



Istituto di Istruzione Superiore
Della Corte - Vanvitelli - Cava de' Tirreni (Sa)

il giorno 11 febbraio 2017

Presenta

“Miglioramento, Adeguamento e Isolamento Sismico: tra Mito e Realtà”

Relatore

Prof. Ing. Luciano Rosati “Università degli Studi Federico II di Napoli”
presso l’Auditorium IIS Della Corte-Vanvitelli di Cava de’ Tirreni (SA)



SINGOLARITA' DEL TERREMOTO RISPETTO AD ALTRE CALAMITA' NATURALI

Il terremoto: un fenomeno fisico imprevedibile, di breve durata, che rispetto ad altre calamità naturali ha una probabilità minore di verificarsi ma le cui conseguenze sono molto gravi in termini di vittime, danno economico, sconvolgimento sociale.

1/2 della popolazione mondiale vive in zona a rischio

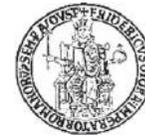
1/4 è concentrata in aree urbane esposte al rischio sismico

Terremoto, causa modificatrice della storia locale

1693 gennaio 11, Val di Noto - XI grado MCS, circa 60.000 vittime

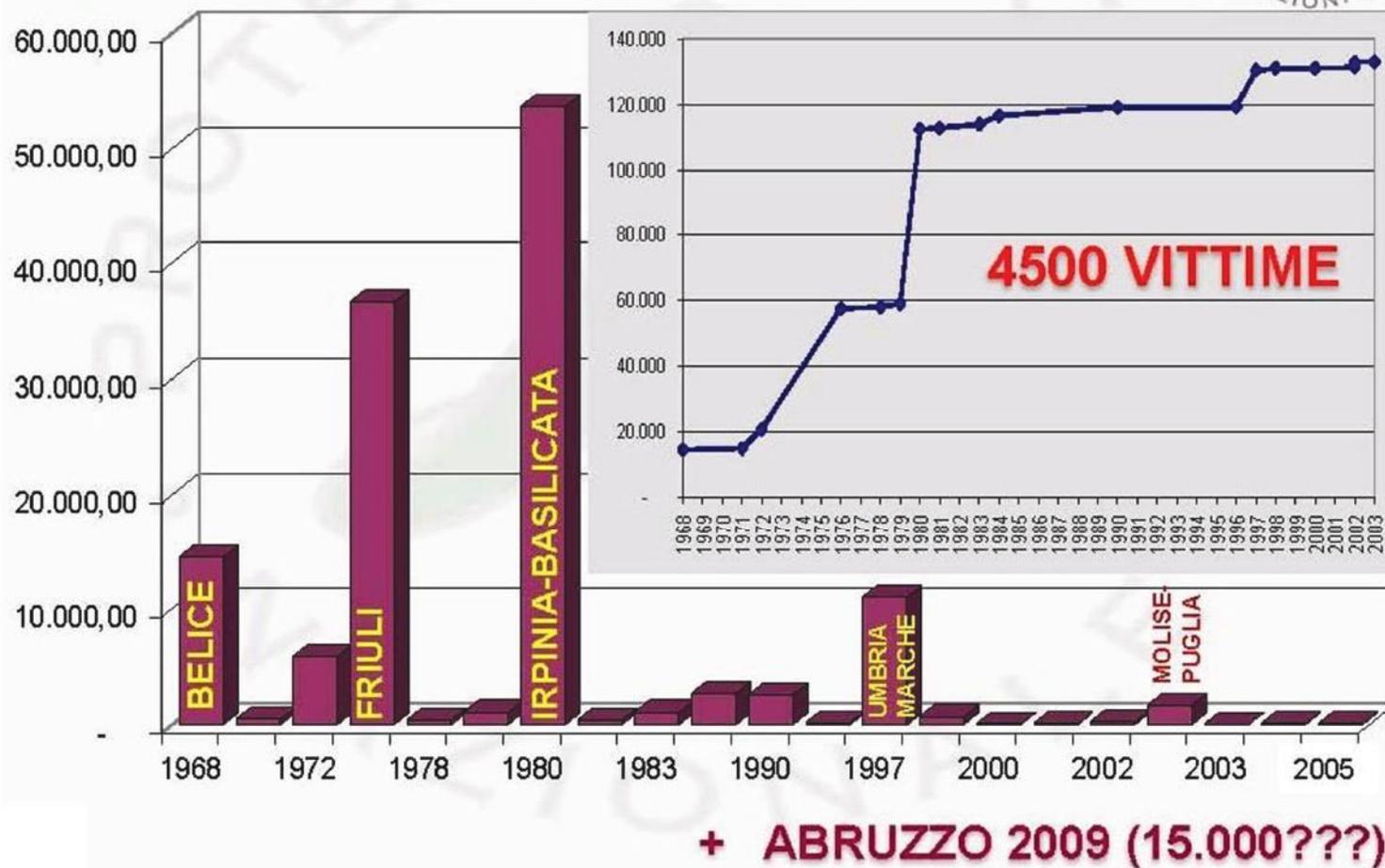
1755 novembre 1, Lisbona - XI grado MCS, circa 70.000 vittime

1783 febbraio-marzo, Calabria -XI grado MCS, circa 50.000 vittime



COSTO DEI TERREMOTI ITALIANI

COSTO DEI TERREMOTI ITALIANI DEGLI ULTIMI 45 ANNI (M€-2005)





DISTRUTTIVITÀ DEI TERREMOTI ITALIANI

L'elevato rischio sismico dipende dalla **notevole vulnerabilità del patrimonio edilizio italiano**, determinata da numerosi fattori, tra cui:

- presenza di un gran numero di edifici storici o di antica costruzione, e di edifici monumentali,
- degrado di estesi quartieri in aree metropolitane,
- edilizia illegale (“spontanea”) diffusa nelle zone a maggiore pericolosità sismica,
- non perfetta conoscenza della pericolosità sismica del territorio,
- inadeguatezza delle norme del passato e della loro applicazione.



IL TERREMOTO DE L'AQUILA (06 aprile 2009)

Edifici periziati: 186

indagati:	casa studente	11
	convitto nazionale	3
	via XX settembre 123	1
	via campo di fossa	nessuno (tutti deceduti)
	porta napoli	1 (deceduto nel corso del procedimento)
	va poggio s.maria	1 (deceduto nel corso del procedimento)
	via d'annunzio 24	2
	via generale rossi	3
	via roma 18	4
	via gualtieri d'ore	nessuno (tutti deceduti)
	via Milonia 31	3
	via Milonia 13	3
	via XX settembre 79	7
	via Cola dell'Amatrice	1
	via Sturzo 33-39	1
	via Persichetti 7	2

Edificio in cemento armato con struttura portante a telaio;

Sul lato Sud-Est erano presenti 5 piani fuori terra, mentre sul lato Nord-Ovest erano presenti 4 livelli fuori terra.

Presso il Genio Civile erano depositati solo i seguenti documenti: la relazione tecnica, i calcoli sulle strutture in cemento armato, la pianta delle fondazioni e l'autorizzazione a costruire.

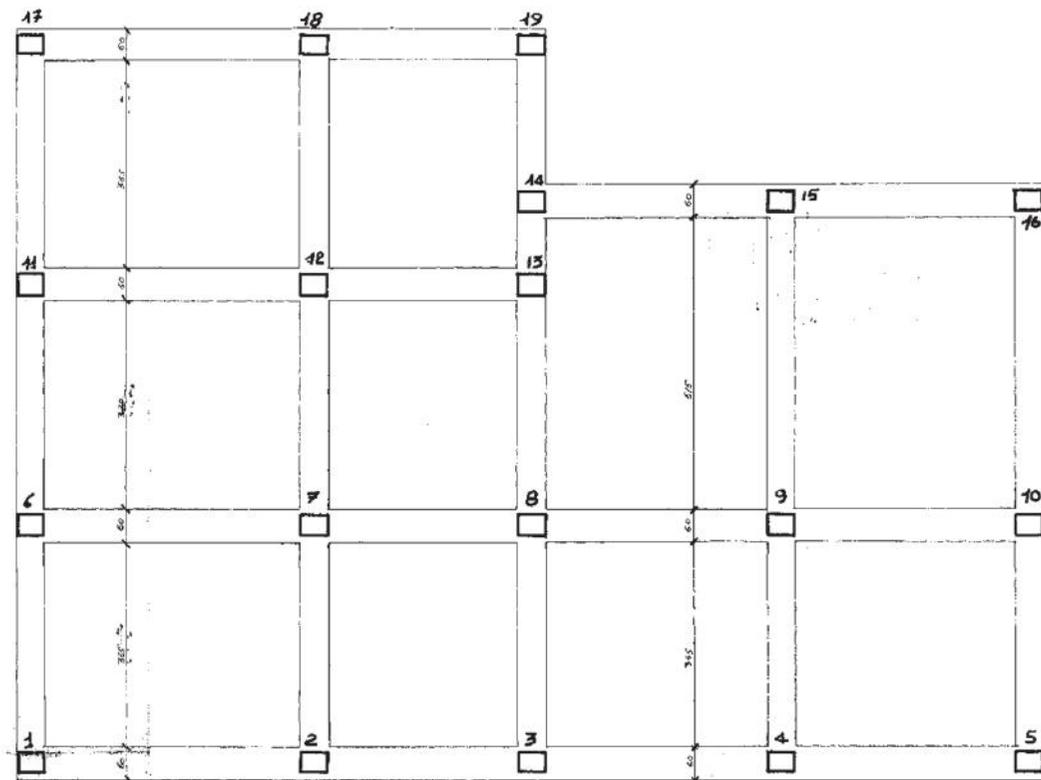
Mancavano: l'elaborato grafico e i calcoli dell'intero edificio, il certificato dei materiali messi in opera, il certificato di collaudo e la relazione geotecnica.



Dall'analisi della pianta delle fondazioni, si evince che la struttura era dotata di regolarità in pianta.

Lo sviluppo verticale dei pilastri era realizzato coerentemente con la geometria prevista nella pianta delle fondazioni.

All'ultimo piano era presente una riduzione sia della massa, sia della rigidità, inoltre i pilastri, per la presenza del tetto avevano altezze diverse: il tutto faceva sì che l'edificio fosse NON regolare in elevazione,



elaborato di progetto risalente al 1959 – Pianta Fondazioni

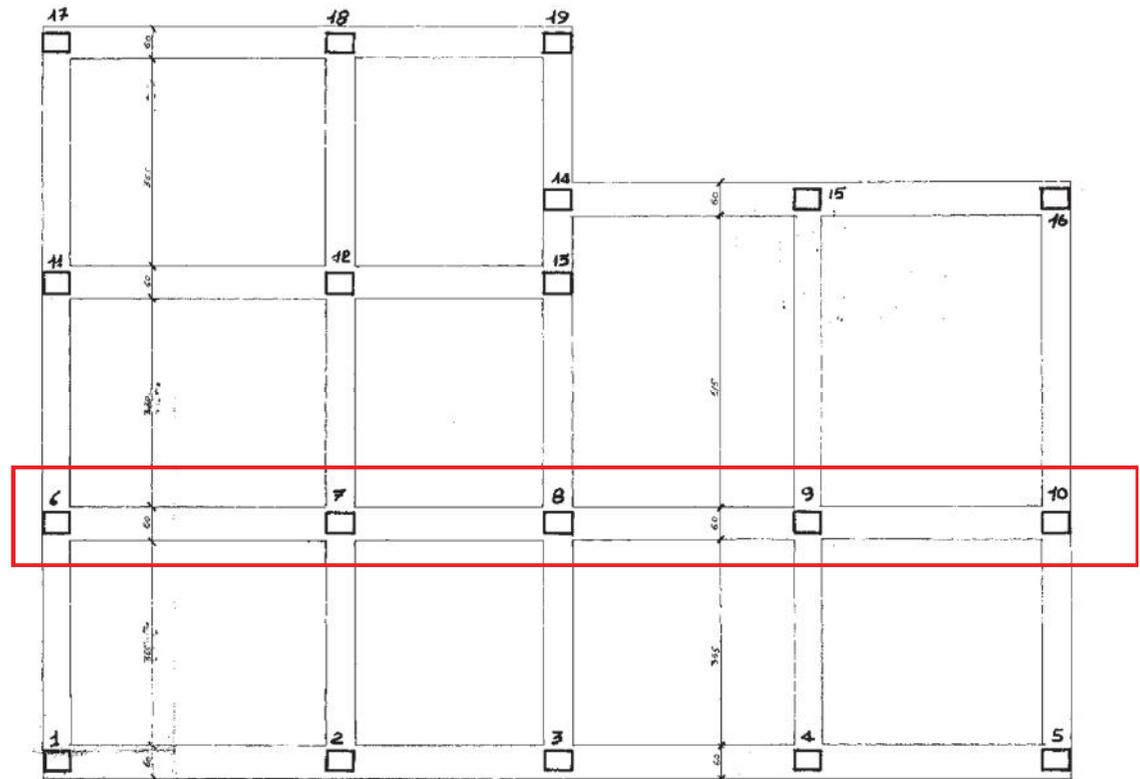
Nell'autorizzazione a costruire, depositata presso il Genio Civile, si imponeva che il numero di piani fuori terra, fosse in numero pari a tre, inoltre era vietato la realizzazione di un attico all'ultimo piano.

Tuttavia furono realizzati altri due piani ed un attico sul fronte con la strada.



La relazione sul calcolo delle strutture in cemento armato, riporta il calcolo, rispetto alle azioni sismiche, di un solo telaio rappresentativo, evidenziato nella figura seguente.

Le analisi dei carichi eseguite successivamente, mostrano una sottostima del carico dovuto alle tramezzature di circa il 40% ed inoltre risulta trascurato totalmente il contributo delle tamponature.





Nella relazione di calcolo non è riportata alcuna indicazione dei materiali previsti in progetto.

L'analisi delle verifiche condotte sugli elementi principali mostra tensioni massime di circa 65 kg/cm².

Le fondazioni risultano realizzate per mezzo di travi rovesce e le tensioni massime sul terreno sono pari a 1,88 kg/cmq.

Il terreno sottostante l'edificio è costituito da:

Argille limose con caratteristiche meccaniche buone: queste costituiscono il terreno di appoggio delle fondazioni del fabbricato.

Pezzame calcareo con caratteristiche meccaniche ottime, le quali costituiscono il substrato geotecnico dell'area in esame.

Pertanto la tensione massima agente sul terreno, è inferiore al carico limite del terreno, assunto nei calcoli delle fondazioni.

In seguito all'evento sismico, la struttura in esame è completamente crollata e non è possibile riconoscere nessun elemento resistente.



Dall'analisi delle fondazioni, si evince che non esistono particolari segni di cedimento ed inoltre le sezioni delle travi di fondazioni, risultano pressoché integre.

In particolare, non risultano evidenti quadri fessurativi tali da indurre ad ipotizzare cedimenti ovvero plasticizzazioni degli elementi strutturali di fondazione.



Piano Fondale – vista da Nord- Est

Per valutare la resistenza a schiacciamento del calcestruzzo impiegato, sui campioni prelevati dalle macerie, sono state impiegate diverse modalità di prova.





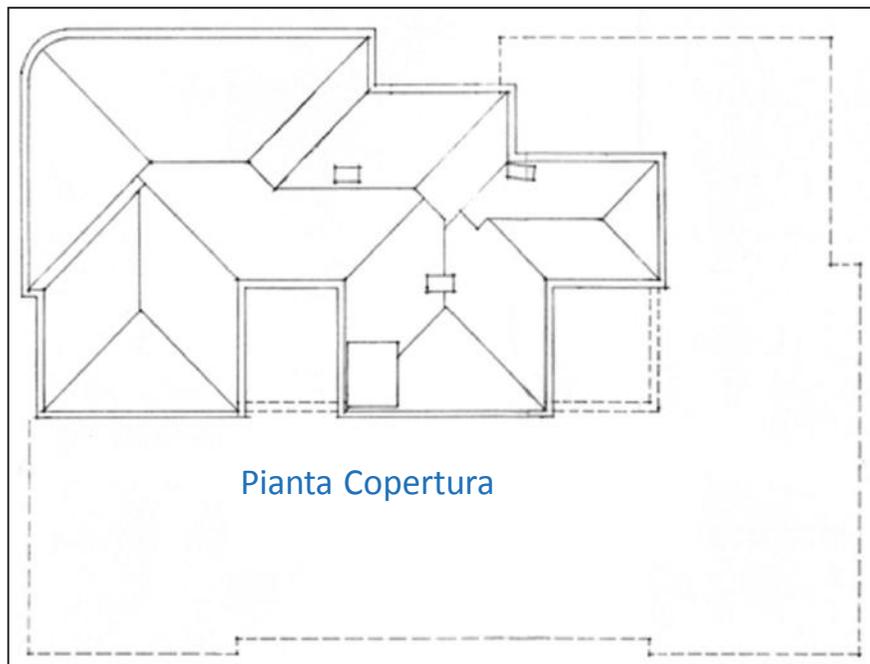
I valori di resistenza ottenuti, **risultano notevolmente più bassi**, sia dei valori minimi previsti dalle norme vigenti all'epoca della costruzione, sia dei valori delle tensioni valutate nelle verifiche degli elementi principali.

In considerazione delle scarsissime caratteristiche meccaniche dei materiali in opera, nello stato di fatto antecedente il sisma, l'edificio presentava un'elevata vulnerabilità già solo per carichi verticali.

Le particolari scarse caratteristiche dei materiali in opera non possono essere imputabili ad un processo di invecchiamento dei materiali stessi, bensì alle scarse caratteristiche dei materiali all'atto della messa in opera.

In riferimento a quest'ultimo contesto, è necessario ricordare che i controlli previsti in fase di costruzione e di collaudo della struttura, avrebbero consentito di verificare la particolare scarsità delle caratteristiche meccaniche dei materiali messi in opera.

Costruzione in sistema misto muratura e cemento armato, costituito da 4 piani fuori terra più un attico all'ultimo piano.



La documentazione depositata presso il Genio Civile, non riguarda l'edificio iniziale, ma la copertura aggiuntiva in cemento armato.

Il nuovo tetto di copertura era costituito da falde in cemento armato e tavelloni, supportato da frenelli in mattoni ad una testa, poggiati a loro volta sull'ultimo solaio piano costituente la pre-esistente copertura. A seguito dell'intervento, la struttura risulta essere irregolare sia in pianta che in elevazione.





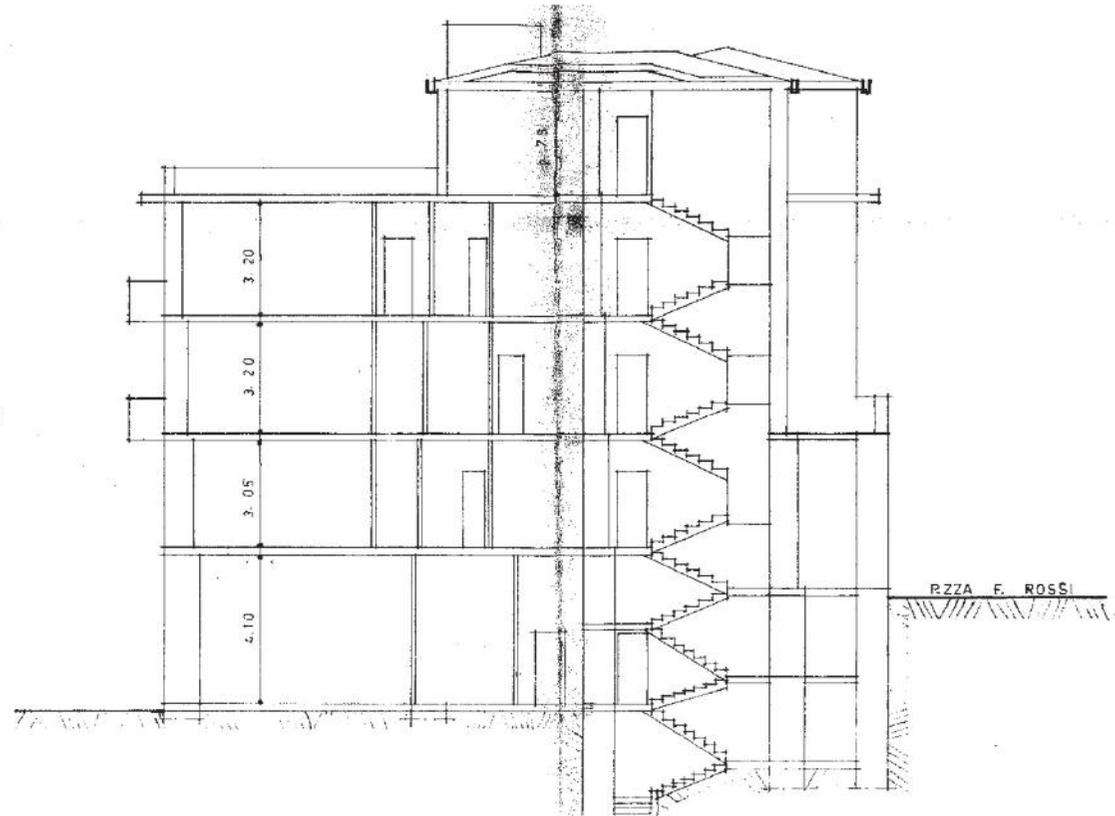
Tra la documentazione depositata, non si ritrovano valutazioni delle condizioni di sicurezza strutturale dell'edificio, nello stato di fatto ed in quello post-intervento, sotto l'azione dei maggiori carichi verticali ed orizzontali dovuti alla costruzione del nuovo tetto.

Mancano le indagini volte alla caratterizzazione meccanica degli elementi strutturali pre-esistenti e di quelli messi in opera, i calcoli e le verifiche dei nuovi solai in progetto, i dettagli costruttivi e le caratteristiche meccaniche dei materiali previsti.

Mancano inoltre la relazione a struttura ultimata ed il certificato di collaudo statico relativi all'intervento .

La sezione dell'edificio è risalente all'anno 2000.
In seguito alla realizzazione del piano attico, la struttura pre-esistente non è stata rinforzata.

Tra i documenti di progetto disponibili, relativi all'intervento di realizzazione del nuovo tetto, non si ritrovano indicazioni inerenti i materiali adottati in progetto né prove, volte ad accertare le caratteristiche meccaniche dei materiali pre-esistenti ovvero messi in opera.



In seguito all'evento sismico, la struttura in esame è completamente crollata e non è possibile riconoscere nessun elemento resistente.



Il confronto tra le tipologie costruttive e gli elementi strutturali in corrispondenza dei locali interrati e quelle che risultano dalle foto dell'edificio ante-evento, lascia presupporre che tali locali siano di epoca antecedente alle parti in elevazione che costituivano l'edificio nella sua ultima configurazione ante-crollo. In particolare, si evidenzia la presenza di archi e volte al livello interrato non presenti ai piani superiori.



Dal rilievo dello stato di fatto delle strutture verticali del piano interrato non sono stati evidenziati particolari segni di cedimento fondale.

La struttura originariamente si sviluppava al piano interrato con un'impostazione analoga a quella dei piani superiori.

Inoltre l'edificio era stato realizzato su di un'area di sedime di un altro edificio risalente ad un'epoca ancora precedente.





Il terreno sottostante l'edificio è costituito da:

Argille limose con caratteristiche meccaniche buone: queste costituiscono il terreno di appoggio delle fondazioni del fabbricato.

Pezzame calcareo, avente caratteristiche meccaniche ottime, le quali costituiscono il substrato geotecnico dell'area in esame.

La successione stratigrafica rilevata è riferibile alla categoria di suolo di fondazione B.

Per quanto attiene alla muratura, le pareti murarie in corrispondenza del piano interrato risultano realizzate per mezzo di una tessitura irregolare costituita da elementi informi di diversa pezzatura e malta di cattiva qualità. Paramenti murari siffatti appartengono alla “*muratura di tipo 1*” cui è associata una elevata vulnerabilità sia per azioni fuori dal piano che per carichi verticali.





Provini di calcestruzzo sono stati prelevati dal sedime e sottoposti a diverse prove, restituendo una resistenza media a compressione:

$$R_{ck} = 9,44 / 0,83 = 11,37 \text{ Mpa}$$

Tale valore è rappresentativo delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo in opera e ne evidenzia le particolari scarse caratteristiche meccaniche. Tuttavia non è stato possibile distinguere se i campioni di calcestruzzo provati derivassero da elementi del nuovo tetto ovvero dai solai originari.



Una verifica strutturale della costruzione, che sarebbe stata necessaria sia per una corretta valutazione ingegneristica dell'intervento, sia per le norme vigenti, avrebbe potuto individuare le carenze strutturali e la vulnerabilità sismica della costruzione.

Non sono state eseguite analisi e verifiche della portanza del solaio di copertura originario che veniva assoggettato ad un raddoppio dei carichi permanenti gravanti su di esso. Tutto ciò **in spregio** alle regole tecniche e alla normativa tecnica sulla sicurezza strutturale ed antisismica

.... ma sarebbe più giusto dire al **BUON SENSO**



L'intervento di realizzazione della nuova copertura a falde in cemento armato ha raddoppiato i carichi permanenti sul solaio preesistente.

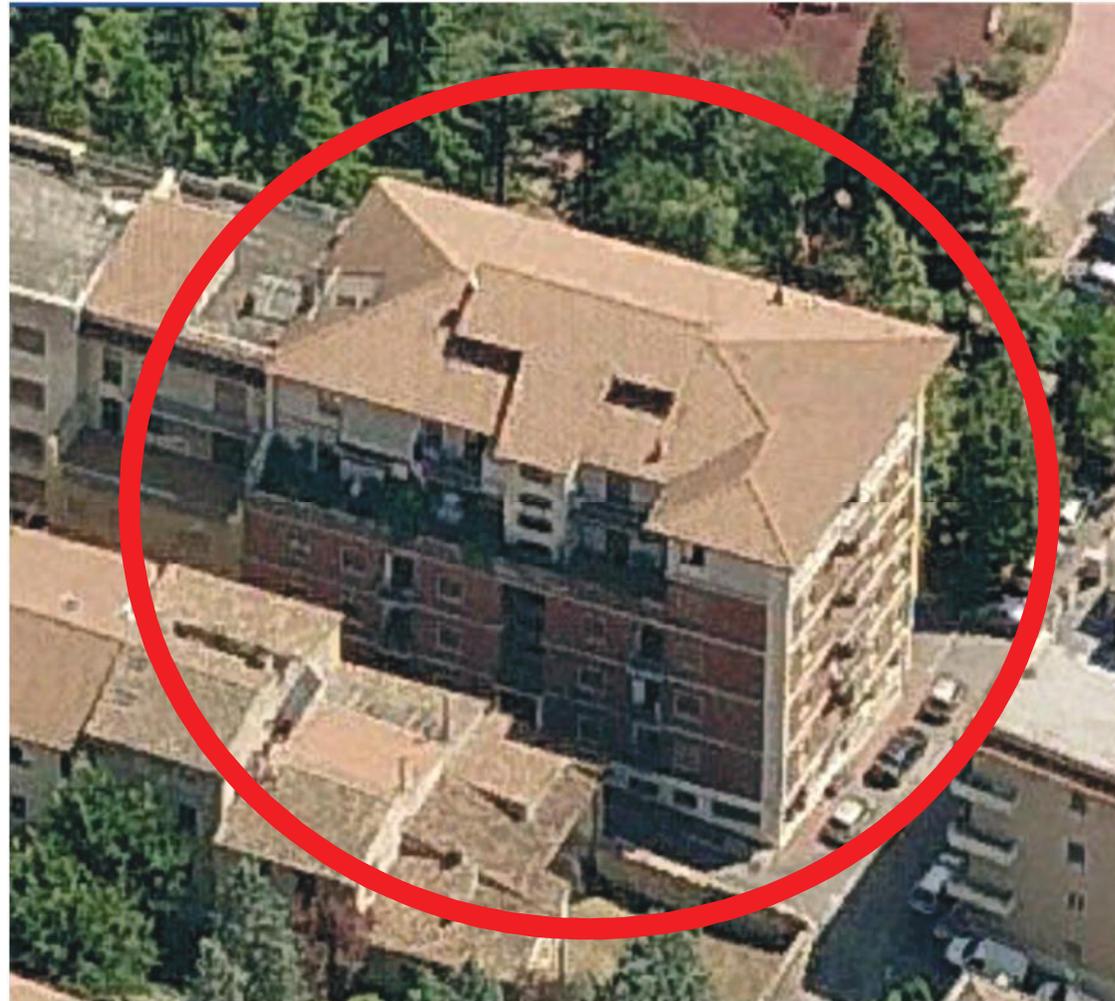
Tale intervento è stato condotto senza alcuna verifica delle strutture preesistenti nell'assoluta inosservanza dei criteri di Scienza e Tecnica delle Costruzioni e delle prescrizioni normative vigenti all'epoca dell'intervento.

L'applicazione di tale carico ha appesantito la costruzione, determinando un aggravio notevole dei carichi verticali gravanti sul solaio sottostante e quindi maggiori sollecitazioni. Il corrispondente incremento di massa in sommità ha altresì determinato un incremento delle azioni sismiche.

La realizzazione del nuovo tetto ha pertanto favorito il crollo dell'edificio.

Inoltre, l'intervento è stato realizzato senza alcuna valutazione delle condizioni di sicurezza dell'edificio nello stato precedente l'intervento né nelle condizioni post-intervento.

L'edificio è costituito da struttura portante intelaiata in c.a., si sviluppava su 5 livelli fuori terra e 2 livelli parzialmente interrati.



L'analisi del progetto ha evidenziato che l'edificio presentava uno schema strutturale particolarmente irregolare soprattutto per quanto attiene la distribuzione e le capacità dei telai resistenti alle azioni sismiche.



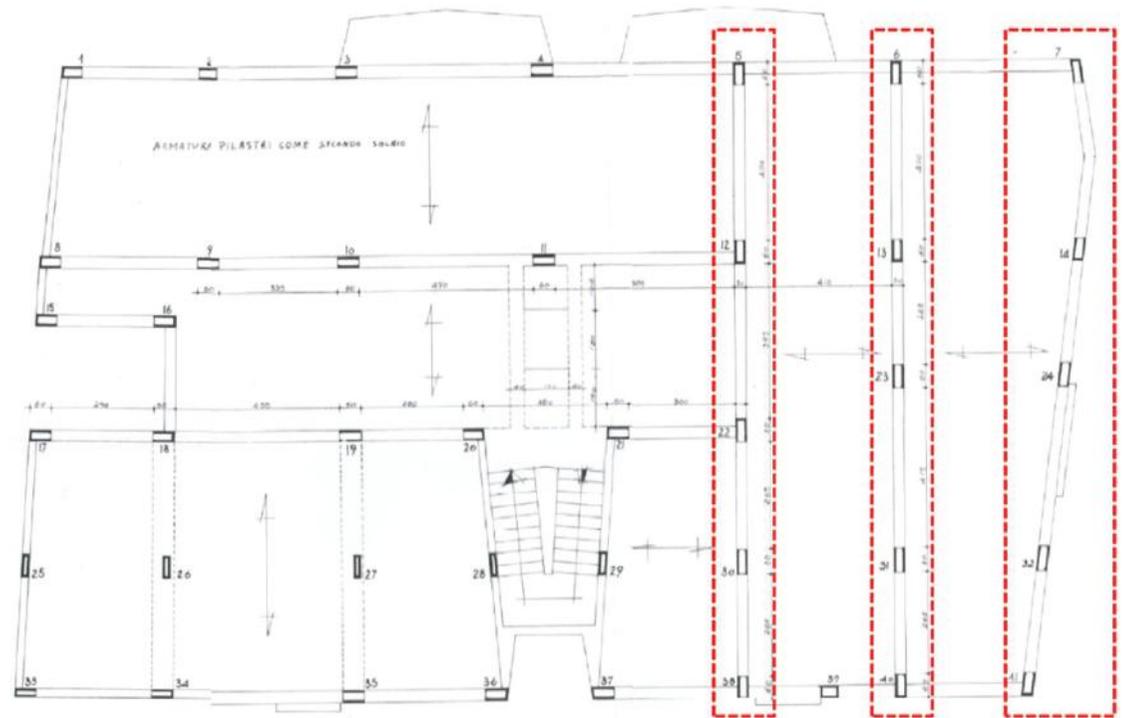


Dall'esame della documentazione progettuale originaria del fabbricato oggetto di perizia risulta evidente che non sono presenti tavole inerenti i dettagli costruttivi delle travi del IV, V, VI e VII livello. Non si riscontra alcun dettaglio costruttivo dei solai e della scala e nessun documento inerente indagini condotte sui terreni di fondazione e sui materiali messi in opera.

L'unica indicazione inerente le sezioni di tali travi, è presente nello schema di telaio analizzato nel calcolo delle sollecitazioni nella relazione di calcolo; **tuttavia tale schema non risulta rappresentativo di alcuno dei telai costituenti l'edificio.**

Dall'esame di una documentazione depositata successivamente presso il Genio Civile, non risulta chiaro l'intervento di adeguamento antincendio né se lo stesso sia stato realizzato.

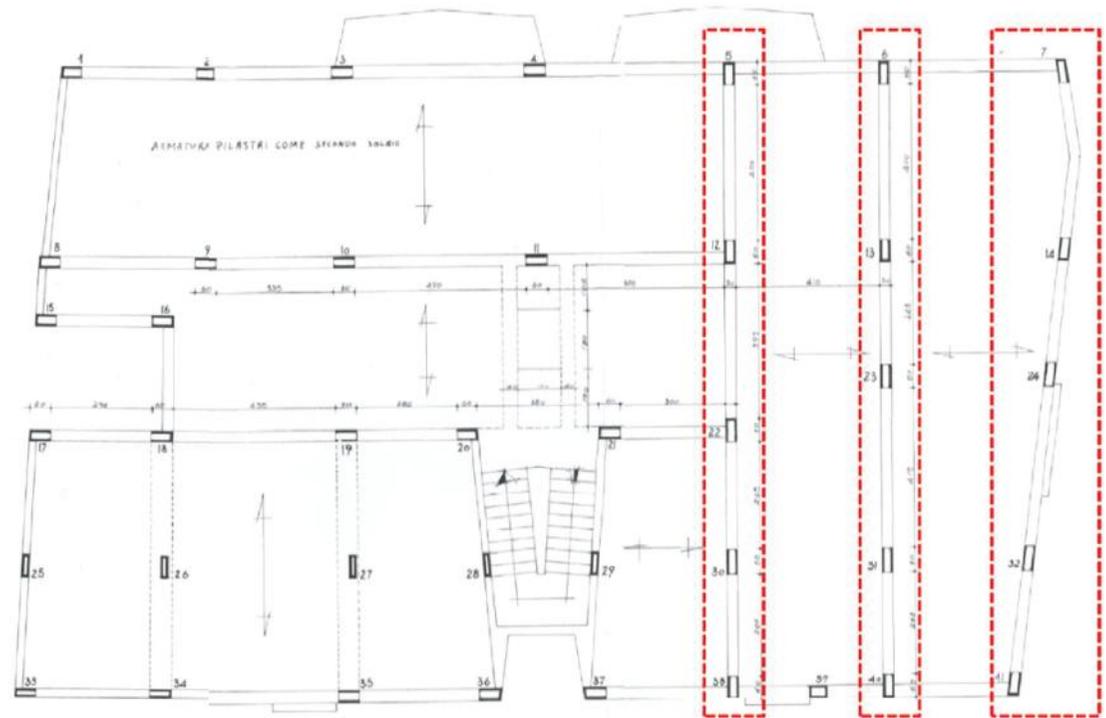
L'analisi del progetto evidenzia che l'edificio presenta uno schema strutturale particolarmente irregolare soprattutto per quanto attiene la distribuzione e le capacità dei telai resistenti alle azioni sismiche. Infatti i telai che sono chiamati ad assorbire le azioni sismiche e quindi dotati di travi emergenti, sono disposti nella sola parte di edificio più a valle.



Le azioni orizzontali assunte nel progetto sono state valutate considerando i soli carichi di competenza gravanti verticalmente.

Tali azioni non sono corrispondenti a quelle che si sarebbero dovute considerare.

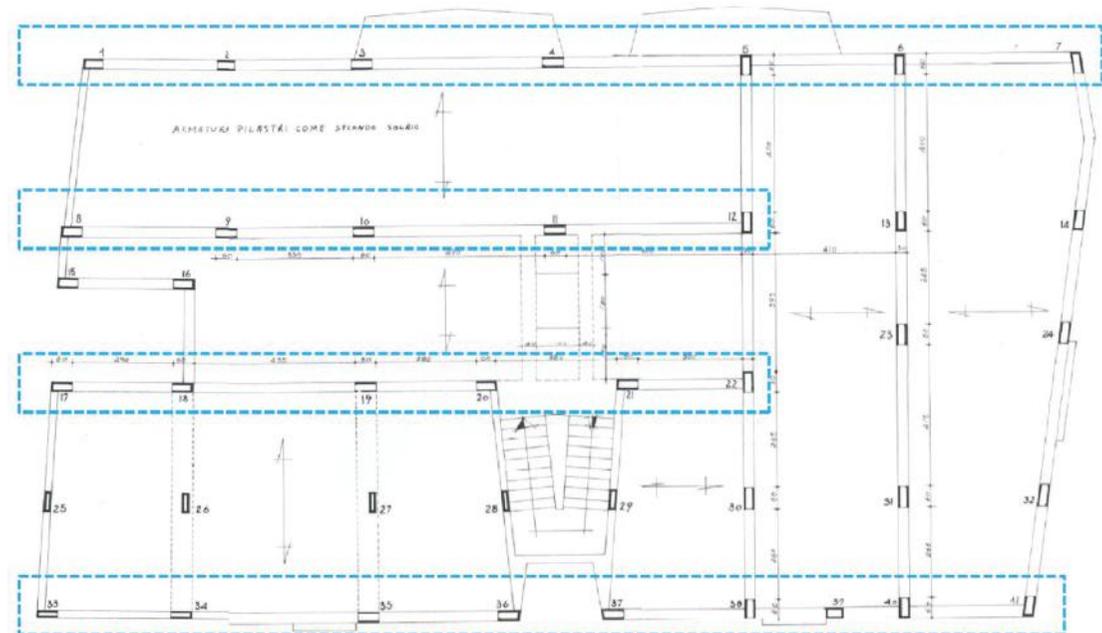
Infatti le azioni sollecitanti i telai di controvento da considerare nel calcolo dovevano derivare dalla ripartizione dell'intera azione sismica di piano sugli unici telai di controvento.



Longitudinalmente sono presenti invece 4 telai di controvento.

Lo studio della relazione di calcolo mostra carenze nelle analisi dei carichi.

In particolare, non è stato considerato il contributo al peso complessivo, dovuto alle tamponature ed è stato sottostimato il contributo dovuto all'incidenza tramezzi.



Ciò ha determinato una sottostima anche delle azioni verticali, rispetto alle quali sono progettati i solai e gli elementi strutturali portanti verticali, e delle azioni sismiche, rispetto alle quali sono progettati i telai di controvento.

Pertanto, le verifiche delle sezioni degli elementi strutturali principali sono state condotte rispetto a sollecitazioni non rappresentative dei “reali” carichi agenti.

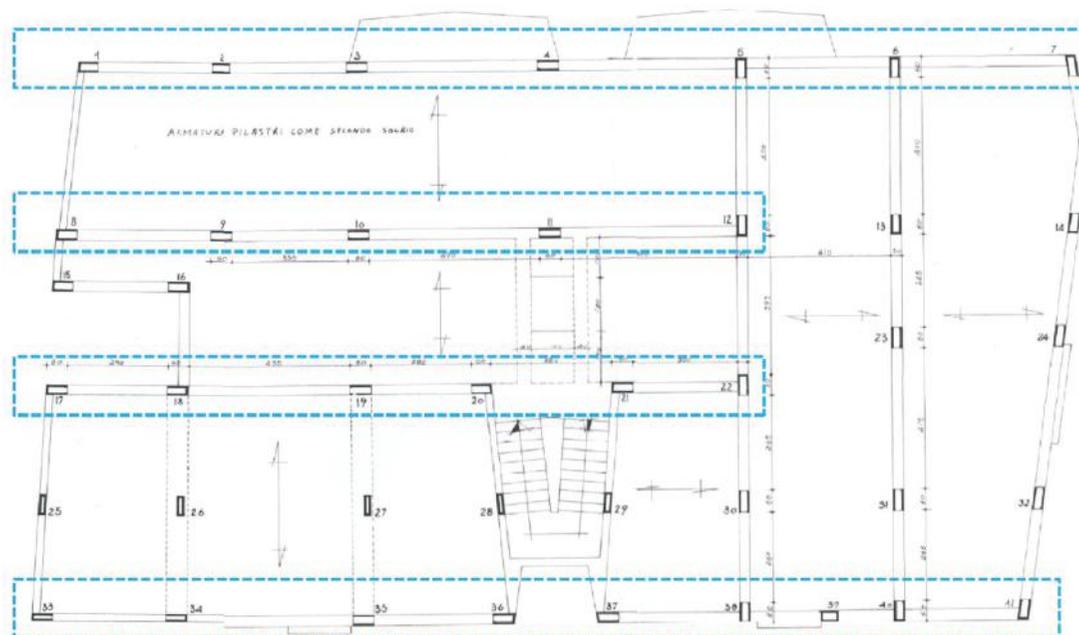


Foto scattata subito dopo il crollo. L'edificio in esame è completamente crollato;



L'edificio limitrofo si è fortemente danneggiato, tuttavia non ha subito il crollo totale.

Dall'esame dei danni, quali ad esempio la rottura di travi emergenti in campata ai piani alti, si evince che la componente verticale dell'evento sismico è stata localmente molto elevata.





Dalle indagini sui terreni risulta che esso presenta la seguente stratigrafia:

Pezzame calcareo, con caratteristiche meccaniche ottime: costituiscono il terreno di appoggio delle fondazioni del fabbricato in argomento.

Sedimenti lacustri con caratteristiche meccaniche buone: costituiscono il substrato geotecnico dell'area in esame.

Pertanto la successione stratigrafica rilevata è riferibile alla categoria di suolo di fondazione "B".

Inoltre le indagini geologiche non hanno rilevato la presenza di cavità sotterranee (ancora aperte o colmate) al di sotto delle fondazioni del fabbricato.

Dal rilievo dello stato di fatto delle fondazioni, emerge che non esistono particolari segni di cedimento ed inoltre le sezioni delle travi di fondazioni, ad eccezione di alcuni copriferri espulsi, risultano pressochè integre.

In particolare non risultano evidenti quadri fessurativi tali da indurre ad ipotizzare cedimenti, ovvero plasticizzazioni degli elementi strutturali di fondazione.



Il piano fondale è interamente posto alla quota del secondo livello interrato, a differenza di quanto previsto nel progetto originario che prevedeva due piani di posa sfalsati. La geometria degli elementi fondali e dei pilastri in elevazione risulta sostanzialmente coerente con quanto previsto negli elaborati di progetto originari.

Solo in alcune zone, si è rilevata una dimensione molto ridotta dell'altezza delle travi di fondazione in corrispondenza di banchi rocciosi affioranti che non sono stati demoliti in fase di realizzazione.





Tra i documenti di progetto originari, non si ritrovano indicazioni inerenti i materiali adottati in fase di progetto né di prove volte ad accertare le caratteristiche meccaniche dei materiali messi in opera.

Pertanto, le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera, sono state valutate a ritroso, partendo dai risultati delle prove condotte.

In particolare si è ottenuta una resistenza cubica caratteristica pari a:
 $R_{ck} = 23,34$ Mpa. Tale valore risulta congruente con il limite massimo delle tensioni valutate nelle verifiche degli elementi principali riportate nella relazione di calcolo.

Per quanto attiene le armature, realizzate in barre lisce, le prove condotte hanno evidenziato che le caratteristiche meccaniche, risultano coerenti con le qualità dell'acciaio così come previsto nella relazione di calcolo.



Il progetto originario, risalente al 1963, presenta una errata concezione dello schema strutturale resistente alle azioni sismiche ed evidenti carenze di calcolo.

In particolare, la disposizione in pianta degli elementi resistenti nelle due direzioni risulta fortemente disomogenea. Trasversalmente sono presenti solo tre telai di controvento e gli stessi sono disposti solo nella parte più a valle dell'edificio, determinando pertanto una accentuata eccentricità tra il centro delle masse e quello delle rigidezze.

Nella relazione di calcolo vengono sottostimate fortemente le azioni sismiche sull'edificio né sono prese in esame gli effetti delle eccentricità che l'errata disposizione dei controventi comporta.

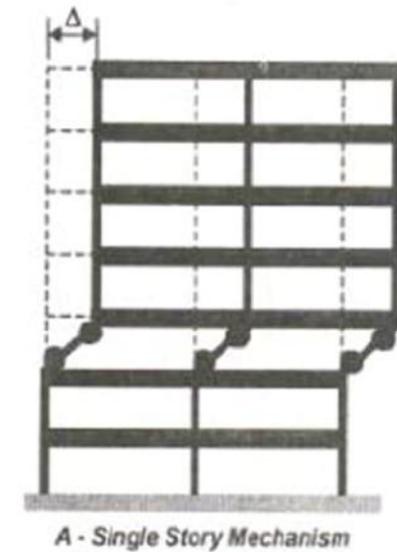
Ne consegue che le verifiche non hanno evidenziato le marcate insufficienze di resistenza sismica dell'edificio.



Il Genio Civile ha erroneamente certificato la rispondenza del progetto alle norme sismiche dell'epoca, non rilevando gli errori di progetto e di calcolo e quindi la non rispondenza dello stesso alle norme.

Lo stesso Genio Civile, ha assicurato senza i dovuti calcoli, la perfetta rispondenza della costruzione alle norme per l'edilizia antisismica.

Per quanto riguarda le procedure di controllo di ordine generale si segnala che non risultano agli atti nè varianti relative alla differente esecuzione del piano di posa delle fondazioni, nè controlli relativi alle resistenze dei materiali impiegati.



Telai in c.a.: *piano debole*



A - Single Story Mechanism

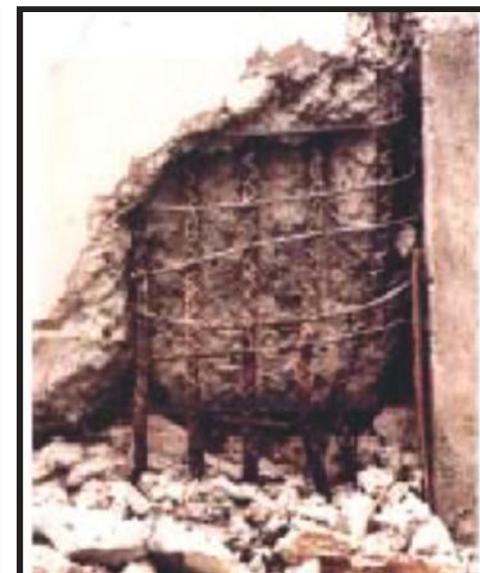
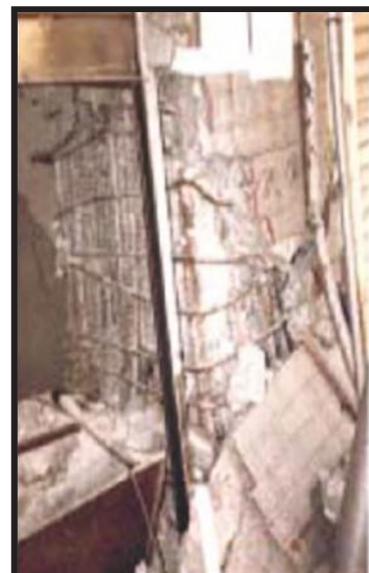
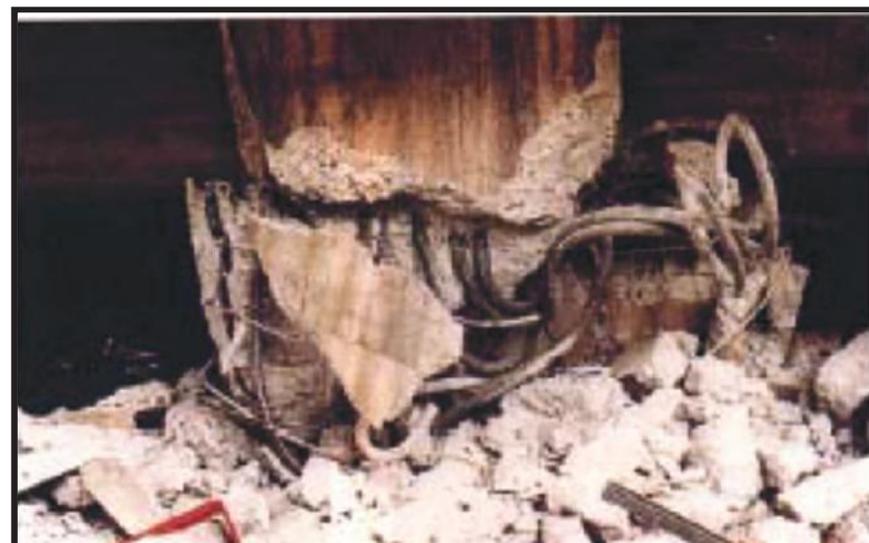
Telai in c.a.: *piano debole*



Cerniere plastiche estremità pilastri: Insufficiente armatura nodi

ANALISI DEI DANNI E DELLE CARENZE STRUTTURALI

- Interasse eccessivo tra le staffe:
 - scarso confinamento del nucleo di cls
 - scarso contenimento dei ferri longitudinali
 - scarsa resistenza a taglio con rottura fragile





Per gli edifici esistenti la scelta del tipo di intervento (punto 8.4.1) è legato alle caratteristiche del singolo edificio, in particolare a:

- Geometria
- Resistenza materiali
- Livello di sicurezza rispetto ai carichi verticali
- Capacità resistente ai carichi orizzontali
- Distribuzione elementi strutturali e non
- Dettagli costruttivi



GEOMETRIA

DATI RICHIESTI

- Organismo strutturale
- Strutture di fondazione
- Dimensioni geometriche elementi strutturali

CASO IN ESAME

- Disegni originali e rilievo visivo
- Rilievo visivo a campione

MATERIALI E DETTAGLI COSTRUTTIVI

DATI RICHIESTI

- Proprietà meccaniche dei materiali (PD)
- Quantitativo di armatura (PND)
- Collegamenti
- Possibili difetti locali

VERIFICHE	Rilievo (dei dettagli costruttivi)	Prove (sui materiali)
	Per ogni tipo di elemento primario (trave, pilastro, ecc..)	
LIMITATE	La quantità e disposizione delle armature è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino do cls. Per 300 m ² di piano dell' edificio, 1 campione di armatura per piano dell' edificio
ESTESE	La quantità e disposizione delle armature è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provino do cls. Per 300 m ² di piano dell' edificio, 2 campione di armatura per piano dell' edificio
ESAUSTIVE	La quantità e disposizione delle armature è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provino do cls. Per 300 m ² di piano dell' edificio, 3 campione di armatura per piano dell' edificio

MATERIALI

CASO IN ESAME

Specifiche originali di progetto e limitate prove in-situ

Materiali

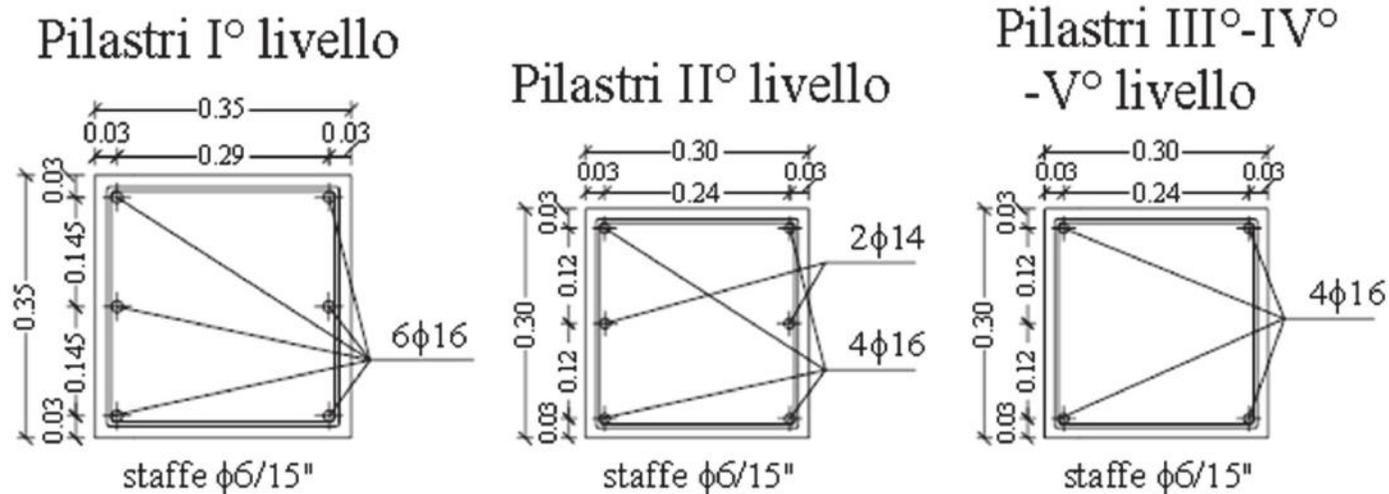
cls: Rck 250

acciaio: Fe 44k

DETTAGLI COSTRUTTIVI

CASO IN ESAME

Disegni costruttivi completi e limitate verifiche in-situ



INDAGINI

Dettagli costruttivi – Saggi diretti e Prove distruttive e non distruttive

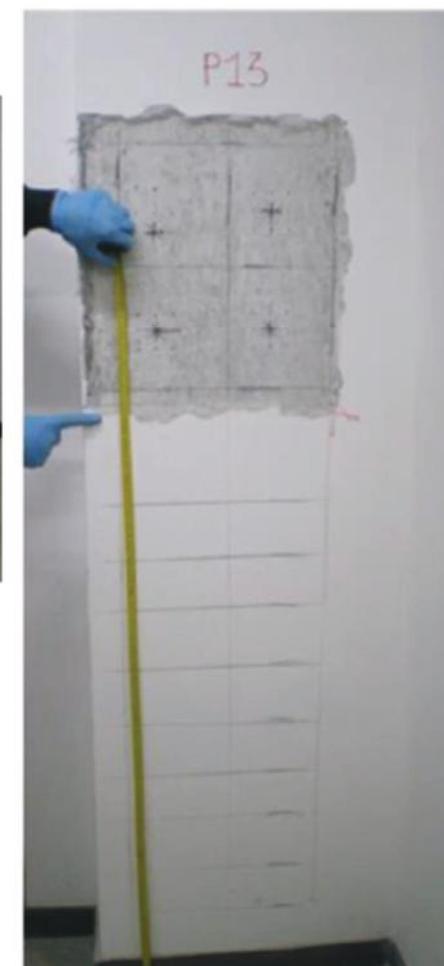
Saggi diretti



Estrazione di barre



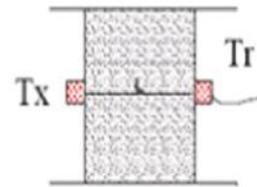
Pacometro



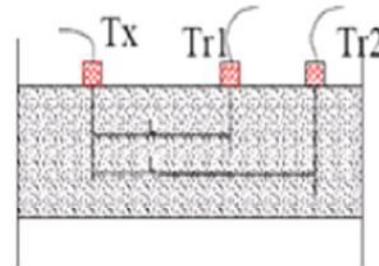
INDAGINI

Materiali – Prove non distruttive

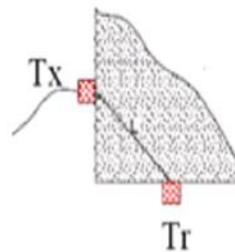
Sclerometro



i) Diretta (T);



ii) Indiretta (S);



iii) Semi diretta (ST)

Ultrasuoni

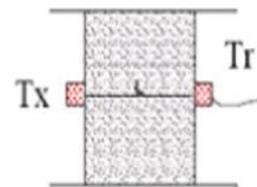


Indagine con Sclerometro + Ultrasuoni (metodo SonReb)

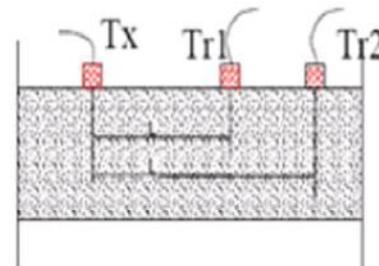
INDAGINI

Materiali – Prove non distruttive

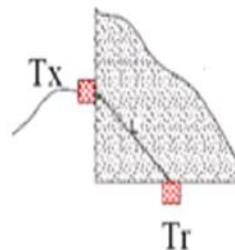
Sclerometro



i) Diretta (T);



ii) Indiretta (S);



iii) Semi diretta (ST)

Ultrasuoni



Indagine con Sclerometro + Ultrasuoni (metodo SonReb)

Estrazione di carote



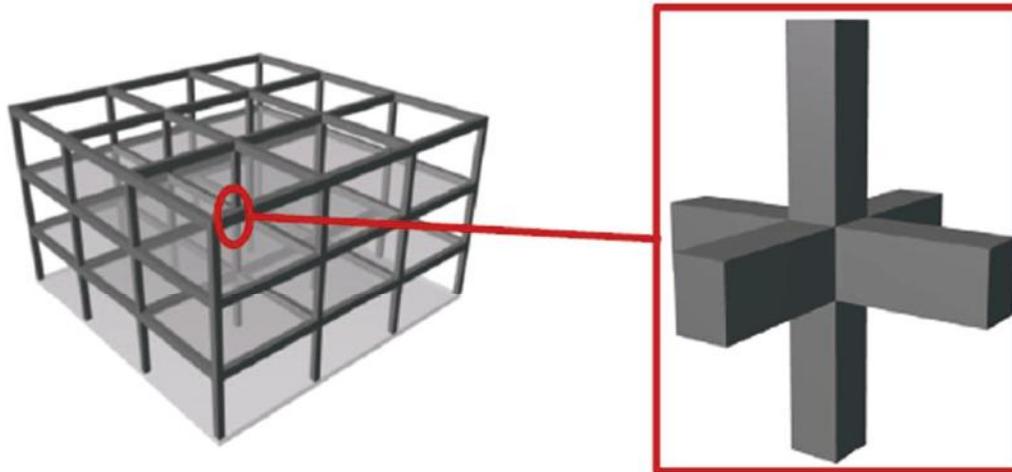
Prove di compressione



Rispristino carbonatazione



- Intervento **locale** su componenti strutturali



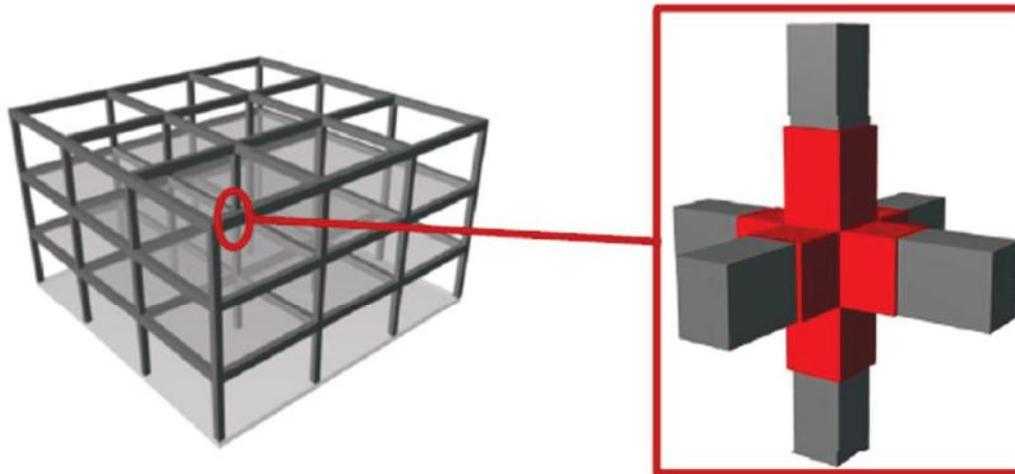
Obiettivo: aumentare la capacità di deformazione degli elem. strutturali per passare da modi di rottura fragili a duttili

- Intervento **globale** sul sistema strutturale



Obiettivo: limitare la domanda di def. nei componenti fragili aumentando la rigidità laterale, riducendo la massa, introducendo isolatori o dissipatori

- Intervento **locale** su componenti strutturali



Obiettivo: aumentare la capacità di deformazione degli elem. strutturali per passare da modi di rottura fragili a duttili

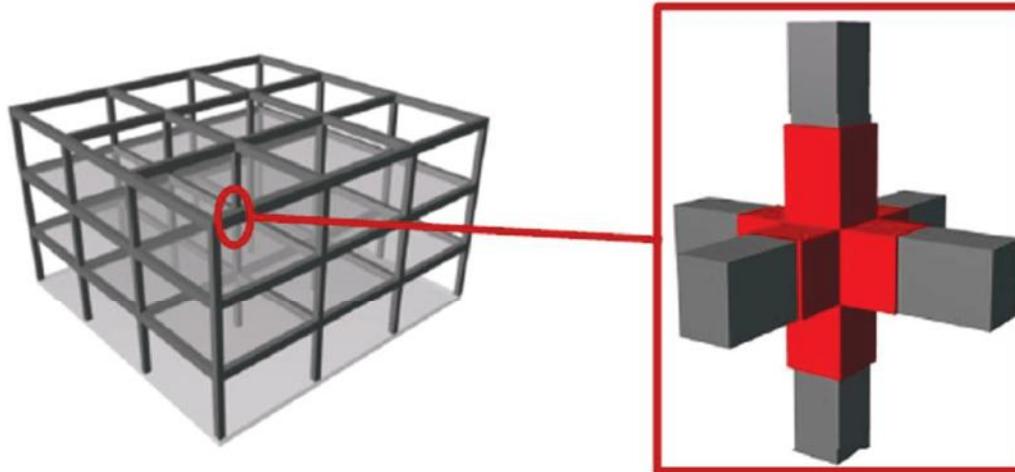
Il rinforzo dei nodi è raramente percorribile

- Intervento **globale** sul sistema strutturale



Obiettivo: limitare la domanda di def. nei componenti fragili aumentando la rigidità laterale, riducendo la massa, introducendo isolatori o dissipatori

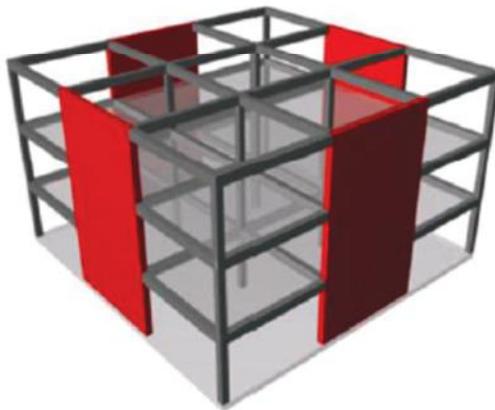
- Intervento **locale** su componenti strutturali



Obiettivo: aumentare la capacità di deformazione degli elem. strutturali per passare da modi di rottura fragili a duttili

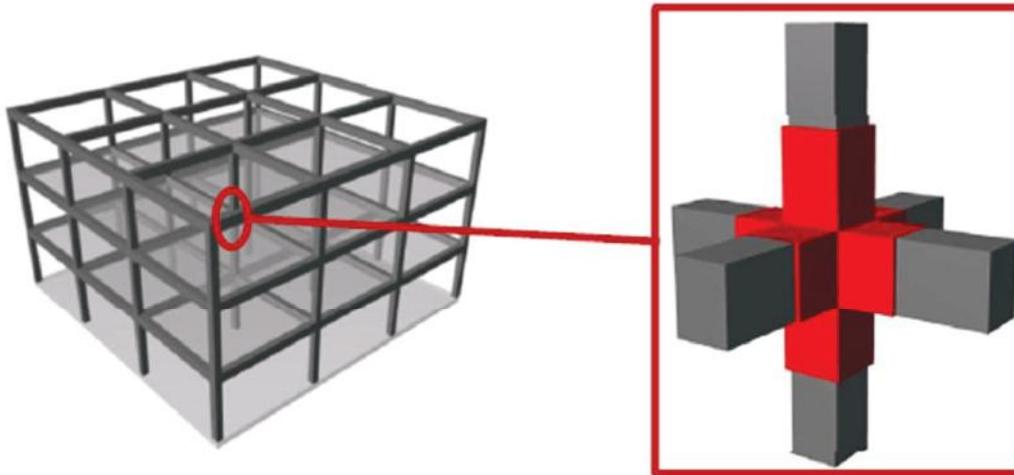
Il rinforzo dei nodi è raramente percorribile

- Intervento **globale** sul sistema strutturale



Obiettivo: limitare la domanda di def. nei componenti fragili aumentando la rigidità laterale, riducendo la massa, introducendo isolatori o dissipatori

- Intervento **locale** su componenti strutturali



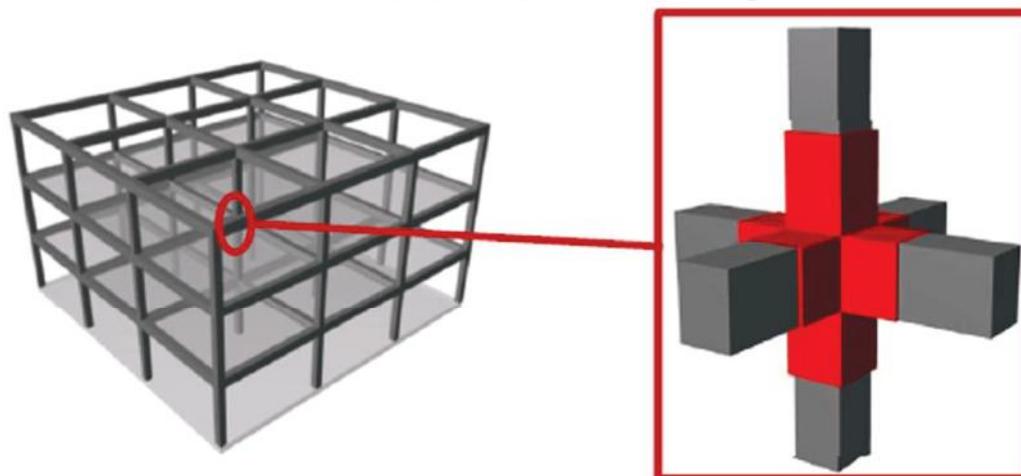
Obiettivo: aumentare la capacità di deformazione degli elem. strutturali per passare da modi di rottura fragili a duttili

Il rinforzo dei nodi è raramente percorribile

- Intervento **globale** sul sistema strutturale



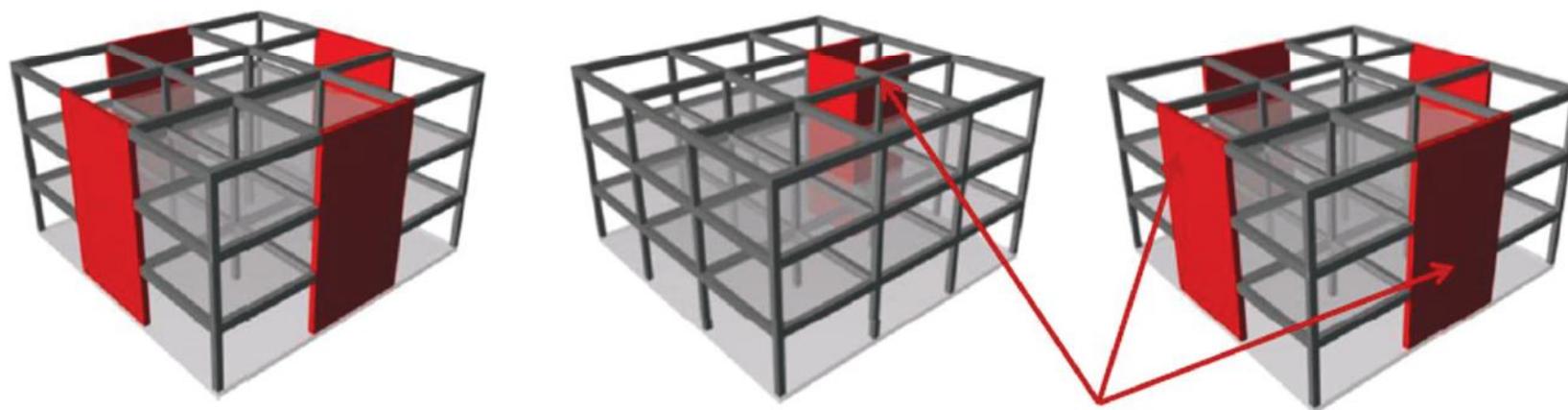
- Intervento **locale** su componenti strutturali



Obiettivo: aumentare la capacità di deformazione degli elem. strutturali per passare da modi di rottura fragili a duttili

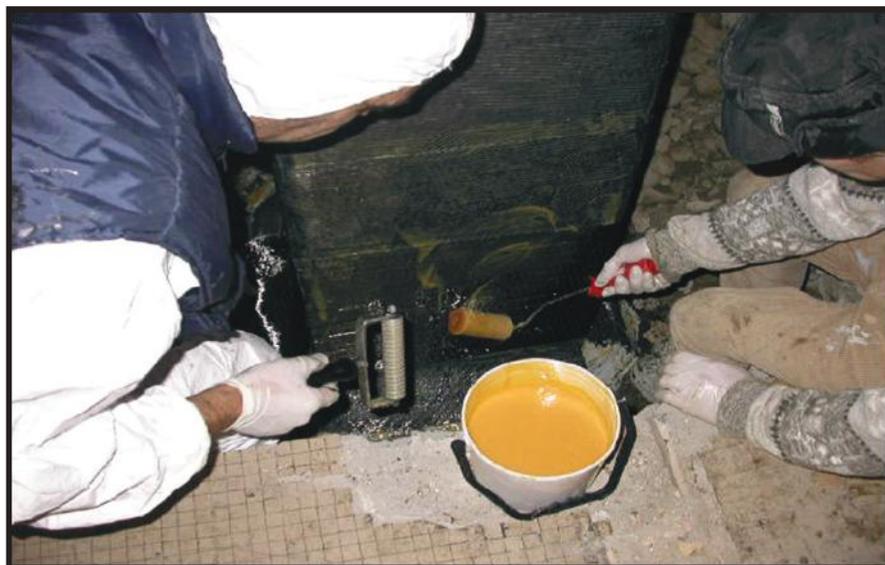
Il rinforzo dei nodi è raramente percorribile

- Intervento **globale** sul sistema strutturale



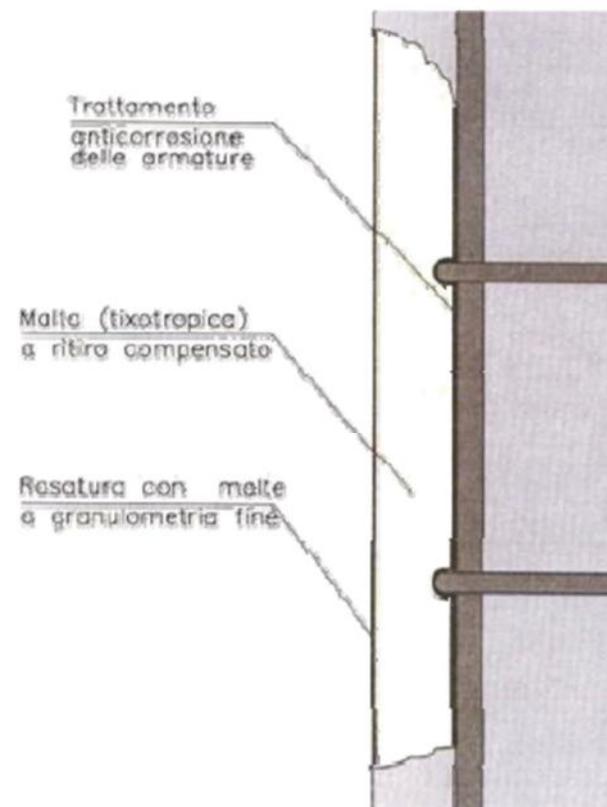
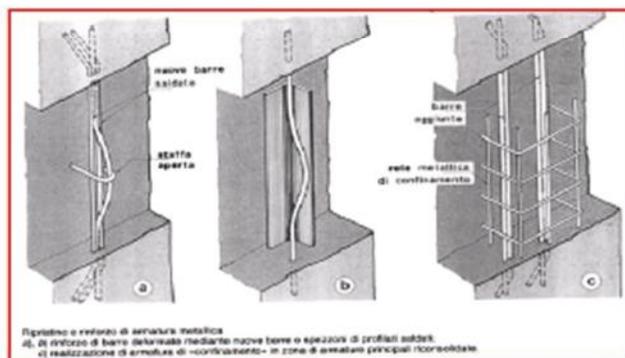


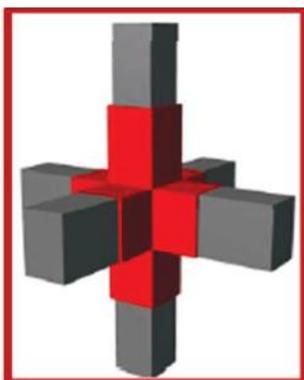
TIPI DI INTERVENTO RINFORZO CON FRP: Modalità esecutive



1. Tecniche di Riparazione

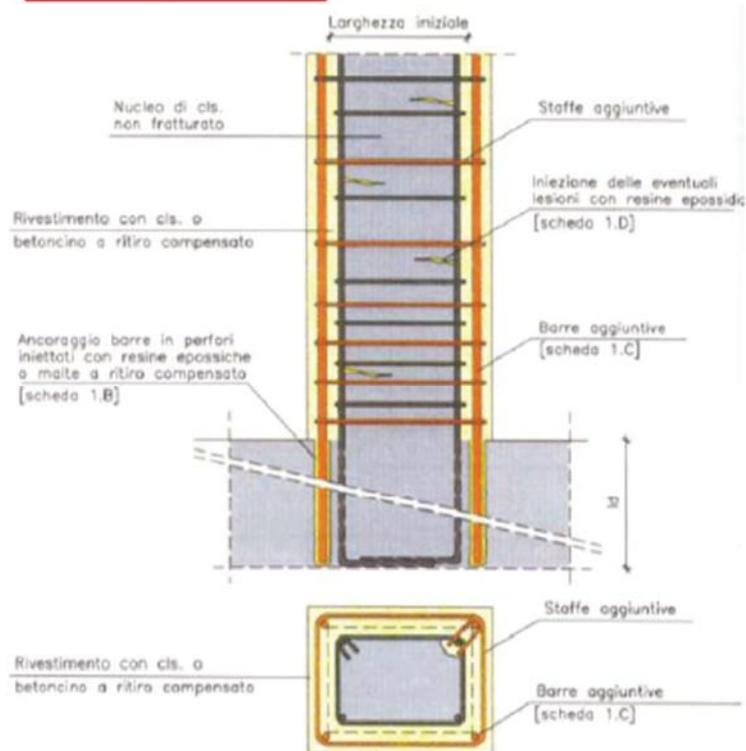
- Iniezioni delle fessure
- Sostituzione delle armature
- Sostituzione del cls degradato con malte a ritiro compensato

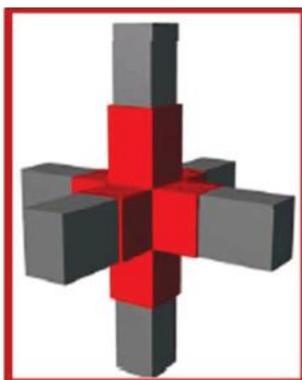




2. Tecniche di Rinforzo

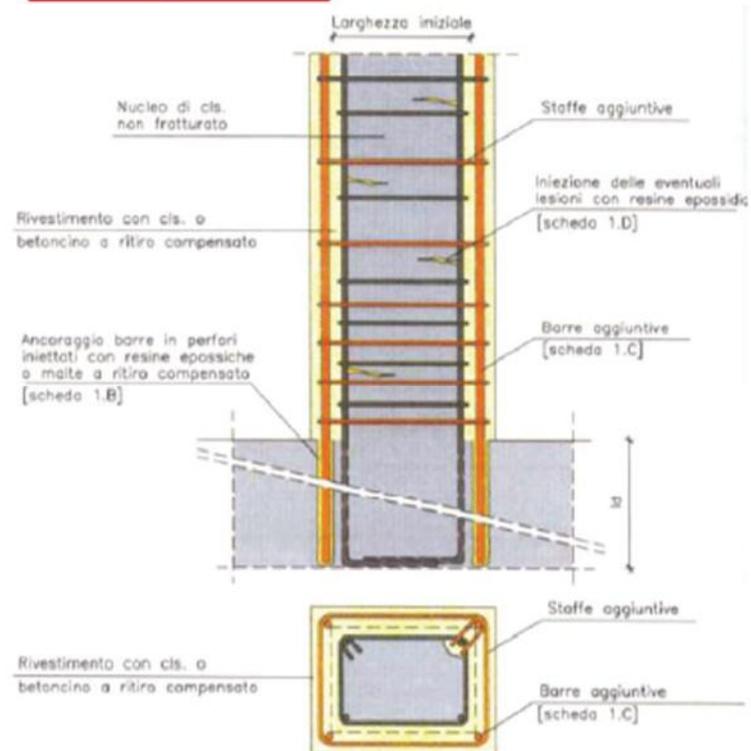
- Incamiciature in c.a.
- Incamiciature in acciaio
- Rinforzi in FRP (Istruzioni CNR DT 200/04)

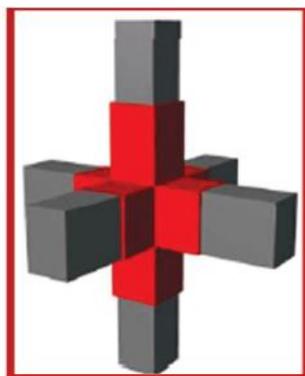




2. Tecniche di Rinforzo

- Incamiciature in c.a.
- Incamiciature in acciaio
- Rinforzi in FRP (Istruzioni CNR DT 200/04)





2. Tecniche di rinforzo

- Rinforzo estremità travi
- Rinforzo di solai

