



**VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI ADEGUATEZZA SISMICA**  
**DELLE SEDI DI SERVIZIO DEL CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**

**LOTTO 7 - PUGLIA / LOTTO 10 - SICILIA**

RESPONSABILE  
 UNICO DEL  
 PROCEDIMENTO  
 Dott. Ing. Massimo Di Paolo

DIRETTORE  
 PER L'ESECUZIONE  
 DEL CONTRATTO  
 LOTTO 10 - SICILIA  
 Dott. Ing. Aldo Comella

ATI:



Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche:

Dott. Ing.  
 Andrea Lucarelli

Progettisti  
 Ing. A. Dal Cerro  
 Ing. E. Perrotta

Collaboratori  
 ing. Andrea Falletta  
 ing. Daniele Lombardo  
 ing. Massimo Palermo

**LOTTO 10 - SICILIA**

**CARTELLA 06**  
**PROGETTO**  
**PRELIMINARE**

**RELAZIONE**  
**TECNICO-ILLUSTRATIVA**

OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
00	OS	RT01	03	1

CARTELLA	N. GEN. ELAB.	FILE NAME	NOTE	PROT.	SCALA
06	041	00OSRT01_030_4183	1=1 A4	4183	-
5					
4					
3					
2					
1	REVISIONE		25/10/2012	LOMBARDO	PERROTTA LUCARELLI
0	EMISSIONE		20/03/2012	LOMBARDO	PERROTTA LUCARELLI
REV.		DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.  
 E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.  
 Politecnica aderisce al progetto Impatto Zero di LifeGate.<sup>®</sup>  
 Le emissioni di CO2 di questo progetto sono compensate con la creazione di nuove foreste.

**COMANDO PROVINCIALE VV.F. RAGUSA**  
**VIALE DEI PLATANI, 2**

**SITO 12**

**Ministero dell'Interno**  
**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile**  
**Direzione Centrale per le Risorse Logistiche e Strumentali**

**VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI ADEGUATEZZA SISMICA DELLE SEDI DI SERVIZIO  
DEL CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO**

**LOTTO 10 – SICILIA**

**Comando provinciale VV.F. Viale dei Platani, 2 Ragusa**

**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

**Indice**

<b>1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Interventi finalizzati all'adeguamento sismico.....</b>	<b>4</b>
2.1	Progetto di confinamento dei nodi .....	4
2.2	Progetto del sistema di controvento dissipativo (intervento tipo 1).....	5
2.3	Intervento di ringrosso dei pilastri .....	11

## 1 INTRODUZIONE

L'osservazione dello stato di fatto del complesso strutturale in esame, formato da sei edifici distinti, e le analisi sismiche e statiche condotte, hanno permesso di formulare una diagnosi sullo stato di sicurezza di ognuno; in particolare, sono state messe in evidenza situazioni differenti da un edificio ad un altro. La sicurezza nei confronti degli SLE risulta ovunque soddisfatta; al contrario, la situazione è differente nei confronti degli SLU. Si riporta di seguito una tabella di riepilogo relativa agli indici di rischio per SLU di tutti i corpi di fabbrica in ciascuna delle due direzioni:

CORPO	MECCANISMI DUTTILI DIREZIONE X		MECCANISMI DUTTILI DIREZIONE Y		MECCANISMI FRAGILI
	PGASLV/PGA <sub>10%</sub>	PGASLCduttile/PGA <sub>5%</sub>	PGASLV/PGA <sub>10%</sub>	PGASLCduttile/PGA <sub>5%</sub>	PGASLCfragile/PGA <sub>5%</sub>
A1	0,972	0,801	0,749	0,591	0,083
A2	1,61	1,14	0,955	0,836	0,148
A3	1,621	1,128	1,621	1,128	-
B1	1,619	1,165	1,619	1,165-	0,236
B2	1,06	0,932	0,954	0,742	0.183
C	1,323	1,081	1,323	1,081	-

Tabella riepilogativa degli indici di rischio per i diversi livelli prestazionali

Da questi risultati si evince che, alcuni di questi corpi possiedono capacità prestazionali anche significativamente differenti fra loro nei confronti della sicurezza agli Stati Limite Ultimi, e nello specifico si può affermare quanto segue.

**Corpo A1** - Esso risulta inadeguato sia riguardo ai meccanismi duttili che ai meccanismi fragili. In particolare, la capacità dell'edificio risulta fortemente vincolata dalla scadente qualità dei materiali utilizzati, tanto da provocare meccanismi di collasso a taglio nei pilastri anche per la sola condizione SLU dei carichi permanenti ed antropici. La capacità sismica associata alla combinazione ridotta delle azioni verticali risulta limitata dall'instaurarsi di meccanismi fragili a taglio nei pilastri, e di collasso dei nodi, ed è associata a valori molto bassi della PGA.

Per tale motivo si ritiene che la struttura *non sia adeguabile* e se ne consiglia la demolizione.

**Corpo A2** - Esso ha risorse limitate a causa dell'instaurarsi di meccanismi di collasso fragili ai nodi non confinati per bassi valori della PGA. La capacità nei confronti dei meccanismi duttili, per entrambi gli Stati Limite Ultimi, risulta di poco inferiore alla domanda solo in direzione Y, mentre è adeguata in direzione X.

Gli interventi necessari al miglioramento della risposta sismica di tale corpo saranno dunque i seguenti:

- confinamento tramite cerchiatura con fibre di carbonio o placcaggio in acciaio dei nodi non confinati, al fine di impedire l'attivazione dei meccanismi fragili;
- riduzione dell'azione sismica sulla struttura mediante l'inserimento di controventi dissipativi solo in direzione Y, al fine di adeguare la richiesta del sisma alla capacità della struttura nei confronti dei meccanismi duttili agli stati limite ultimi.

**Corpo A3** - Tale corpo di fabbrica è adeguato a sopportare il sisma in entrambe le direzioni e non presenta attivazione di meccanismi fragili. Per questo motivo *non si prevede nessun intervento*.

**Corpo B1** - Esso risulta possedere adeguate capacità nei confronti dei meccanismi duttili agli SLU, in entrambe le direzioni. Tale capacità è tuttavia limitata dal collasso fragile dei nodi non confinati. Ai fini dell'adeguamento sismico si richiedono i seguenti interventi:

- confinamento tramite cerchiatura con fibre di carbonio o placcaggio in acciaio dei nodi non confinati, al fine di impedire l'attivazione dei meccanismi fragili;
- poiché le PGA che attivano i meccanismi ai nodi sono piuttosto basse, si prevede l'inserimento di controventi dissipativi in modo da ridurre l'azione sismica sulla struttura e limitare gli interventi diffusi ai nodi.

**Corpo B2** - Tale corpo di fabbrica ha risorse limitate a causa dell'instaurarsi di meccanismi di collasso fragili ai nodi non confinati. La capacità nei confronti dei meccanismi duttili, risulta inferiore alla domanda sia per SLV che per SLC, in direzione Y, e soltanto nei confronti dello SLC in direzione X.

Gli interventi necessari al miglioramento della risposta sismica di tale corpo sono:

- confinamento tramite cerchiatura con fibre di carbonio o placcaggio in acciaio dei nodi non confinati;
- riduzione dell'azione sismica sulla struttura tramite l'inserimento di controventi dissipativi in entrambe le direzioni, al fine di adeguare la richiesta del sisma alla capacità della struttura nei confronti dei meccanismi duttili agli stati limite ultimi.

**Corpo C** - Esso presenta un' adeguata risposta nei confronti sia dei meccanismi duttili sia di quelli fragili. Per tale motivo *non si prevede nessun intervento*.

## 2 INTERVENTI FINALIZZATI ALL'ADEGUAMENTO SISMICO

Sulla base dei risultati ottenuti vengono individuati i seguenti interventi progettuali finalizzati ad:

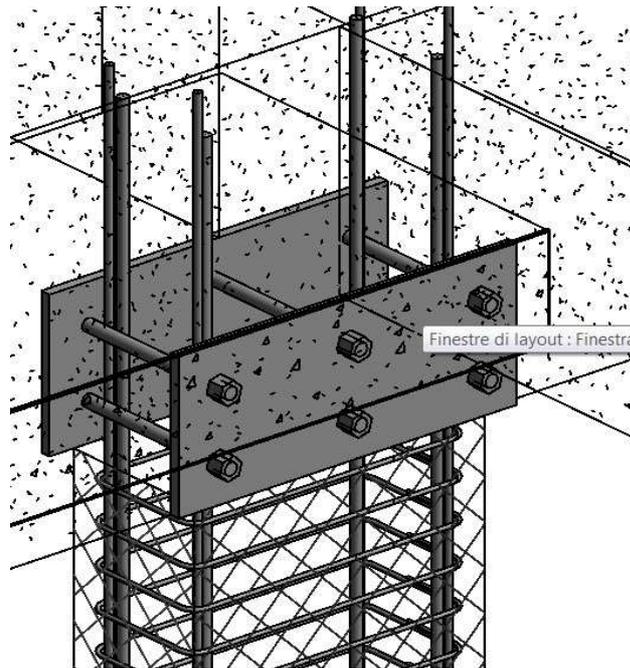
- Impedire l'attivazione di meccanismi fragili ai nodi ;
- Rinforzare i pilastri incrementando la resistenza nei confronti della rottura fragile a taglio;
- Ridurre le azioni sismiche sulla struttura al fine di migliorare il comportamento globale ed allo stesso tempo limitare gli interventi diffusi sui nodi e sui pilastri. A tal proposito si inserisce un sistema di controvento di tipo dissipativo in grado di conferire un appropriato livello di resistenza sismica alla struttura

### 2.1 Progetto di confinamento dei nodi

Il placcaggio dei nodi viene effettuato limitatamente a quelli non staffati e confinati. L'intervento viene eseguito in corrispondenza dei nodi esterni e dei nodi interni a due vie, lungo il perimetro, ed a tutti i piani dei corpi A e B. Questo intervento può essere effettuato mediante diverse tecnologie: fibre in carbonio oppure placcaggio mediante piastre in acciaio, come evidenziato nelle immagini a seguire.



Esempio di confinamento nodo in FRP



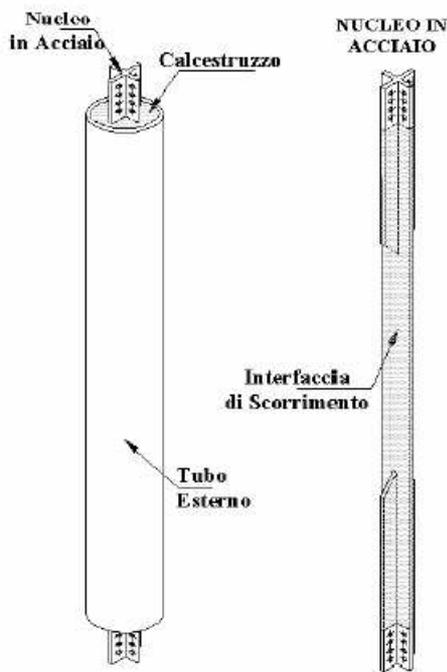
Esempio confinamento nodo con piastre in acciaio

## 2.2 Progetto del sistema di controvento dissipativo (intervento tipo 1)

L'adeguamento della struttura viene effettuato mediante un sistema di controvento di tipo dissipativo. Il principio su cui si basa l'intervento è quello di fare assorbire per intero a questo nuovo sistema antisismico, che funziona in parallelo con la struttura esistente, le azioni di progetto allo SLV.

La tipologia di dissipatori scelta per l'opera di miglioramento sismico dell'edificio in analisi, rientra nella categoria dei dissipatori isteretici assiali ad instabilità impedita (Buckling Restrained Axial Dampers - BRAD). Tali sistemi, particolarmente adatti ad essere utilizzati per l'adeguamento sismico di edifici intelaiati in acciaio, calcestruzzo armato o c.a.p., presentano le proprie capacità dissipative quando soggetti a cicli alterni di trazione e compressione. I dispositivi BRAD sono costituiti da un nucleo interno in acciaio, una parte del quale è progettato per dissipare energia in campo plastico, da un tubo in acciaio e da un riempimento in calcestruzzo, per evitare che il nucleo interno si instabilizzi. Tra il calcestruzzo ed il nucleo interno è interposto uno strato di speciale materiale distaccante, allo scopo di impedire la trasmissione di tensioni tangenziali tra i due componenti e permettere al nucleo interno di allungarsi e accorciarsi liberamente, dissipando energia. Questi dispositivi possono sostituire un'intera asta di controvento o altresì costituire solo una porzione della stessa: la diversa configurazione è dettata prevalentemente dall'ordine di grandezza degli spostamenti di progetto e dalla rigidità del telaio su cui si opera. Appare ovvio che risulti inutile sfruttare dissipatori di enormi capacità di deformazione su telai che, in quanto notevolmente rigidi, presentino indipendentemente dalla controventatura, spostamenti relativi ridotti. Si puntualizza che la progettazione del dispositivo suddetto, deve essere effettuata prestando particolare

attenzione agli spostamenti relativi dei telai da controventare, affinché i dissipatori siano in condizioni di manifestare escursione in campo plastico senza raggiungere la propria capacità di deformazione limite, in corrispondenza della quale si incorrerebbe nel collasso del dispositivo. Ciascun dissipatore per esprimere le proprie capacità dissipative, deve subire deformazioni generalmente comprese nell'intervallo compreso tra 1mm



**Dispositivi tipo BRAD**

e 15-25 mm, e ciò implica che, per attivare il dissipatore, tutto il telaio contenente il controvento dovrà subire uno spostamento di interpiano dello stesso ordine di grandezza.

Il dimensionamento dei controventi dissipativi è stato effettuato, ipotizzando che le azioni sismiche rimangano inalterate a seguito dell'intervento, ed assumendo che queste vengano interamente assorbite dal sistema di controvento. Mediante tale approccio si trascura, nella fase preliminare, a favore di sicurezza, la resistenza sismica della struttura esistente con la quale il sistema di controvento è messo in parallelo. Le analisi hanno fornito un valore del fattore di struttura pari a circa 3,0. A seguito dell'incremento di duttilità apportato dal nuovo sistema di controvento, il fattore di struttura nelle condizioni post-operam subirà un significativo incremento. Alla luce di esperienze pregresse, è stato ipotizzato un fattore di struttura post-operam pari a  $q = 4,5$ .

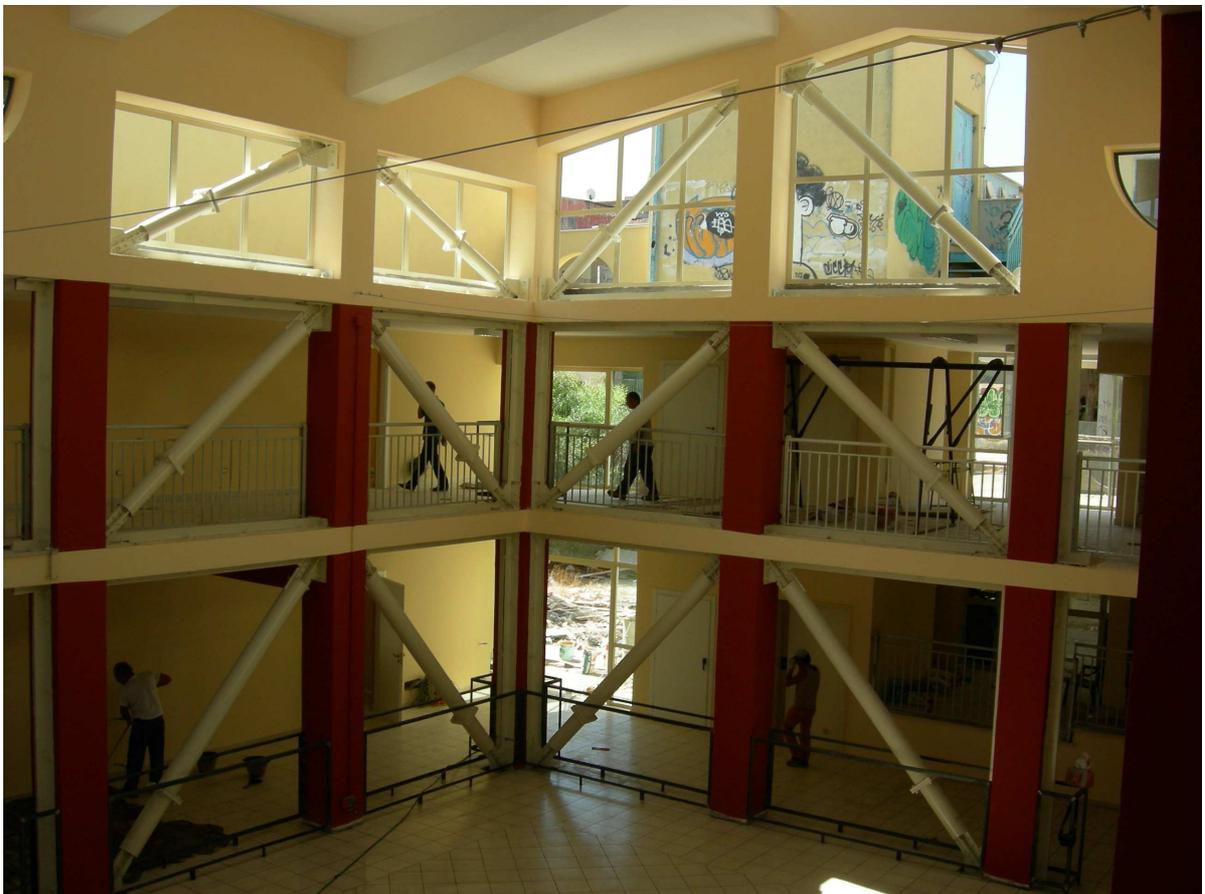
Gli elementi travi e pilastri, entro cui vengono inseriti i controventi dissipativi, sono consolidati mediante piastre e profili metallici che svolgono la funzione di rendere gli elementi in c.a. idonei a sopportare le nuove azioni agenti su di essi.

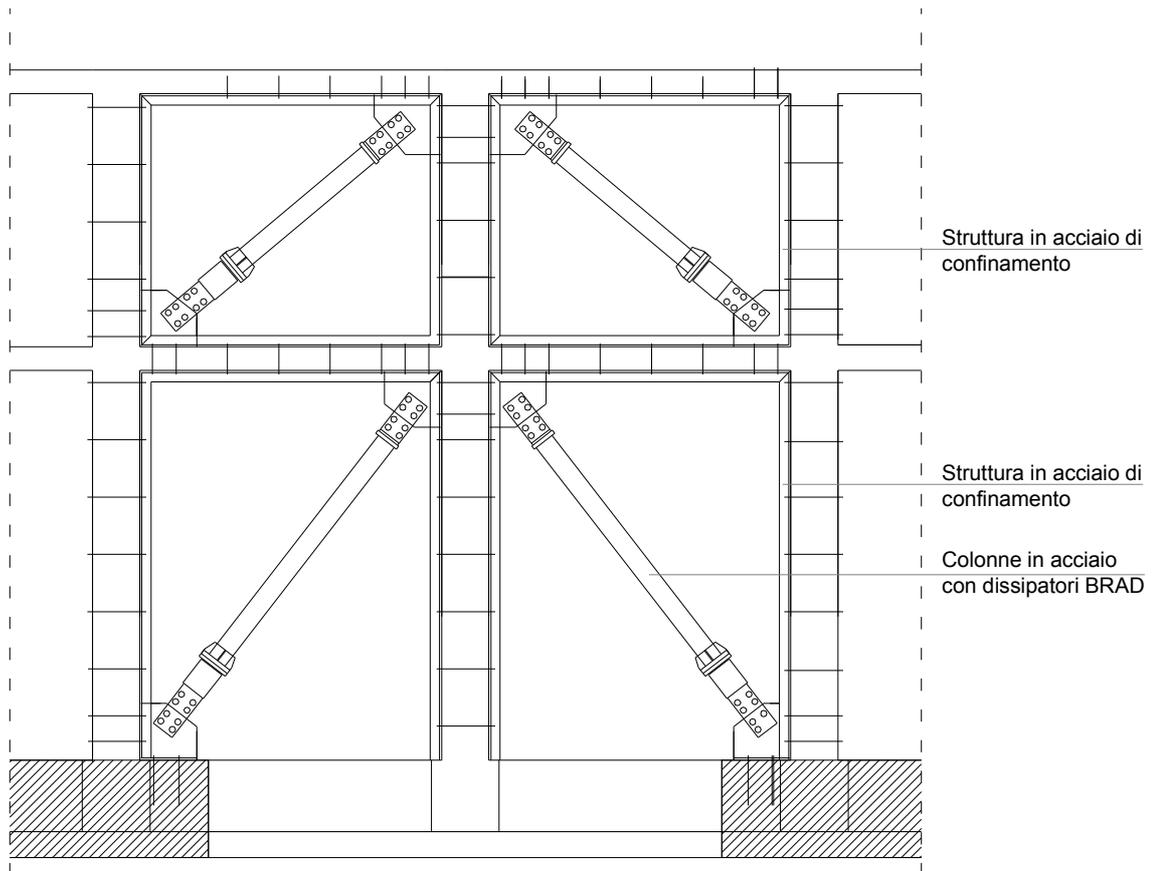


**Controventi dissipativi**



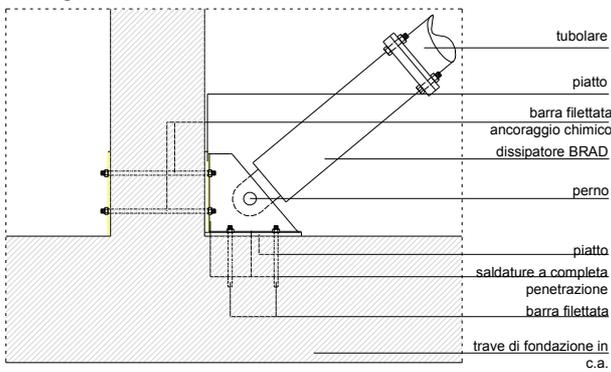
Dettaglio collegamento



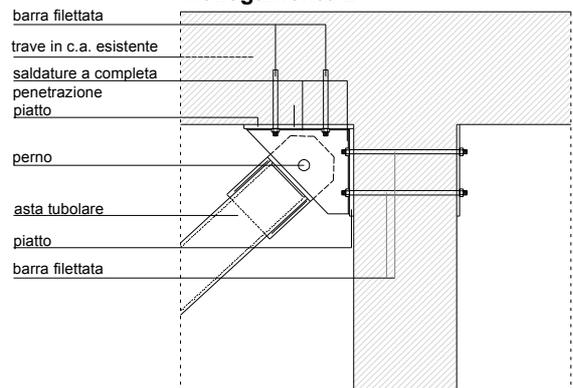


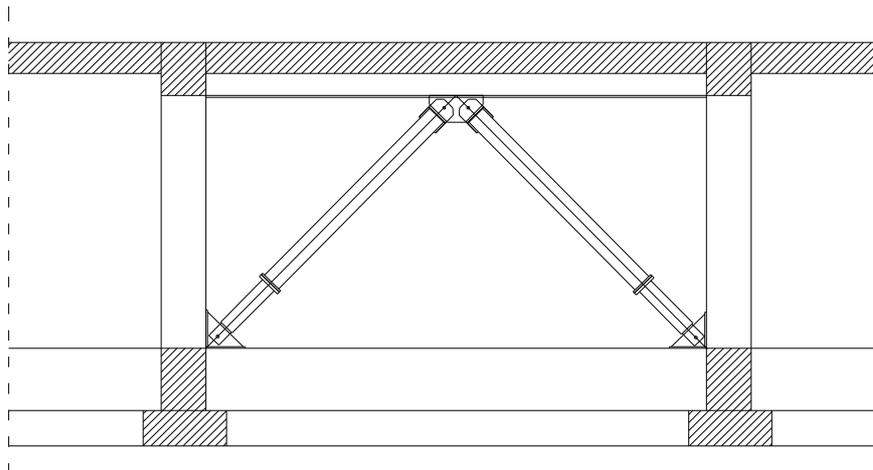
**SISTEMA DI CONTROVENTO "TIPO 1A"**

**Collegamento 1**



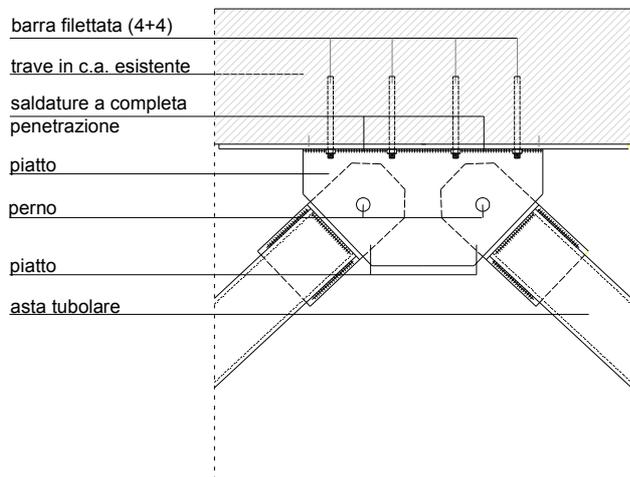
**Collegamento 2**



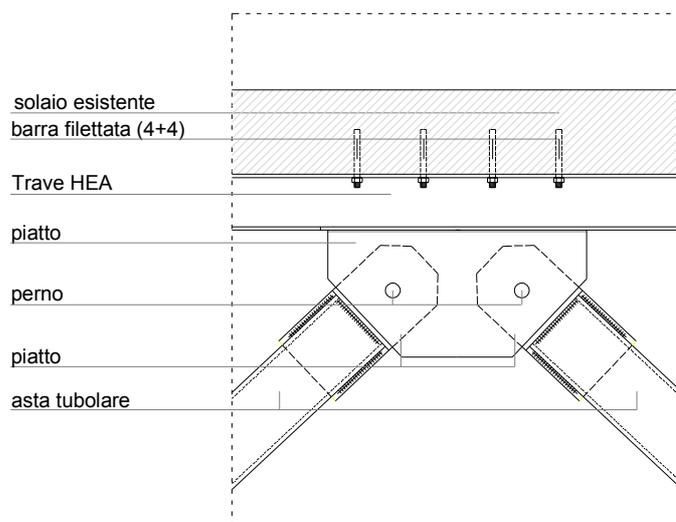


**SISTEMA DI CONTROVENTO "TIPO 1B"**

**Collegamento 1**



**Collegamento 2**



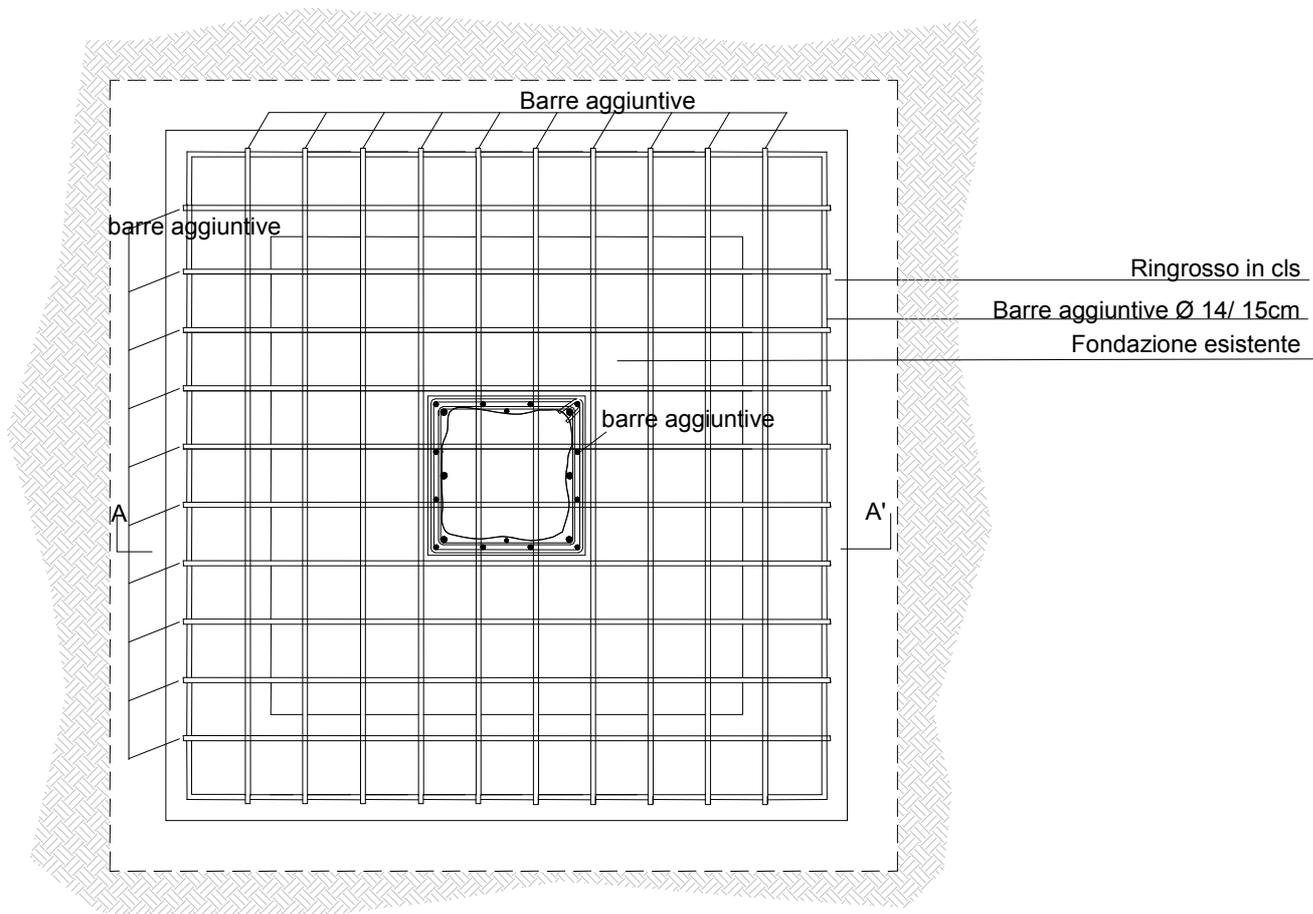
## 2.3 Intervento di ringrosso dei pilastri

L'incamiciatura in c.a. è una tecnica di adeguamento tradizionale che consiste sostanzialmente nel ringrosso della sezione dei pilastri al fine di conseguire i seguenti obiettivi:

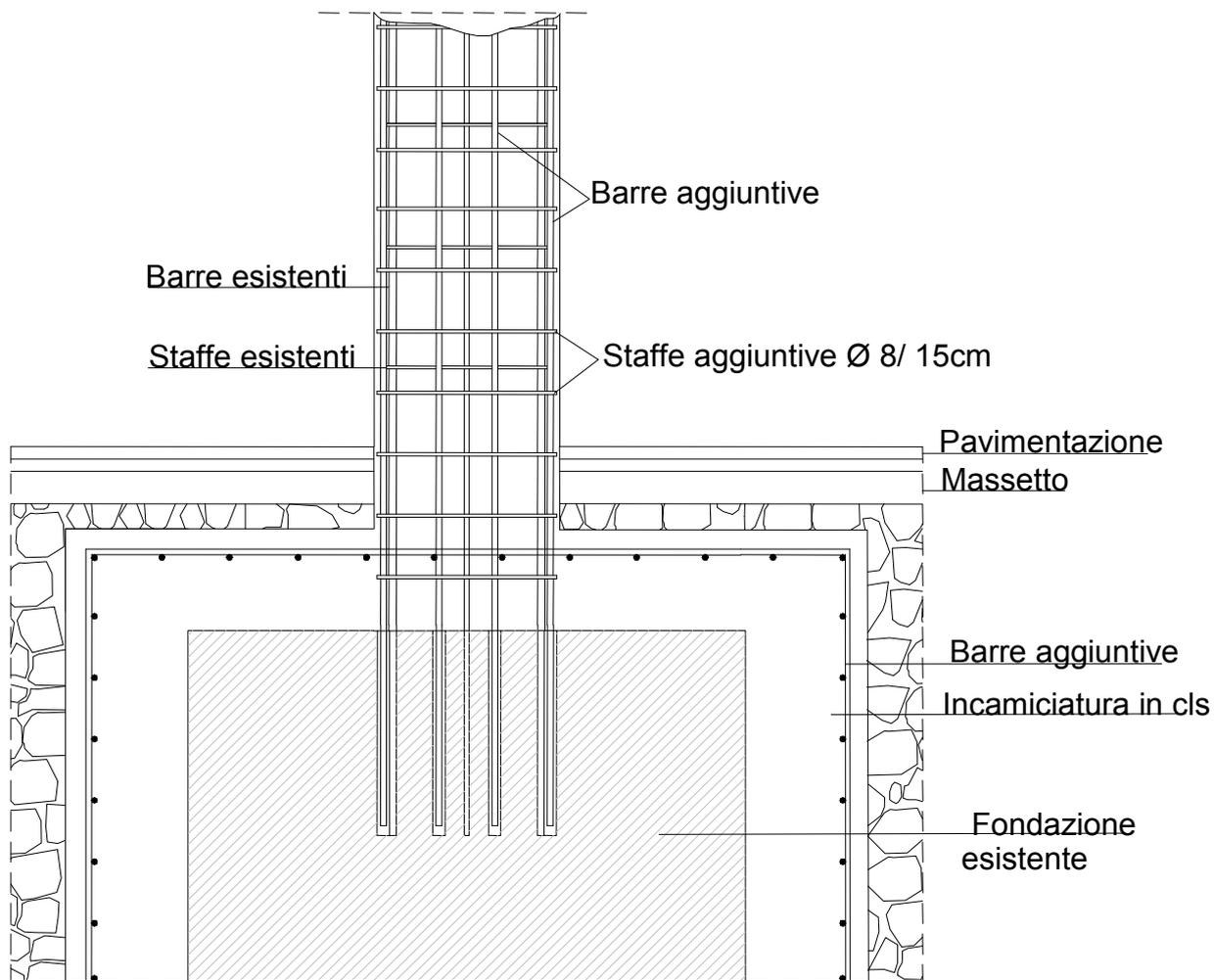
- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione ed a taglio;
- aumento della rigidezza laterale.

Il ringrosso della sezione viene effettuato in betoncino armato. Durante la fase preparatoria è necessario rimuovere l'intonaco dall'elemento esistente e renderne ruvida la superficie al fine di far aderire il nuovo materiale, che deve essere solidale col primo. Prima del getto vengono predisposte le nuove armature sia longitudinali che trasversali. La staffatura sarà disposta a passo ridotto in modo da aumentare la resistenza a taglio. Perché l'intervento sia efficace, è indispensabile che sia assicurata la monoliticità fra l'elemento esistente ed i nuovi materiali. A questo scopo, i ferri longitudinali saranno ancorati nella fondazione esistente, previa perforazione.

Il getto di betoncino sarà realizzato in modo da incamiciare anche la fondazione esistente aumentandone la sezione.



Pianta quota fondazioni



Sezione A'-A''