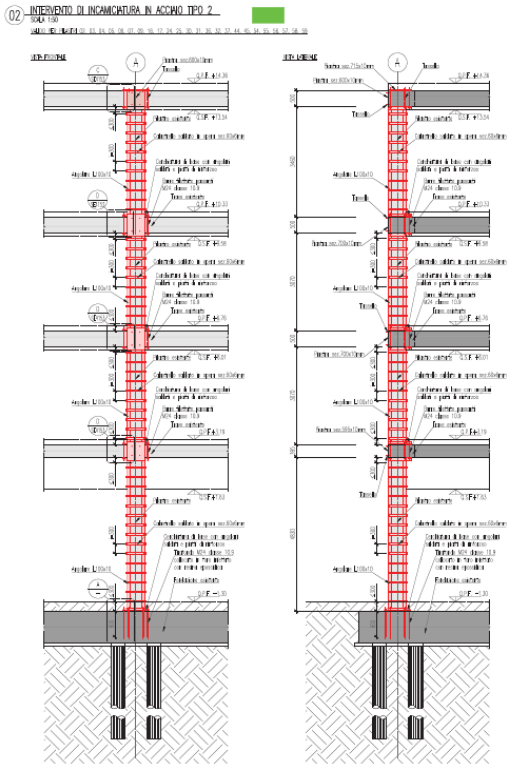


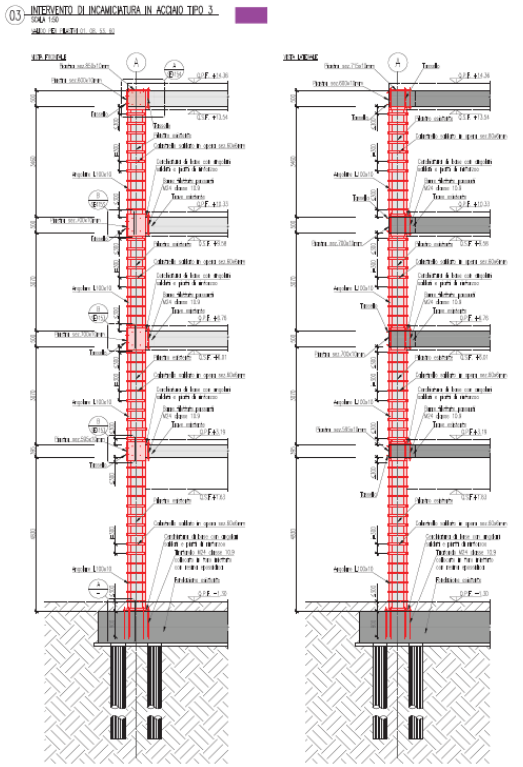












6. Case Study: sfide e soluzioni nel rinforzo di strutture esistenti

Un caso particolare: intervento su di un edificio esistente... da poco!

...e non ancora completato né collaudato: è esistente secondo NTC?

Edificio nuovo, solai a piastra

Provino n. [-]	Contrassegno provino [-]	Oggetto	Piano	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Sezione [mm^2]	Rottura kN [kN]	f_{carota} [N/mm^2]	Fattore di disturbo F_d [-]	$f_{c,is}$* F_d [N/mm^2]
015	**C1**	Muro	interrato	104	105	8'495	257	30.3	1.06	**32.0**
016	**C2**	Muro	interrato	104	104	8'495	222	26.1	1.08	**28.1**
017	**C3**	Muro	interrato	104	105	8'495	167	19.7	1.09	**21.4**
001	**C1**	Soletta	Terra	104	105	8'495	103	12.1	1.10	**13.3**
002	**C2**	Soletta	Terra	94	94	6'940	130	18.7	1.09	**20.4**
003	**C3**	Soletta	Primo	94	95	6'940	105	15.1	1.09	**16.6**
004	**C4**	Soletta	Primo	94	95	6'940	162	23.3	1.08	**25.3**
005	**C5**	Soletta	Secondo	94	95	6'940	108	15.6	1.09	**17.0**
006	**C7**	Soletta	Secondo	94	94	6'940	124	17.9	1.09	**19.5**
007	**C8**	Soletta	Secondo	94	94	6'940	122	17.6	1.09	**19.2**
008	**C9**	Soletta	Terzo	94	94	6'940	172	24.8	1.08	**26.8**
009	**C12**	Soletta	Terzo	94	94	6'940	166	23.9	1.08	**25.9**
010	**C13**	Soletta	Ammezzato tra P01 e P02	94	94	6'940	156	22.5	1.09	**24.4**
011	**C14**	Soletta	Ammezzato tra P01 e P02	94	95	6'940	114	16.4	1.09	**18.0**
012	**C15**	Soletta	Ammezzato tra P0 e P1	94	95	6'940	181	26.1	1.08	**28.1**
013	**C16A**	Soletta	Ammezzato tra P0 e P1	94	94	6'940	146	21.0	1.09	**22.9**
014	**C16B**	Soletta	Ammezzato tra P0 e P1	94	94	6'940	198	28.5	1.07	**30.4**

media	**22.9**	**N/mm^2**
sqm	5.14	N/mm^2
varianza	0.22	
$R_{ck,is}$	15.3	N/mm^2
$R_{ck,is}/R_{ck}$ potenziale	0.85	
R_{ck} potenziale	**18**	**N/mm^2**
f_{ck} potenziale	**15**	**N/mm^2**

Edificio nuovo, solai a piastra

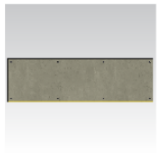
DATI SEZIONE

Stato di fatto

Quantità del materiale di supporto [mm²]	300000
Quantità di acciaio [mm²]	904.779

Caratteristiche del rinforzo a flessione

1	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-
2	n_{strati}	1	b_f[mm]	200	n_{fasce}	5
3	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-
4	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-



Tipologia di avvolgimento	-
Tipologia di applicazione	-

$n_{str.}$	b_f[mm]	p_f[mm]	β[gradi]
-	-	-	-

SOLLECITAZIONI

	N[kN]	Mx[kN*m]	My[kN*m]	Vx[kN]	Vy[kN]	T[kN*m]
Iniziale	0	0	0	-	-	-
SLE	0	0	0	-	-	-
SLU	0	1	0	0	1	0

STATO INIZIALE (prima dell'applicazione del rinforzo)

ε
0

SLE

MATERIALI	x[mm]	y[mm]	ε[-]	σ[Mpa]
CALCESTRUZZO	0	0	0	0
ACCIAIO	0	0	0	0
GEOSTEEL	0	0	0	0

*Nota : Le tensioni devono essere inferiori ai limiti definiti nelle NTC2018(4.1.2.2.5) e nel DT215 (5.1.2).

VERIFICA A FLESSIONE BIASSIALE

Grandezze meccaniche di progetto

Calcestruzzo: In Situ

γ_C:	1	Duttile
FC	1	-
f_{cd}:	-12.75	N/mm²
ε_{Cd}:	-0.0035	-



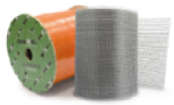
Acciaio: B 450 C

γ_S:	1	Duttile
FC:	1	-
f_{yd}:	490.33	N/mm²
ε_{sy}:	0.00213187	-

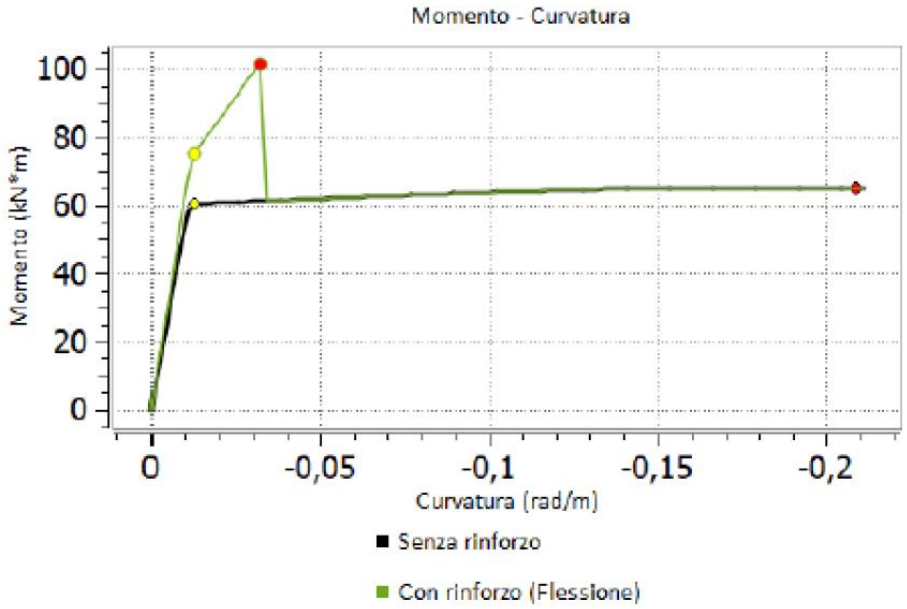


GEOSTEEL : GeoSteel G600

γ_f:	1.5	-
f_{fd}:	1800	N/mm²
σ_{conv}:	1108.2	N/mm²
$\alpha\sigma_{conv}$:	1662.3	N/mm²
σ_d:	1662.3	N/mm²
ε_{fd}:	0.00851588	-

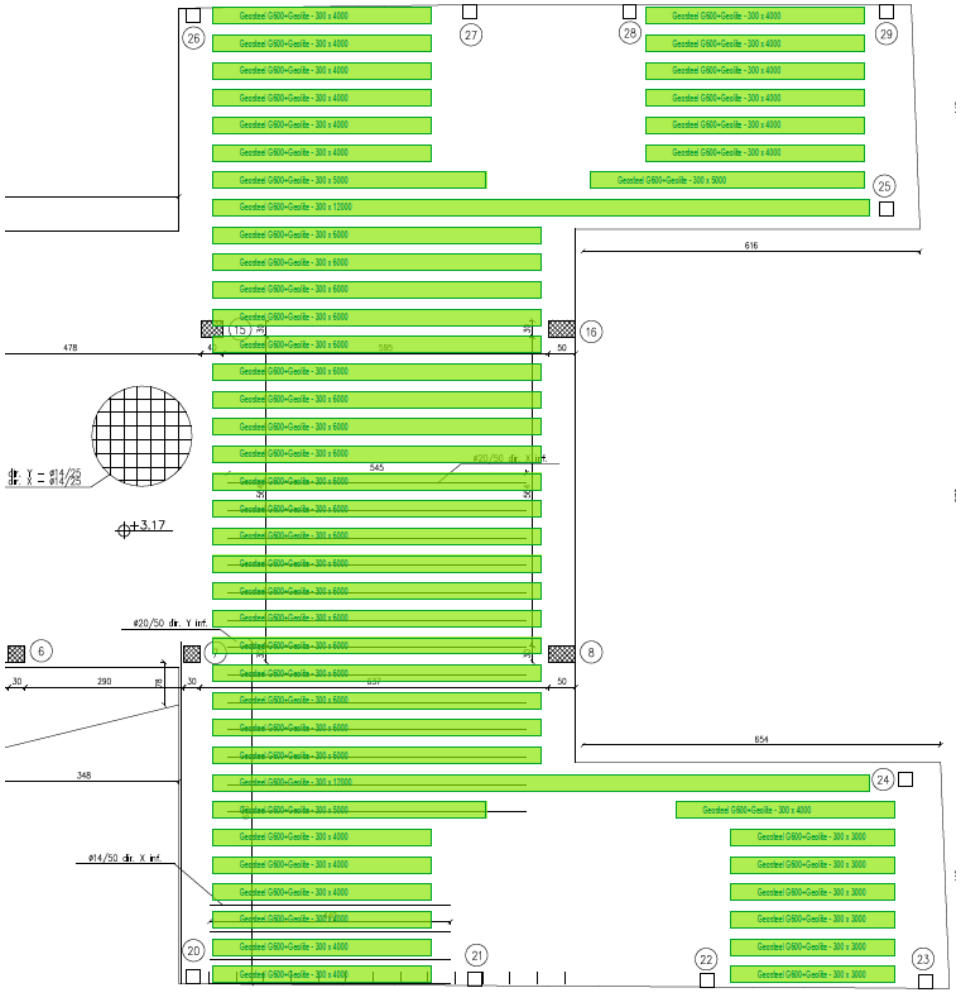


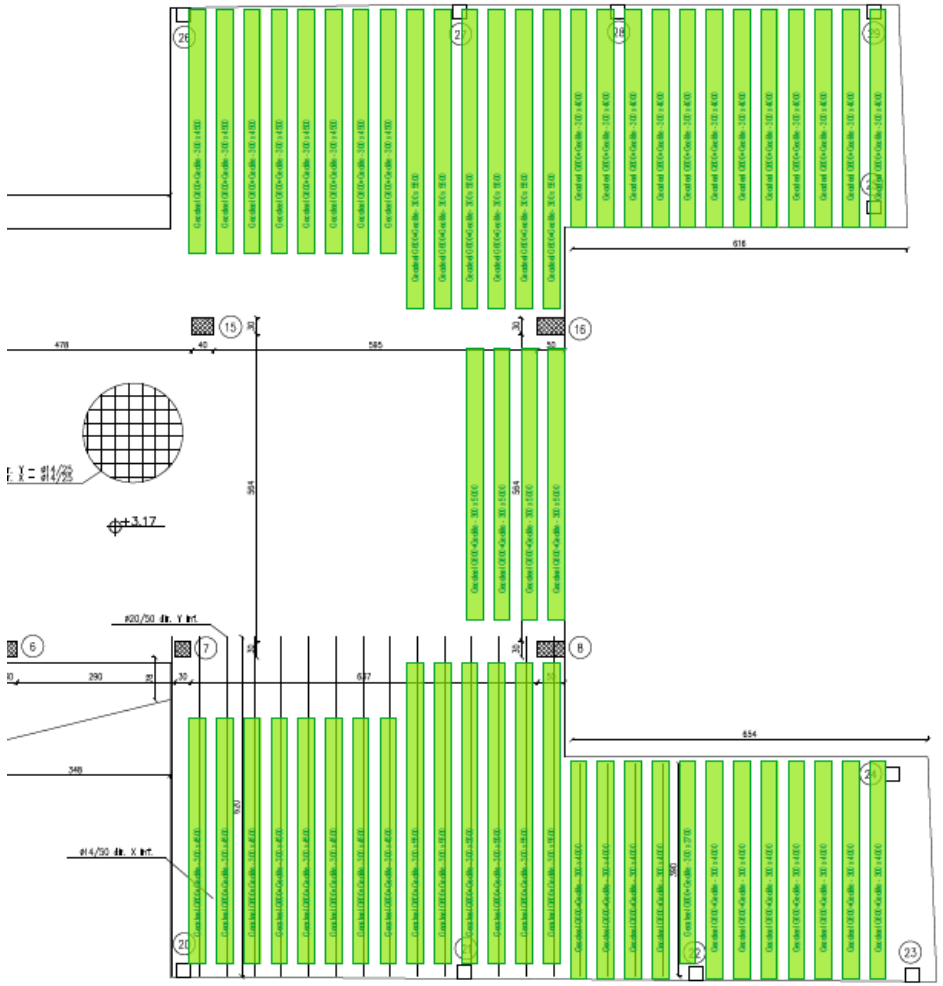
ANALISI MOMENTO CURVATURA



ELEMENTO STRUTTURALE	χ_y[-]	χ_u[-]	Duttilità[-]
Senza rinforzo	-0.0127932	-0.208956	16.3333
Con rinforzo a flessione	-0.0128021	-0.0320052	2.5

Edificio nuovo, solai a piastra



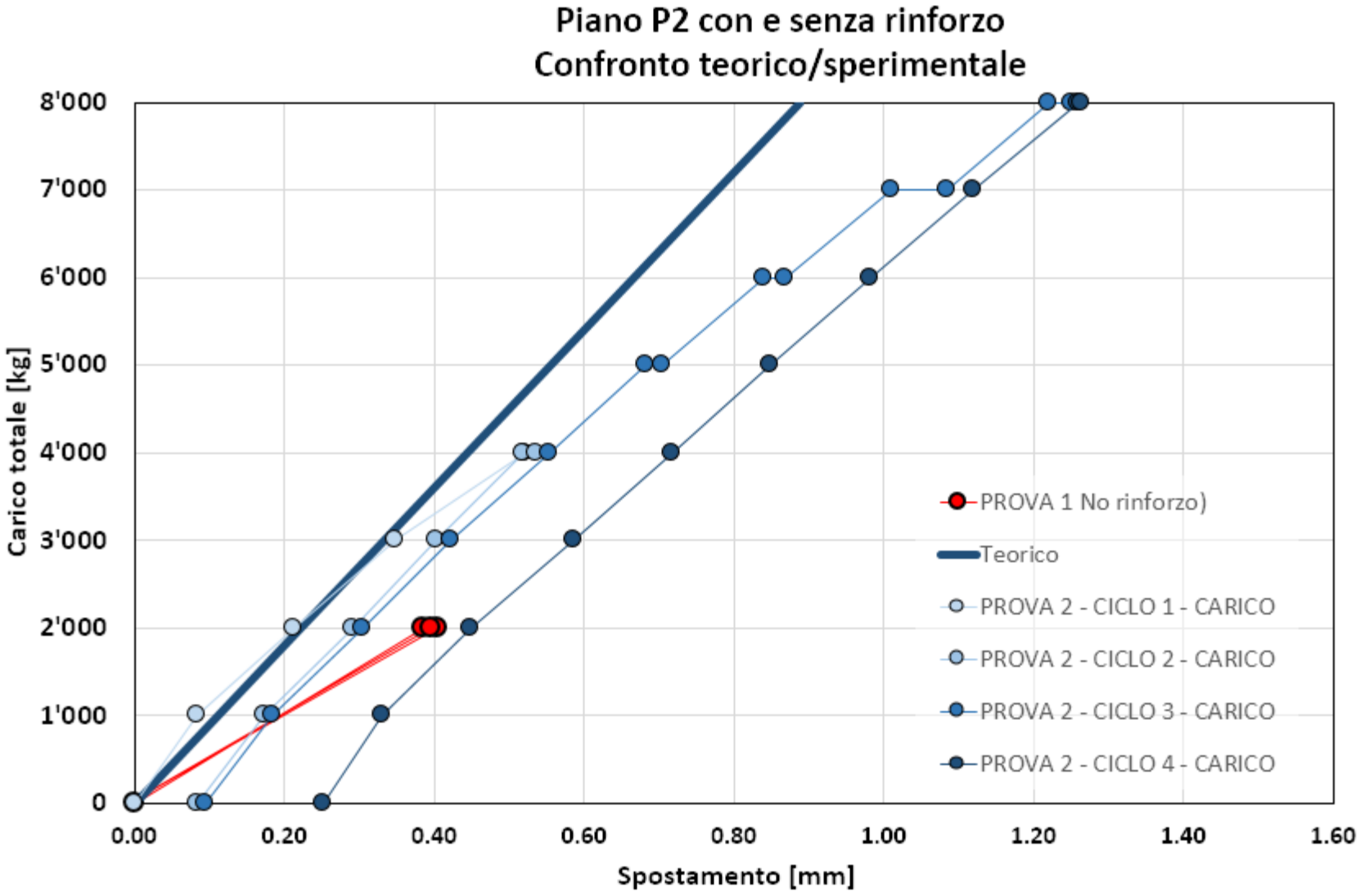


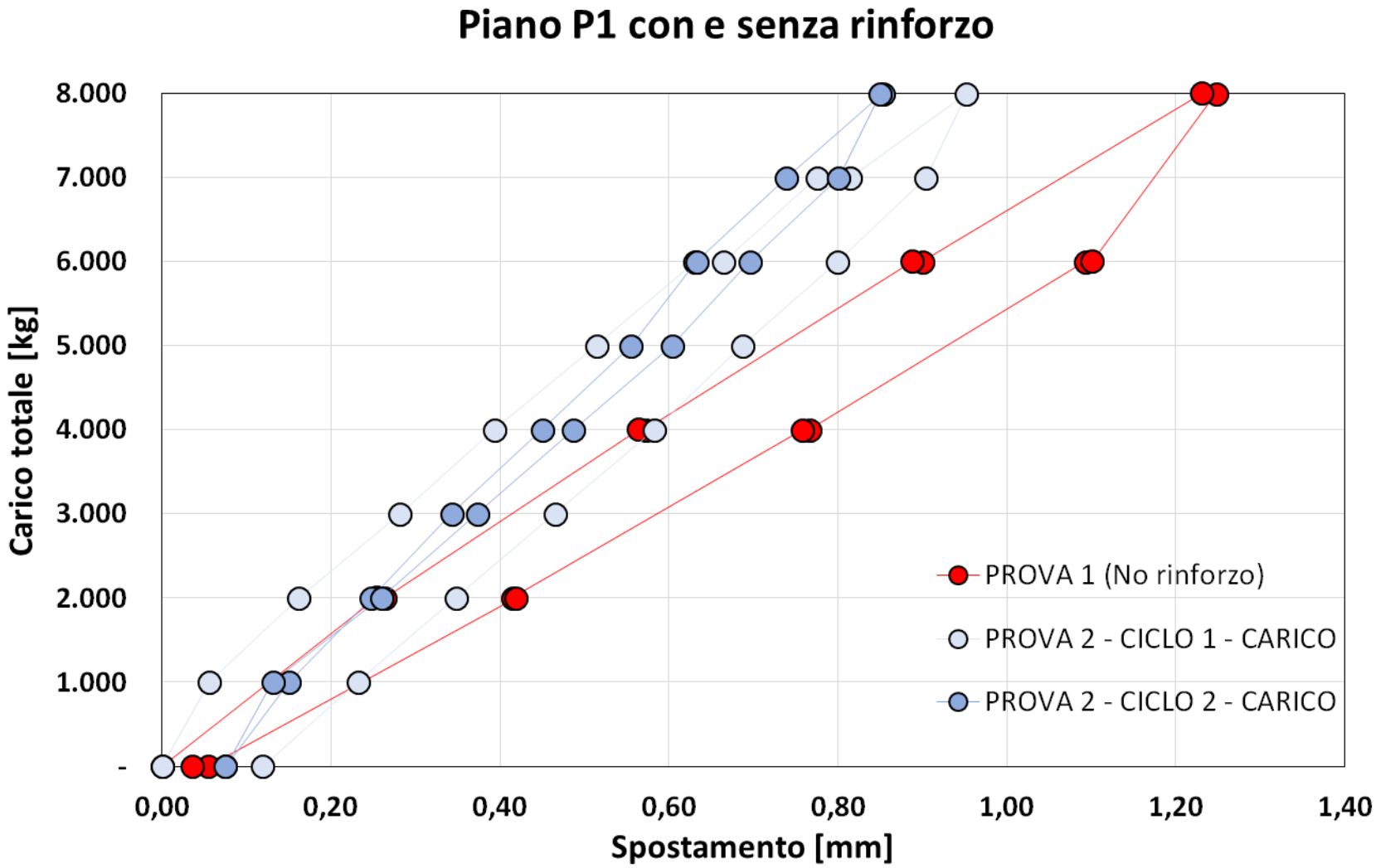
Edificio nuovo, solai a piastra





Edificio nuovo, solai a piastra




Piano P1 con e senza rinforzo
Carico totale [kg]
8.000
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
-
0,00
0,20
0,40
0,60
0,80
1,00
1,20
1,40
Spostamento [mm]
PROVA 1 (No rinforzo)
PROVA 2 - CICLO 1 - CARICO
PROVA 2 - CICLO 2 - CARICO

Thank you

sio

kerakoll