

EDIL CAM Sistemi srl

GUIDA INTRODUTTIVA AGLI INTERVENTI A MARCHIO CAM[®] SUI FABBRICATI IN CA

Tipologici e applicazioni

Ing. Alessandro Vari – Ing. Marianna Leonori



CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE CON CUCITURE INOX

SOMMARIO

1	LA EDIL CAM SISTEMI S.R.L.....	3
2	IL SISTEMA A MARCHIO CAM [®] APPLICATO AL CEMENTO ARMATO	5
2.1	PRINCIPI BASE.....	5
2.2	PERCHÉ APPLICARE IL SISTEMA CAM [®]	9
3	CAMPI DI APPLICAZIONE DEL SISTEMA CAM [®] SU EDIFICI IN CA	10
3.1	CONSOLIDAMENTO DEI PILASTRI	10
3.2	CONSOLIDAMENTO DELLE TRAVI	17
3.3	CONSOLIDAMENTO DEI NODI TRAVE- PILASTRO NELLE STRUTTURE INTELAIATE	23
3.4	CONSOLIDAMENTO DEI SOLAI.....	25
3.5	REALIZZAZIONE DEI VINCOLI TRA MACROELEMENTI NEGLI EDIFICI INDUSTRIALI	28
4	I MATERIALI DEL SISTEMA CAM [®]	36
5	IL CALCOLO E LA MODELLAZIONE DEL SISTEMA CAM [®]	37
6	PRINCIPALI LAVORI EDIL CAM SISTEMI SRL	39
6.1	EDIFICIO SCOLASTICO	39
6.2	CENTRO COMMERCIALE "I GIGLI"	42
6.3	EDIFICIO SCOLASTICO	44
6.4	UFFICI 'ENEL OPEN FIBER'.....	47
6.5	EDIFICIO SCOLASTICO	49
6.6	EDIFICIO SCOLASTICO	50
6.7	STUDENTATO 'CEUR'	52
6.8	EX SEDE BNL.....	54

1 LA EDIL CAM SISTEMI S.R.L

La Edil CAM Sistemi, nasce per l'applicazione e la commercializzazione del sistema brevettato delle cuciture attive, poi conosciuto con l'acronico e marchio CAM[®].

Il sistema nasce nei laboratori universitari della Basilicata come tecnologia per l'impacchettamento delle murature. Nel tempo la tecnologia si specializza per intervenire nel campo del consolidamento non solo delle strutture in muratura storiche e vincolate, ma anche per le strutture in calcestruzzo armato e miste.

EDILIZIA STORICA E VINCOLATA IN MURATURA



STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO



STRUTTURE PREFABBRICATE



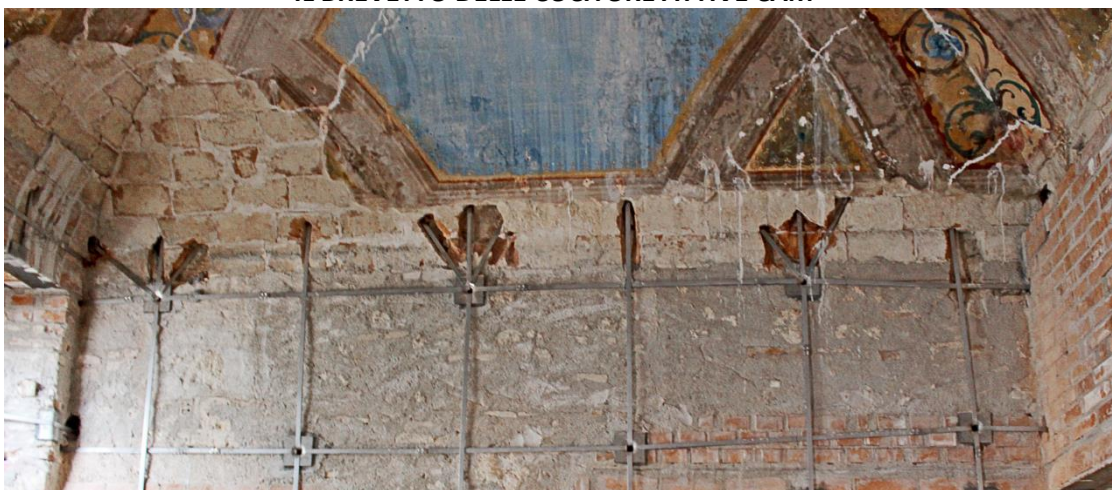
La EDIL CAM® Sistemi s.r.l. è l'azienda che ha creduto, promosso e sostenuto il brevetto delle cuciture attive, la tecnologia antisismica commercializzata con i marchi CAM® e SISTEMA CAM®.

La Società ha al suo attivo centinaia di applicazioni, studiate da un largo staff di tecnici e messe in opera da

maestranze specializzate, su edifici in muratura storici e vincolati, in calcestruzzo armato, prefabbricati e strutture miste.

La EDIL CAM® Sistemi S.r.l. vanta la proprietà di marchi e brevetti inerenti le proprie tecnologie e un know-how unico sulla metodologia di calcolo e applicazione, legato anche all'intensa attività di collaborazione con enti autorevoli quali Protezione Civile, ReLUIS, ENEA ed importanti Università: UNIBAS, UNIME, POLIMI, 'La Sapienza', 'Federico II'.

IL BREVETTO DELLE CUCITURE ATTIVE CAM®



IL DIS-CAM®



IL SOL-CAM®



2 IL SISTEMA A MARCHIO CAM[®] APPLICATO AL CEMENTO ARMATO

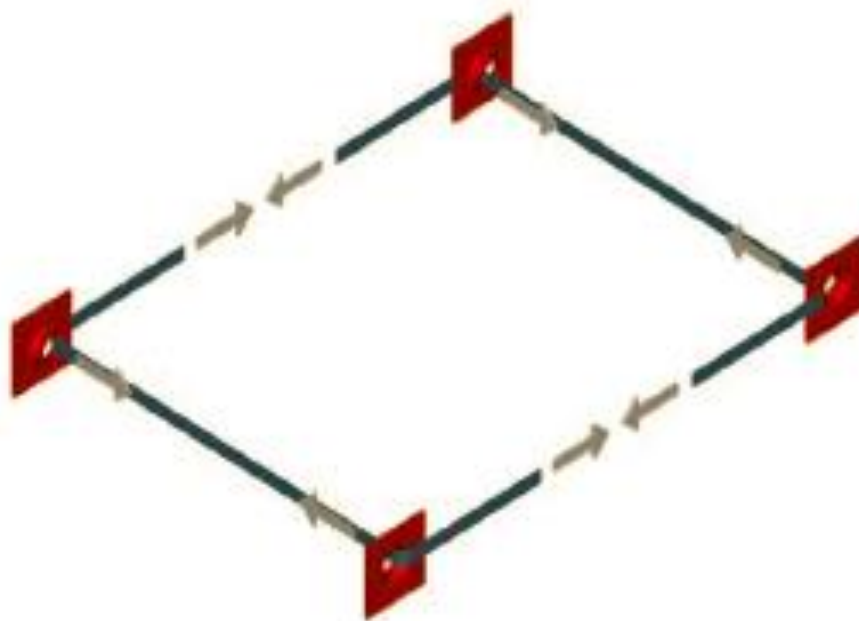
2.1 PRINCIPI BASE

Il Sistema delle cuciture attive, meglio noto come brevetto CAM[®], nasce per il consolidamento degli edifici in muratura.

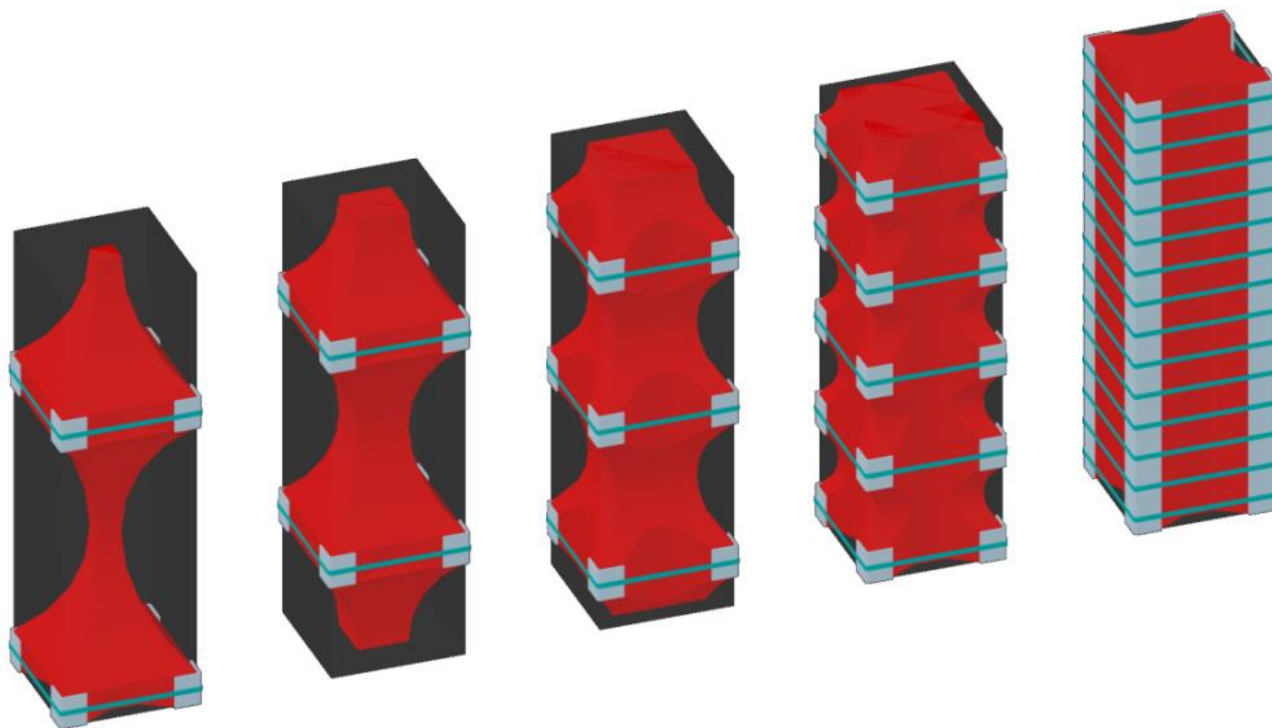
L'acronimo e marchio CAM[®] identifica il sistema di consolidamento strutturale basato sulla realizzazione di tirantature metalliche realizzate tramite un nastro di spessore ridotto (19x0.90mm) che vengono poste a cerchiare porzioni limitate di struttura. Ciascun nastro è posto in tensione attraverso una macchina pneumatica di caratteristiche certificate in grado di imprimere al nastro tiro all'atto del crimpaggio. La 'presollecitazione' che fa sì che l'elemento risulti subito rinforzato ovvero 'attivo' già per i carichi gravanti nella fase d'esercizio della struttura.

La sua applicazione è stata poi specializzata anche per gli interventi sugli edifici in CA siano essi intelaiati o prefabbricati.

Il principio sopra esposto applicato alle strutture in CA è ben rappresentato dallo schema base riportato di seguito:



*Schema statico di riferiment
per la singola maglia di rinforzo CAM[®]*



Schema statico elementare di riferimento

b_n = larghezza singolo nastro = 19mm

t_{ns} = spessore singolo nastro = 0.90mm

n°_{nastri} = numero nastri sovrapposti

$t_{ft} = t_{ns} \times n_{str}$ = spessore totale nastri

s = passo verticale dei nastri

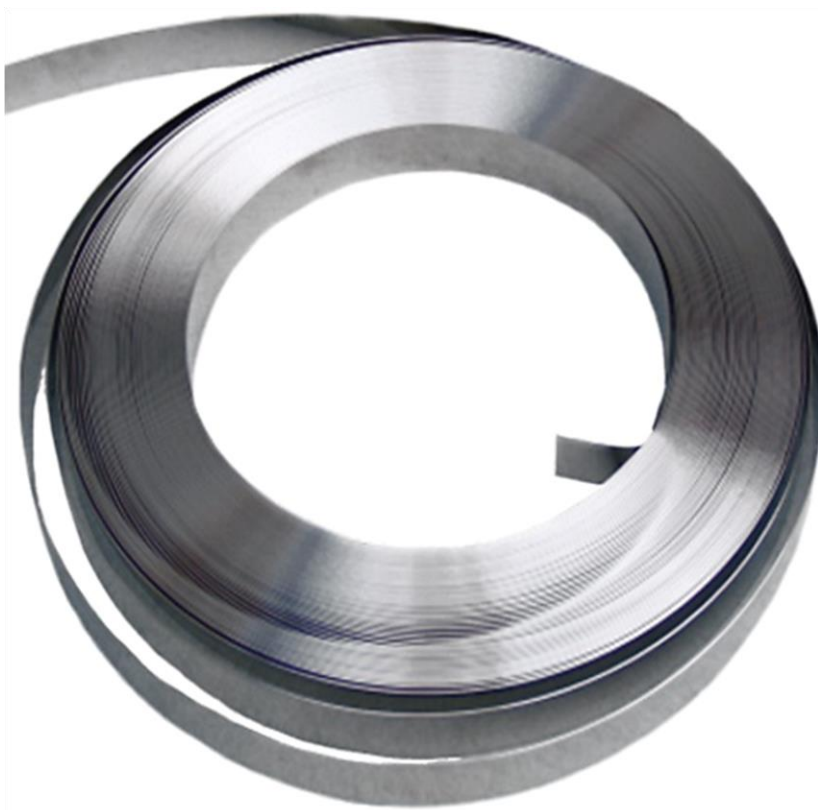
L_{ang} = larghezza ala angolari

t_{ang} = spessore ala angolari

L'elemento forza del Sistema a marchio CAM[®] è la sua semplicità, facilità e velocità di applicazione, grazie in parte alla componentistica minima di cui si compone.

Il Sistema infatti si compone di 4 elementi base:

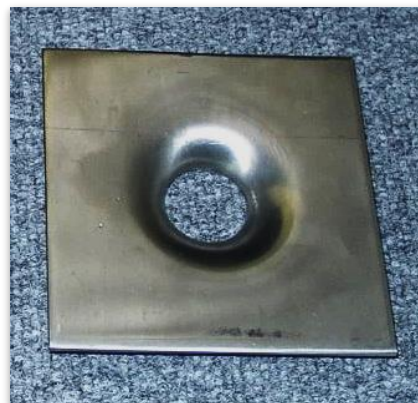
- Nastro in acciaio INOX di dimensioni estremamente ridotte (19x0.90 mm) da disporre in configurazione di anello chiuso che può essere posto anche in sovrapposizione
- Il sigillo, elemento di chiusura del singolo anello di nastro
- Angolari in acciaio tipo S355 con lavorazione interna bugnata da disporre in corrispondenza degli spigoli degli elementi per ripartire il carico
- La piastra imbutita, anch'esso elemento ripartitore, da applicare in corrispondenza degli eventuali fori da realizzarsi su travi e pilastri.



***Il nastro in acciaio inossidabile:
in ciascuna bobina sono racchiusi km di nastro***



***L'angolare con lavorazione interna
mandrolata***



- La piastra imbutita

In generale le strutture intelaiate in CA se non correttamente dimensionate, o realizzate in epoche in cui poca importanza si dava ad alcune “regole” oggi ben consolidate e note, presentano una forte carenza in termini di resistenza e ancor di più di duttilità intesa come capacità di plasticizzazione e dissipazione dell’energia sismica trasmessa.

Il *Sistema delle cuciture attive a marchio CAM[®]* interviene efficacemente nel miglioramento di entrambi gli aspetti sopra esposti.

Nel consolidamento di elementi in CA, il Sistema risulta inoltre vincente grazie alla flessibilità, ai ridotti spessori e di certificata e veloce applicazione anche in circostanze particolari.

Una volta rimosso l’intonaco, in corrispondenza di ciascuno spigolo viene posto in opera l’angolare posato con malta tipo EMACO R955M; per tale motivo non sono necessari ulteriori trattamenti superficiali dell’elemento da consolidare.

Gli angolari sono elementi pressopiegati la cui superficie interna è opportunamente lavorata per migliorare l’aderenza con il supporto in calcestruzzo e superficie esterna liscia per consentire un pretensionamento uniforme dei nastri.

Successivamente si procede al taglio dei nastri ‘a misura’ e alla disposizione intorno all’elemento da consolidare.

Tramite una apposita macchina ‘certificata’ viene effettuato il ‘tiro’ e il ‘crimpaggio’ del nastro.

Il sistema di rinforzo permette di ottenere i seguenti miglioramenti:

- Aumento di resistenza e duttilità a compressione centrata mediante l’effetto del confinamento attivo;
- Aumento di duttilità a compressione del CLS con aumento della rotazione ultima della sezione a presso-flessione o flessione semplice;
- Aumento del Taglio resistente grazie alla aggiunta di armatura a taglio (staffatura dei nastri);
- Aumento di armatura a trazione e dunque del Momento Resistente nel caso in cui gli angolari vengano opportunamente ‘ancorati’ nelle sezioni d’estremità

I recenti eventi sismici che hanno colpito l’Emilia hanno invece portato alla ribalta problematiche proprie degli edifici industriali in cui la carenza non è tanto in termini resistenti quanto più in termini di vincolo tra macroelementi quali pilastri, travi, tegoli e pannelli.

A seguito della richiesta del mercato, la società si è quindi trovata a proporre soluzioni volte all'eliminazione di tali carenze. Grazie alla versatilità del Sistema si è pertanto potuto procedere all'ipotesi di intervento che si è rivelata poi vincente su altre tecniche 'tradizionali'.

2.2 PERCHÉ APPLICARE IL SISTEMA CAM®

Il sistema CAM® risulta essere vincente su altre tecnologie essenzialmente per gli aspetti descritti di seguito:

- È un Sistema di CONSOLIDAMENTO ATTIVO: il nastro è messo in tensione e l'elemento risulta rinforzato già per i carichi gravanti su di esso nella fase d'esercizio della struttura
- NON incrementa MASSA NÉ varia la distribuzione delle RIGIDEZZE
- È un sistema leggero e a MINIMO INGOMBRO
- Impiega materiali CERTIFICATI
- Impiega acciaio INOSSIDABILE
- È un Sistema FLESSIBILE
- È un Sistema facilmente REVERSIBILE
- È VELOCE
- È un cantiere A 'SECCO'
- È messo in opera da MAESTRANZE QUALIFICATE

Le immagini nel paragrafo successivo descriveranno dettagliatamente i punti essenziali di forza del Sistema.

3 CAMPI DI APPLICAZIONE DEL SISTEMA CAM[®] SU EDIFICI IN CA

3.1 CONSOLIDAMENTO DEI PILASTRI

Nei pilastri le legature CAM[®] vengono disposte trasversalmente all'asse longitudinale dell'elemento. Ciò che tali anelli realizzano è una staffatura esterna della sezione e come tale contribuiscono nello scongiurare la rottura fragile a schiacciamento e taglio dell'elemento.

Il nastro deve essere disposto in maniera ortogonale all'angolare. Laddove la sezione sia a sviluppo variabile sarà necessario o qualora si voglia realizzare un rinforzo con 'staffatura a più braccia' o nel caso in cui si voglia massimizzare l'efficienza per confinamento, si realizzeranno delle forature intermedie. Grazie ai ridotti spessori in gioco e alla versatilità del Sistema si possono superare agevolmente numerose situazioni 'particolari'.



Pilastri in corrispondenza di un giunto strutturale



Pilastro con 'staffatura a più braccia'



Pilastro con 'staffatura' maggiorata nelle zone critiche



Pilastro in corrispondenza di pannelli perimetrali non rimossi



Pilastro circolare rinforzato in un CC senza interruzione dell'attività



Pilastro in corrispondenza di infissi senza prevederne la rimozione

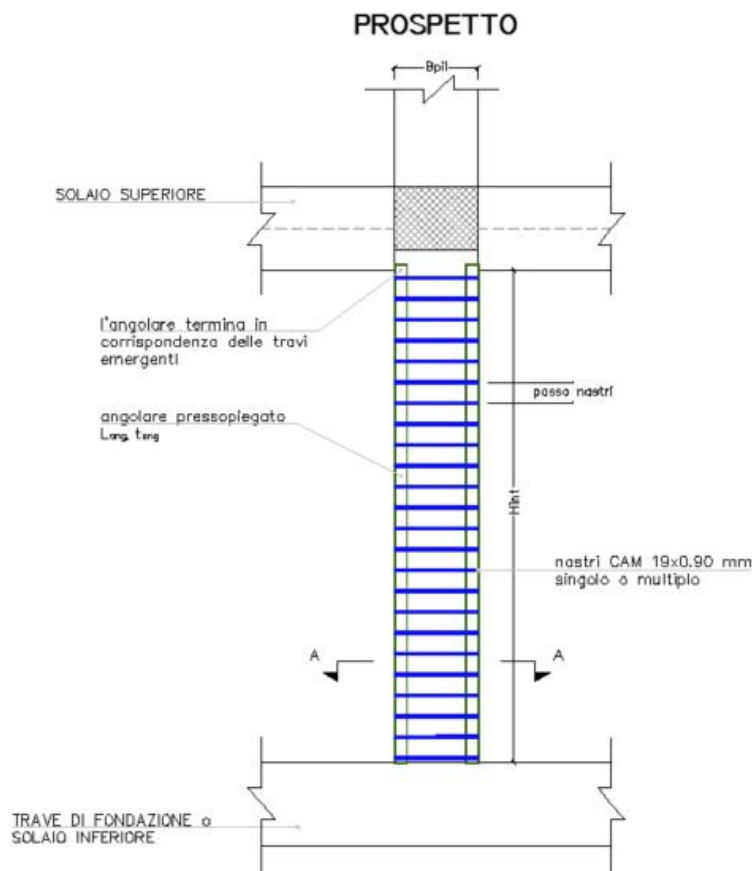


Pilastro di dimensione variabile durante le fasi di applicazione di posa e tesatura del nastro

Laddove si voglia considerare il contributo dell'angolare nel meccanismo resistente a flessione va garantita la continuità d'armatura laddove l'angolare si interrompe.

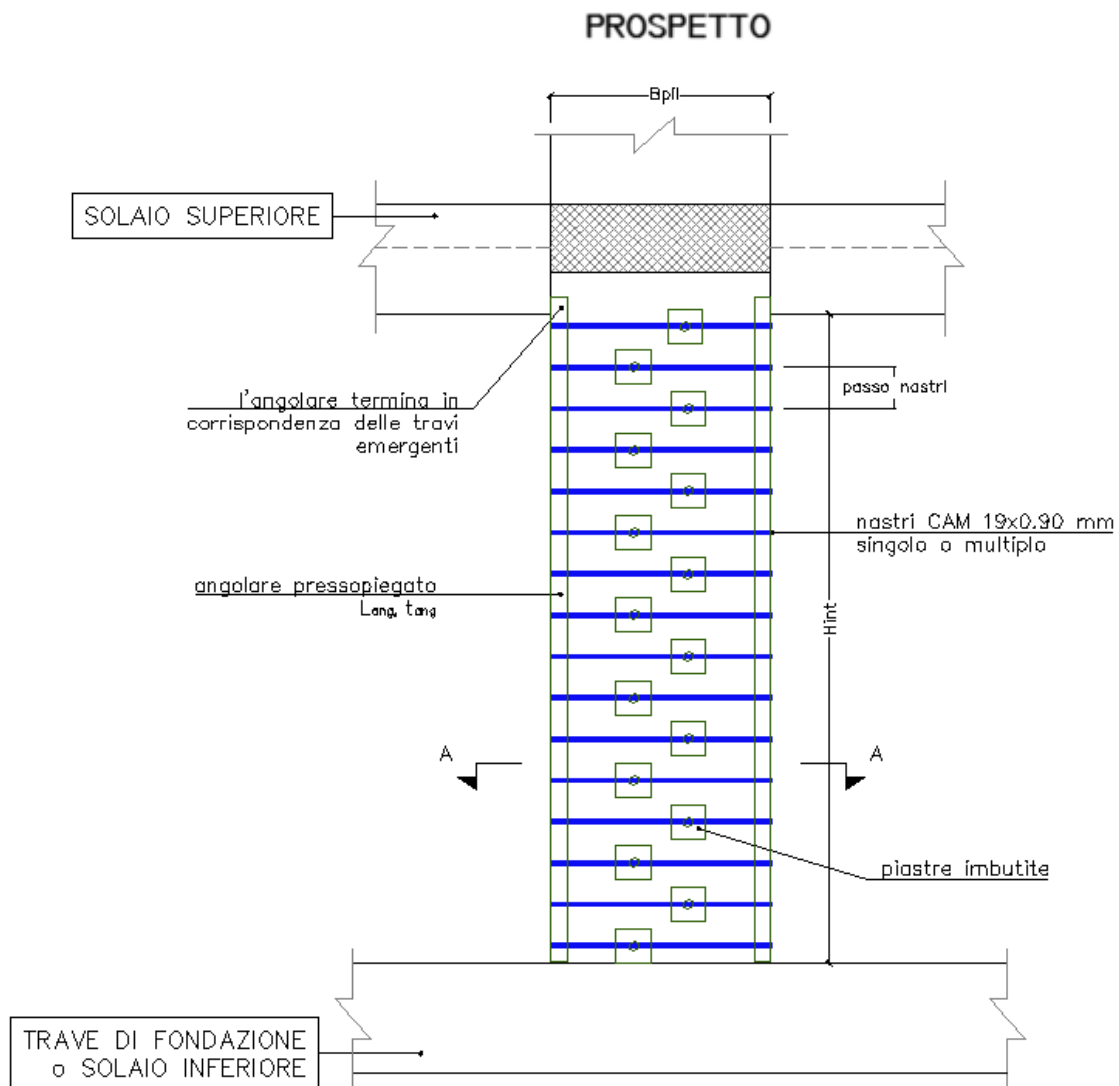
Ciò può essere realizzato in maniera estremamente semplice impiegando normali barre da CA, saldate all'angolare e inghisate in fondazione o nel nucleo interno del pilastro stesso, oppure possono attraversare il solaio e connettersi all'elemento superiore.

Si rimanda ai paragrafi successivi, agli schemi grafici e ai dettagli del calcolo del solo rinforzo a taglio e per garantire il rinforzo a flessione e taglio.


FASI OPERATIVE:

1. demolizione dei tramezzi in adiacenza al pilastro da trattare per circa 5cm
2. rimozione dell'intonaco
3. allettamento degli angolari con malta tipo Master EMACO S950 (circa 0,5 cm)
4. posa degli angolari in corrispondenza degli spigoli del pilastro e disposizione di alcune legature per tenere in posizione l'elemento fino alla completa maturazione della malta
5. taglio del nastro a misura (perimetro + lunghezza di sfrido)
6. inserimento del sigillo
7. disposizione del nastro in posizione (passo previsto a progetto)
8. posizionamento della macchina crimpatrice, tesatura del nastro e sigillatura
9. ripetizione dell'operazione 7 e 8 fino al completamento dell'opera prevista a progetto
10. sbruffatura della superficie trattata con CAM mediante spruzzo di malta tipo Master EMACO S950
11. ripristino della parte demolita di tramezzo
12. ripristino dell'intonaco

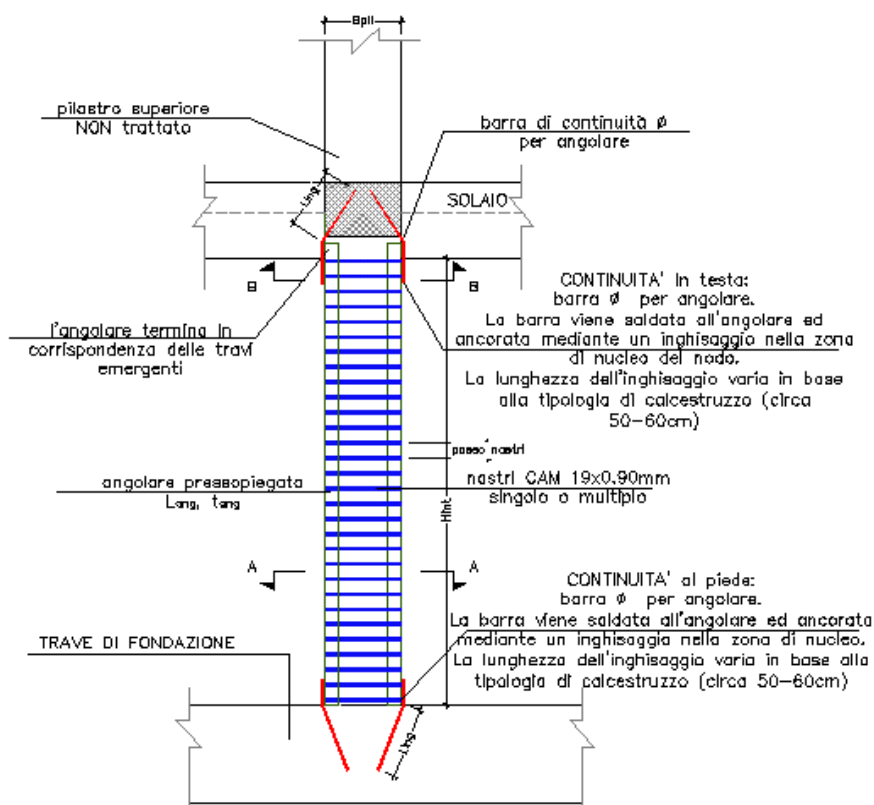
Tipologico di intervento su pilastro: rinforzo a taglio e confinamento.



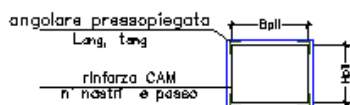
Tipologico di rinforzo del pilastro con sezione allungata

Rinforzo Pilastro
(Taglio, Confinamento ed
Integrazione di Armatura a flessione)

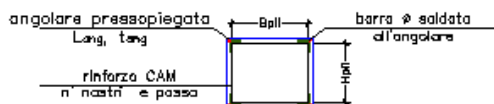
PROSPETTO



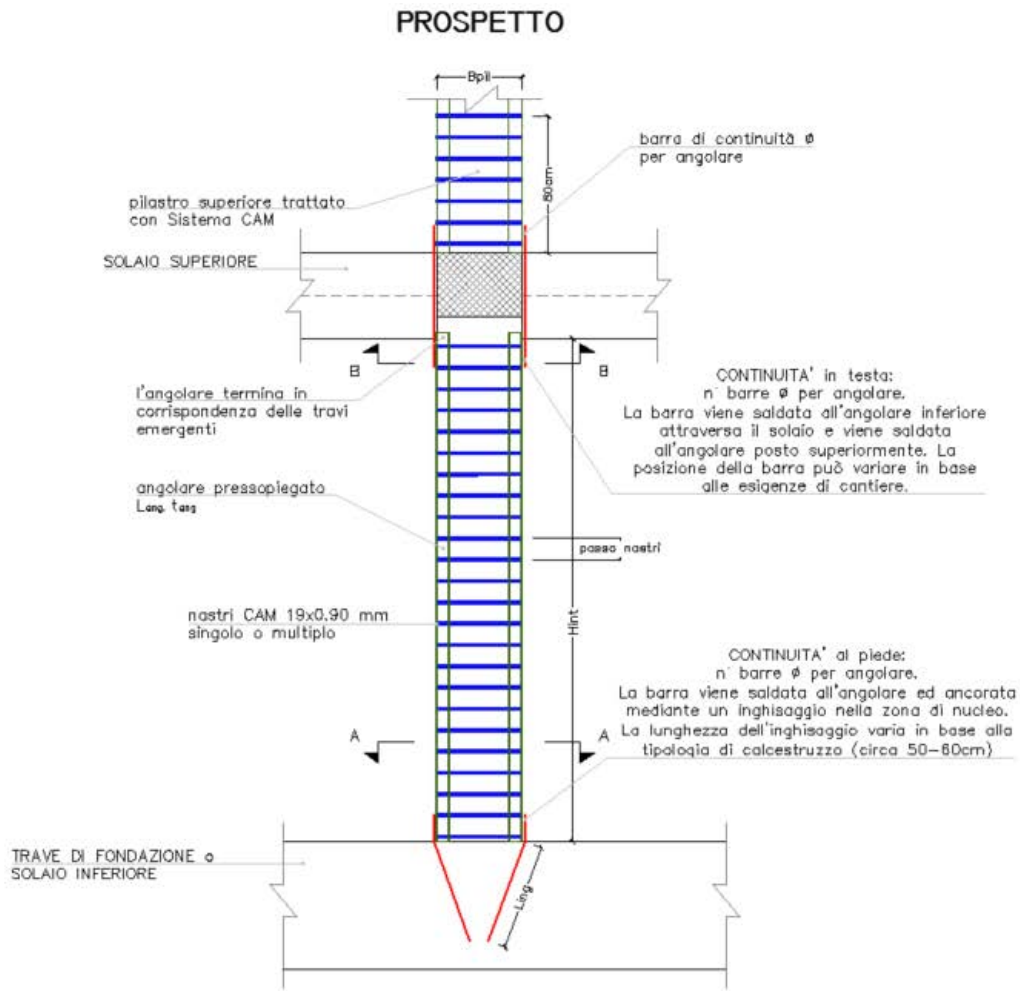
SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



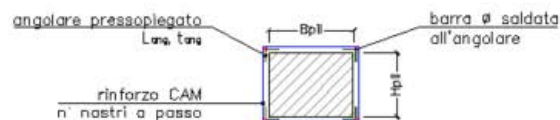
Tipologico di rinforzo a flessione e taglio sul pilastro – il pilastro superiore non è trattato



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



Tipologico di intervento su pilastro: rinforzo a taglio, flessione e confinamento.

3.2 CONSOLIDAMENTO DELLE TRAVI

Nelle travi le legature possono essere realizzate in totale avvolgimento dell'elemento, quindi forando il solaio in corrispondenza del passo scelto, oppure, laddove non si possa intaccare il pavimento del solaio superiore può essere cerchiata la porzione estradossata di trave, forando quindi la trave stessa immediatamente al di sotto dell'orizzontamento.

In corrispondenza dello spigolo a livello di solaio, l'angolare lascia il posto ad un piatto oppure alle piastre imbutite.

Anche per le travi, vale quanto descritto per il pilastro: le legature sono armatura aggiuntiva a taglio (staffe) mentre gli angolari offrono il loro contributo resistente a flessione in mezzera dell'elemento trattato. Laddove la carenza flessionale fosse riscontrata alle estremità va realizzata la continuità d'armatura.

Laddove la continuità d'armatura venga realizzata con barra saldata ed inghisata, sarà necessario effettuare le verifiche richieste.



*Rinforzo de
trave in
completo
avvolgimen
angolari
continui
all'intrados*



**Rinforzo della
trave in
completo
avvolgimento:
piastre
imbutite
all'estradosso**

**Rinforzo della
trave in
completo
avvolgimento:
piatti
all'estradosso**

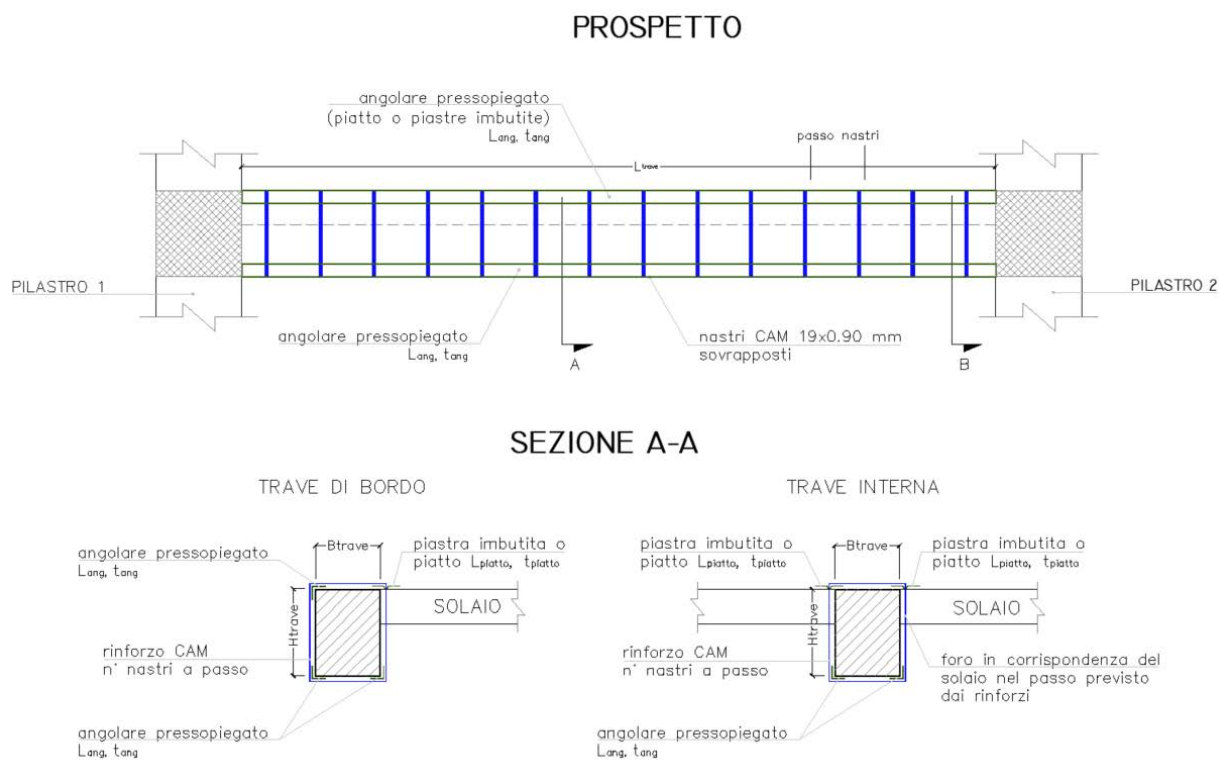


**Rinforzo della
trave in
parziale
avvolgimento:
in
corrispondenza
dell'intradosso
trave sono
disposti
angolari, in
corrispondenza
del foro trave
sono disposte
delle piastre
imbutite.**



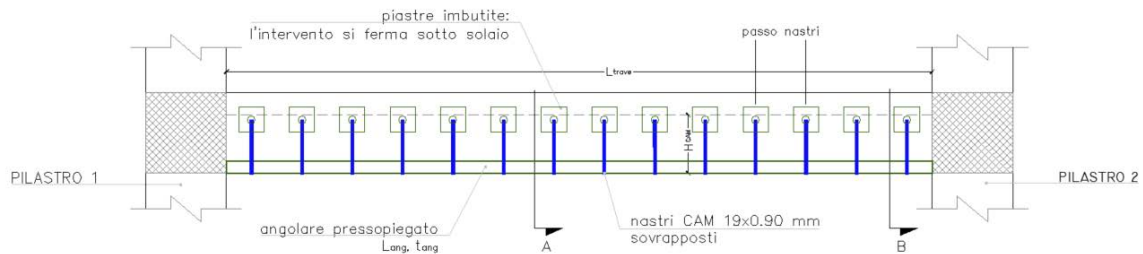
Vista all'intradosso di una trave alta: si possono realizzare fori intermedi nella trave per andare a costituire staffe a più braccia (principalmente nel caso di travi a spessore) o per incrementare il confinamento della sezione.

Di seguito si riportano alcuni schemi grafici semplici per l'intervento su travi estradossate e a spessore.



Tipologico di intervento su trave estradossata: rinforzo in totale avvolgimento.

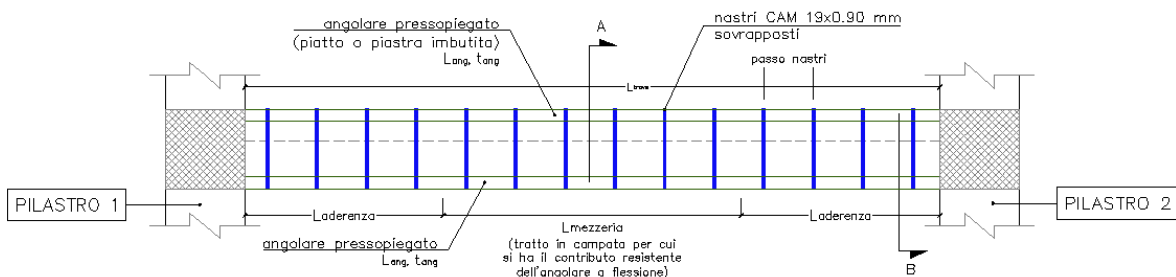
PROSPETTO



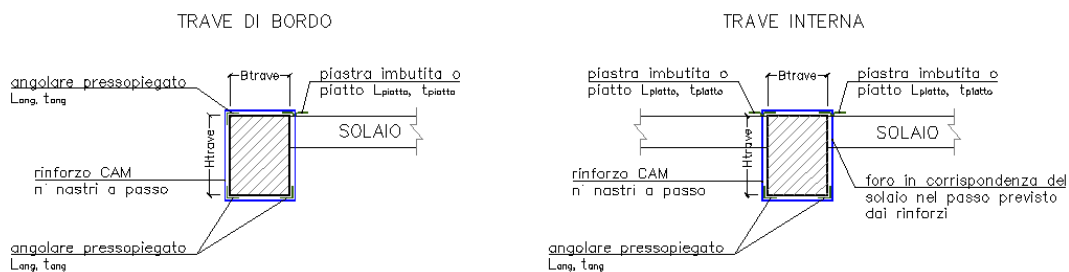
SEZIONE A-A



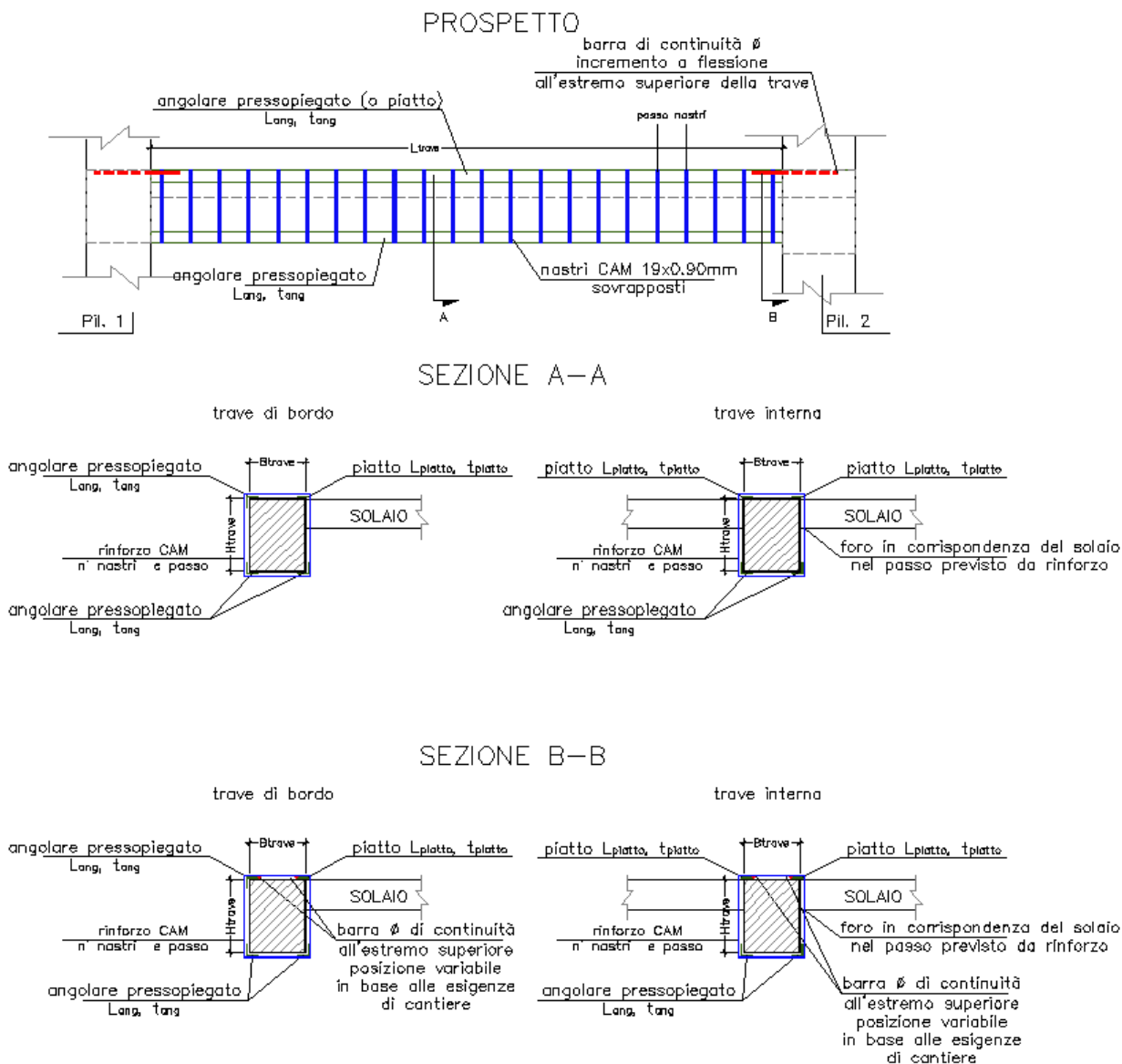
Tipologico di intervento su trave estradossata: rinforzo in parziale avvolgimento.



SEZIONE A-A

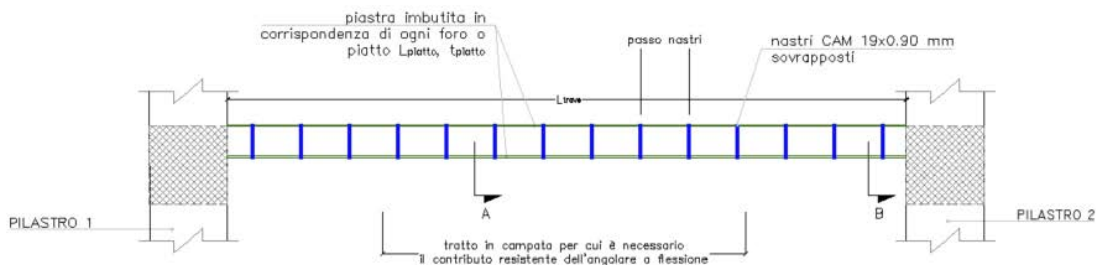


Dettaglio intervento di rinforzo della trave a flessione nella sezione di mezzzeria.

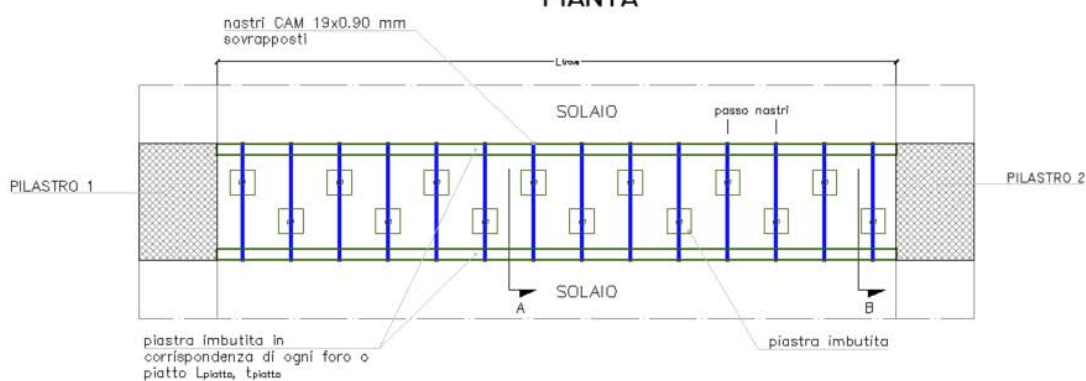


**Dettaglio intervento di rinforzo della trave a flessione nella sezione di appoggio.
Integrazione armatura per momento flettente negativo (armature superiori insufficienti)**

PROSPETTO



PIANTA



SEZIONE A-A



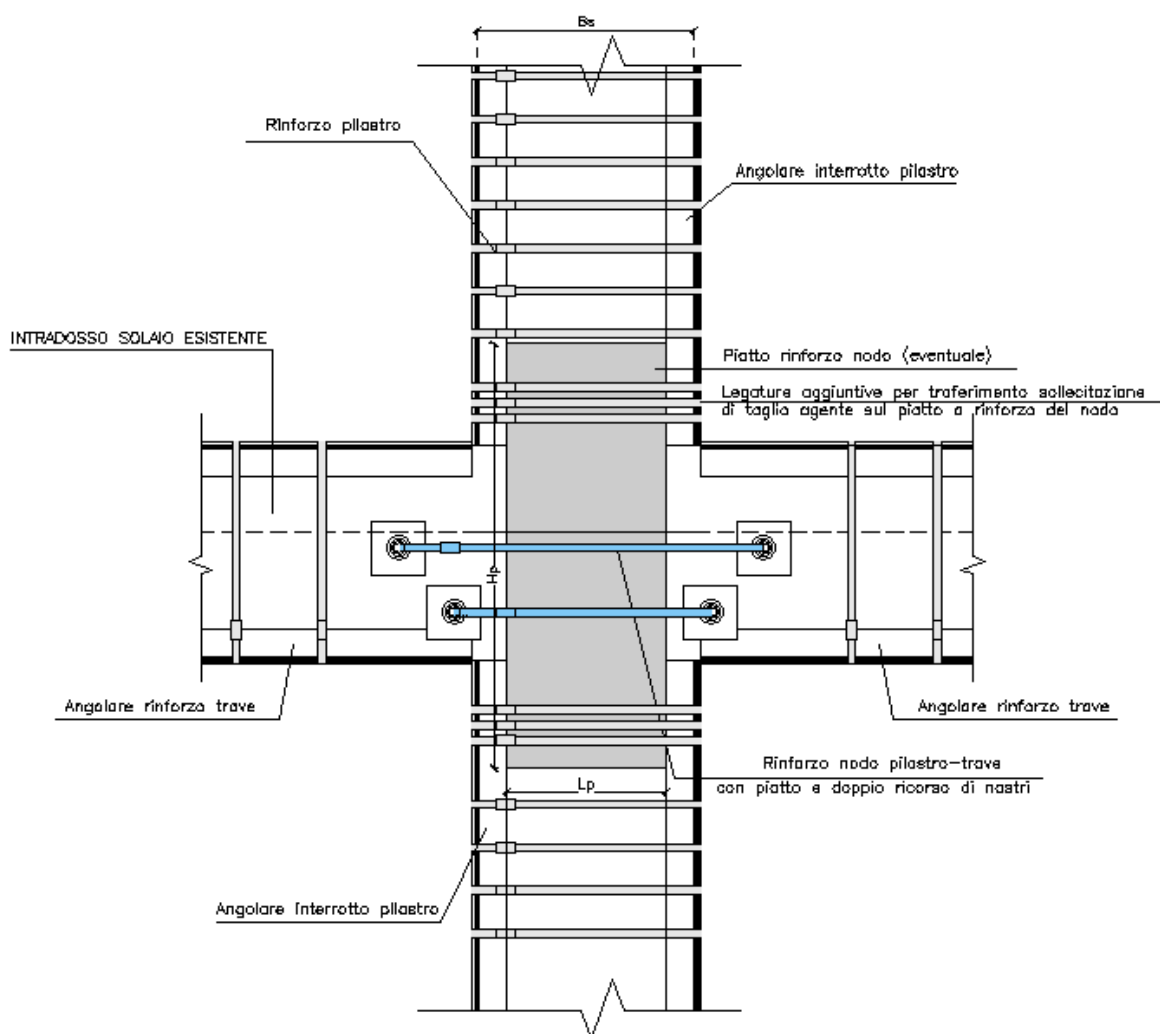
Tipologico di intervento su trave a spessore: rinforzo a taglio e flessione in mezzaria.

3.3 CONSOLIDAMENTO DEI NODI TRAVE- PILASTRO NELLE STRUTTURE INTELAIATE

Altro meccanismo fragile che va scongiurato negli edifici intelaiati è la rottura del pannello nodale, in quanto il nodo trave-pilastro è l'elemento atto al trasferimento degli sforzi tra i due elementi.

Molto spesso gli edifici esistenti mancano del dettaglio costruttivo delle staffe che nel pilastro proseguono, attraversando il nucleo di intersezione con la trave.

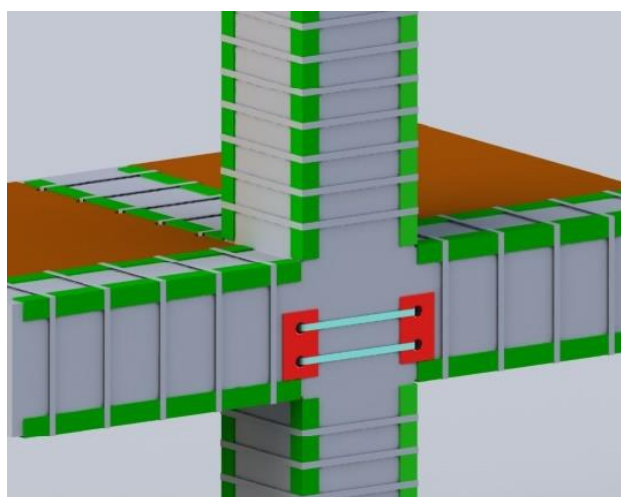
Ciò che si realizza applicando uno o più ricorsi nell'altezza libera di trave al di sotto del solaio e disponendo più nastri in sovrapposizione altro non è che una staffa disposta nel nodo a posteriori.



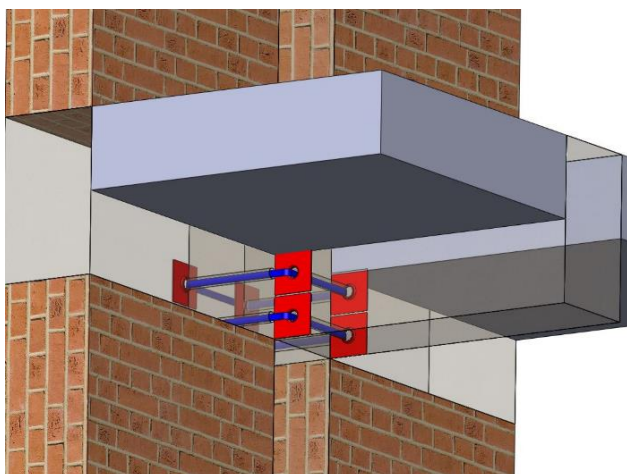
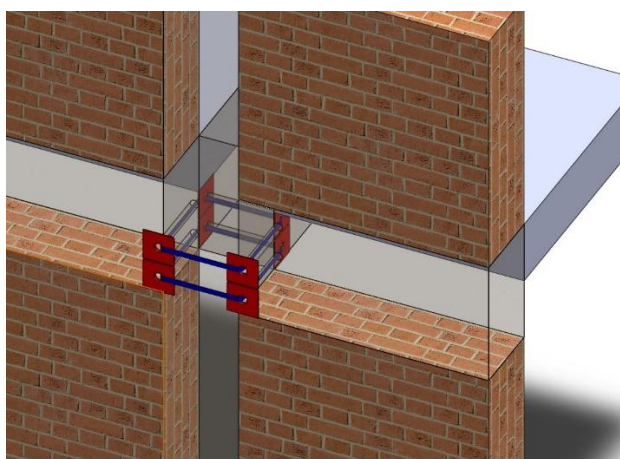
Tipologico di intervento su nodo: in azzurro evidenziate le staffe CAM® aggiuntive



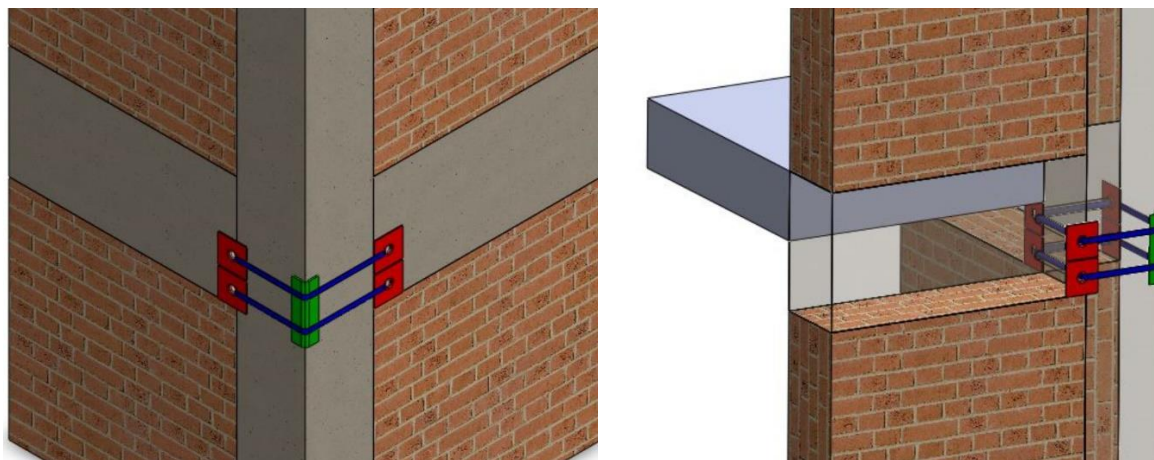
Intervento EDIL CAM Sistemi : rinforzo di nodo



Interventi di NODO mediante Sistema CAM[®]



Interventi di NODO di facciata mediante Sistema CAM[®]



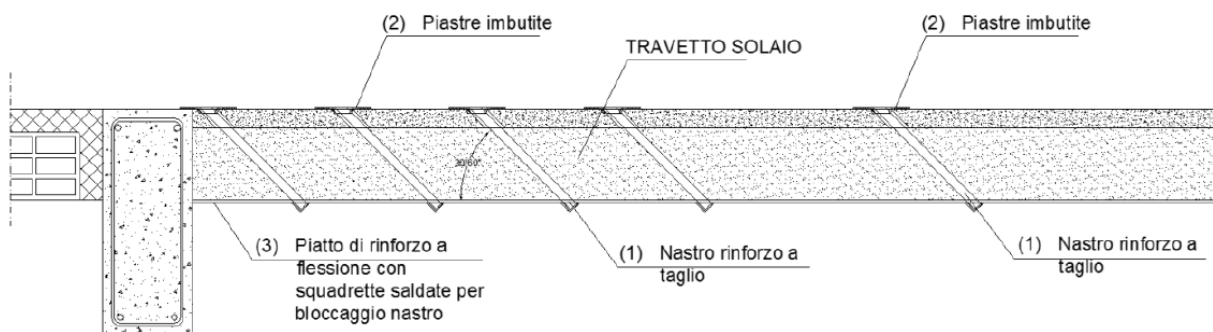
Interventi di NODO d'angolo mediante Sistema CAM[®]

3.4 CONSOLIDAMENTO DEI SOLAI

Il SOL-CAM[®] è un sistema di consolidamento dei travetti di solaio che consente il contemporaneo consolidamento a taglio e flessione del solaio.

Il sistema SOL-CAM[®] prevede il posizionamento all'intradosso dei travetti di un piatto metallico reso solidale al travetto mediante maglie staffanti il travetto realizzate con nastri inox anche in sovrapposizione (realizzate attraverso semplici forature sulla soletta a preferibilmente a 45° dalla verticale).

Tale configurazione permette contemporaneamente di intervenire per le carenze a taglio del travetto (nastri come ferri piegati) e a flessione (il piatto è armatura resa aderente dal sistema di nastri inclinati senza necessità di incollaggio).



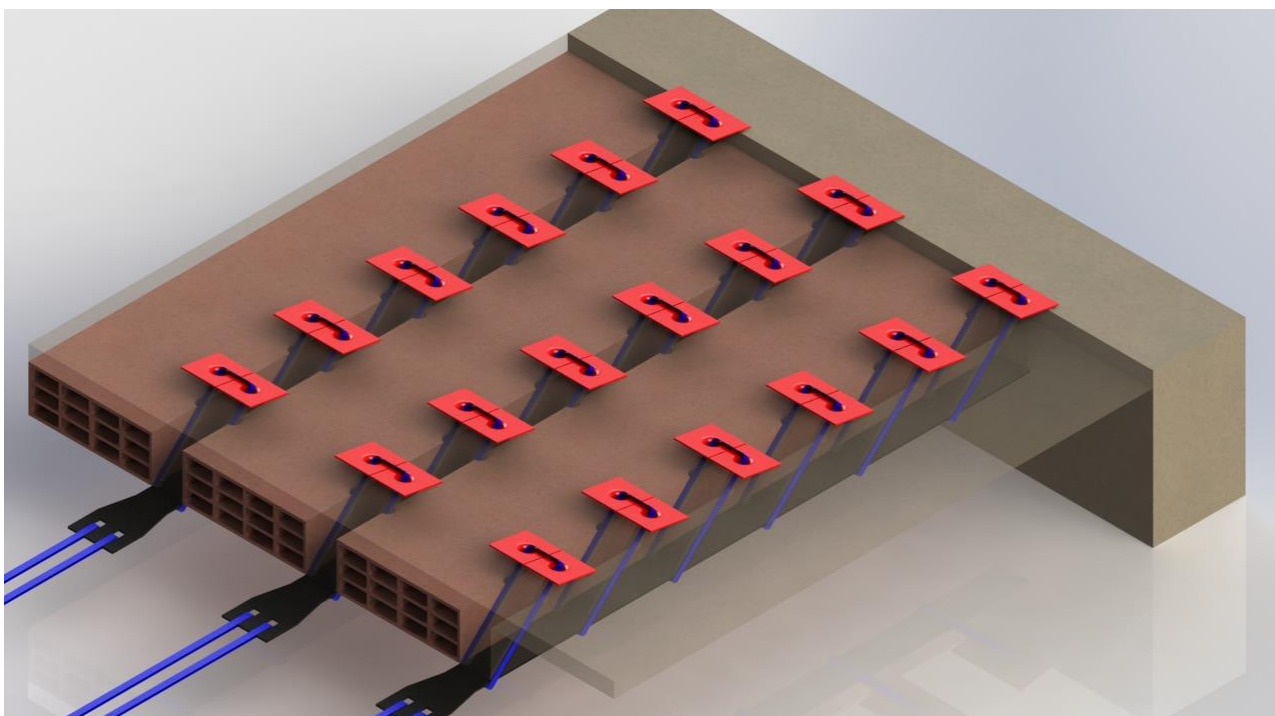
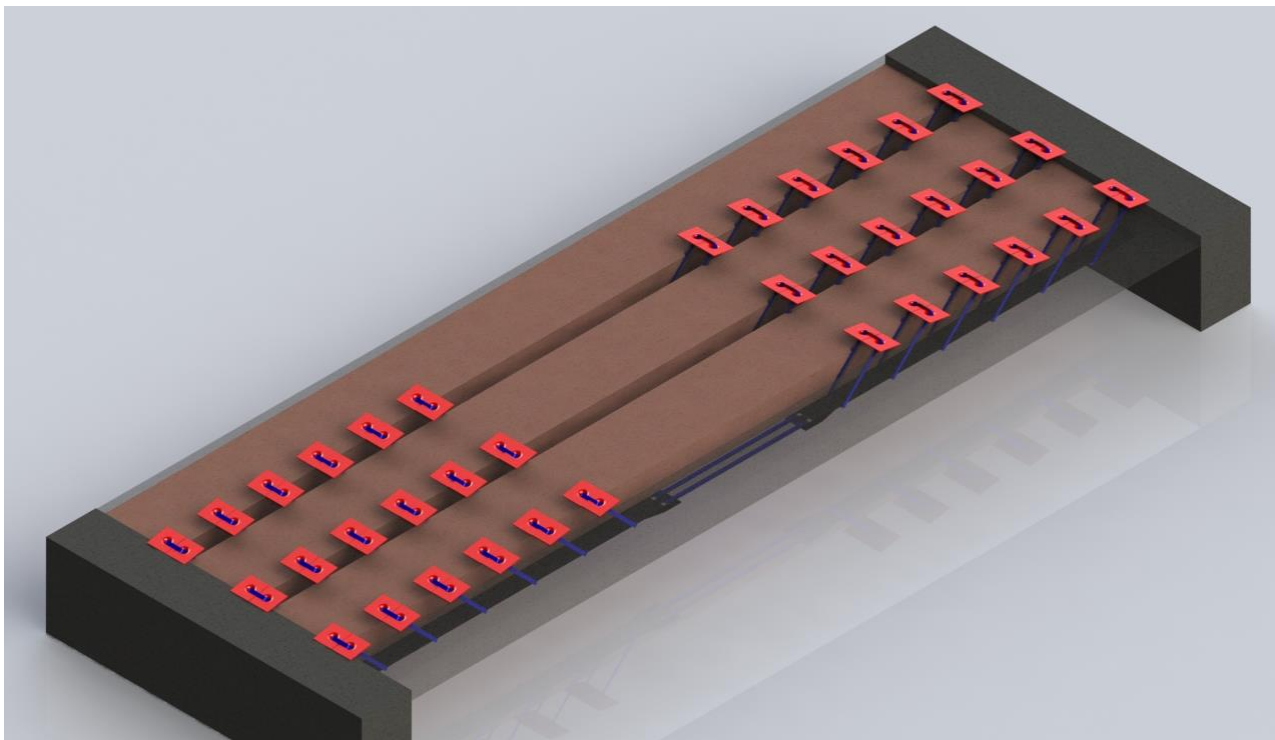
Schema di rinforzo del SOL-CAM[®]



Interventi EDIL CAM SISTEMI su solai: vista intradosso solaio



Interventi EDIL CAM SISTEMI su solai: vista estradosso solaio



Schemi 3D di interventi SOL-CAM[®]

3.5 REALIZZAZIONE DEI VINCOLI TRA MACROELEMENTI NEGLI EDIFICI INDUSTRIALI

L'assenza di vincolo tra macroelementi negli edifici industriali può facilmente essere risolta studiando dei sistemi di connessione in cui fondamentalmente lo sfilamento è impedito da legature atte ad assorbire l'azione orizzontale sismica calcolata sulla base delle masse in gioco sul singolo elemento.

L'intervento più semplice, rappresentato dall'applicazione di carpenteria metallica imbullonata agli elementi da vincolare, in realtà in moltissime applicazioni risulta irrealizzabile o scarsamente conveniente. La carpenteria è preforata, pertanto la posizione dei perni da inghisare tramite ancoranti chimici è fissata. Come spesso accade tuttavia l'inghisaggio può risultare estremamente difficoltoso a causa della presenza di numerose armature negli elementi da connettere. È quindi necessario un rilievo estremamente dettagliato delle armature esistenti per tutti i nodi da trattare e quindi la specializzazione della carpenteria per ciascun caso di applicazione.



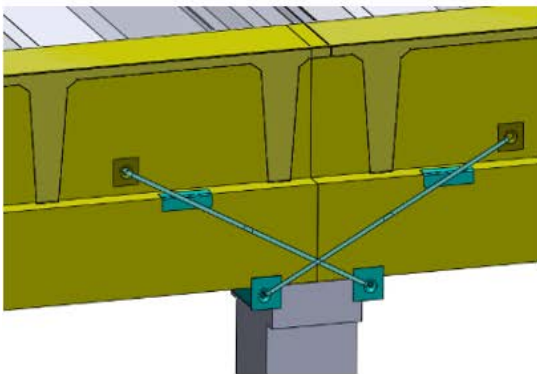
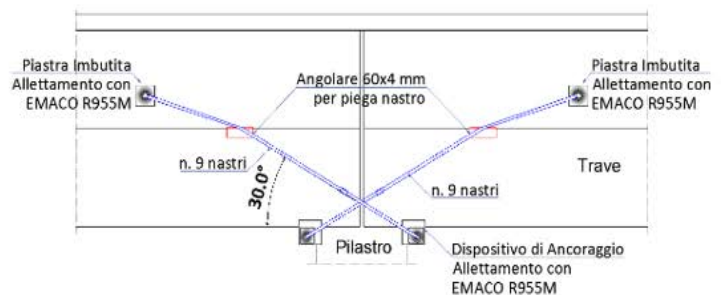
*Carpenteria metallica
per realizzazione dei vincoli*



Situazione impiantistica negli stabilimenti di produzione.

Il vantaggio relativo all'applicazione del Sistema a marchio CAM® è soprattutto legato a due sue peculiarità:

- I ridotti spessori del rinforzo a fronte di grandi prestazioni meccaniche. Il sistema riesce in maniera agevole ad evitare lo smontaggio di tubazioni o impiantistica in generale, di pannelli perimetrali o macchinari.
- La versatilità. La posizione delle forature può essere decisa direttamente in cantiere e quindi non si hanno delle posizioni fisse che poi, a causa della presenza di armatura negli elementi non può essere montata.

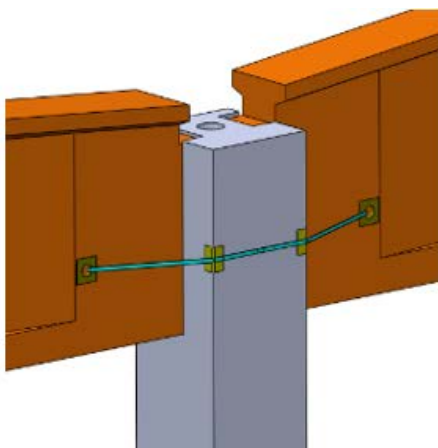
Schema 3D

Schema 2D

Tipologico di intervento di connessione pilastro-trave.

Il Sistema come si nota nello schema grafico è estremamente semplice. Ciascun anello inclinato offre il contrasto allo sfilamento in una direzione.

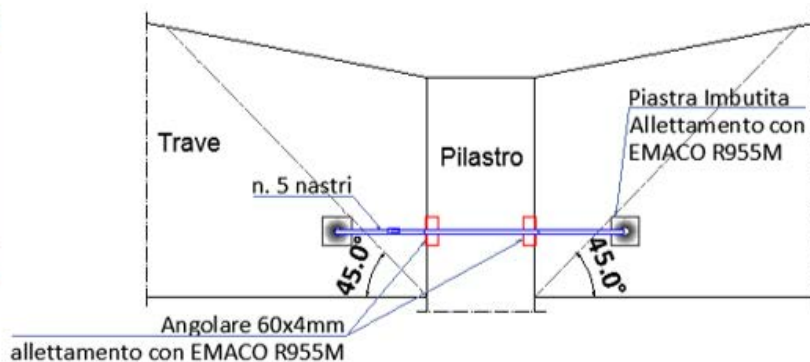
L'elemento posto a contrasto sul pilastro che realizza il vincolo puntuale è fondamentalmente uno scatolare con imbutitura estrema per accompagnare i nastri nel cambio direzione.

Il secondo vincolo puntuale è in corrispondenza della trave dove viene realizzato un foro che ne attraversa lo spessore, in posizione che può essere decisa direttamente in cantiere sulla base delle esigenze riscontrate.

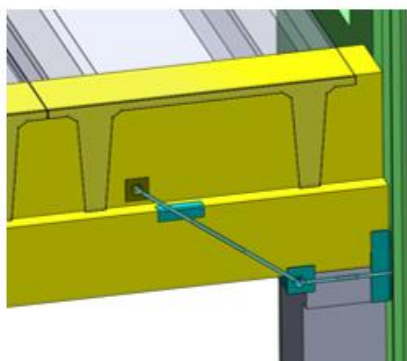
Schema 3D



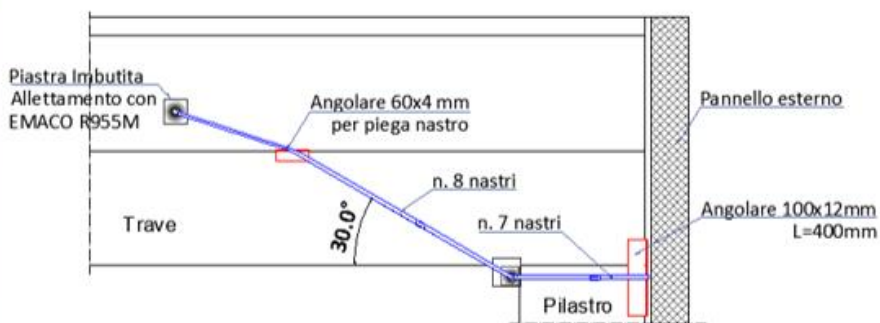
Schema 2D



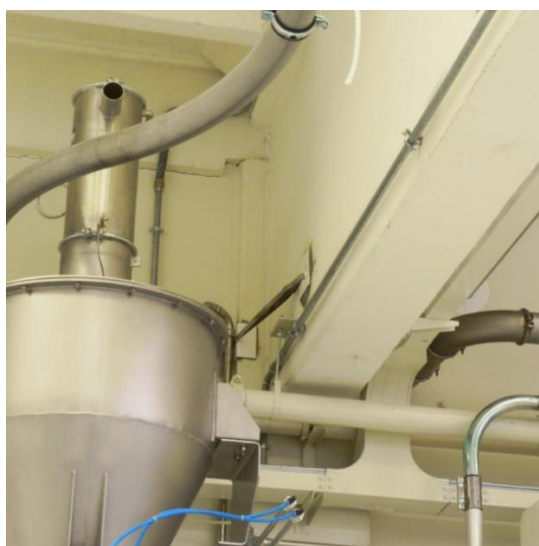
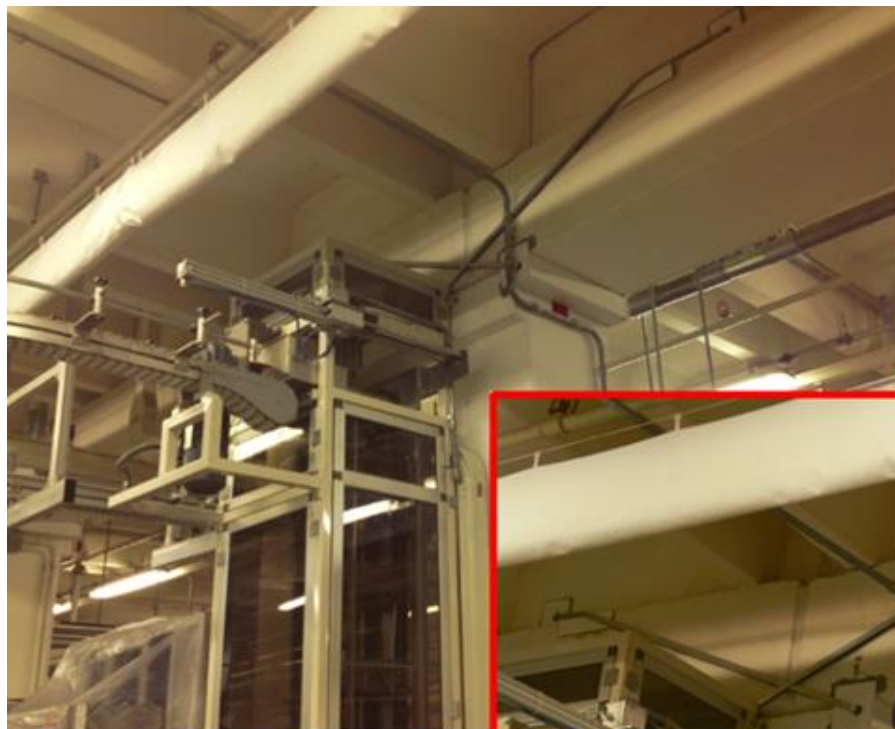
Schema 3D



Schema 2D



Schemi di intervento di connessione pilastro-trave.



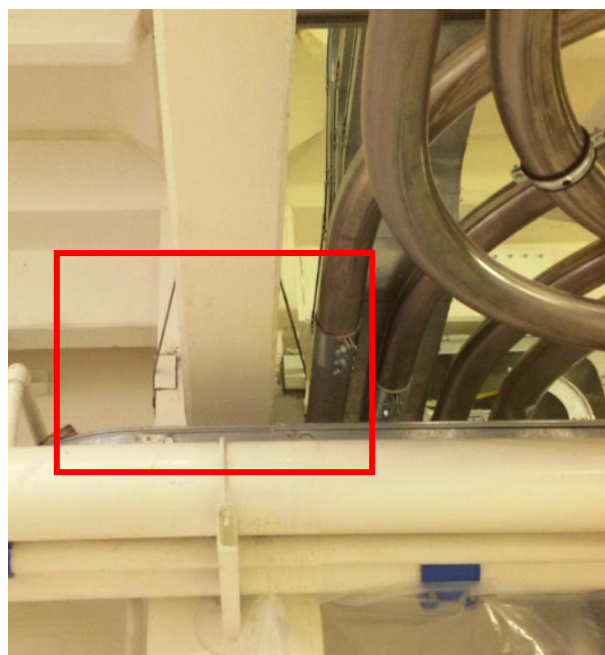
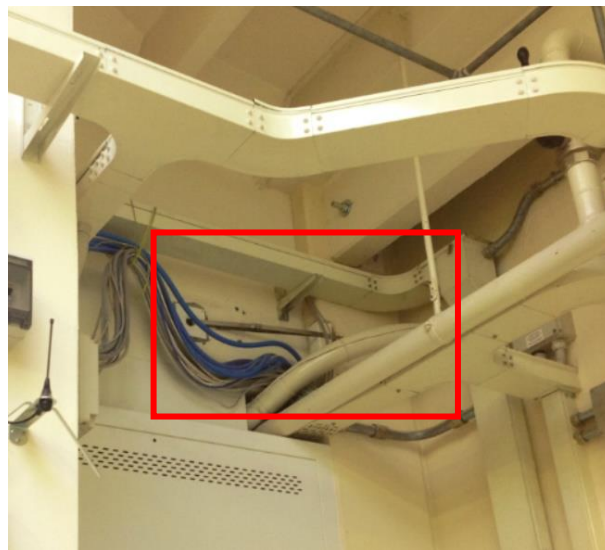
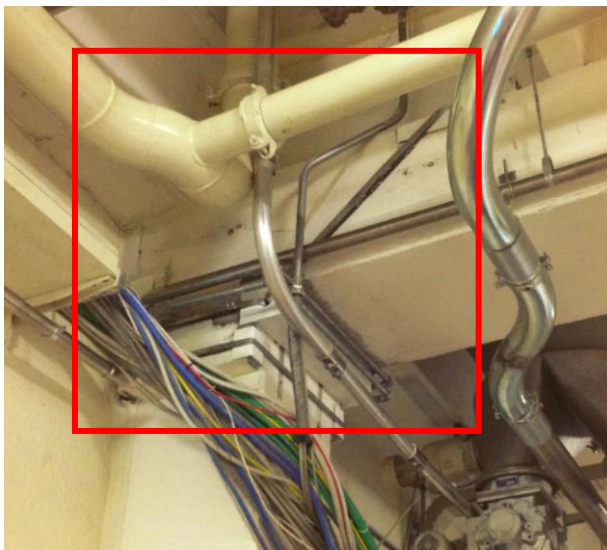
Generale e dettaglio di interventi EDIL CAM SISTEMI di connessione pilastro-trave



Interventi EDIL CAM SISTEMI di connessione pilastro-trave



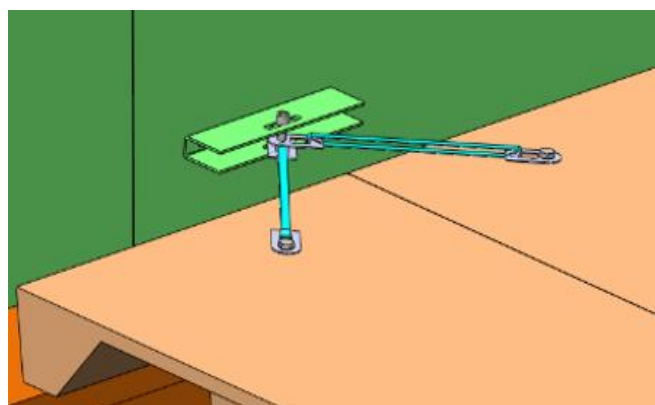
Interventi EDIL CAM SISTEMI di connessione pilastro-trave



Intervento EDIL CAM SISTEMI di connessione pilastro-trave



Intervento EDIL CAM SISTEMI di connessione pilastro-trave



Intervento EDIL CAM SISTEMI di connessione tegolo-pannello

4 I MATERIALI DEL SISTEMA CAM®

Tutti i materiali sono marcati CE. Nella tabella a seguire vengono riepilogati i materiali impiegati per ogni componente e per tipologia di applicazione.

Tutti i componenti, a meno del nastro e del sigillo, sono zincati a caldo.

Componente	Dimensione (mm)	Normativa	SIGLA	f _{tk} (MPa)	f _{yk} (MPa)	A ₈₀ (%)
Piatto imbutito	125x125x4(*)	UNI EN 10025-2	S235	≥ 360	≥ 235	24
Angolare continuo – lavorazione mandorlata	≠ 6/8/10 (*)	UNI EN 10025-2	S355	≥ 470	≥ 355	20
Nastro	19x0.90	UNI EN 10088-4	1.431 2H-C1000	≥ 1000	≥ 650	15
Sigillo	45x55x1 (0.90)	UNI EN 10088-4	1.4301 - 1.4318 - 1.4307	≥ 520	≥ 220	45

(*) ove necessario possono essere prodotti pezzi speciali con dimensione personalizzata.

Come descritto sopra, i nastri posseggono le seguenti caratteristiche meccaniche:

- spessore 0.90 mm e larghezza 19 mm
- resistenze a rottura caratteristica $f_{tk} \geq 1000 \text{ N/mm}^2$
- resistenze a snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 650 \text{ N/mm}^2$
- allungamento a rottura almeno pari al 15%.

Per la resistenza del nastro, la resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd}$ è assunta pari al minore fra $N_{pl,RD}$ resistenza plastica della sezione lorda A e la resistenza $N_{u,Rd}$ a rottura della sezione netta A_{net} in corrispondenza della giunzione per la quale è garantita una resistenza minima pari al 70% della resistenza del nastro stesso.

$$f_{yd} = \min \left\{ \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}, \frac{0.7 \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} \right\}$$

dove $\gamma_{M0} = 1,10$ e $\gamma_{M2} = 1,25$

Si considera quindi una tensione di calcolo pari a

$$f_{yd} = \frac{0.7 \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = 560 \text{ N/mm}^2$$

5 IL CALCOLO E LA MODELLAZIONE DEL SISTEMA CAM[®]

Quando ci si appropria al consolidamento degli edifici esistenti è di fondamentale importanza la conoscenza della struttura, delle sue carenze, dei vizi propri relativi alla tipologia costruttiva e all'epoca di costruzione.

Fondamentale è tuttavia anche avere sempre a mente quale sia il comportamento 'ottimale' della struttura che su cui si deve intervenire.

Il comportamento ottimale di qualsiasi struttura è un comportamento che possiamo definire 'duatile' ovvero in cui si ha il maggior numero di elementi possibili che lavorando in parallelo, permettano la massima dissipazione di energia sismica.

Tale meccanismo si attiva quando si evitano rotture fragili a livello di singolo componente strutturale e a livello globale quando si eviti la formazione di un piano 'pilotis' o analoghi in cui la cernierizzazione dei pilastri avviene prima di quella delle travi.

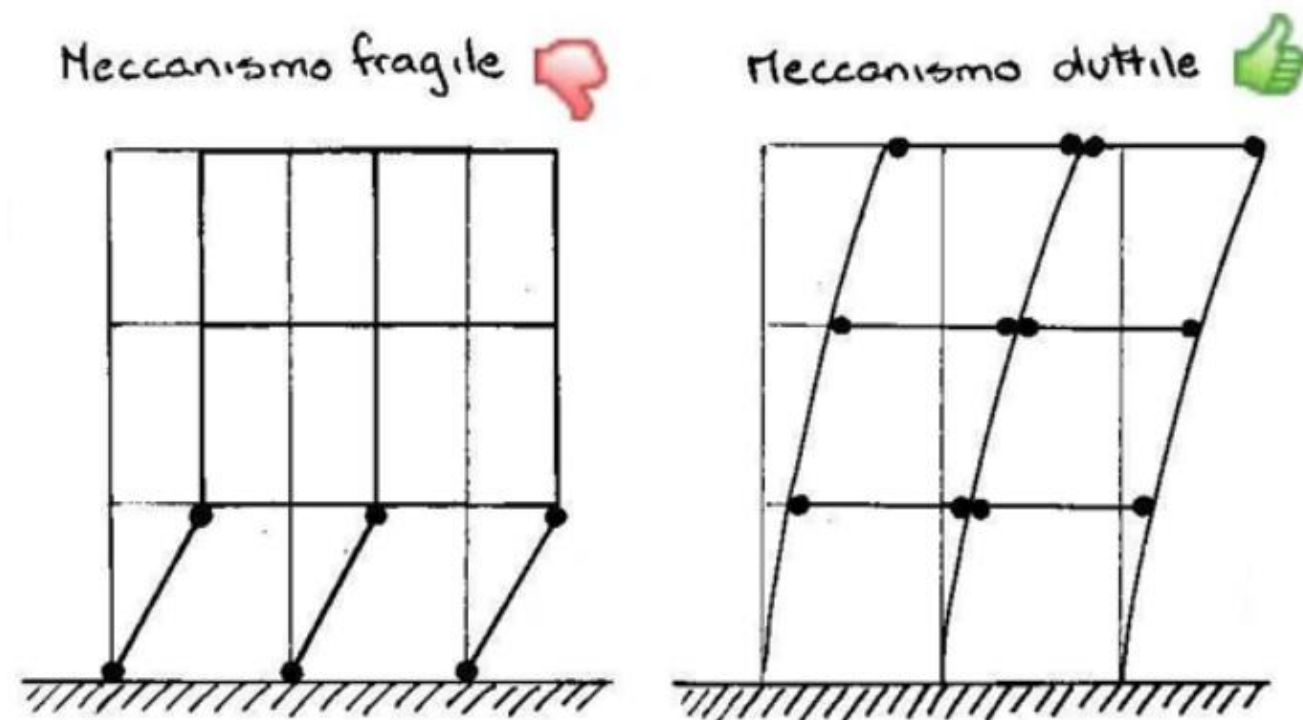


Figura 1 – Meccanismi di collasso degli edifici intelaiati in CA

Tali concetti sono ben noti al tecnico nel progetto delle nuove costruzioni, in cui, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si dà preferenza al meccanismo di rottura duttile degli elementi a flessione/pressoflessione rispetto alla rottura fragile a taglio e si predilige la cernierizzazione delle travi ai pilastri (trave debole-pilastro forte).

Anche negli edifici esistenti il raggiungimento del comportamento 'duttile' è l'obiettivo che va perseguito.

Il Sistema CAM[®] non altera la distribuzione di massa e rigidità sulla struttura pertanto, per allineare eventuali disassamenti tra centri di massa e rigidità, potrebbe essere necessario intervenire con altre tecniche.

Attraverso lo studio dei principali modi di vibrare della struttura si possono individuare le posizioni che consentono di limitare effetti torsionali sull'edificio.

Il Sistema CAM[®] essendo fondamentalmente staffatura aggiuntiva, in primis interviene nello scongiurare i meccanismi fragili di collasso e quindi consente nella maggior parte dei casi di gerarchizzare la rottura nei confronti flessione-taglio.

Contestualmente al rinforzo a taglio, si incrementa anche la duttilità dell'elemento per effetto del confinamento indotto.

Ulteriori meccanismi fragili che facilmente possono essere scongiurati, realizzando staffe chiuse aggiunte a posteriori, sono tutti i meccanismi di collasso del nodo trave-pilastro.

Conseguita quindi, per quanto possibile intervenendo sull'esistente, la gerarchia di rottura a favore dei meccanismi duttili di collasso del singolo elemento, si deve cercare di favorire la formazione del meccanismo duttile strutturale, attraverso interventi atti a conseguire il comportamento cosiddetto a 'pilastro forte-trave debole'. Si può quindi intervenire sui pilastri attraverso un ulteriore incremento in resistenza anche flessionale (considerando gli angolari pressopiegati come armatura aggiuntiva) e rinforzando le travi in duttilità, ovvero conferendo per effetto del confinamento indotto un aumento di capacità rotazionale della sezione e quindi un incremento in capacità alla cerniera plastica.

Maggiori dettagli sul calcolo del Sistema realizzato dalla EDIL CAM Sistemi possono reperirsi nelle Linee Guida alla progettazione.

6 PRINCIPALI LAVORI EDIL CAM SISTEMI SRL

6.1 EDIFICIO SCOLASTICO

Località Torino (TO)
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2017
Importo lavori tra i 150'000 e i 350'000 euro

L'edificio scolastico è a sei livelli e presenta la peculiarità di una facciata continua di infissi che non è stata rimossa per l'applicazione del rinforzo CAM[®] su pilastri, travi e nodi necessaria al raggiungimento del miglioramento sismico richiesto dalla committenza.



Il minimo ingombro della componentistica strutturale ha permesso che fosse sufficiente lo spazio d'aria derivante dalla sola demolizione dell'intonaco negli intorni dell'infisso perché le travi e i pilastri potessero essere cerchiati efficacemente dal nastro. l'intervento così inserito unitamente alle necessità di una veloce applicazione che permettesse la fruibilità degli ambienti scolastici nel più breve tempo possibile ha permesso alla tecnologia CAM® di risultare vincente rispetto alle altre proposte.





EDIL CAM® Sistemi Srl

Via dei Genieri n. 39 - 00143 Roma
Tel. +39.06.5073602 +39.06.50512918 +39.06.5070046 Fax +39.06.60507041
P.IVA: 06262521005 Registro Imprese Roma al n. 2000/06262521005
R.E.A. 956541 Capitale Sociale €114.000,00 Codice Univoco ODNX4GR
info@edilcamsistemi.com edilcamsistemi@pec.it www.edilcamsistemi.com



ISO 9001:2015

ISO 14001:2015

ISO 45001:2018



0273



UNI EN ISO 3834-2

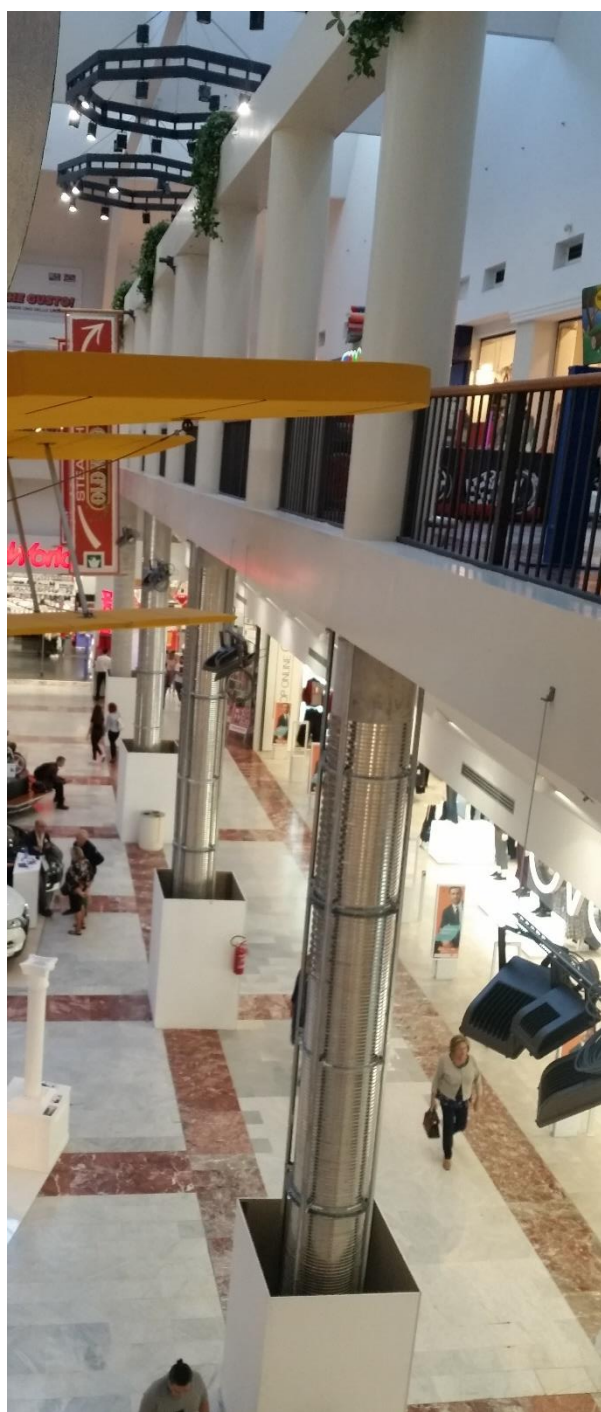
6.2 CENTRO COMMERCIALE "I GIGLI"

Località Campi Bisenzio (FI)
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2017
Importo lavori fino a 150'000 euro

L'edificio oggetto dell'intervento è un centro commerciale. In corrispondenza della zona in cui trovavano sito le scale mobili di connessione tra i due livelli fuori terra del centro commerciale si rendeva necessario un ampliamento del solaio superiore con conseguente incremento di carico per le colonne preesistenti. L'intervento di cerchiatura CAM[®] realizzato, data la geometria circolare, applicando direttamente le nastrature sulla superficie delle colonne, ha permesso di raggiungere incrementi di resistenza a compressione per confinamento del 60%.

Il cantiere CAM[®] è stato quindi completamente A SECCO. Il centro commerciale con ampi orari di apertura al pubblico ha mantenuto la piena operatività delle attività grazie alle ridotte aree di cantiere necessarie per l'installazione del Sistema e all'intervento realizzato esclusivamente in orario notturno. La VELOCE applicazione del Sistema CAM[®] ha permesso con una sola squadra costituita da MAESTRANZE QUALIFICATE di intervenire sulle 12 colonne alte oltre 750 cm, fasciate con 2 nastri sovrapposti a passo 3 cm per un totale di oltre 14 Km di nastri CAM[®] messi in opera in soli 13 notti lavorative.





6.3 EDIFICIO SCOLASTICO

Località Nereto (TE)
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2018
Importo lavori tra i 150'000 e i 350'000 euro

Il complesso scolastico si articola in sette differenti corpi di fabbrica. L'intervento CAM[®] ha interessato i principali cinque di questi.

La cerchiatura di pilastri, travi e nodi ha permesso di incrementare la resistenza a taglio e flessione degli elementi, modulando gli interventi secondo le necessità progettuali.

Il Sistema NON INVASIVO e FLESSIBILE CAM[®] ha permesso di limitare al minimo le demolizioni delle tamponature in prossimità degli elementi trattati, mentre gli infissi non sono stati rimossi limitando quindi al minimo le lavorazioni accessorie rispetto alle strutturali.







6.4 UFFICI 'ENEL OPEN FIBER'

Località Roma
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2019
Importo lavori tra i 150'000 e i 350'000 euro

L'oggetto del rinforzo è un edificio in cemento armato sede di un'importante società di telecomunicazioni, in cui il solaio del piano seminterrato presenta carenze strutturali. Il solaio è di tipo gettato in opera, costituito da travetti e una doppia soletta superiore ed inferiore con blocco di alleggerimento interposto tra le due.



Il rinforzo CAM[®] è stato applicato ai travetti, disponendo piatti superiormente ed inferiormente e nastri a fasciare l'intera sezione del travetto, ottenendo in questo modo un incremento di resistenza a taglio. In corrispondenza degli appoggi, laddove fosse necessario il rinforzo a flessione, è stato disposto il piatto

continuo per garantire continuità di armatura longitudinale. L'intervento CAM[®] così disposto ha permesso il rinforzo del solaio evitando la demolizione dell'impalcato.



6.5 EDIFICIO SCOLASTICO

Località Lesina (FG)
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2019
Importo lavori tra i 150'000 e i 350'000 euro

Il complesso edilizio è composto da due corpi di fabbrica in cemento armato separati da un giunto strutturale. Le principali carenze della struttura sono da attribuire alla mancanza dei dettagli costruttivi (staffatura dei nodi, infittimento di staffe alle estremità dell'elemento) che determinano la formazione di meccanismi fragili, in luogo del buon comportamento duttile atteso per le strutture in zona sismica.

L'intervento di rinforzo CAM[®] è disposto in maniera diffusa su tutti gli elementi travi, pilastri e nodi dell'edificio conferendo incrementi di resistenza a taglio e flessione ed incremento di duttilità alla struttura.

La flessibilità e i ridotti ingombri del sistema hanno permesso di rendere minime le demolizioni delle tamponature e limitare la rimozione di impianti e infissi.



6.6 EDIFICIO SCOLASTICO

Località Lesina (FG)
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2019
Importo lavori tra i 150'000 e i 350'000 euro

L'edificio scolastico è composto da tre corpi di fabbrica costituiti da un struttura in cemento armato. L'applicazione del sistema CAM[®] viene realizzata nel corpo B del complesso edilizio, eseguendo in maniera estesa il rinforzo sugli elementi trave, pilastro e nodo, che conferisce incrementi di resistenze a taglio e flessione e aumento di duttilità. Gli spessori minimi dei materiali e degli elementi costituenti il sistema CAM[®] hanno consentito di evitare lo smontaggio degli infissi e di limitare al massimo i lavori di ripristino e di finitura.





6.7 STUDENTATO 'CEUR'

Località Roma
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2019
Importo lavori tra i 550'000 e i 750'000 euro

L'edificio in oggetto è un edificio in cemento armato disposto su sette livelli in cui è previsto l'intervento di adeguamento della struttura. La particolarità della struttura sono le grandi luci delle campate che risultano molto grandi pari a circa 9 m.

L'applicazione del rinforzo CAM[®] è stata prevista per gli elementi trave, disponendo fasciature con nastri inox e profilati metallici agli angoli degli elementi, quest'ultimi adeguatamente bloccati alle estremità per garantire la continuità dell'armatura longitudinale. In questo modo si riesce a fornire l'incremento di resistenza a taglio e a flessione necessario a raggiungere l'adeguamento della struttura.





6.8 EX SEDE BNL

Località Roma
Tipo fabbricato: CA
Anno: 2019
Importo lavori tra i i 750'000 e 1'000'000 euro

L'edificio in oggetto è parte del fabbricato sede storica della banca BNL a ridosso di Via Veneto.



Oggetto di intervento CAM[®] è la parte in cemento armato: è previsto l'intervento di adeguamento della struttura mediante confinamento di pilastri, travi e nodi.



La struttura presentava numerose situazioni singolari, come travi curve, accoppiate, di geometria non regolare, oltre alla peculiarità dell'intera configurazione strutturale ovvero la presenza di forti discontinuità in elevazioni con rastremazioni e sistemi di travature nelle due direzioni senza convergenza al nodo di pilastro.



