

BENI CULTURALI: CONSERVAZIONE

E PROBLEMATICHE STRUTTURALI DEGLI EDIFICI

*come individuarle e
come affrontarle*

PROGRAMMA DELL'INTERVENTO:

1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2) CASI CONCRETI:

- Patologie, rassegna di immagini
- Primi passi per affrontare i problemi delle strutture, immagini

1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- NTC 2018

- CIRCOLARE NTC 2018, 21 gennaio 2019

Nota: a partire da NTC 2008 (aggiornata con NTC 2018) abbiamo una raccolta organica di norme tecniche sulle costruzioni, norme che nel tempo sono state emanate ed aggiornate sulla base di leggi e decreti (...legge 1086/71, legge 64/1974, D.P.R. 380/2001...)

IN NTC 2018

le costruzioni esistenti sono trattate nel capitolo n.8 ed in particolare nel cap. 8.4 vengono classificati gli interventi:

- INTERVENTI DI RIPARAZIONE O LOCALI
- INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO
- INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

- *Nota 1:*

PER I BENI DI INTERESSE CULTURALE IN ZONE DICHIARATE A RISCHIO SISMICO, E' POSSIBILE LIMITARSI AD INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO EFFETTUANDO LA RELATIVA VALUTAZIONE DI SICUREZZA

- *Nota 2:*

IN NTC 2018, PER GLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO (8.4.2), VIENE QUANTIFICATO IL LIVELLO MINIMO DI MIGLIORAMENTO PER GLI EDIFICI DI CLASSE D'USO IV, III e II

DPCM 9 febbraio 2011

- VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL PATRIMONIO CULTURALE CON RIFERIMENTO ALLE NTC 2008 e AL D.L. 42/2004, codice dei beni culturali e paesaggistici.

Il documento è riferito alle sole costruzioni in muratura

Per la valutazione della sicurezza sismica vengono individuati tre livelli:

LV1, LV2, LV3

Per i beni culturali non è richiesto adeguamento ma sono previsti interventi locali e interventi di miglioramento.

Gli stati limite da considerare sono SLV (stato limite di salvaguardia della vita) ed SLD (stato limite di danno).

Per opere d'arte (particolarmente rilevanti) è stato introdotto SLA (stato limite di danno ai beni artistici).

CONOSCENZA DEL MANUFATTO (Cap.4)

Percorso particolarmente importante per edifici storici, anche se il procedimento di conoscenza è lo stesso per gli edifici esistenti (riferimento circolare NTC 2008)

- 4.1.1 SONDAGGI E PROVE: occorre impedire perdite irrimediabili
- 4.1.2 IDENTIFICAZIONE DELLA COSTRUZIONE
- 4.1.3 CARATTERIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'EDIFICIO E DEI SUOI SPAZI
- 4.1.4 RILIEVO GEOMETRICO
- 4.1.5 RICERCA STORICA E ANALISI DEGLI EVENTI E DEGLI INTERVENTI SUBITI
- 4.1.6 IL RILIEVO MATERICO COSTRUTTIVO E LO STATO DI CONSERVAZIONE
- 4.1.7 LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI
- 4.1.8 ASPETTI GEOTECNICI
- 4.1.9 MONITORAGGI

MODELLI DI VALUTAZIONE PER TIPOLOGIE

- 5.4.2 palazzi, ville e altre strutture con pareti di spina e orizzontamenti intermedi. Il procedimento di valutazione della sicurezza è analogo agli altri edifici esistenti non soggetti a vincolo:
è possibile la valutazione complessiva della risposta sismica del manufatto (LV3)
- 5.4.3 chiese, luoghi di culto e altre strutture con grandi aule, senza orizzontamenti intermedi. Il comportamento sismico di questa tipologia di edifici può essere interpretato attraverso una scomposizione in «macroelementi» (rif. all.C) e applicando la valutazione di sicurezza sistematicamente a ciascun elemento della costruzione (LV2)

ALLEGATI AL DPCM

Il DPCM comprende tre allegati:

- Allegato A

Programma per il monitoraggio dello stato di conservazione per i beni architettonici tutelati

- Allegato B

L'analisi strutturale delle costruzioni storiche in muratura

- Allegato C

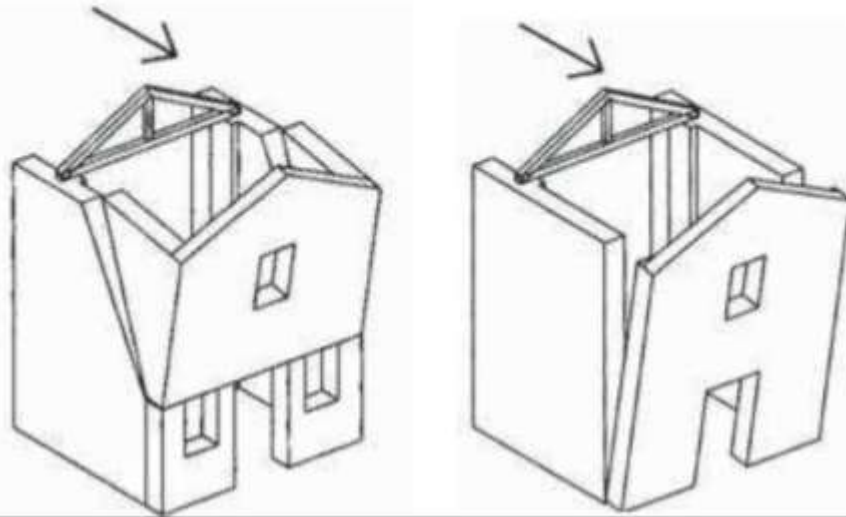
Modello per la valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese

ALLEGATO C

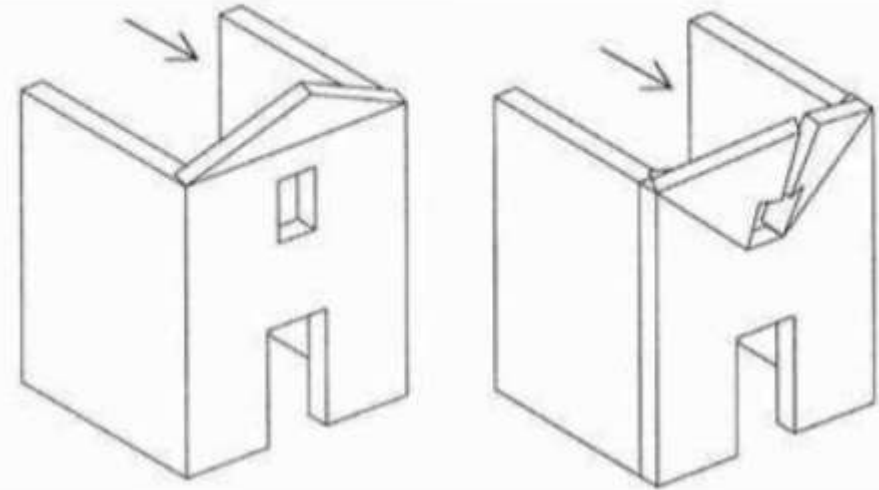
ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE

ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE

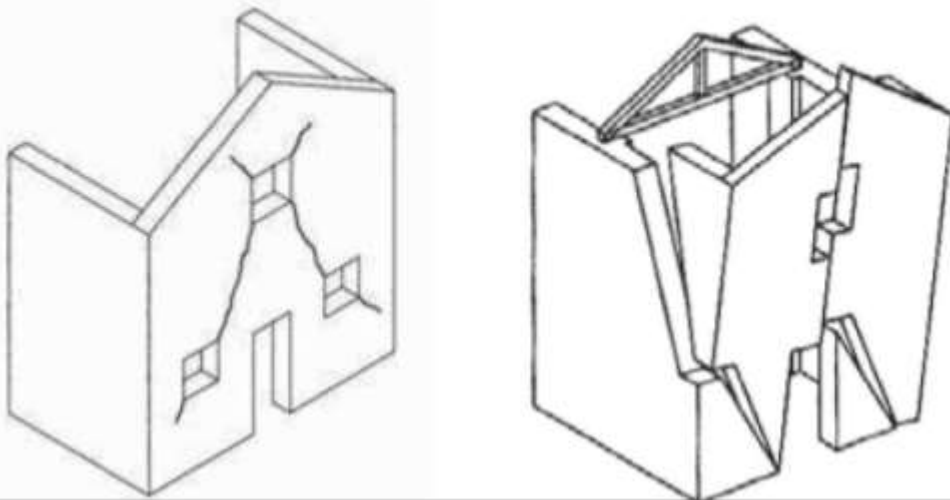
1. RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA



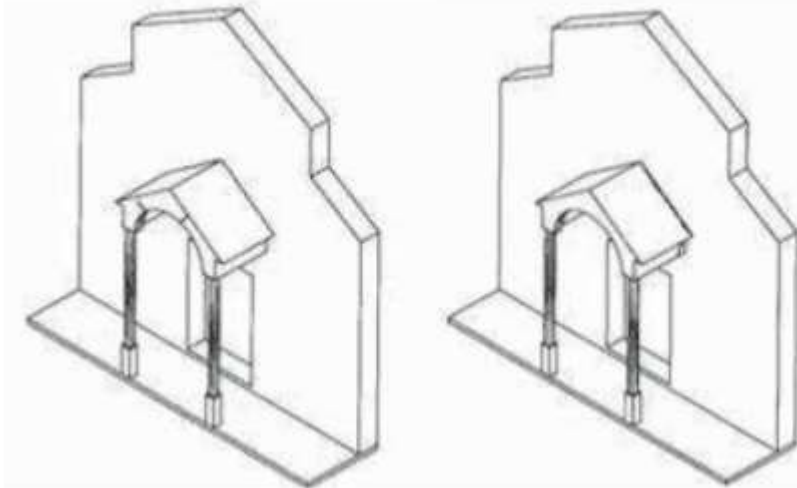
2. MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA



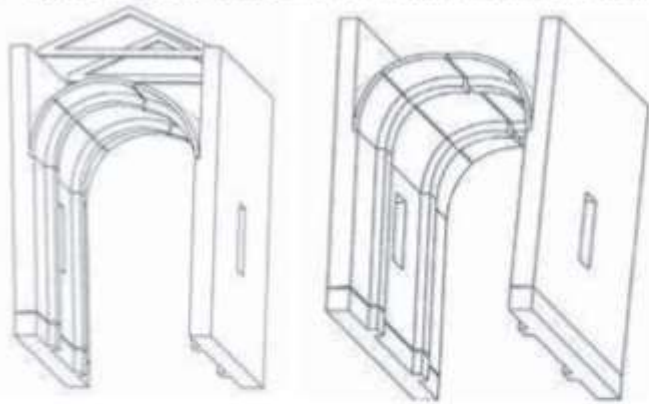
3. MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA



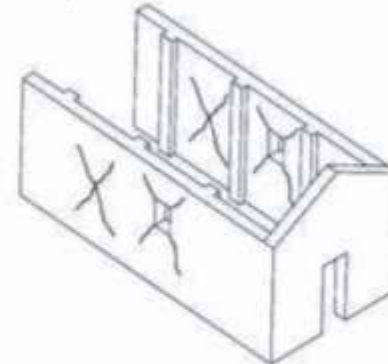
4 - PROTIRO - NARTECE



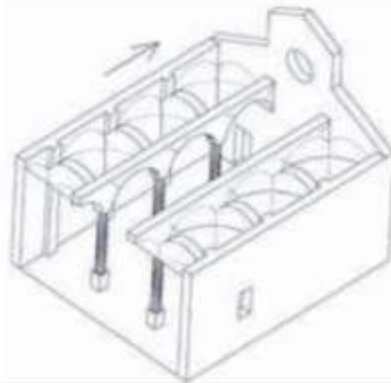
5 - RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA



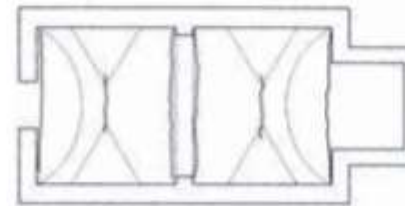
6 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)



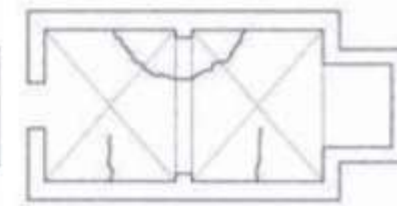
7 - RISPOSTA LONGITUDINALE DEL COLONNATO



8 - VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE

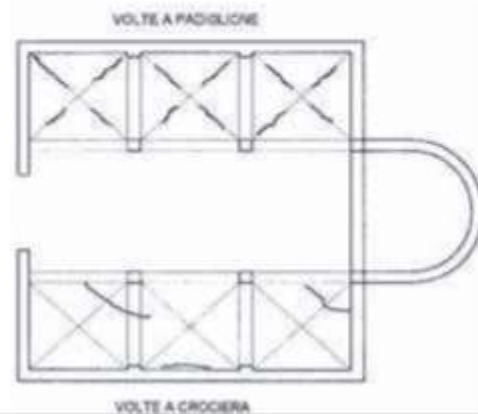


VOLTA A BOTTE LUNETTATA



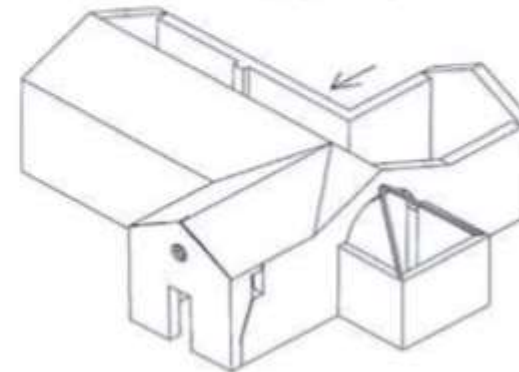
VOLTE A CROCIERA

9 - VOLTE DELLE NAVATE LATERALI

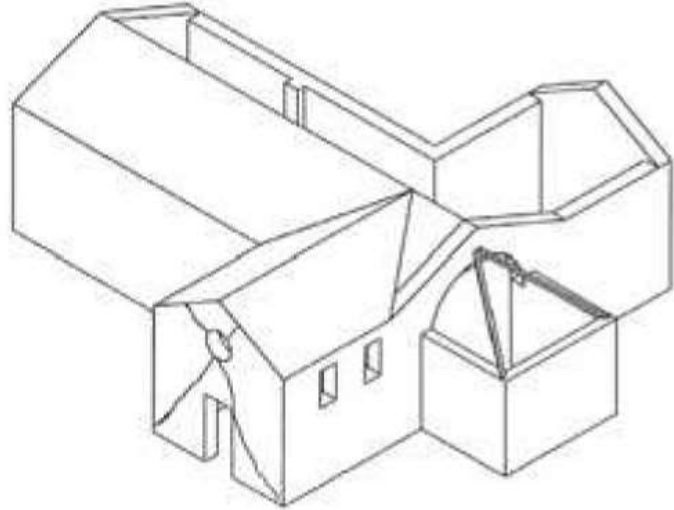


VOLTE A CROCIERA

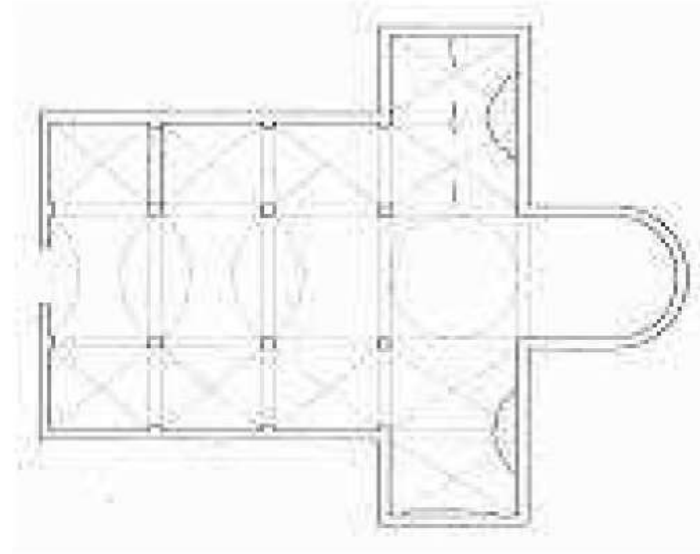
10 - RIBALTAMENTO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DEL TRANSETTO



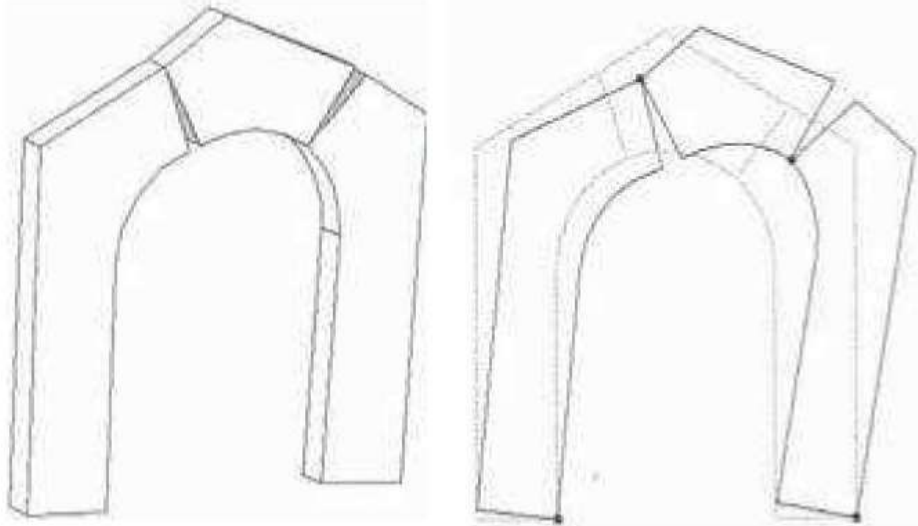
11 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI
DEL TRANSETTO



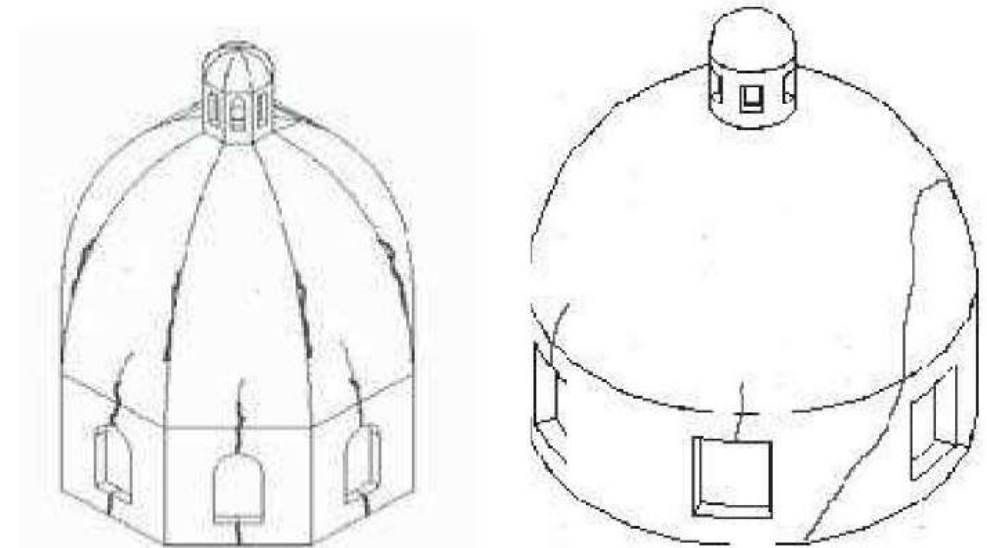
12 - VOLTE DEL TRANSETTO



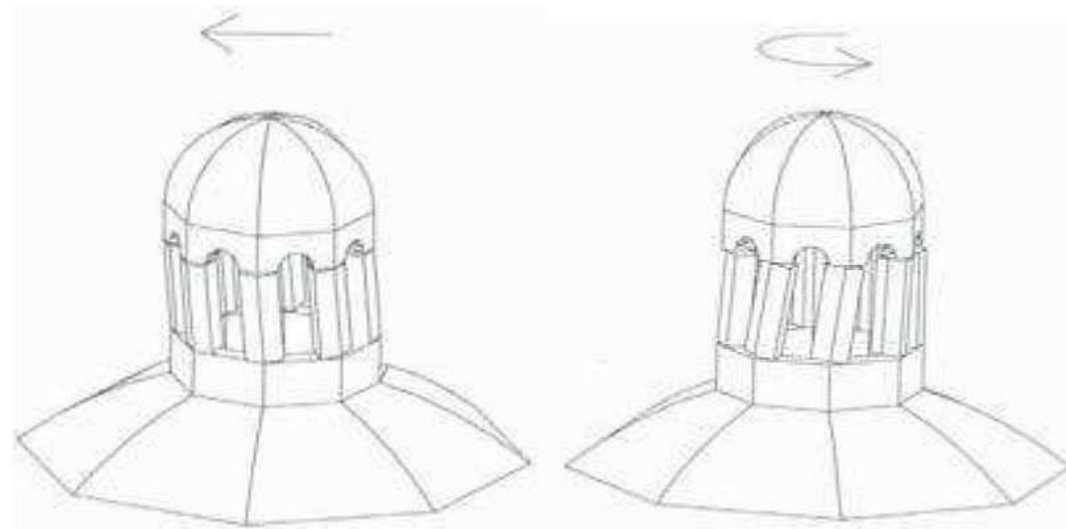
13 - ARCHI TRIONFALI



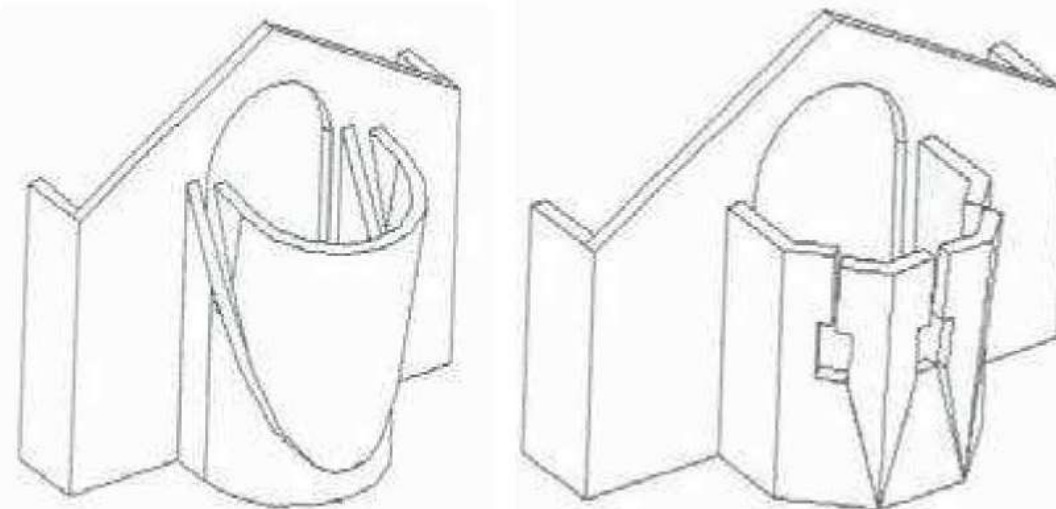
14 - CUPOLA - TAMBURO / TIBURIO



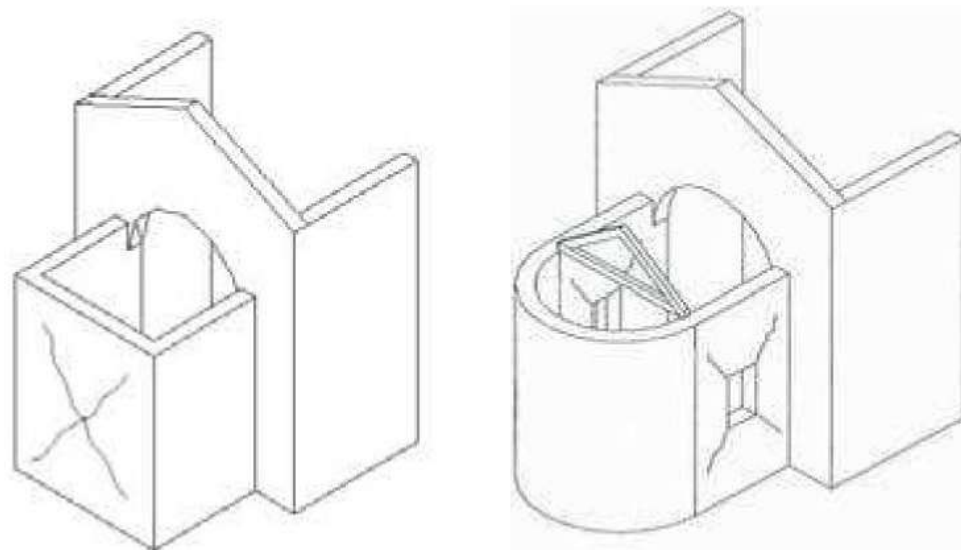
15 – LANTERNA



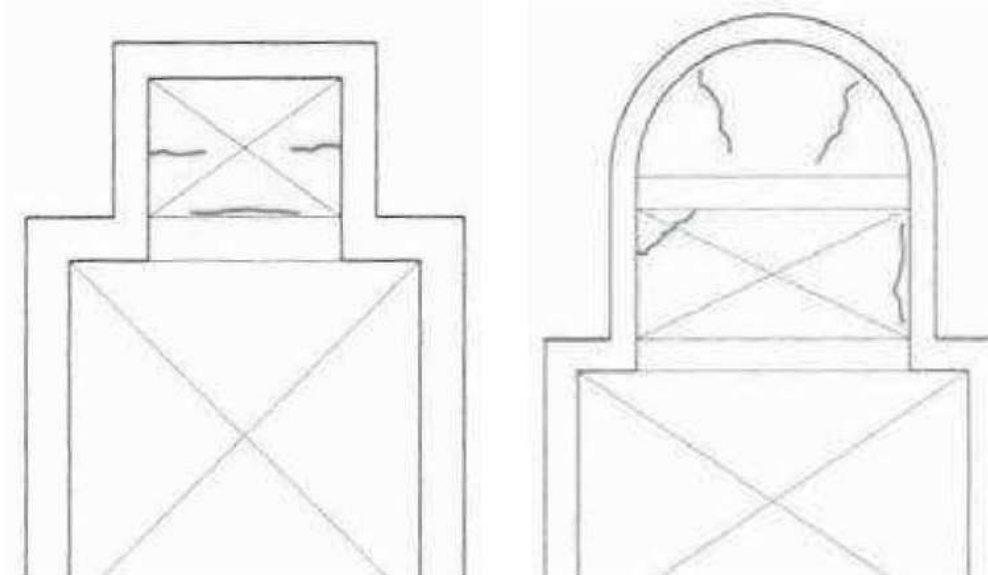
16 - RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE



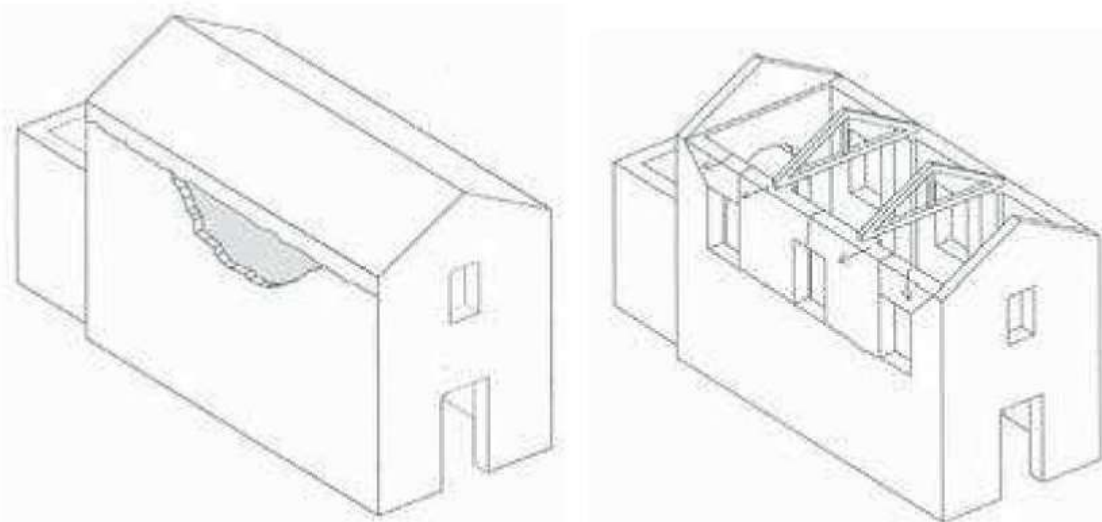
17 - MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO
O NELL'ABSIDE



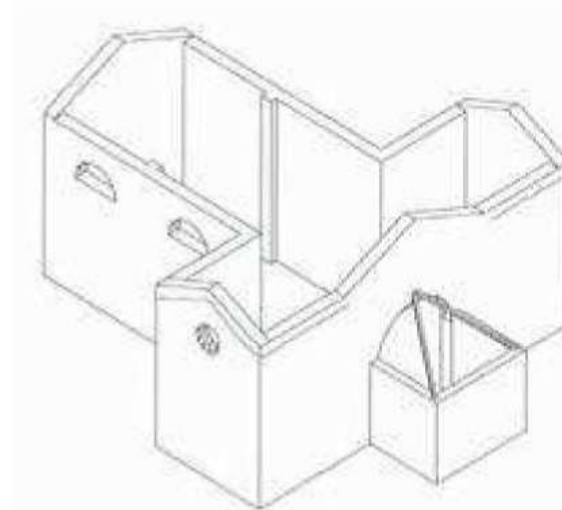
18 - VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE



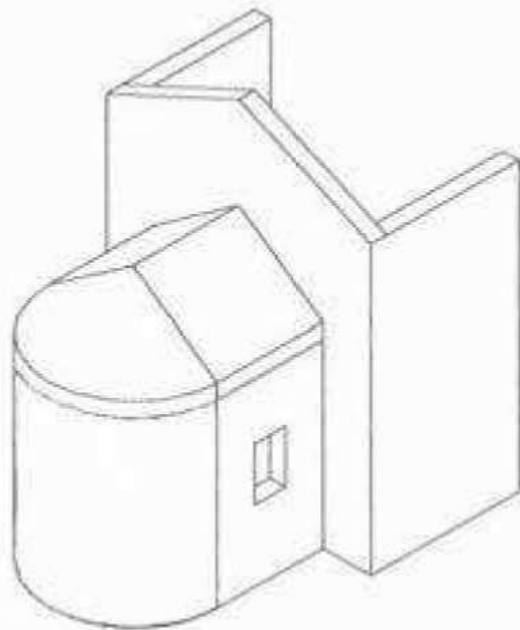
19 – ELEMENTI DI COPERTURA: AULA



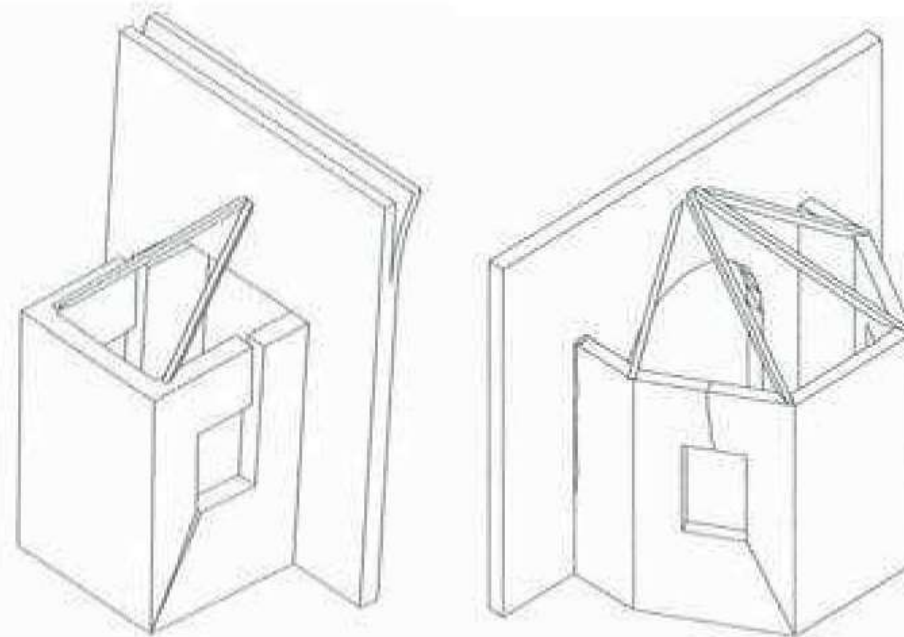
20 - ELEMENTI DI COPERTURA: TRANSETTO



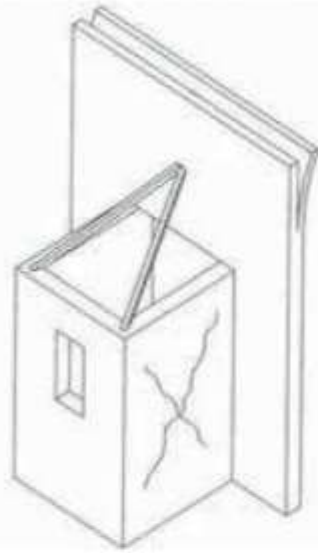
21 - ELEMENTI DI COPERTURA: ABSIDE



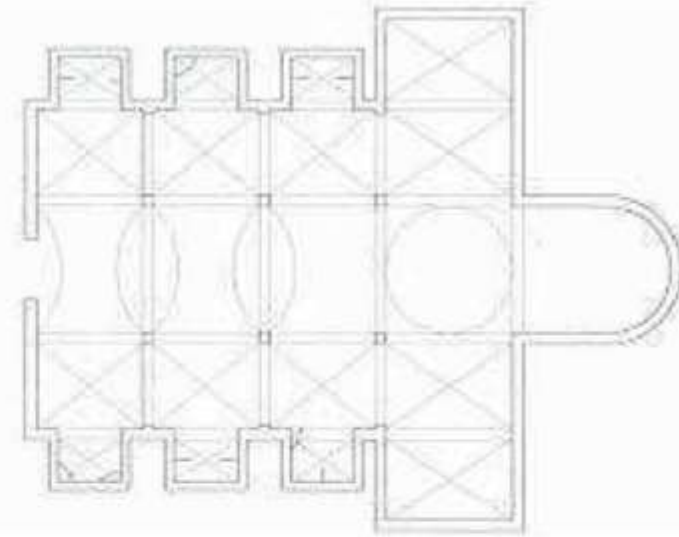
22 - RIBALTAMENTO DELLE CAPPELLE



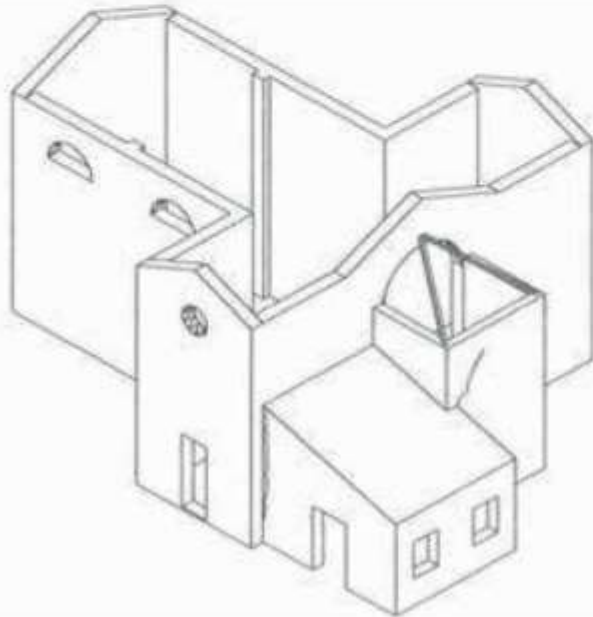
23 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE CAPPELLE



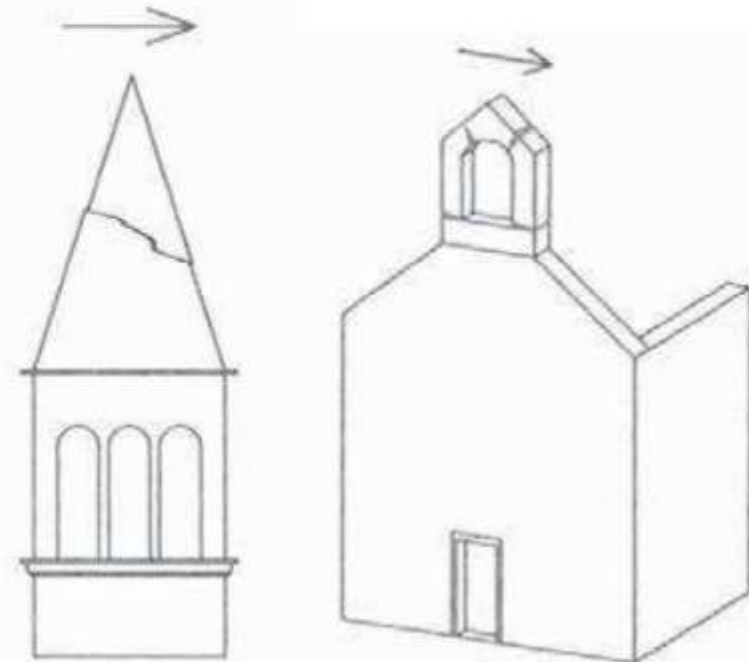
24 - VOLTE DELLE CAPPELLE



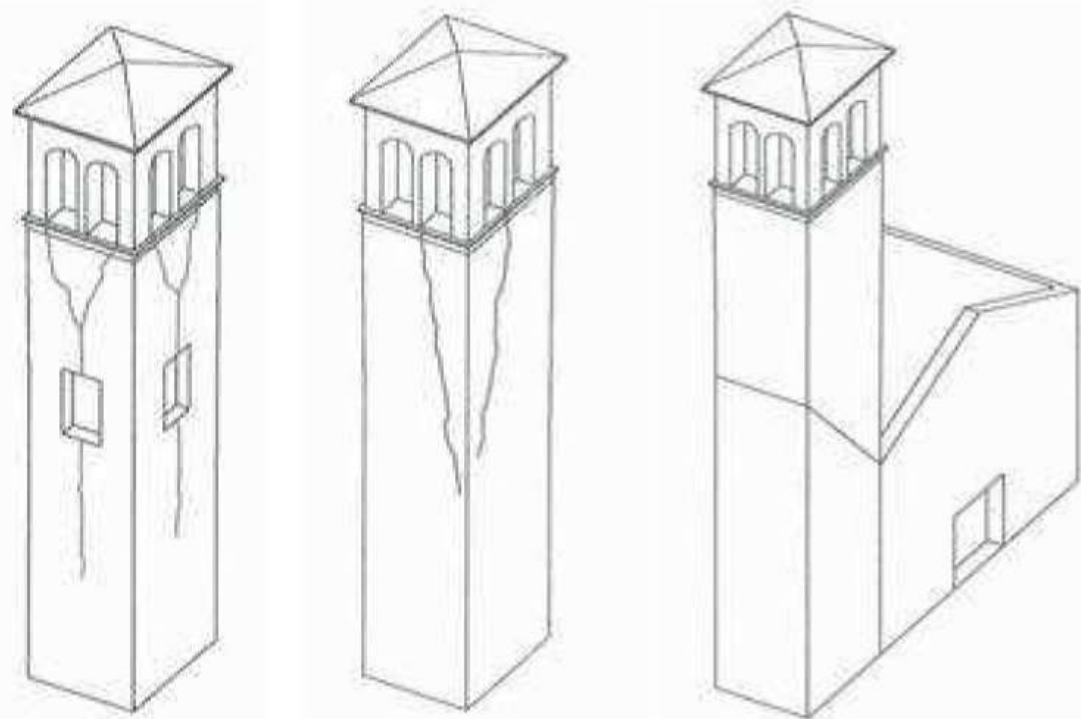
25 - INTERAZIONI IN PROSSIMITA' DI
IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE



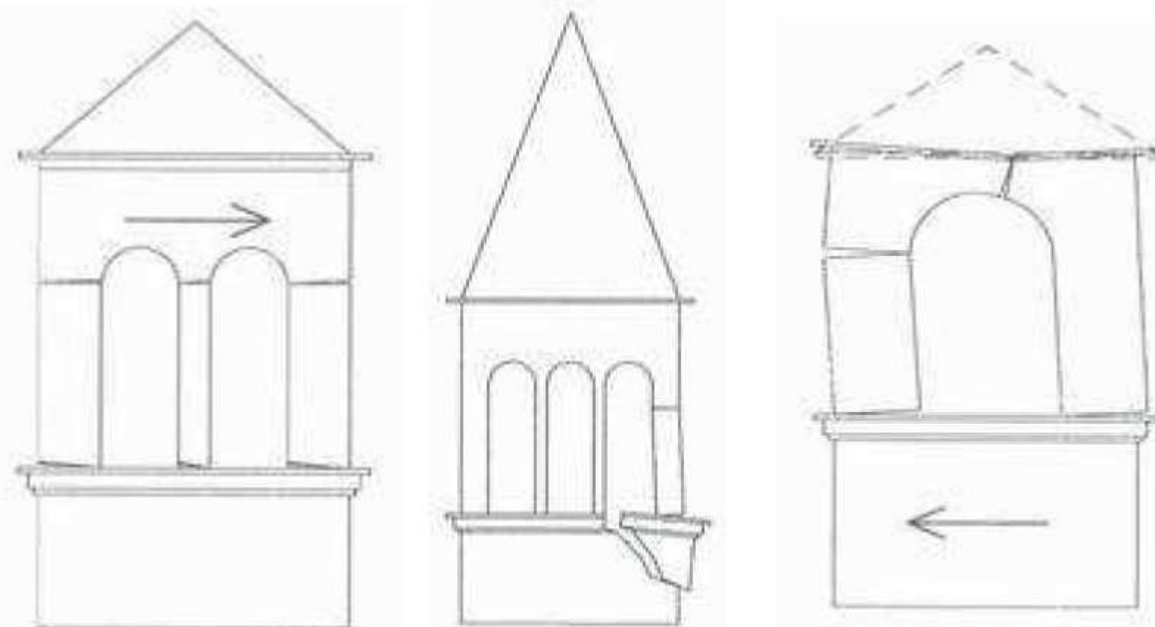
26 - AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)



27 - TORRE CAMPANARIA



28 - CELLA CAMPANARIA



CIRCOLARE n.18 del 25/3/2016

DIREZIONE GENERALE BELLE ARTI E PAESAGGIO
SICUREZZA E CONSERVAZIONE.

Guida breve alla direttiva per la valutazione e riduzione del rischio
sismico del patrimonio culturale con riferimento alle NTC 2008

LA CIRCOLARE, DI UNA DECINA DI PAGINE, COSTITUISCE UNA RIFLESSIONE CON LINEE DI INDIRIZZO PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA ESISTENTE (.. NTC E CIRCOLARE 2008 E DPCM 2011...CIRCA UN MIGLIAIO DI PAGINE ...) LA CIRCOLARE RICHIAMA I PROGRESSI NORMATIVI DI QUESTI ULTIMI ANNI ED IN MODO PARTICOLARE DI QUANTO CONTENUTO NELL'ALLEGATO C DEL DPCM 2011 (MECCANISMI DI COLLASSO). SI RITIENE DI DOVER RIPORTARE INTEGRALMENTE ALCUNI PASSI PARTICOLARMENTE UTILI SIA PER LE FASI INIZIALI DI INDAGINE CHE IL PROGETTO PRELIMINARE .

- *La circolare «si rivolge ai progettisti e alle Soprintendenze per puntualizzare i principi del restauro architettonico con specifico riferimento alle opere di miglioramento delle prestazioni antisismiche e dunque per consentire una più attenta valutazione dei singoli interventi sottoposti al rilascio del nulla osta all'esecuzione da parte degli organi territoriali di questo Ministero».*
- *Il buon progetto di restauro si forma attraverso la convergenza di specialità disciplinari e competenze che devono confrontarsi già in fase di rilievo e progetto preliminare e devono continuare ad interagire nelle fasi successive della progettazione fino alla conclusione del cantiere.*
- **VARIE FIGURE: ARCHITETTO, INGEGNERE, GEOMETRA, GEOLOGO, ARCHEOLOGO, RESTAURATORE, GEOTECNICO, SPECIALISTI PER INDAGINI E PROVE, E VARI OPERATORI-IMPRESE.**
- **RICOPRONO LOGICAMENTE UN RUOLO FONDAMENTALE I DIRETTI REFERENTI DELL'INTERVENTO QUALI LA COMMITTENZA, LA SOPRINTENDENZA E, PER OPERE DEL PATRIMONIO CULTURALE RELIGIOSO, LA CURIA.**

- Nel progetto di restauro e di recupero, la cosiddetta ricerca storica consiste nella raccolta di informazioni provenienti dall'analisi visiva diretta delle strutture storiche e dalla ricerca di testimonianze documentarie relative all'edificio nel suo sito, dal suo primo impianto attraverso le successive trasformazioni fino all'attualità, ponendo in evidenza le tappe significative. La ricerca serve a riconoscere i valori (storici, architettonici, strutturali, materici, cromatici etc.), che orienteranno progettazione identificando le parti e gli elementi da conservare o reintegrare quelli che possono essere trasformati e i punti critici della costruzione anche per quel che riguarda la concezione strutturale e lo stato di conservazione.

- La fase della conoscenza è di fondamentale importanza per qualsiasi progetto che riguardi il costruito storico, poiché ne determina la qualità e l'efficacia. Non deve mai, pertanto, essere compressa nei tempi e nell'impegno anche economico, come spesso avviene. Un'approfondita conoscenza del manufatto consente spesso, peraltro, risparmi nel contenimento degli interventi strutturali. Le indagini preliminari costituiscono esse stesse attività progettuale in quanto indirizzano il progetto e ne sono a loro volta indirizzate e devono quindi accompagnare l'attività ideativa dell'intervento. Per questo motivo è auspicabile che vengano effettuati dai progettisti stessi o comunque in stretta relazione con essi. Le indagini devono analizzare il sito, il manufatto, la tecnica costruttiva, la struttura, gli impianti e il degrado.

LA FASE DI CONOSCENZA E QUELLA DEL RECUPERO DEI DOCUMENTI STORICI SUL FABBRICATO, COSTITUISCE MOLTO SPESSO L'ANELLO PIÙ DEBOLE DI TUTTA LA FASE PROGETTUALE ED È BENE CHE **IL FASCICOLO DEL FABBRICATO** SI ARRICCHISCA PROPRIO DI QUESTI ELEMENTI, (ALMENO CITANDO I DOCUMENTI RITROVATI CON I RELATIVI RIFERIMENTI PERCHÉ SIANO FACILMENTE RINTRACCIABILI).

E' IMPORTANTE RACCOGLIERE IL PIÙ POSSIBILE ANCHE TESTIMONIANZE ORALI DI CHI HA SEQUITO IN MODO PIÙ O MENO DIRETTO LE VICENDE LEGATE AL FABBRICATO.

REGIONE LOMBARDIA

LEGGE 33 del 12/10/2015

DISPOSIZIONE IN MATERIA DI OPERE O DI COSTRUZIONI E RELATIVA VIGILANZA IN ZONA SISMICA CON APPROVAZIONE DELLE LINEE DI INDIRIZZO E COORDINAMENTO (DGR 30/3/2016-n.X/5001- RIF. ZONIZZAZIONE SISMICA REGIONE LOMBARDIA DGR 11/07/2014 N.X/2129).

IN PARTICOLARE LA LEGGE DA DISPOSIZIONI PER IL «DEPOSITO SISMICO» DEL PROGETTO STRUTTURALE. E' OBBLIGATORIO IL DEPOSITO (QUALORA NON FOSSE NECESSARIA ANCHE UNA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE) PER:

- INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO
- INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO
- INTERVENTI LOCALI

IL DEPOSITO SISMICO DEVE SEMPRE CONCLUDERSI CON UN COLLAUDO

- **DECRETO del 29 ottobre 2003**
(a seguito OPCM n.3274 del 20 marzo 2003)
- **D.d.u.o.** (Decreto del Dirigente dell'Unità Organizzativa)
21 novembre 2003 n.19904 Regione Lombardia

LE DUE NORME CITATE STABILISCONO L'OBLIGO DI ESEGUIRE LE VERIFICHE SISMICHE SU FABBRICATI DI INTERESSE STRATEGICO E RILEVANTE. IN PARTICOLARE L'OPCM 3274 DEL 2003 STABILIVA CHE LE VERIFICHE DOVEVANO ESSERE ESEGUITE ENTRO 5 ANNI DALL'ENTRATA IN VIGORE DALL'ORDINANZA; IL TERMINE ORIGINARIO DI 5 ANNI PER REGIONE LOMBARDIA, È STATO PIÙ VOLTA PROROGATO FINO AL 31 MARZO 2013.

Tra gli edifici rilevanti sono esplicitamente indicate le scuole (classe d'uso III).

La norma impone la verifica (VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA) senza comunque l'obbligo di adeguamento/miglioramento.

NTC 2018 AL CAP. 8.4.2 STABILISCONO CHE UN INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO PER EDIFICI SCOLASTICI DEVE ESSERE COMUNQUE NON MINORE DI 0,6

(DOVE, IN MODO SINTETICO, IL VALORE 0,6 SI RIFERISCE

AL RAPPORTO TRA L'AZIONE SISMICA MASSIMA SOPPORTABILE DALLA STRUTTURA E L'AZIONE SISMICA CHE SI UTILIZZEREBBE IN QUEL SITO NEL PROGETTO DI UNA NUOVA COSTRUZIONE).

COMUNE DI MILANO

REGOLAMENTO EDILIZIO

BURL n.48 del 26.11.2014:

Linee guida di indirizzo per la verifica di idoneità statica delle costruzioni ai sensi dell'Art. 11.6 del RE del Comune di Milano

«ai sensi dell'art. 11.6 del 26.11.2014, data di entrata in vigore del nuovo Regolamento edilizio, dovranno essere sottoposti a verifica di idoneità statica tutti i fabbricati che rientrano nelle seguenti categorie

- ✓ Entro 5 anni: quelli ultimati da più di 50 anni o che raggiungano i 50 anni in questo periodo, qualora non siano in possesso di certificato statico
- ✓ Entro 10 anni: tutti quelli già in possesso di certificato di collaudo statico con data risalente a un periodo superiore ai 50 anni o che raggiungano i 50 anni in questo periodo.

- Le linee guida per l'esecuzione della verifica dei fabbricati finalizzata all'emissione del Certificato di Idoneità Statica (CIS), sono state elaborate in collaborazione con l'ordine degli Ingegneri di Milano
- La verifica di idoneità statica è basata su due livelli di indagine corrispondenti a due livelli di approfondimento.
 - a. il primo livello da effettuare per tutti i fabbricati rientranti nelle categorie previste dall'art. 11.6 del R.E., si basa su un'analisi qualitativa del fabbricato che, qualora risulti esaustiva, e non evidenzi aspetti critici per la sicurezza, dà luogo all'emissione del certificato di idoneità statica (CIS). per procedere all'analisi del fabbricato è stato predisposto il «riassunto finale delle ispezioni- check list A», (allegata sub.2.1) che il tecnico abilitato dovrà opportunamente compilare. per meglio esplicitare i contenuti degli accertamenti è stata redatta «scheda livello 1 per l'emissione del cis «allegata sub 2.2»

b. il secondo livello è da effettuare solo nel caso in cui il primo non sia risultato esauriente o abbia individuato situazioni di possibile pericolo; in questa situazione, in conformità con le disposizioni della norma vigente, (cap. 8 NTC), si esegue la verifica di sicurezza per definire opportune opere di rinforzo.

- Ai fini dell'attuazione delle verifiche di idoneità statica la Proprietà o l'Amministratore provvederà alla nomina di un tecnico Abilitato allo svolgimento delle verifiche di idoneità statica;

- Il CIS viene allegato al **fascicolo del fabbricato**, come indicato all'Articolo 47 del Regolamento Edilizio; viene inoltre depositato presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, ai fini di attività di monitoraggio e di analisi statistiche del patrimonio costruito. Il certificato ha una validità temporale massima di 15 anni. La mancata emissione del CIS entro i limiti temporali fissati dall'Articolo 11.6 fa venire meno all'agibilità del fabbricato o di una sua parte nel caso questa sia una pertinenza distinta dell'intera costruzione. La responsabilità dell'attuazione delle verifiche è in capo alla Proprietà/Amministratore. In caso di compravendita i notai dovranno allegare la Certificazione di Idoneità Statica (CIS) all'atto di vendita.

- L'ARTICOLO 11.6 DEL R.E. DEL COMUNE DI MILANO, INTRODUCE UNA NORMA CHE INCIDE IN MODO DETERMINANTE SULLA VERIFICA DELLA SICUREZZA DEI FABBRICATI ED È PROBABILE CHE UNA NORMA ANALOGA VENGA ADOTTATA A LIVELLO REGIONALE E A LIVELLO NAZIONALE. E' DA RICONOSCERE IL FONDAMENTALE APPORTO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI MILANO SIA PER LA FORMULAZIONE DELLE LINEE GUIDA CHE PER LA GESTIONE, IL CONTROLLO E L'ARCHIVIAZIONE DEI CIS. NON È IMPROBABILE, VISTA L'ENORME QUANTITÀ DI EDIFICI COINVOLTI, CHE SI POSSA ANDARE VERSO UNA GRADUAZIONE DELLE SCADENZE. AL DI LÀ DEGLI OBBLIGHI PREVISTI DAL REGOLAMENTO EDILIZIO PER GLI EDIFICI DEL COMUNE DI MILANO, LE LINEE GUIDA CON RELATIVI ALLEGATI, SONO COMUNQUE UTILIZZABILI PER LE VERIFICHE DI SICUREZZA DI PRIMO LIVELLO DEGLI EDIFICI ESISTENTI COMPRESI QUELLI DEL PATRIMONIO CULTURALE.

2) CASI CONCRETI:

- Patologie, rassegna di immagini
- Primi passi per affrontare i problemi delle strutture, immagini

Elementi murari e lapidei dissesti e degradati





ISPEZIONE-PIANO DI MANUTENZIONE









IL DISSESTO...



...LA CAUSA...

CAPOCHIAVE METALLICO
DI CATENA IN LEGNO
ESTRADOSSALE
COMPLETAMENTE
DETERIORATA







LESIONE PER FULMINE

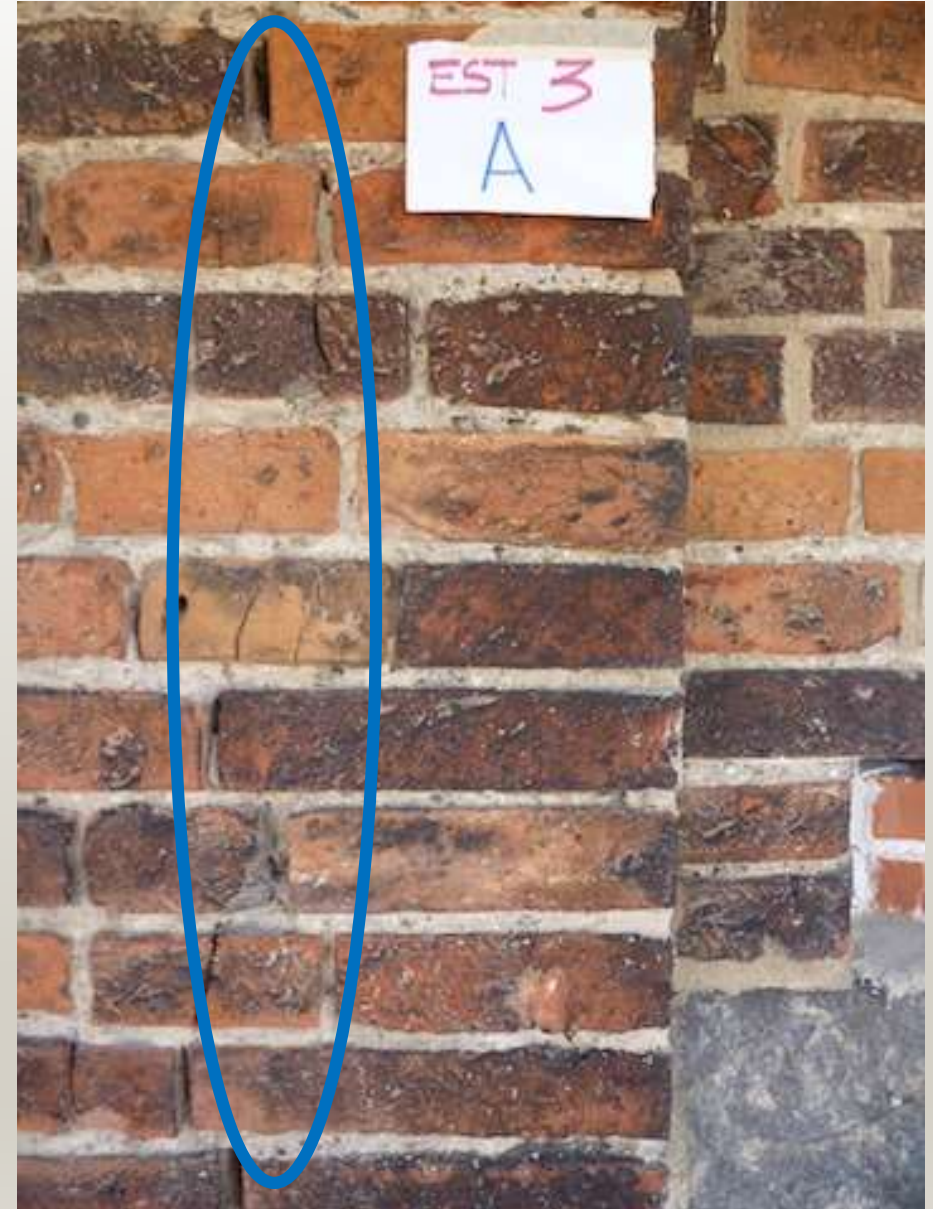


DISSESTO PER INCIDENTE











Elementi in legno dissesti e degrado



LA ROTTURA...



FIACCOLA IN CEPPO LESIONATA SUL CAMPANILE

...LA CAUSA...

FIACCOLA CADUTA DAL CAMPANILE













STRUTTURA CON DEFORMAZIONE ANOMALA...

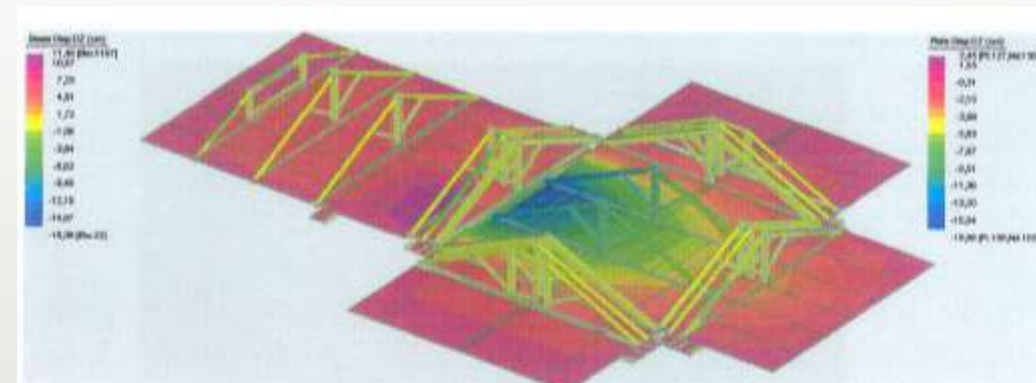


Figura 30: Deformata modello 3 PP + persona in mezzo

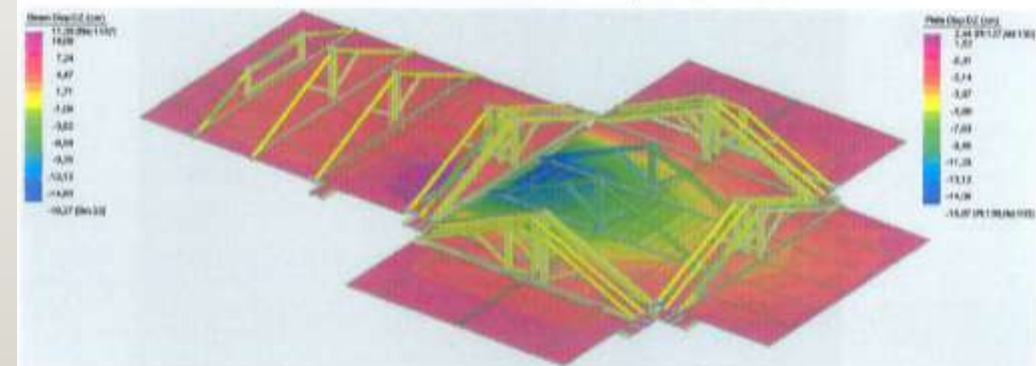


Figura 31: Deformata modello 3 PP + persona di lato

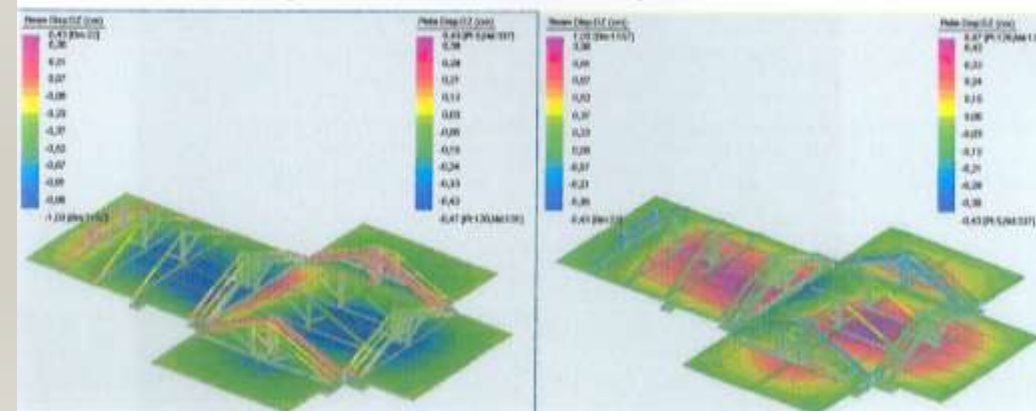


Figura 32: Deformata modello 3 ΔT^+ e ΔT^-



... LA CAUSA: IL COLLASSO DELLE TESTATE DELLE CAPRIATE







Elementi metallici dissesti e degrado









DALLE OSSERVAZIONI DI ANOMALIE
(FESSURAZIONI DEL CAPITELLO IN GESSO E TRACCIA DI RUGGINE
SU UNA FOGLIA D'ACANTO)
E' INIZIATA UNA SERIE DI INDAGINI CON CONSEGUENTE
INTERVENTO





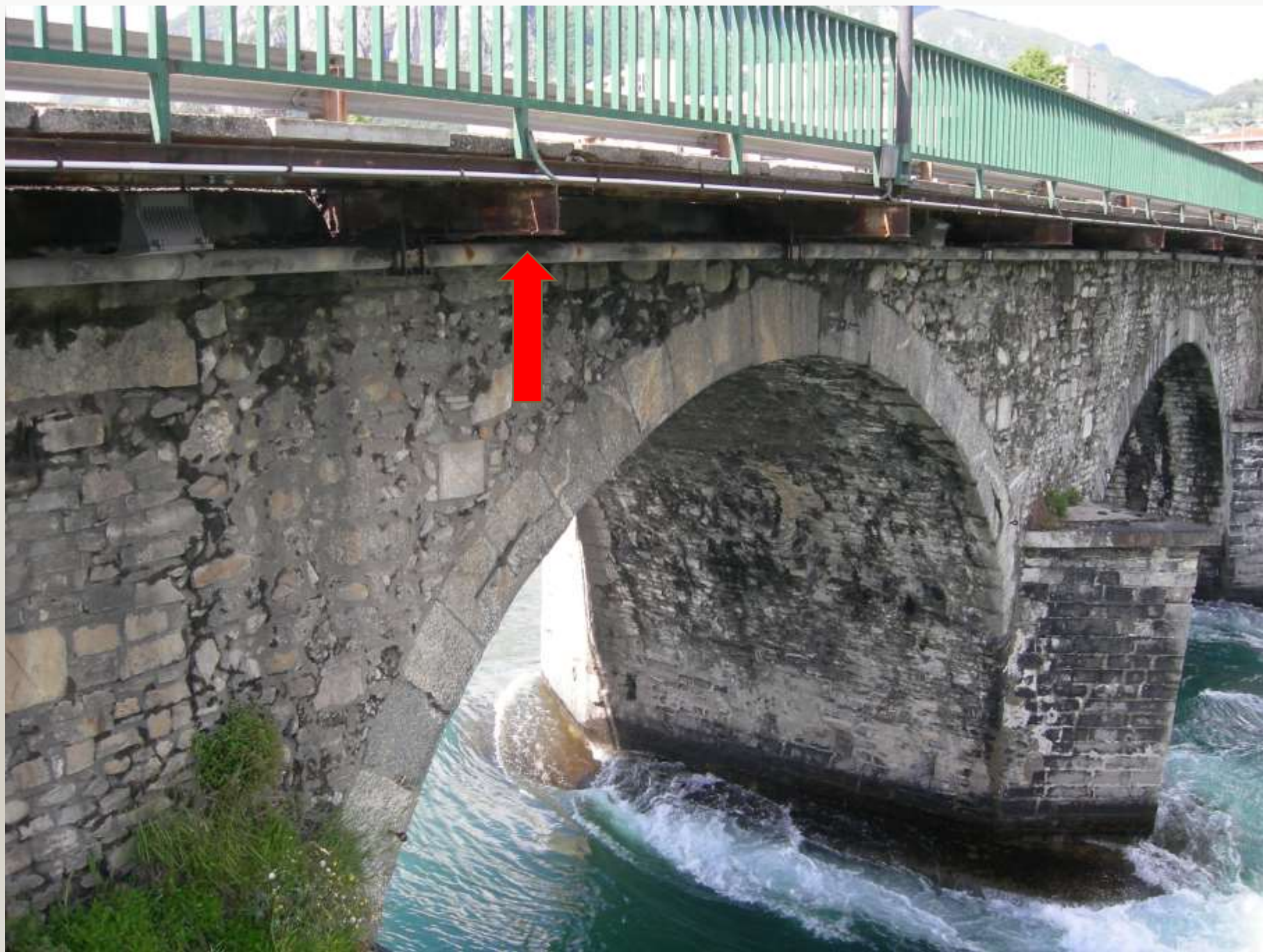




ROTTURA DI UN TIRANTE

CRICCA IN UN TIRANTE











Campane e castello degrado





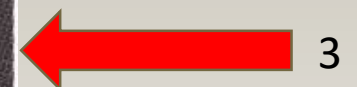
Tiranti e cerchiature in legno tipologie dissesti e degrado



1 CERCHIATURA
ORIGINARIA



2-3 INTERVENTI
SUCCESSIVI
(non risolutivi)





CATENA INCLINATA
PER L'ARCO

CATENA IN LEGNO CAPRIATA



CATENA ESTRADOSSALE IN LEGNO
CON CAPOCHIAVE IN FERRO



CAPOCHIAVE METALLICO
DI CATENA IN LEGNO
ESTRADOSSALE
COMPLETAMENTE
DETERIORATA





FOTO 1



DISSESTI PER DEGRADO CATENA IN LEGNO DI FOTO 1

DISSESTI, PATOLOGIE ED ANOMALIE POSSONO ESSERE PIU' O MENO EVIDENTI.

IN ALCUNI CASI BASTA UNA SEMPLICE OSSERVAZIONE, IN ALTRI SERVONO SOPRALLUOGHI E CONTROLLI (EFFETTUATI DA PERSONE COMPETENTI) SOPRATTUTTO NEI LUOGHI MENO FREQUENTATI DELL'EDIFICIO.

IN PARTICOLARE, CON RIFERIMENTO AI BENI DELLE PARROCCHIE, DOPO UN'INIZIALE VALUTAZIONE DA PARTE DEL TECNICO DI FIDUCIA, OCCORRE UNA SEGNALAZIONE AI TECNICI DELL'UFFICIO AMMINISTRATIVO DIOCESANO (UAD), PER UN NECESSARIO CONFRONTO SULLE PROCEDURE DA SEGUIRE.

Esempio di chiesa del '600 rimasta incompiuta

TESTIMONIANZA DELLE FASI COSTRUTTIVE:

1. muratura
2. copertura
3. volte



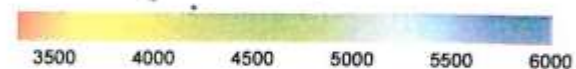


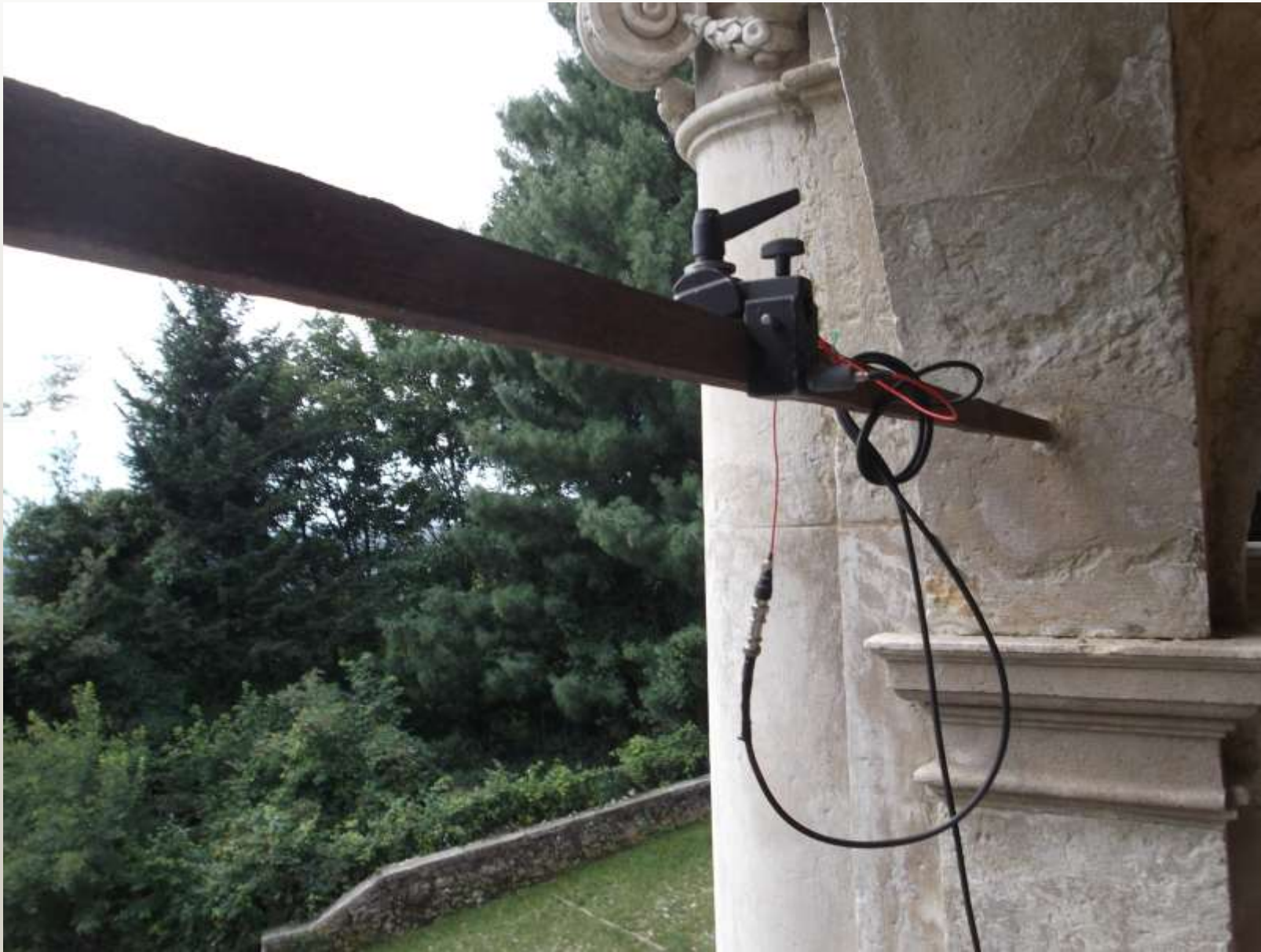


CAPOCHIAVE METALLICO CHE TIENE CONTO DELLO
SPESSORE DELLA VOLTA E CON L'ASOLA PER
L'INSERIMENTO DEL TIRANTE CENTRALE

Prove, indagini e monitoraggi

Fig. 5 Analisi ultrasonica
sulla cimasa restaurata.
Ultrasonic analyses
on the restored moulding.





ACCELEROMETRO PER MISURARE LA FREQUENZA DI VIBRAZIONE E QUINDI IL TIRO



PROVE SONICHE ED ELETTRICHE PER
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO



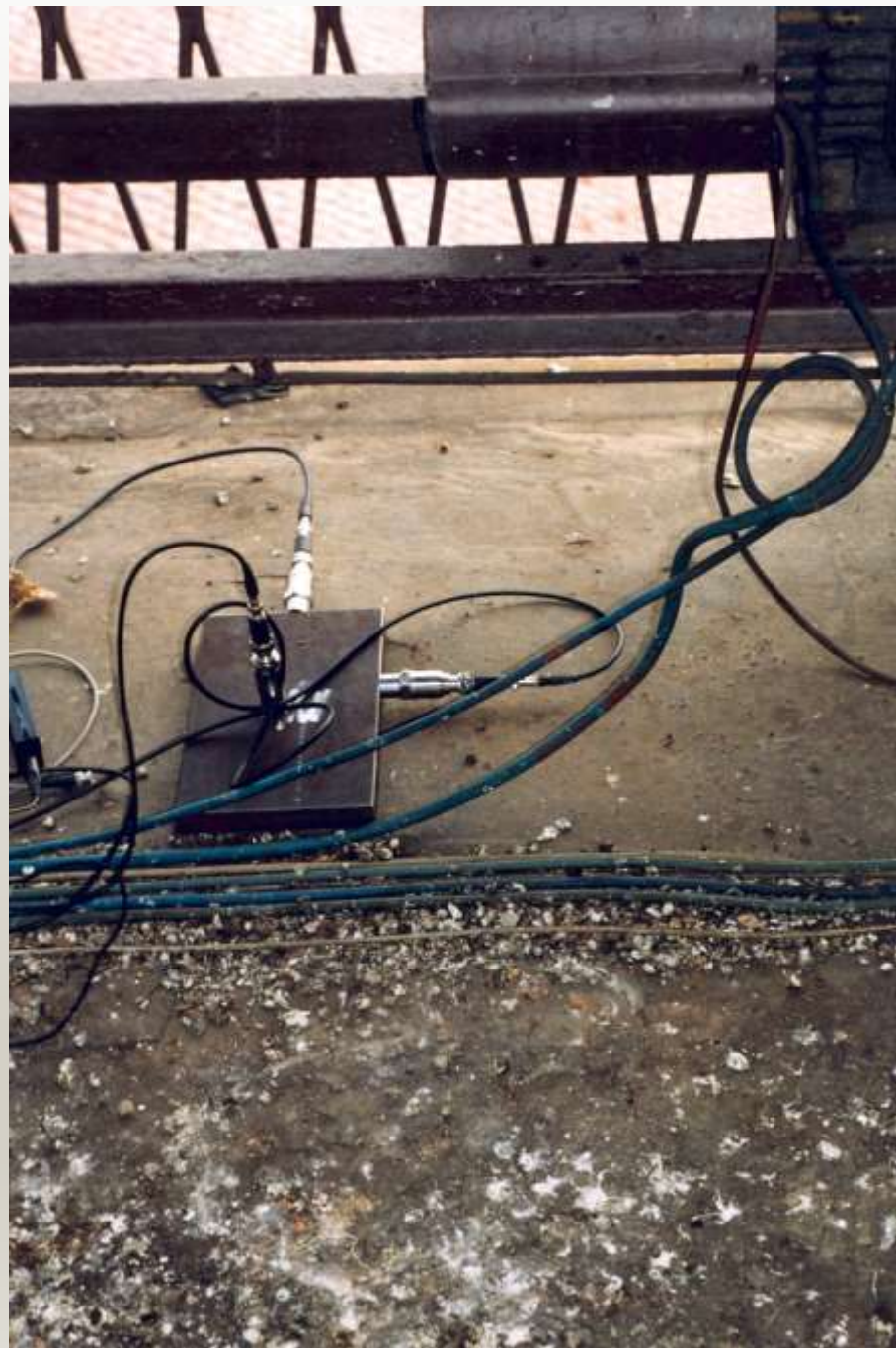


ESTENSIMETRI ELETTRICI





FESSURIMETRO



PIASTRA CON ACCELEROMETRI
PER PROVA DINAMICA SU
CAMPANILE



PROVE ULTRASONICHE E SONICHE

PROVA CON GEORADAR





PROVA PENETROMETRICA



CAROTAGGIO



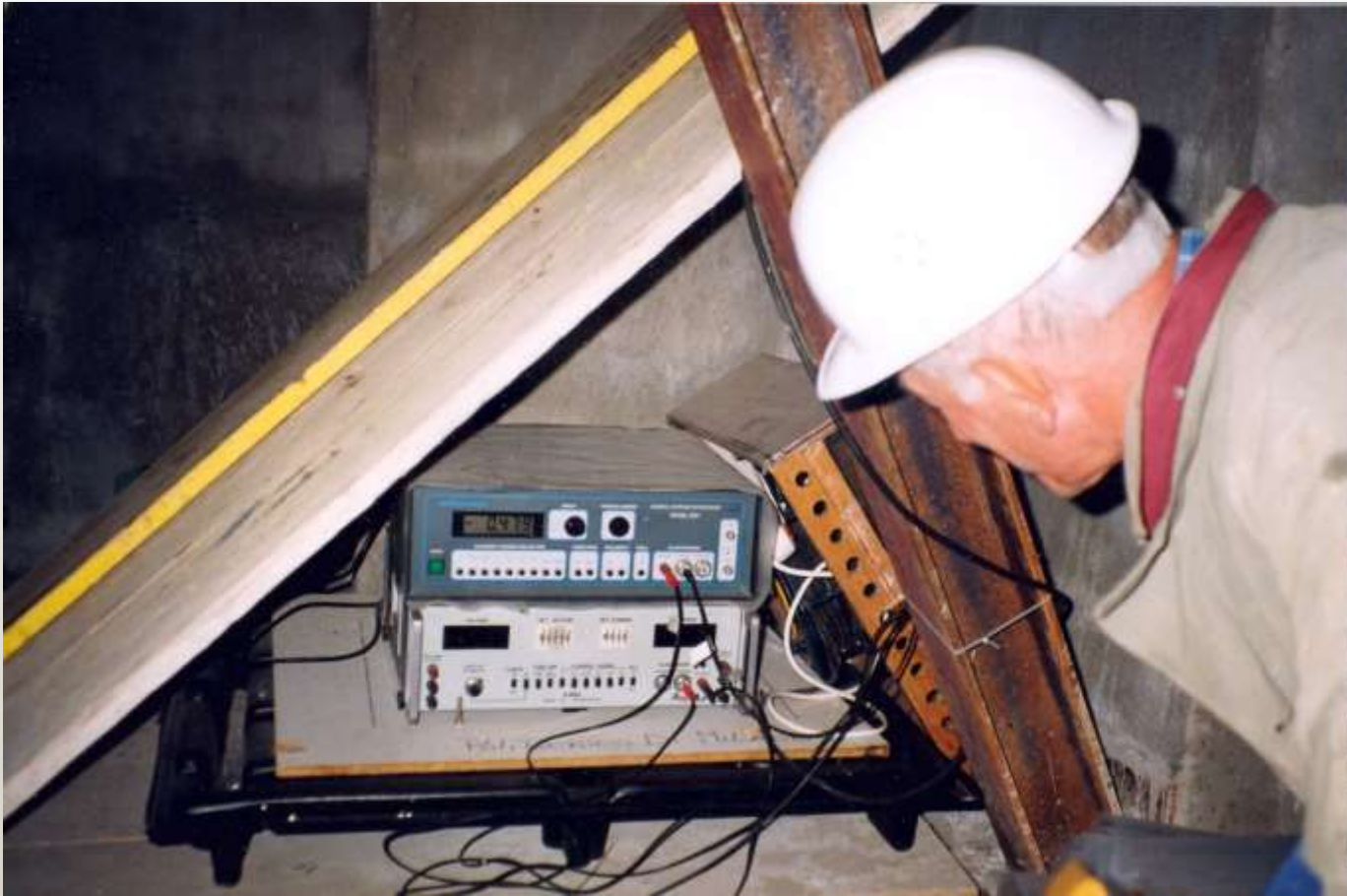
carbonatazione





LO SPESSORE CARBONATATO
E' QUELLO DI COLORE GRIGIO





RIALCALINIZZAZIONE

SPERIMENTAZIONE POLIMI – prof. Luca Bertolini, prof.ssa Maddalena Carsana



RIALCALINIZZAZIONE: REALIZZAZIONE
pasta di cellulosa sostituita con fogli di giornale



Dopo la rialcalinizzazione, fasciatura con fibre
al carbonio



L'ISPEZIONE VISIVA
E' INDISPENSABILE

VARESE BATTISTERO

arch. Gaetano Arricobene
ing. Francesco Parolari
maestro Giacomo Luzzana, restauri





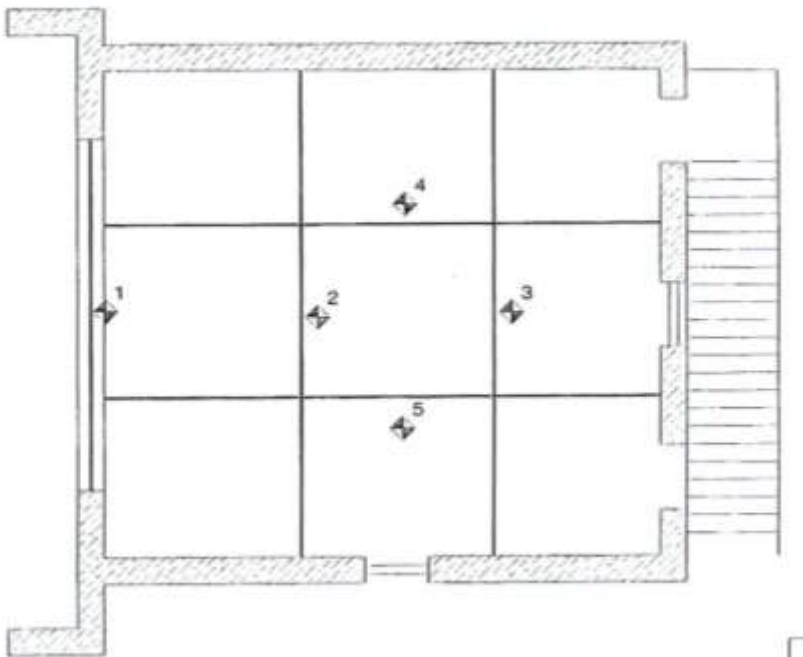
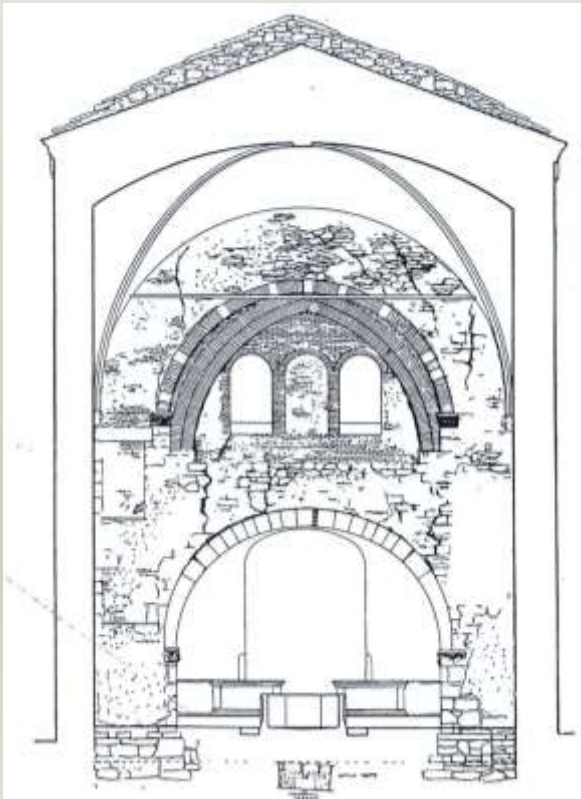


TABELLA DI CALCOLO DELLE TENSIONI IN TIRANTI METALLICI

TIRANTI RETTANGOLARI

Tirante n°	Base (cm)	Alt(cm)	Luce(cm)	F1(Hz)	S2(daN)	T(daN/cm ²)
1	2,0	6,0	460	15,84	20026	1669
			470		20940	1745
			480		21872	1823
2	1,0	7,1	783	5,55	4277	602
			793		4388	618
			803		4500	634
3	1,0	7,1	779	4,98	3404	479
			789		3493	492
			799		3583	505
4	1,0	7,1	732	4,98	3001	423
			742		3085	434
			752		3170	446
5	1,0	7,1	718	4,92	2816	397
			728		2896	408
			738		2977	419

Disegni tratti da:
«Il Medioevo
ritrovato»,
Il Battistero di San
Giovanni, a cura
dell'arch. Luca Rinaldi



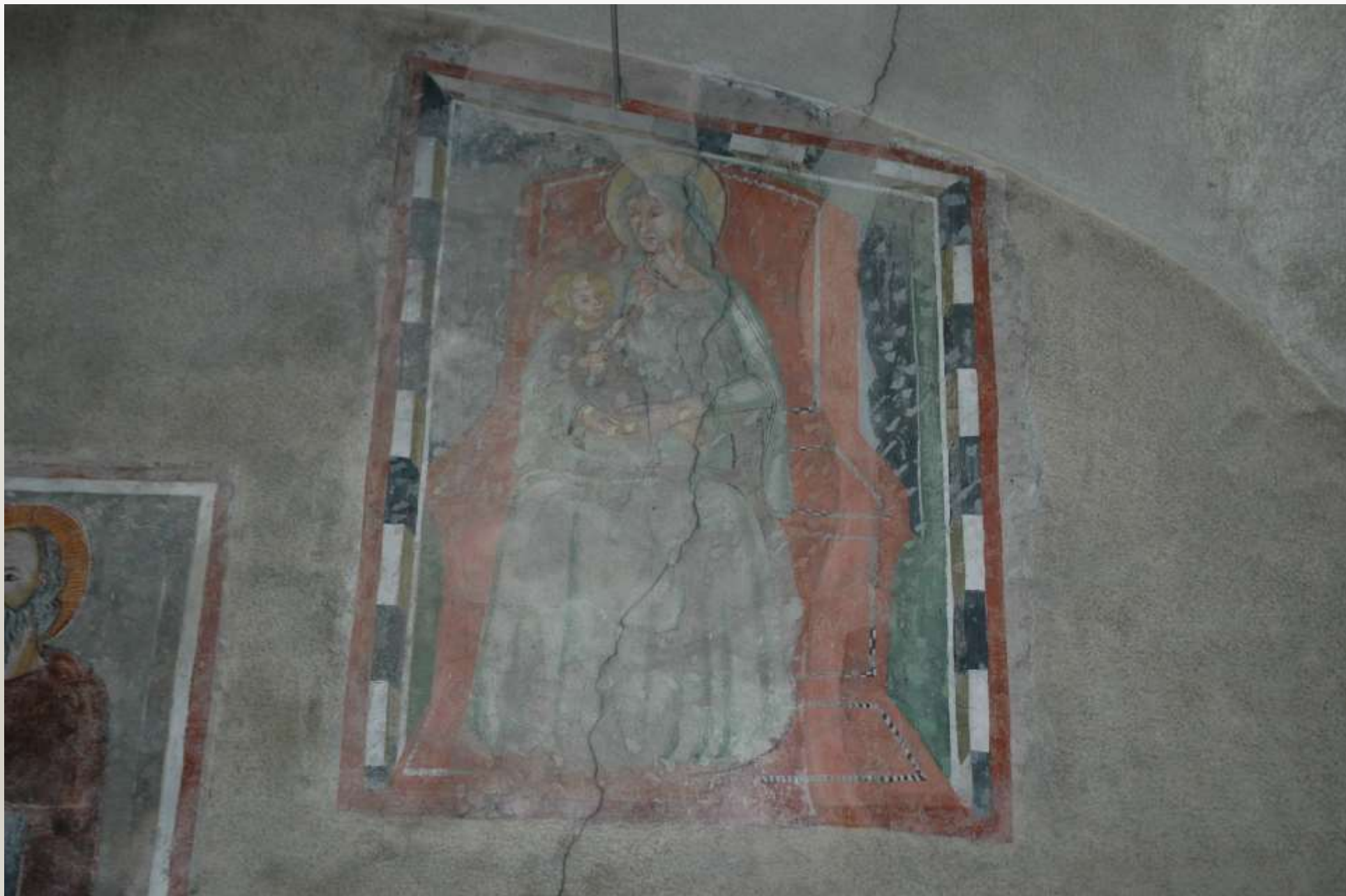


COSTOLONI ORIGINARI











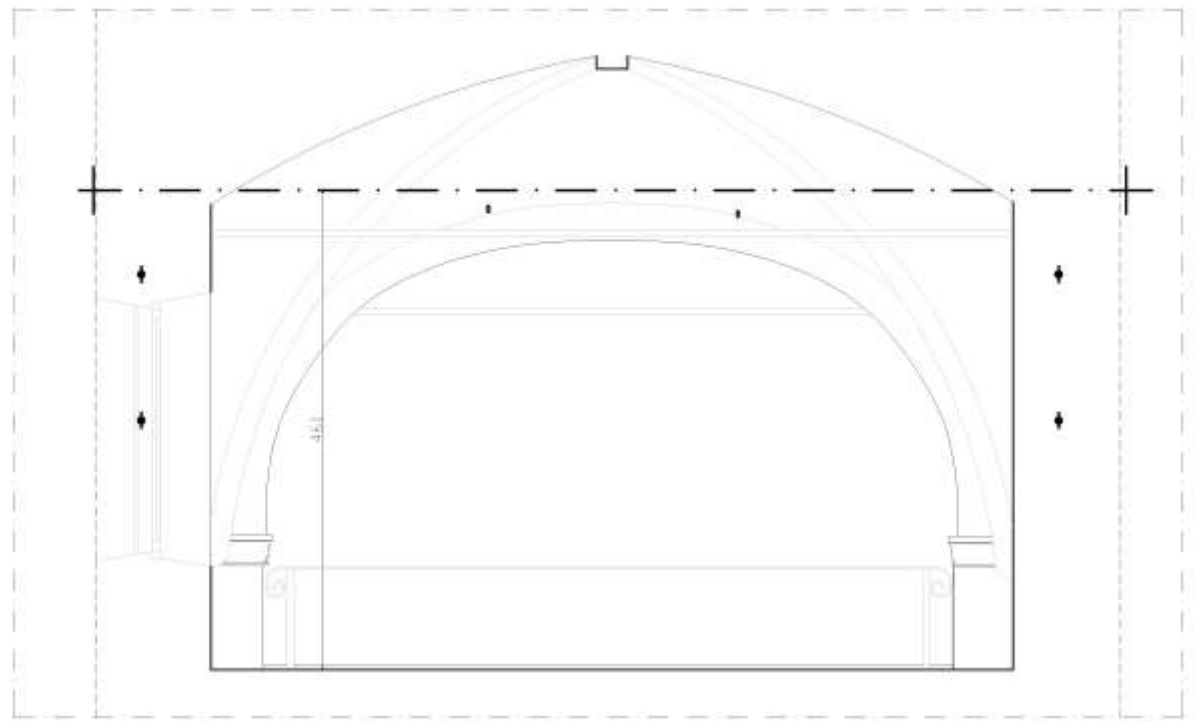
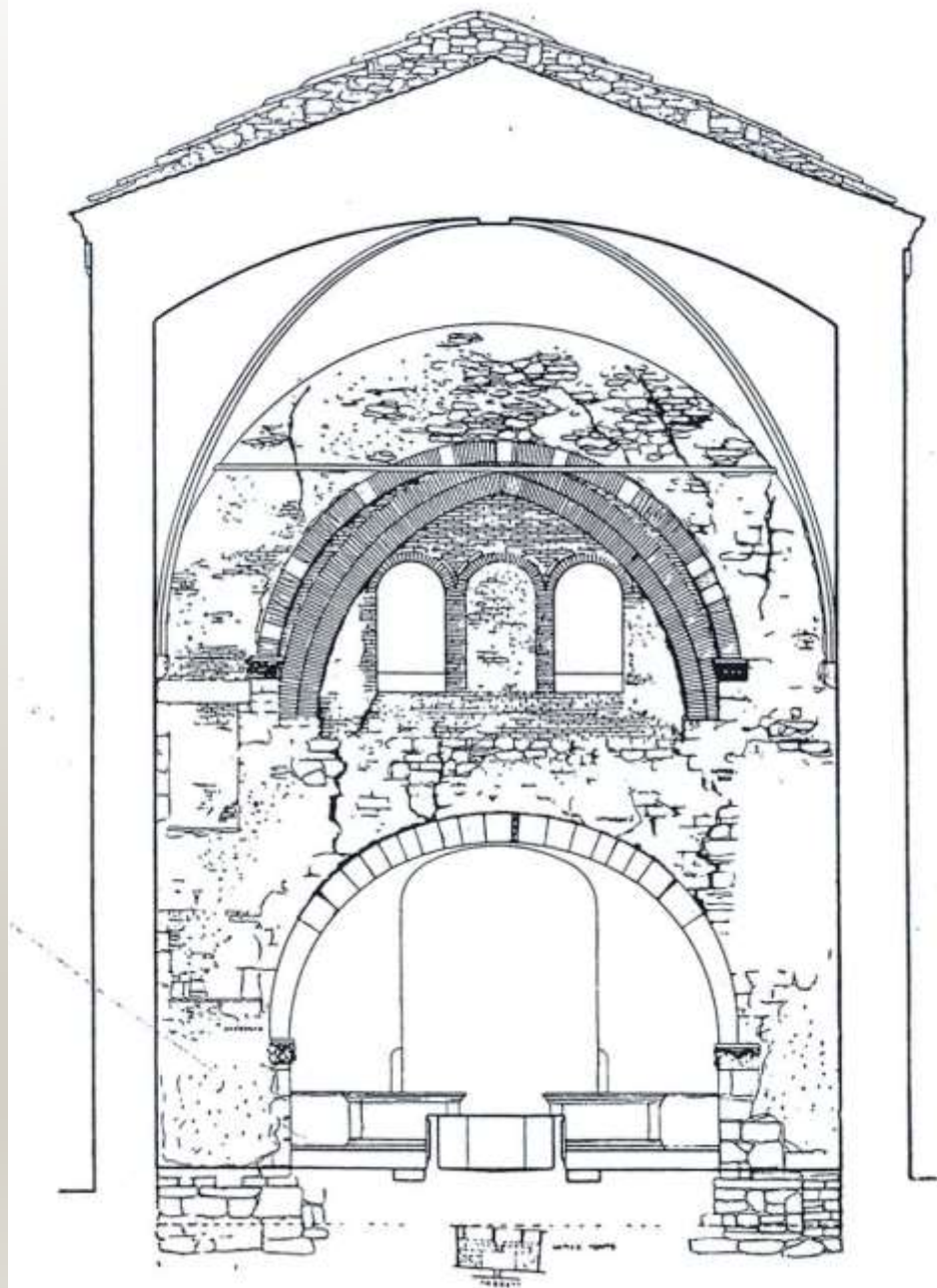


foto9

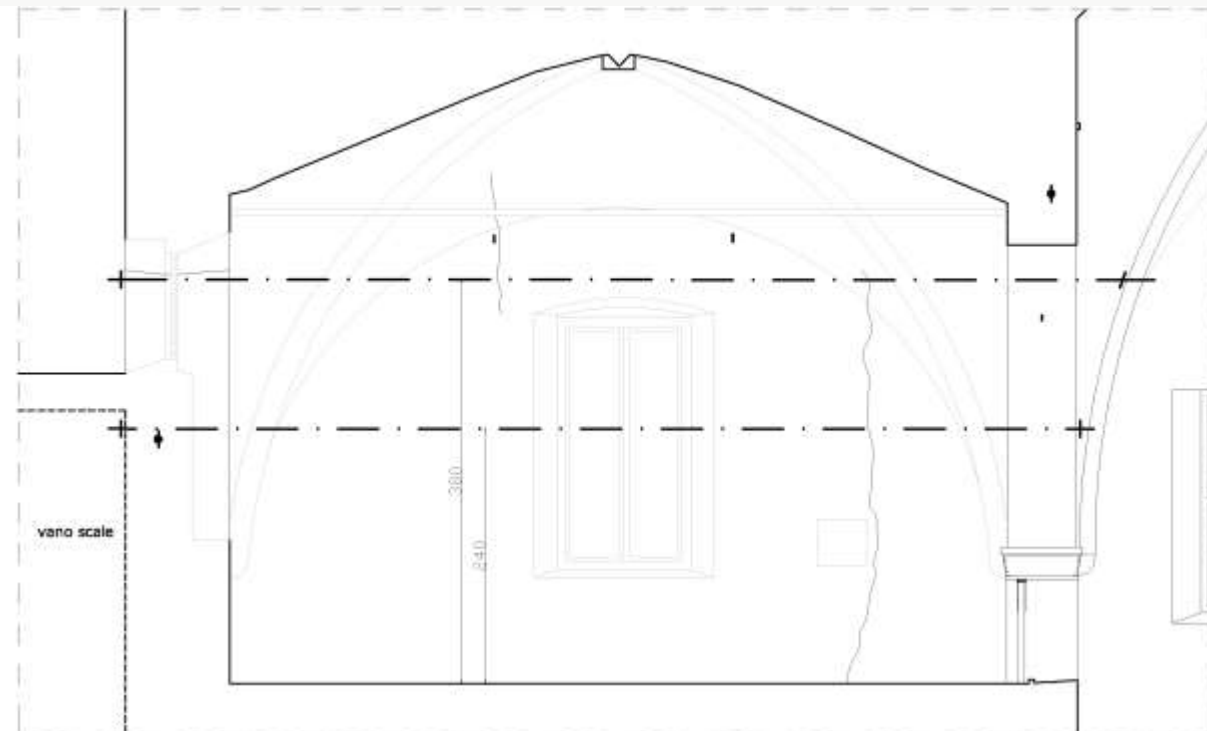
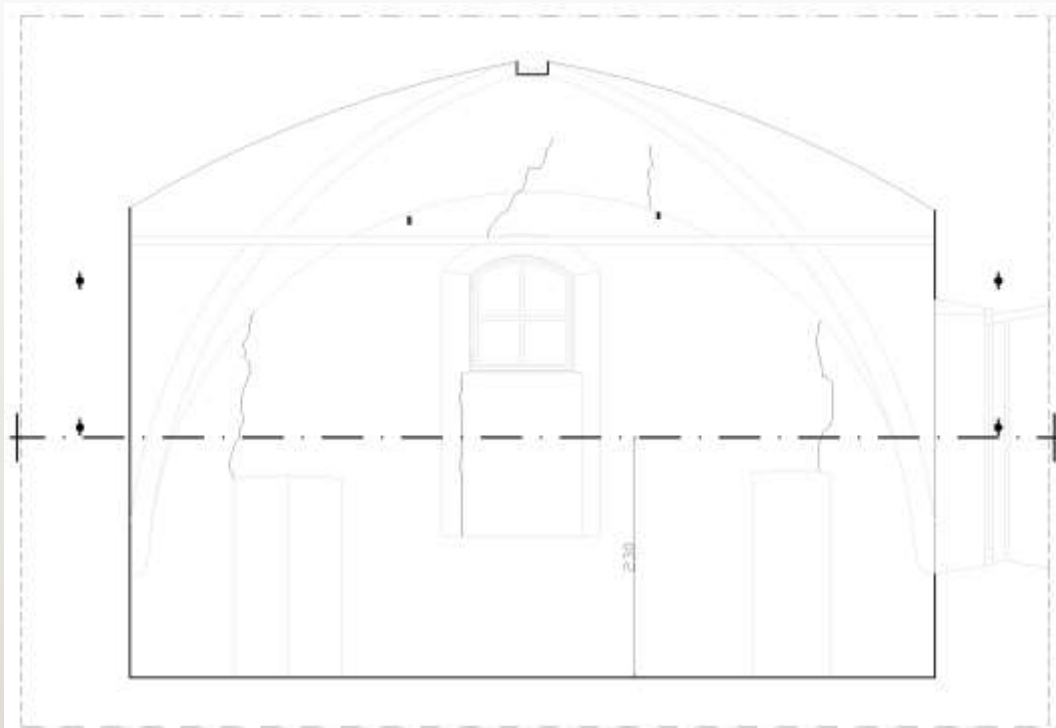


foto 6



foto7













Documenti storici ed interventi rilevati

Relazione sulle condizioni della Cupola della Chiesa di Annone Brianza

Il sottoscritto, incaricato dalla Cu.^a Fabbrica della Parrocchia di Annone Brianza di esaminare le condizioni di stabilità della Cupola della Chiesa Parrocchiale, in seguito alle diverse visite e agli scandagli eseguiti in lungo, riferisce:

La Chiesa Parrocchiale di Annone Brianza è costruita a forma di croce latina con tre navate; al centro della croce si elevano i quattro piloni che a due a due sostengono i quattro archi principali; da questi si svolgono i pennacchi formando così una corona circolare del diametro di m. 9.55 su cui si innalza il muro del tamburo per un'altezza di m. 5.0 e su questo la volta a forma di calotta sferica con una sacca di m. 2.50, coperta dal tetto, a forma di cono, costruito in lamiera di zinco con armature in legno.

Il muro del tamburo non è sostenuto direttamente dai pennacchi né sui cogli arcuati, ma da questi e da archi secondari che si svolgono superiormente ai pennacchi, impostati sui fianchi degli arcuati, e collegati con chiavi in legno, in parte così, che non contribuiscono a solidificare la costruzione.

Solo gli arcuati principali hanno chiavi in ferro. La detta Cupola trovandosi in condizioni assai deplorabili.

Anno 1906

Demolizione della cupola della chiesa parrocchiale sostituita da semplice tassa e l'opera molto importante compiuta in questo anno 1906. Le impalcature innalzate nello scorso anno rimangono sempre più a tutti servite per l'ingombro e per la spesa del noleggio. Al 26 marzo ha luogo una nuova visita dell'ing. Cavati che lo possibilità d'indagare nell'alto rendono più nitide e decisive. Le profonde scarpellature in vari punti mettono il difetto di cedere in fine già visto dalla prima costruzione e proporzionando alla ogni regola l'usura pure della cupola negli archi e nei pinnacchi. Il pericolo appare sempre più evidente dalla riproduzione di crepe già sigillate nel passato. Dopo questa visita è decisa la demolizione totale sino agli archi e ai pinnacchi sostanti i pennacchi. Il 10 maggio si iniziano i lavori di abbassamento delle impalcature. Sono queste formate da dieci piloni di pini collegati fra nel suolo, in lungo il ovale, due per parte dal lato degli altari minori. All'altare del convicchio si formava un primo ponte reale; allo ponte uguale perfettamente sicuro e sicuro all'altezza delle quattro fronde della cupola. La volta da demolire è formata da tre costolature della spina di un mattone e larghezza trasversale da un metro a circa 35 cm. Le costolature si trovano ancora solide, ma il tavolato degli intonaci è irreparabile per le infiltrazioni che l'hanno rovinato. Tutta la volta, per sicurezza, viene armata. La demolizione inde si compie in breve. Il legname in genere è consumato dall'umidità e riarso; lo stesso è ancora sostanziale, ma per le aperture incommensurabili dei chiodi nati per fissare al legno perimetrale le infiltrazioni. Riconoscendo la demolizione del muro, questo appare rotolante assai: una chiodo in ferro o uno di acciaio inonda il tamburo in alto, sopra il convicchio interno. Non qualche speranza di poter risparmiare ancora la cupola, allungando soltanto la nuova volta o forse interna, in modo da rendere possibile l'usura tra la volta e il tetto sostituito. Il Parroco, che a malincuore vide quest'opera di distruzione, pregò si rispondesse al lavoro in attesa di un nuovo giudizio dell'ingegnere. A quale è affidata l'opera, il nome della

FOTO STORICHE

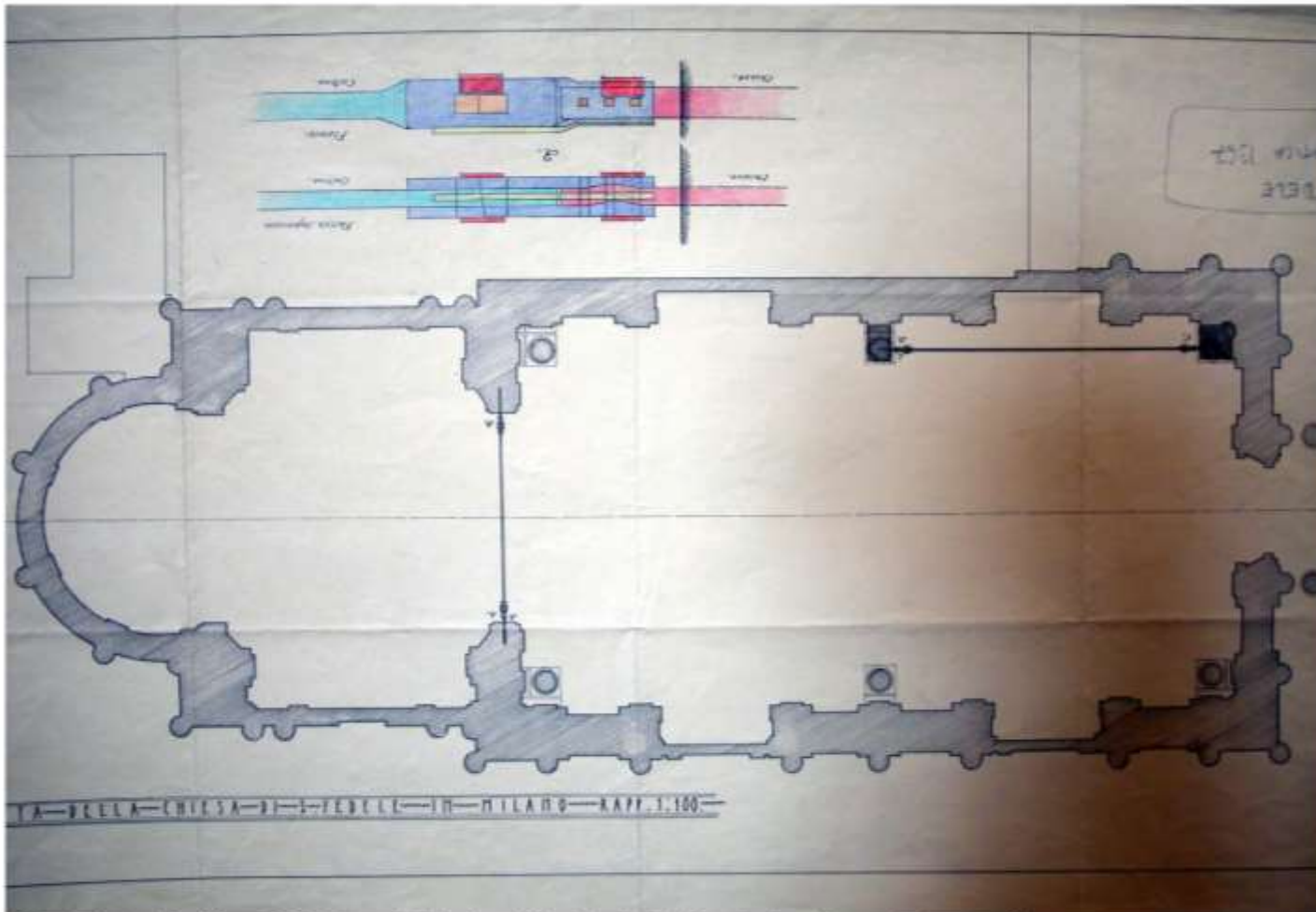
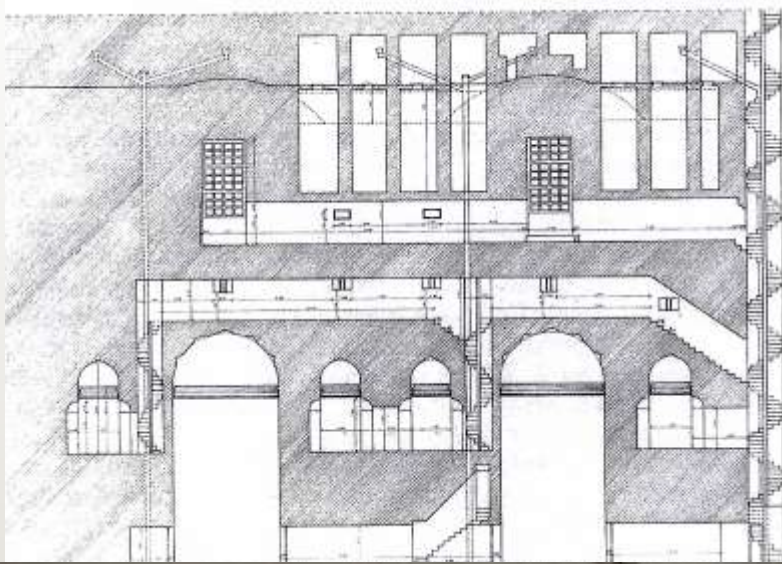


Fig.1.a Pianta della Chiesa di S.Fedele con l'indicazione dei due tiranti rotti ed il particolare della congiunzione tra chiave e catena.

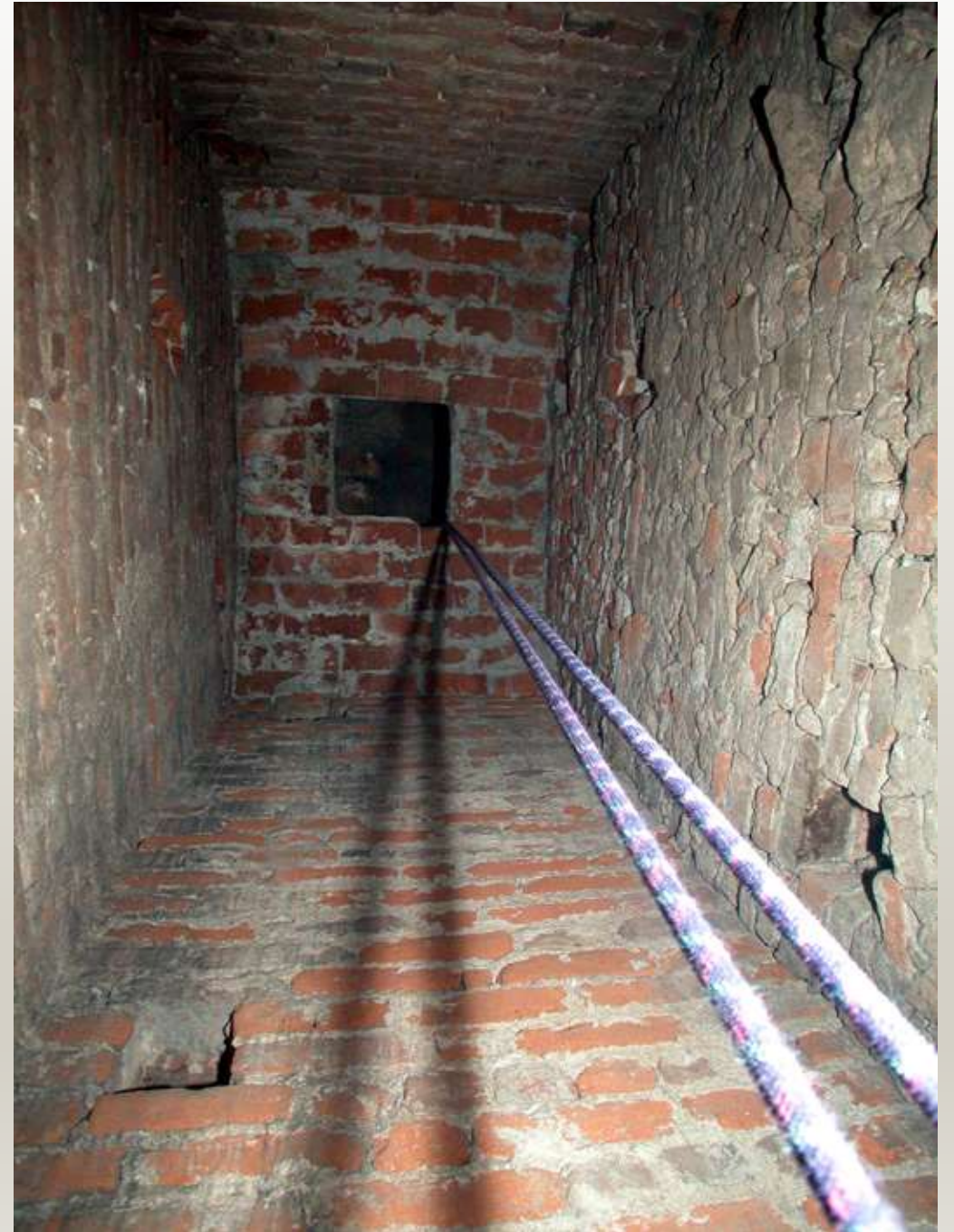
SAN FEDELE, MILANO





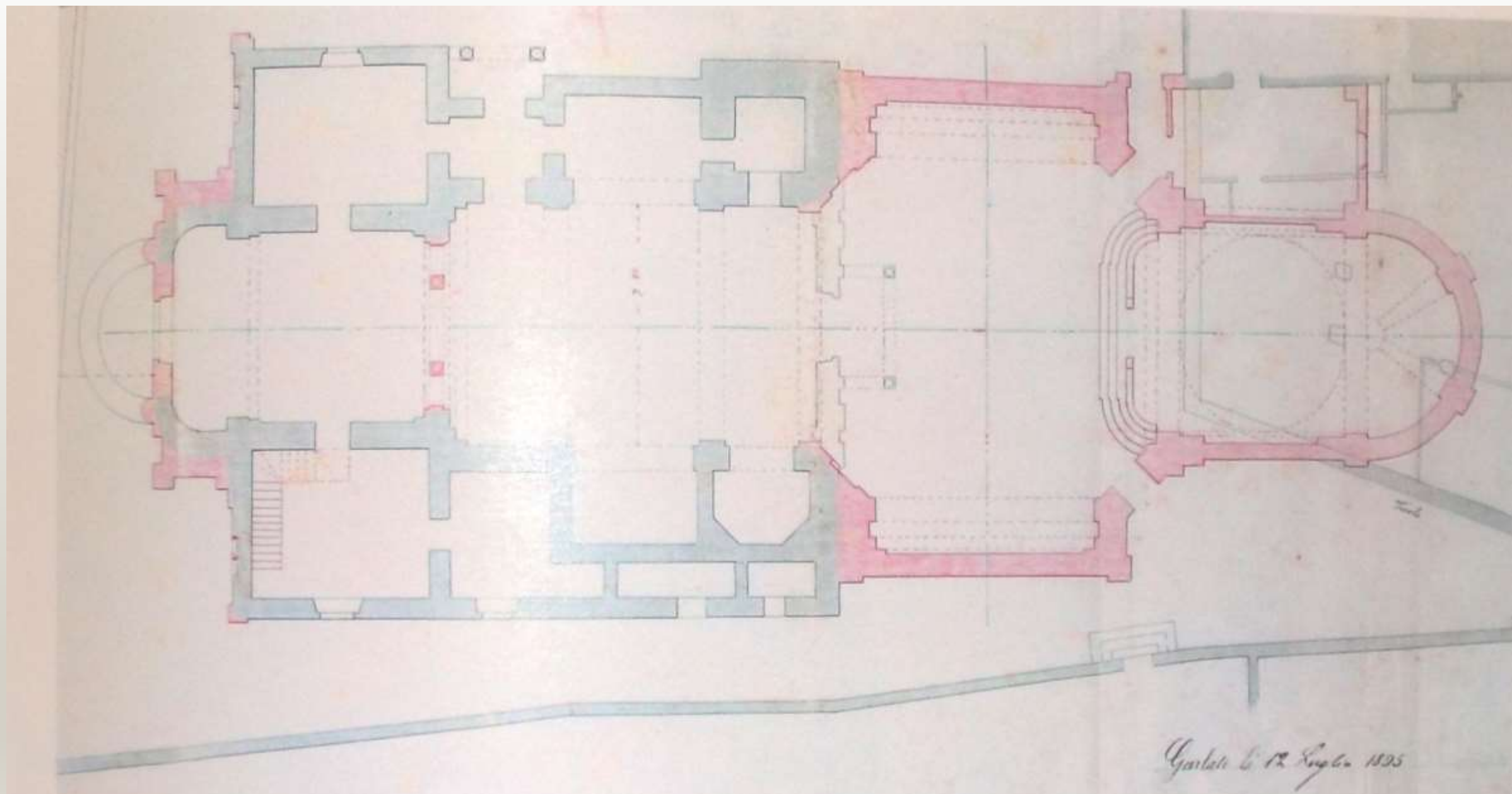
Sezione longitudinale , anni '91-'92,
Rilevo eseguito da alunni del
Politecnico di Milano, prof. Della Torre.
Tratto da «S. Della Torre, R. Schofield»,
Pellegrino Tibaldi architetto e il
S. Fedele a Milano.-invenzione e
costruzione di uno spazio.

SAN FEDELE, MILANO





GARLATE,
SCAVI



81 | 12 luglio 1895 - Progetto di ampliamento della chiesa di S. Stefano dell'ing. Ambrogio Bruni (Archivio Parrocchiale, Garlate).



«...da un problema iniziale (la cappellina) è nata la necessità di una verifica di tutto il complesso monumentale...»



SANT'ALESSANDRO LASNIGO,
SCAVI





IMMAGINE ATTUALE



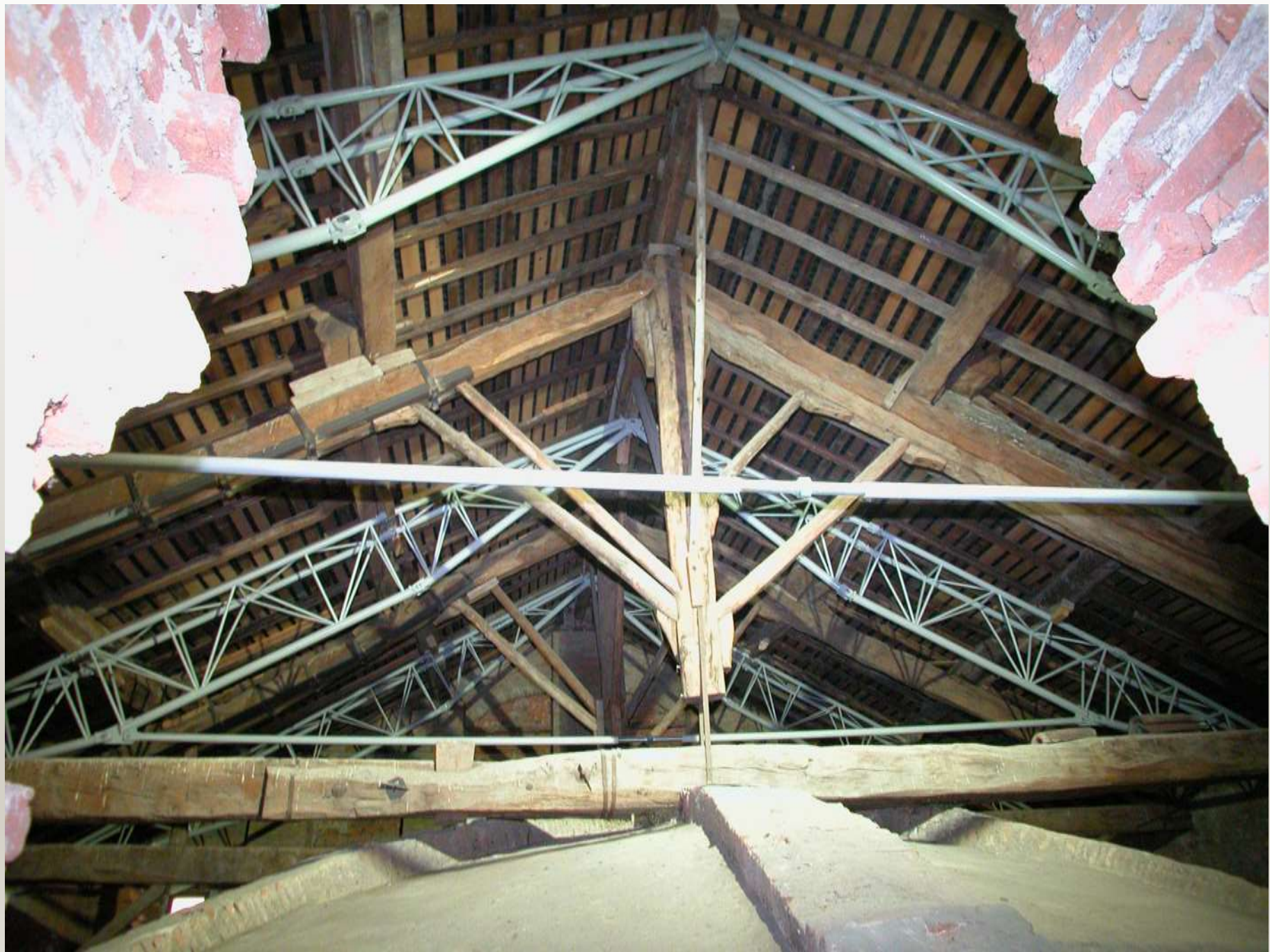
IMMAGINE STORICA

Interventi locali





















Rinforzo legno su legno

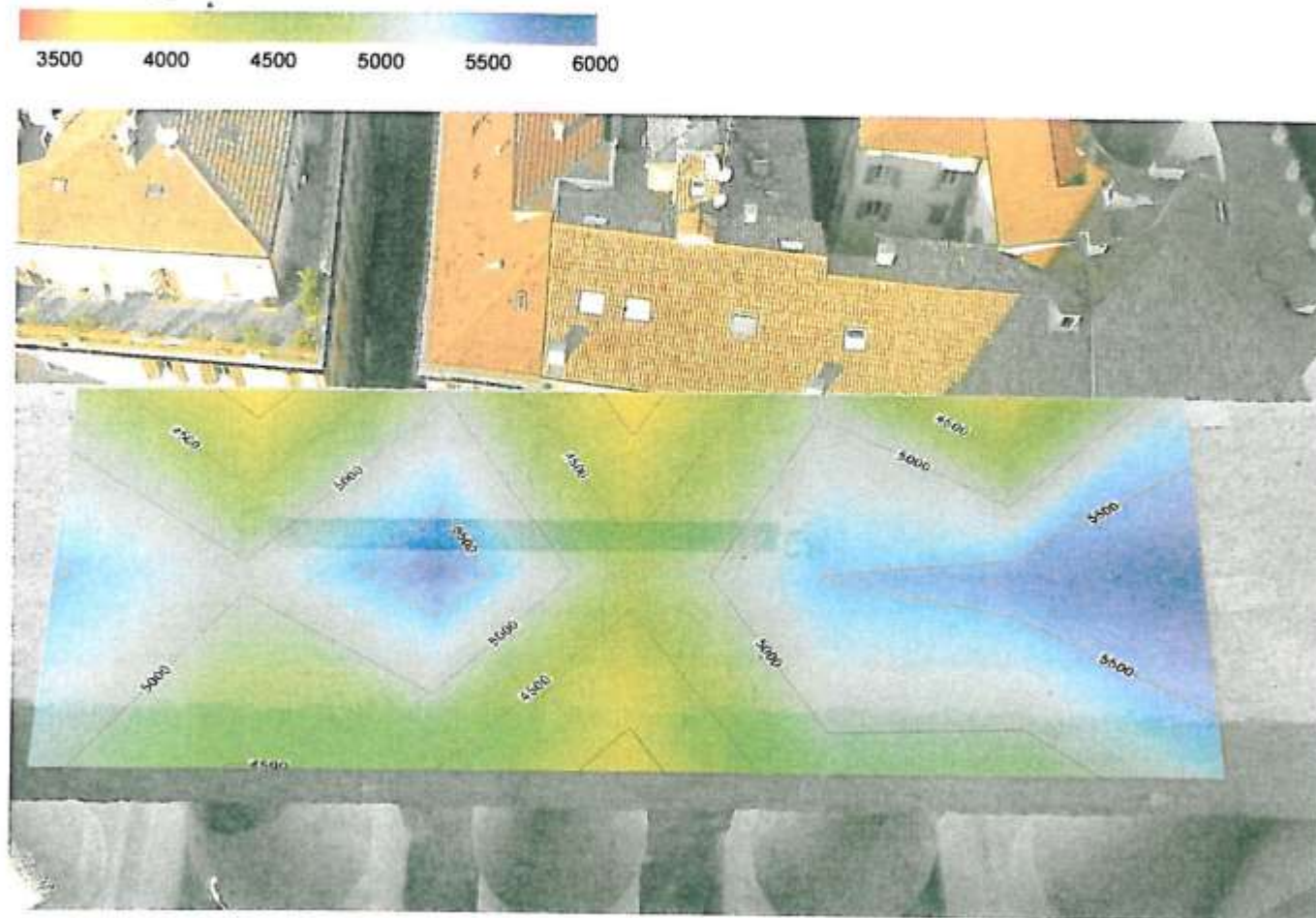


GHIRLANDINA , MODENA



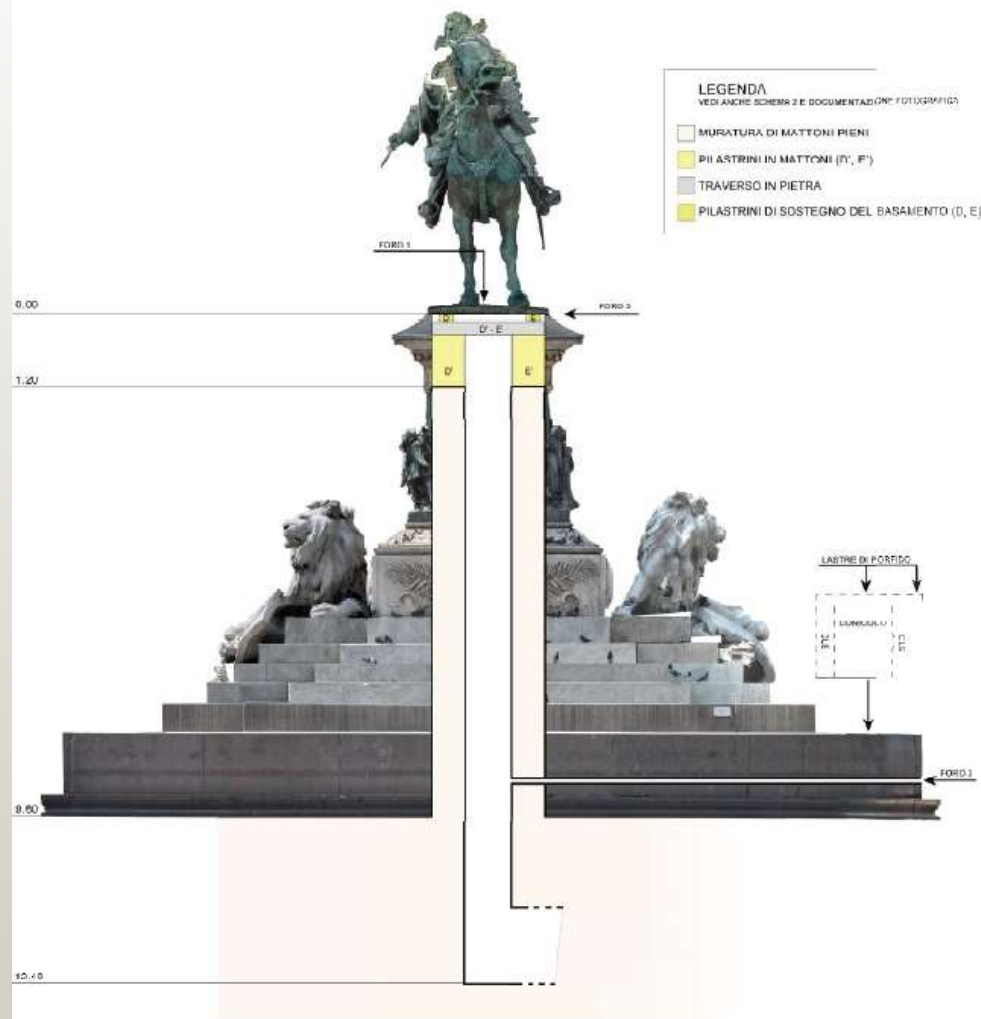


Fig. 5 Analisi ultrasonica
sulla cimasa restaurata.
Ultrasonic analyses
on the restored moulding.



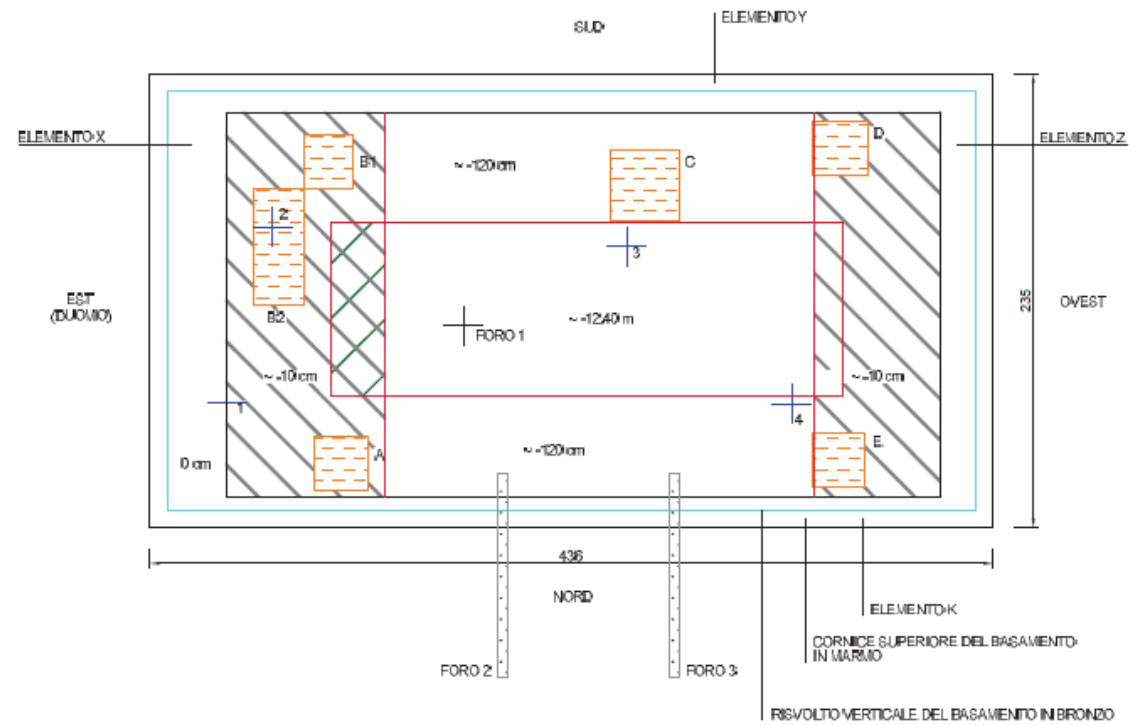
DALL'OSSERVAZIONE DI UN' ANOMALIA,
INDAGINI PER UN RILIEVO





SCHEMA 1 - PROSPETTO / SEZIONE

PER RIFERIMENTI VEDERE ANCHE SCHEMA 2



SCHEMA 2





F1 - FOTO STORICA



F2



F4



F3



F5



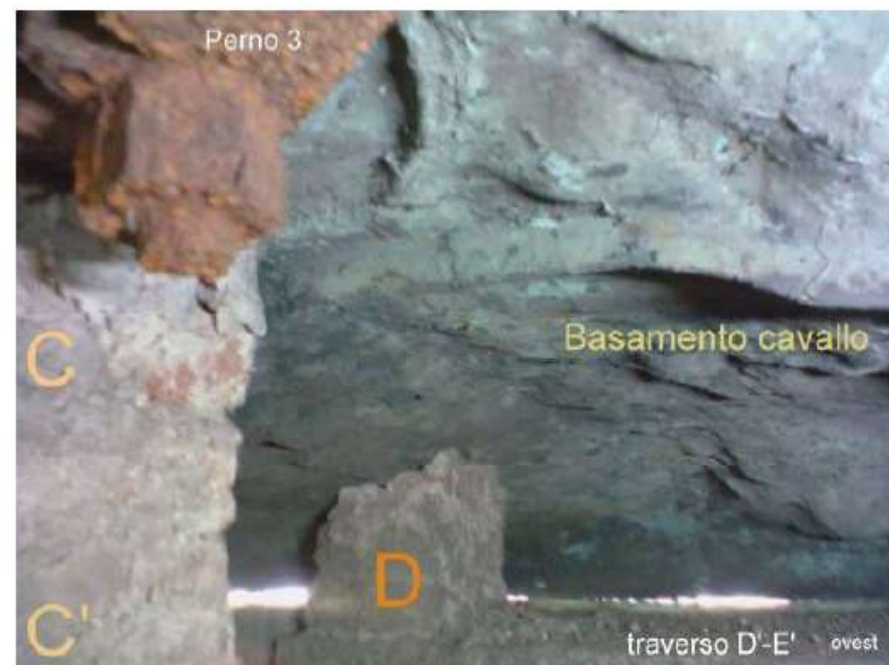
F6



F7



F8



F9

esempio di un intervento
SULL'INTERA STRUTTURA:

VALMADRERA 2001-2016

arch. Roberto Spreafico
arch. Piercarlo Suzani
ing. Francesco Parolari



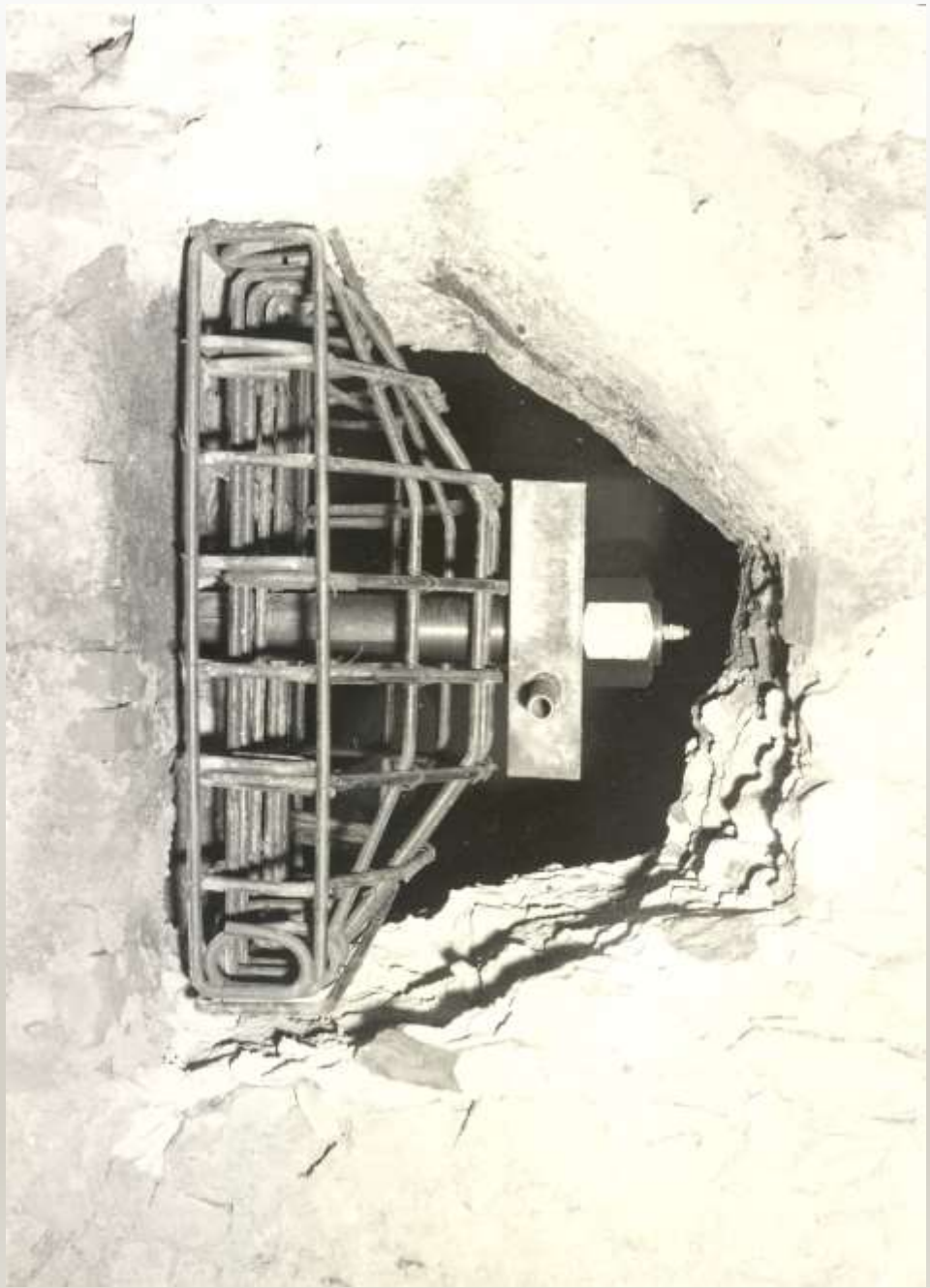
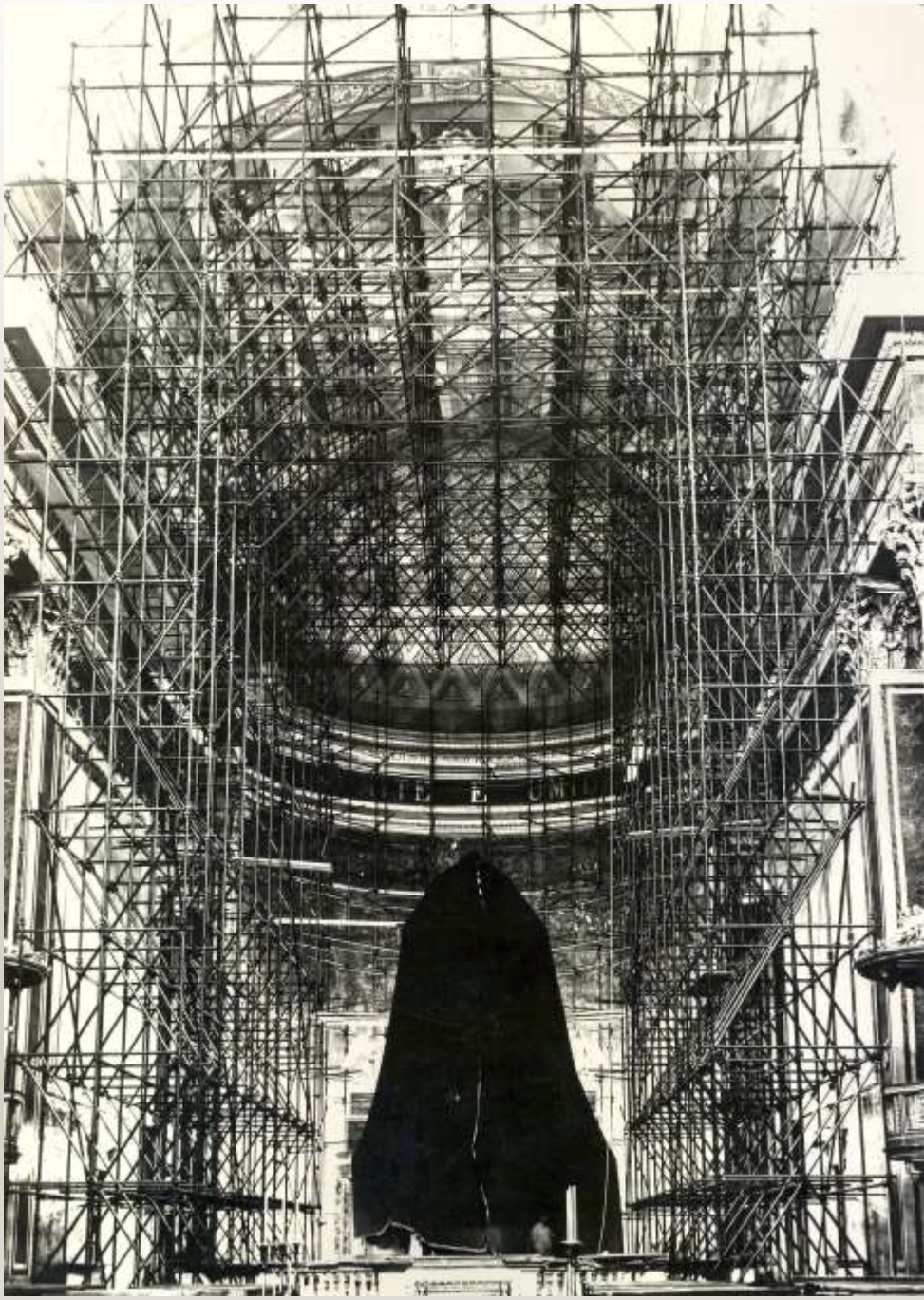






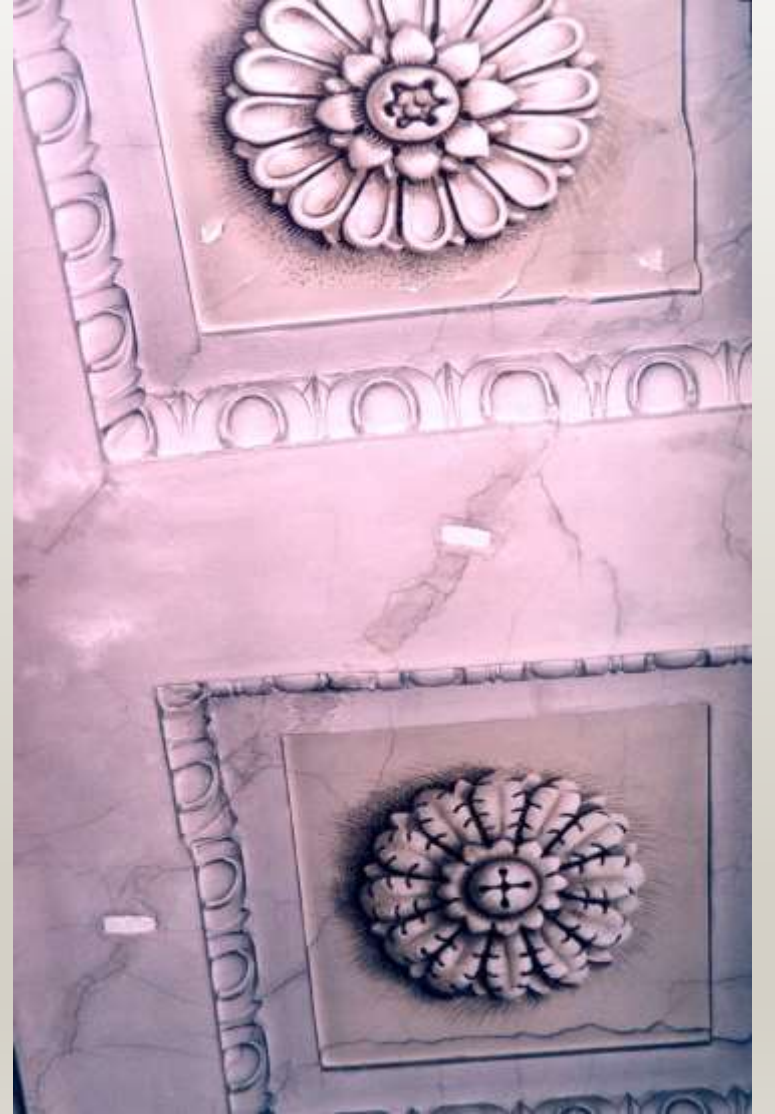
Valmadrera
intervento
chiesa anni '60





Chiesa,
stato di fatto







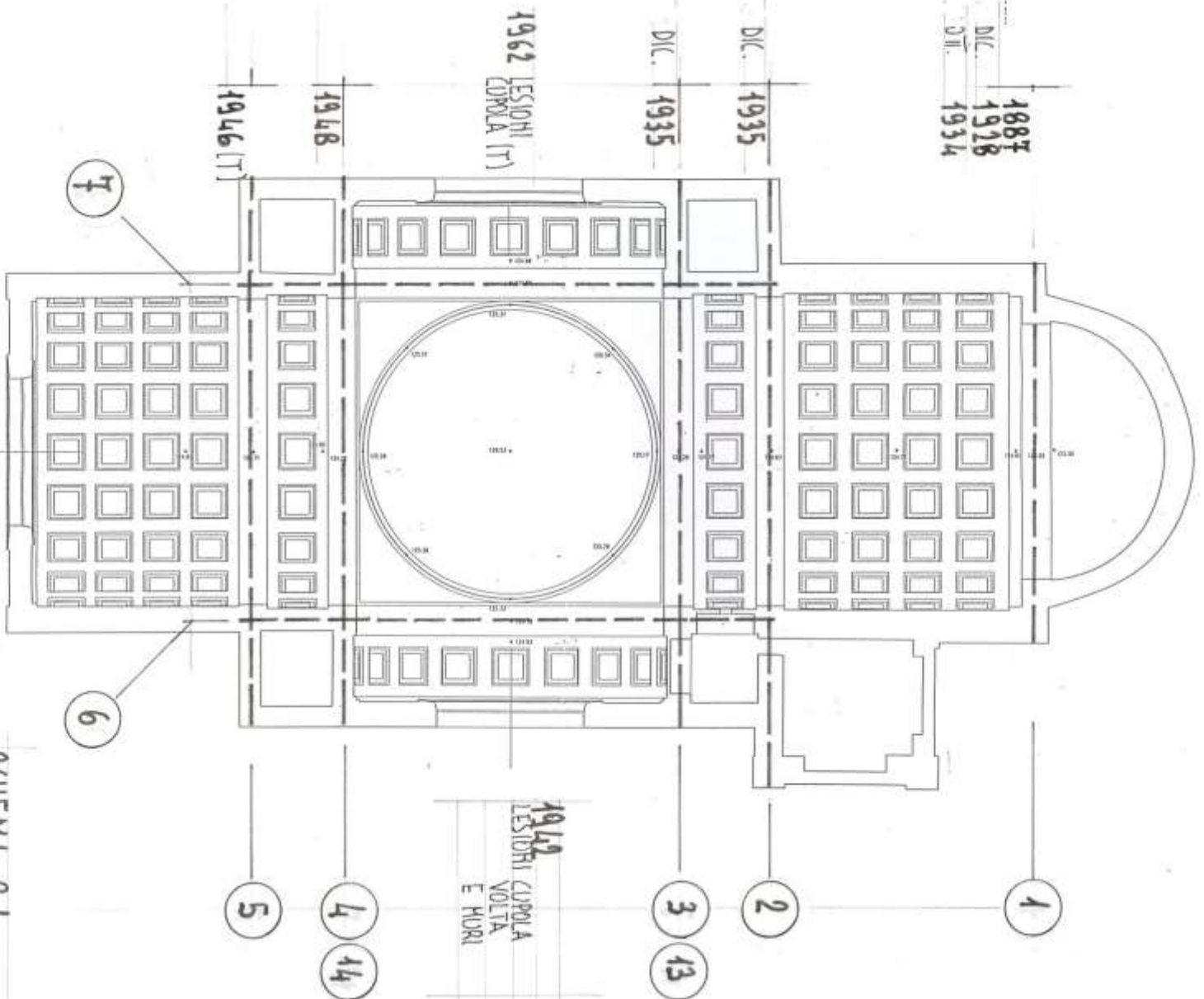
RINFORZO
TETTO,
anno 2010

CAPRIATA
ORIGINARIA

RINFORZO IN C.A.
ANNI '30



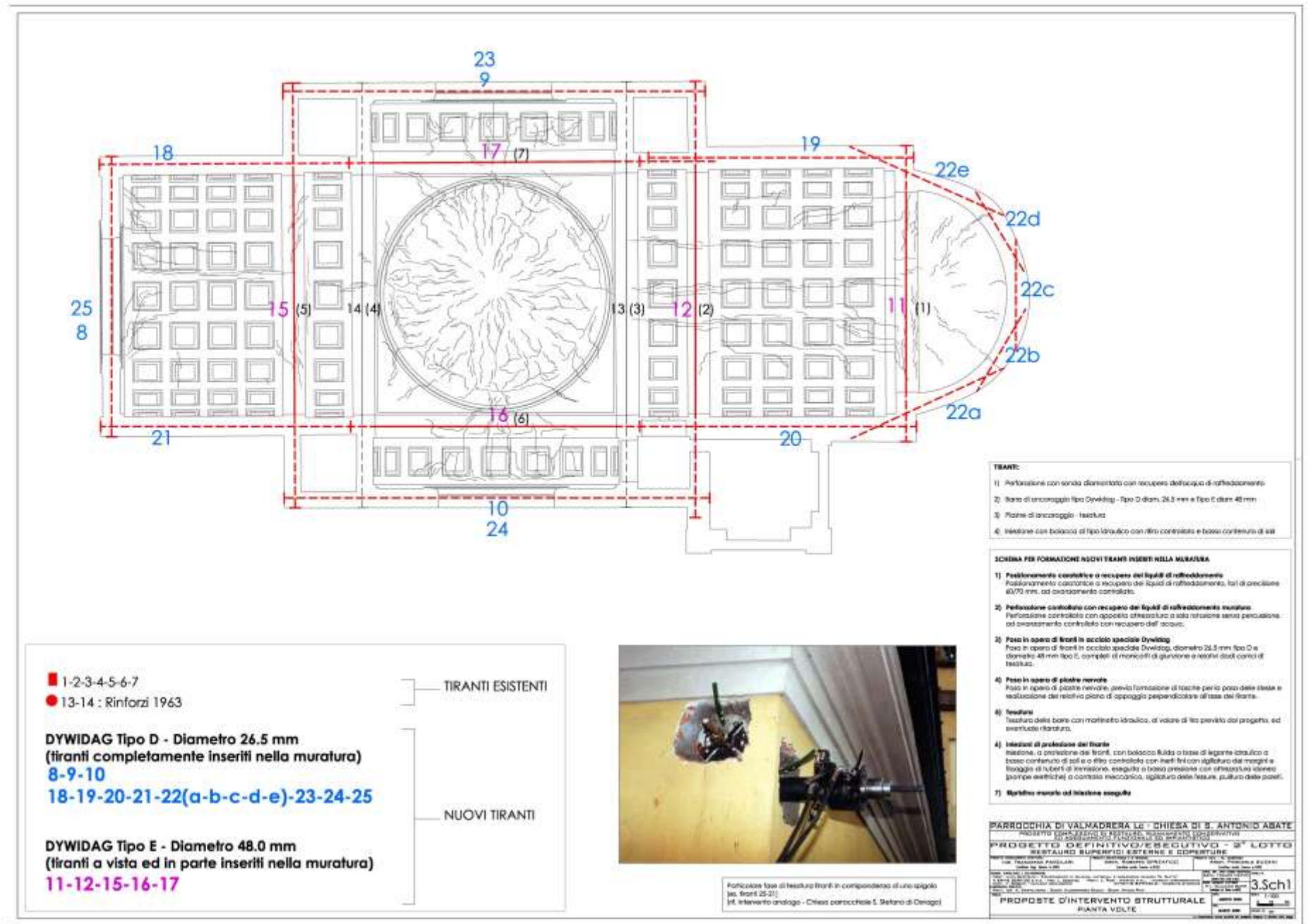




(IT) SLOTTA TERREMOTO
 13 14 TIRANTI Ø 100 MM (INTERVENTO 1964)

SCHEMA 51:
 POSIZIONE TIRANTI E
 DATE DELLE ROTTURE

Chiesa, stralcio progetto intervento



18-21
6-7 1-2-3-4-5
11-12 16-17
13-14-15
8 9-10
19-20 22-23-24

● 13-14 : Rinforzi 1963

8-9-10

18-19-20-21-22(a-b-c-d-e)-23-24-25

11-12-15-16-17

TIRANTI ESISTENTI

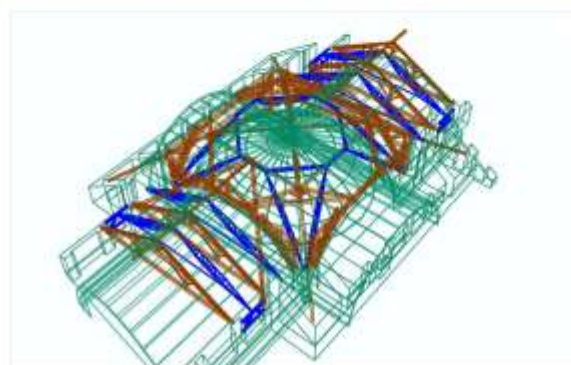
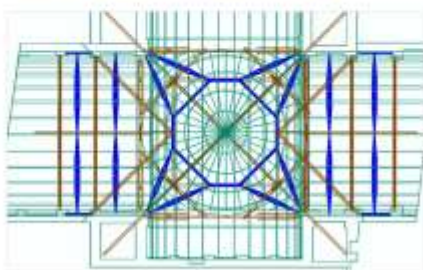
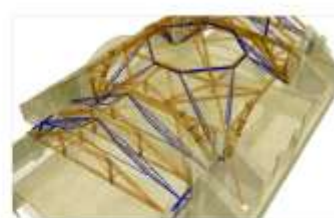
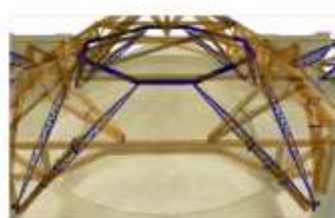
... NUOVI TIRANTI

PARROCCHIA DI VALMADRERA LE CHIESA DI S. ANTONIO ABBATE
PROGETTO COMPLESSIVO DI RESTAURO - INTERVENTO STRUTTURALE
PROGETTO C/O ESECUTIVO - 2° LOTTO
RESTAURO SUPERFICI ESTERNE E COPERTURE

PROGETTO ING. CARLO FERRARI Via S. Antonio, 10 - 20021 Milano Tel. 02/58101111	PROGETTO ING. CARLO FERRARI Via S. Antonio, 10 - 20021 Milano Tel. 02/58101111	PROGETTO ING. CARLO FERRARI Via S. Antonio, 10 - 20021 Milano Tel. 02/58101111	PROGETTO ING. CARLO FERRARI Via S. Antonio, 10 - 20021 Milano Tel. 02/58101111
--	--	--	--

PROPOSTE D'INTERVENTO STRUTTURALE
SEZIONE A-A

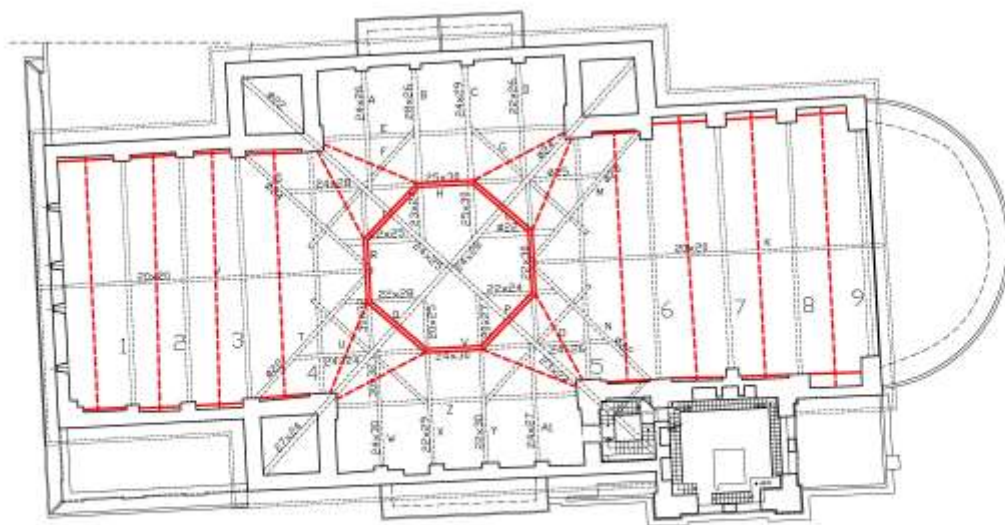
3.3sch2



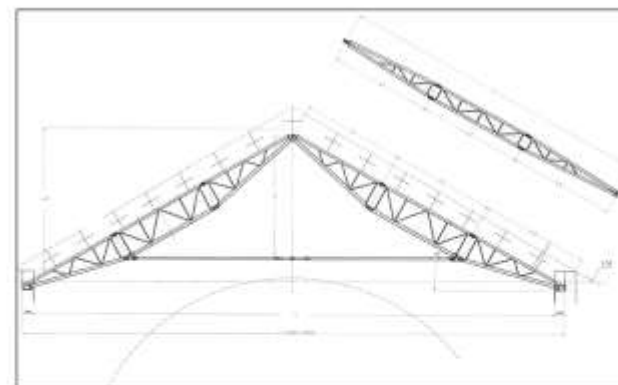
SIMULAZIONI 3D DELL'INTERVENTO



INTERVENTO ANALOGO
GIÀ REALIZZATO (H. Chiuso part. S. Stefano di Cavigli)



PIANTA ORDITURA DELLA COPERTURA CON RINFORZI



SCHEMA CAPRIATA DI RINFORZO

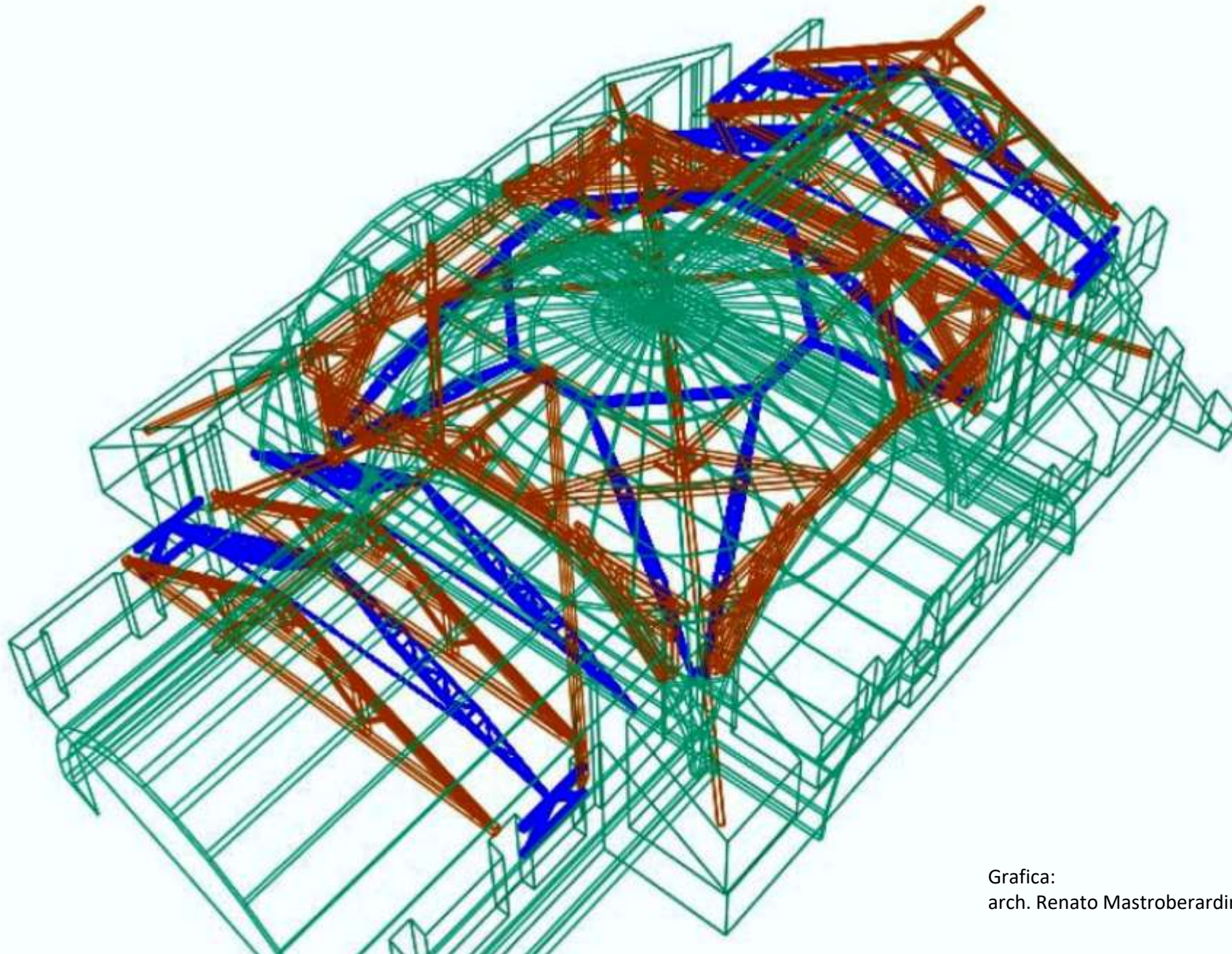
LEGENDA.

Copyright

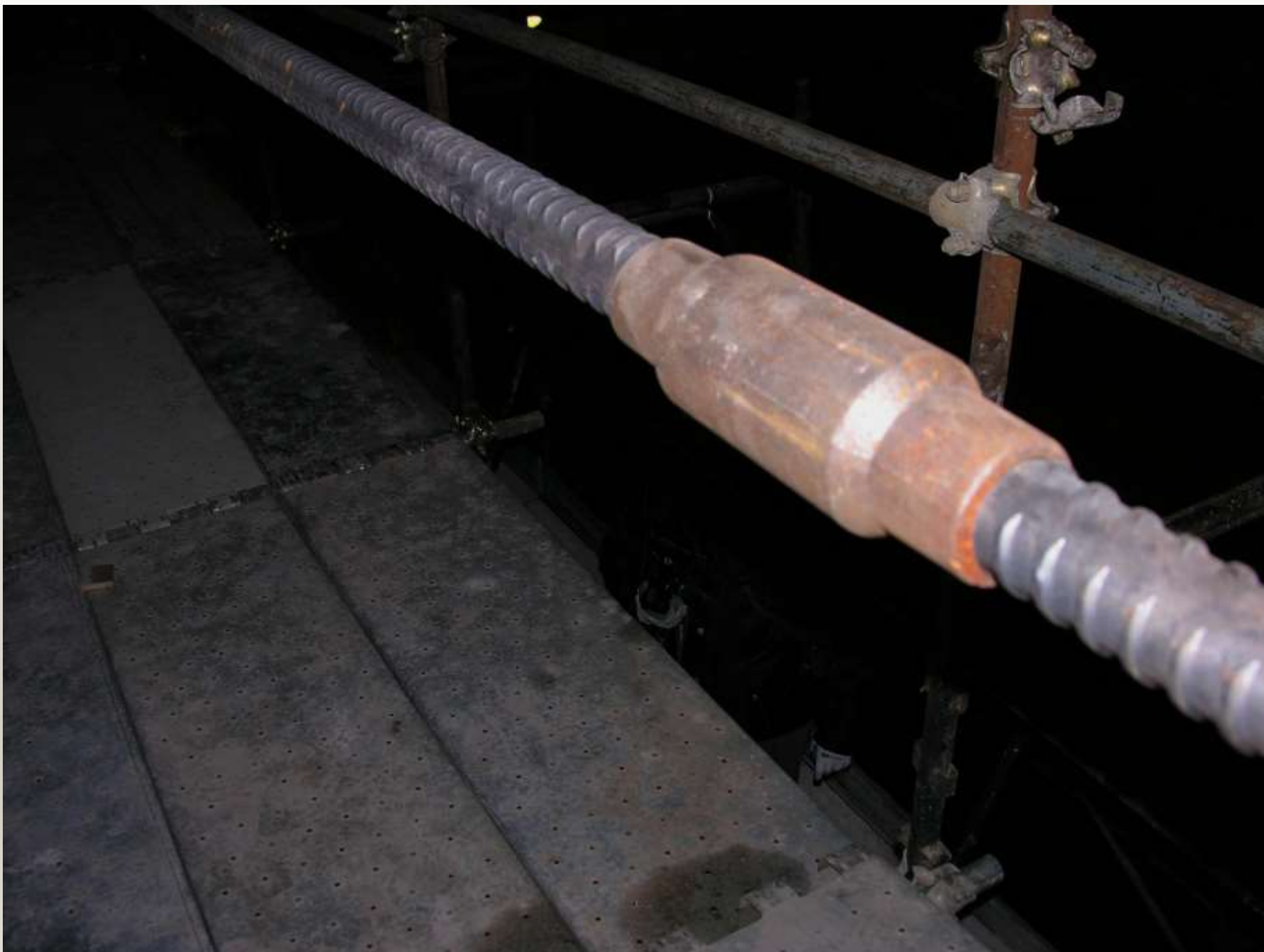
— Anello di collegamento
profilo metallico (1 × 1) (NF 180)

Purtoni

[illegible]



Grafica:
arch. Renato Mastroberardino







TIRANTE 2







TABELLA DI CALCOLO DELLE TENSIONI IN TIRANTI A SEZIONE RETTANGOLARE E CIRCOLARI

INPUT (R.I.)

E (daN/cm²) 2100000P.Sp. (daN/cm²) 0.0079A.Grav. (cm/sec²) 981.0

Tirante n°	Base (cm)	Alt. (cm)	Luce (cm)	F1 (Hz)	S2 (daN)	T. (daN/cm ²)
1	3.00	9.00	1160	5.76	38319	1419
			1180		39673	1469
2	3.00	10.00	1446	0.77	969	32
			1466		1008	34
3	3.00	10.00	1432	5.05	50053	1668
			1452		51474	1716
4	3.00	10.00	1432	4.83	45768	1526
			1452		47068	1569
5	2.80	4.80	1424	3.66	11610	864
			1444		11944	889
6	2.80	7.30	1424	5.37	38169	1867
			1444		39256	1921
7	2.90	7.20	1424	5.13	35561	1703
			1444		36575	1752

Tirante n°	Diam. (cm)	sez. (cm)	Luce (cm)	F (Hz)	S2 (daN)	(daN/cm ²)
13	10.00	78.54	1500	3.38	64702	824
			1520		66439	846
			1540		68199	868
14	10.00	78.54	1500	2.86	46325	590
			1520		47569	606
			1540		48829	622

Legenda:

F1= frequenza

S1= forza

T= sollecitazione

Note: le dimensioni delle sezioni sono da considerarsi come valori medi tra quelli rilevati.

CASO DI TIRANTE TONDO										
TIRANTE	L	D	f	S	J	λ	Tt ₁	σ	Tt ₂	σ
N	cm	cm	Hz	cm ²	cm ⁴		kN	MPa	kN	MPa
11 vicino appoggio 2,10 m	1250,0	4,8	4,5	18,1	26,0	260	183,2	101,3	179,7	99,4
12 vicino appoggio 2,57 m	1500,0	4,8	4,7	18,1	26,0	313	287,7	159,1	285,3	157,8

CASO DI TIRANTE RETTANGOLARE "B" base lato ortogonale alla direzione della vibrazione										
TIRANTE	L	B	H	f	J	γ	Tt ₁	σ	Tt ₂	σ
N	cm	cm	cm	Hz	cm ⁴		kN	MPa	kN	MPa
1 mezzeria	1160,0	9,0	3,0	5,4	20,3	129	339,1	125,6	336,0	124,4
	1180,0	9,0	3,0	5,4	20,3	131	350,9	130,0	347,9	128,8
1 vicino appoggio 1,57 m	1160,0	9,0	3,0	5,4	20,3	129	339,1	125,6	336,0	124,4
	1180,0	9,0	3,0	5,4	20,3	131	350,9	130,0	347,9	128,8
2 vicino appoggio 2,10 m	1460,0	10,0	3,0	3,0	22,5	146	184,2	61,4	182,0	60,7
	1466,0	10,0	3,0	3,0	22,5	147	185,7	61,9	183,6	61,2
2 mezzeria	1460,0	10,0	3,0	3,0	22,5	146	184,2	61,4	182,0	60,7
	1466,0	10,0	3,0	3,0	22,5	147	185,7	61,9	183,6	61,2

Sono stati indagati i tiranti 1, 2, 11, 12 (le catene con due cifre sono quelle inferiori).

