



*Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici*



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI **INGEGNERI**



Con la collaborazione dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno



SALERNO
23-24 febbraio 2018
Teatro Augusteo
Piazza Giovanni Amendola

CONVEGNO NAZIONALE DI PRESENTAZIONE DELLE
**NUOVE NORME TECNICHE
PER LE COSTRUZIONI 2018**

Michele Brigante –Costruzioni esistenti in muratura –Novità del Cap. 8

NOVITÀ DEL CAPITOLO 8 DELLE NUOVE NTC

DI TIPO FORMALE: molti articoli sono state rivisti, ma esclusivamente per questioni di correttezza linguistica, lasciando inalterata la sostanza.

SOSTANZIALI: le tipologie di interventi, (locali, miglioramento e adeguamento), sia per la loro definizione sia per quanto riguarda gli aspetti di calcolo.

RAGIONI DEI CAMBIAMENTI SONO DI TIPO

TECNICO

CULTURALE

SOCIALE

ECONOMICO

A QUESTO PUNTO

MAGGIORE ATTENZIONE AGLI INTERVENTI LOCALI

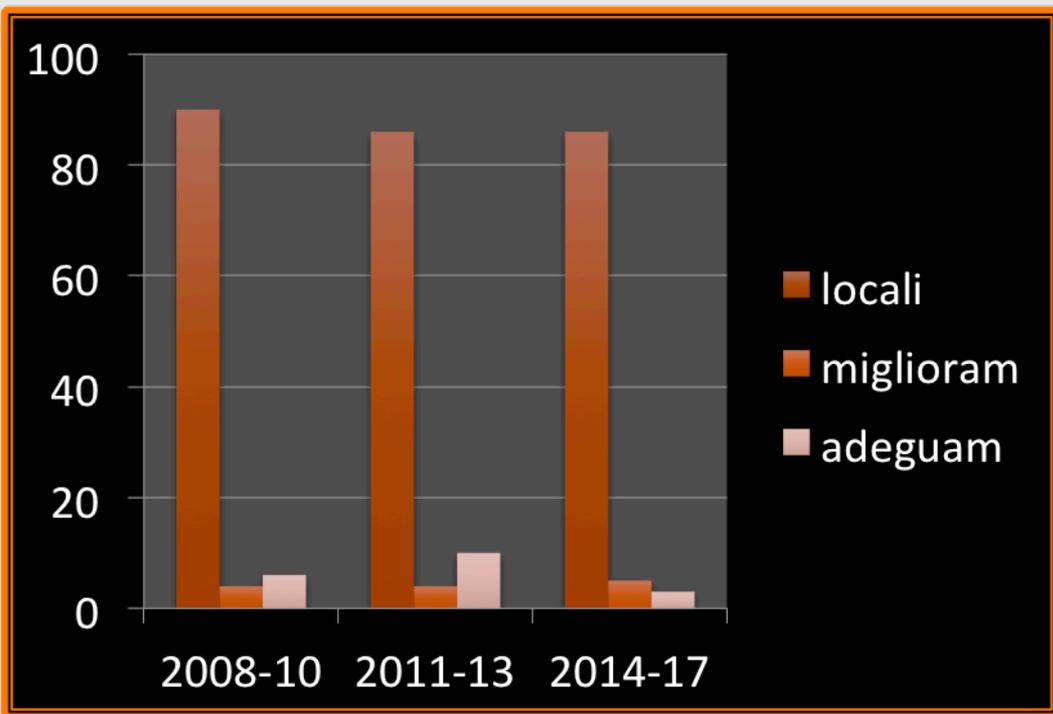
Verificare che gli interventi previsti NON PEGGIORINO LE CONDIZIONI PREESISTENTI E NON CAMBI SIGNIFITIVAMENTE IL COMPOTAMENTO GLOBALE

REVISIONE DEI COEFFICIENTI PER IL MIGLIORAMENTO E L'ADEGUAMENTO

RISULTATO AUSPICABILE:

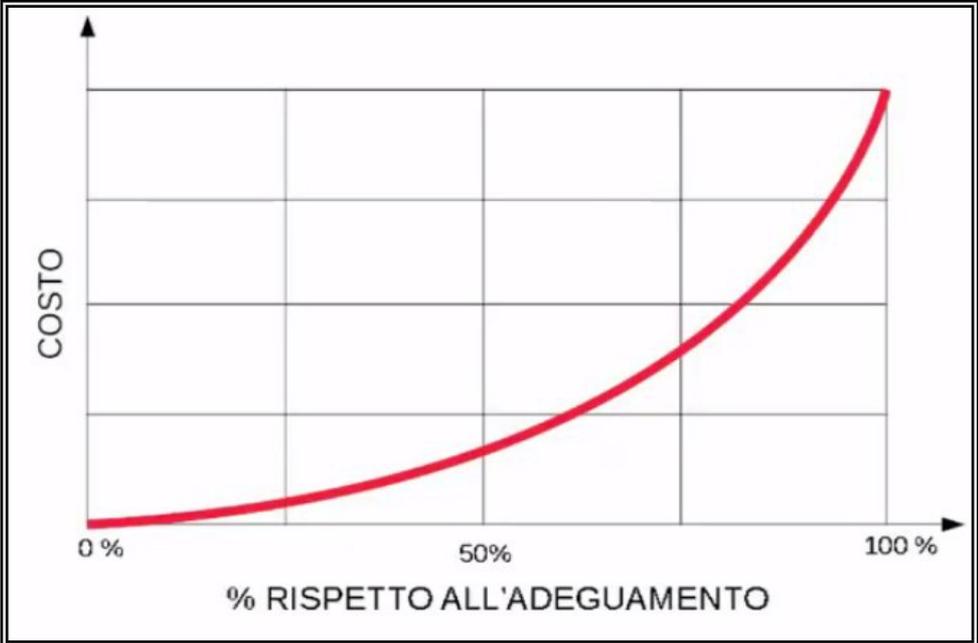
MAGGIORE SICUREZZA "DIFFUSA"

ALLINEAMENTO DEL CONCETTO DI SICUREZZA E DI RISCHIO



Distribuzione percentuale tipologie di intervento negli anni

Variazione percentuale dei costi vs adeguamento



8.7.1. COSTRUZIONI IN MURATURA/1

Nelle **costruzioni esistenti in muratura**, in particolare negli edifici, si possono manifestare **meccanismi, sia locali, sia globali**. I meccanismi locali interessano singoli pannelli murari o più ampie porzioni della costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente fuori del loro piano medio; essi sono favoriti dall'assenza o scarsa efficacia dei collegamenti, sia tra pareti e orizzontamenti, sia negli incroci tra pareti.

I meccanismi globali sono quelli che interessano l'intera costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente nel loro piano medio.

LA SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE DEVE ESSERE VALUTATA NEI CONFRONTI DI ENTRAMBI I TIPI DI MECCANISMO.

PER L'ANALISI SISMICA DEI MECCANISMI LOCALI si può far ricorso ai metodi dell'analisi limite [], tenendo conto, anche se in forma approssimata, della resistenza a compressione della muratura, della tessitura muraria, della qualità della connessione tra pareti murarie e tra pareti e orizzontamenti, della presenza di catene e tiranti. Con tali metodi è possibile valutare la capacità sismica in termini sia di resistenza (applicando un opportuno **fattore di comportamento**), sia di spostamento (determinando l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo).

L'ANALISI SISMICA GLOBALE DEVE CONSIDERARE, per quanto possibile, il sistema strutturale reale, con **PARTICOLARE ATTENZIONE ALLA RIGIDEZZA E RESISTENZA DEGLI ORIZZONTAMENTI**, e **all'efficacia dei collegamenti degli elementi strutturali con gli orizzontamenti e tra loro**.

Nel caso di muratura irregolare, la resistenza a taglio di progetto di un pannello in muratura, per azioni nel suo piano medio, potrà essere calcolata facendo ricorso a formulazioni, alternative rispetto a quelle adottate per opere nuove, purché di comprovata validità.



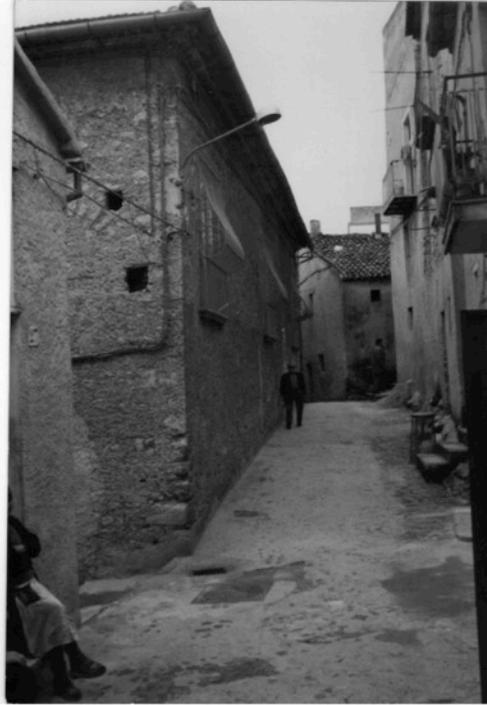
8.7.1. COSTRUZIONI IN MURATURA/2

In presenza di **EDIFICI IN AGGREGATO**, contigui, a contatto od interconnessi con edifici adiacenti, **I METODI DI VERIFICA DI USO GENERALE PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE POSSONO RISULTARE INADEGUATI**. Nell'analisi di un edificio facente parte di un aggregato edilizio, infatti, occorre tenere conto delle possibili **INTERAZIONI** derivanti dalla contiguità strutturale con gli edifici adiacenti. A tal fine dovrà essere individuata l'unità strutturale (US) oggetto di studio, **evidenziando le azioni che su di essa possono derivare dalle unità strutturali contigue**.

L'US dovrà avere continuità da **CIELO A TERRA**, **per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali**

Oltre a quanto normalmente previsto per gli edifici non disposti in aggregato, per gli edifici in aggregato **DOVRANNO ESSERE VALUTATI GLI EFFETTI** di:
spinte non contrastate sulle pareti in comune con le US adiacenti, **causate da orizzontamenti falsati di quota**, meccanismi locali derivanti **da prospetti non allineati**, sia verticalmente sia orizzontalmente, US adiacenti di differente altezza.

L'ANALISI GLOBALE DI UNA SINGOLA UNITÀ STRUTTURALE ASSUME SPESSO UN SIGNIFICATO CONVENZIONALE E PERCIÒ PUÒ UTILIZZARE METODOLOGIE SEMPLIFICATE.



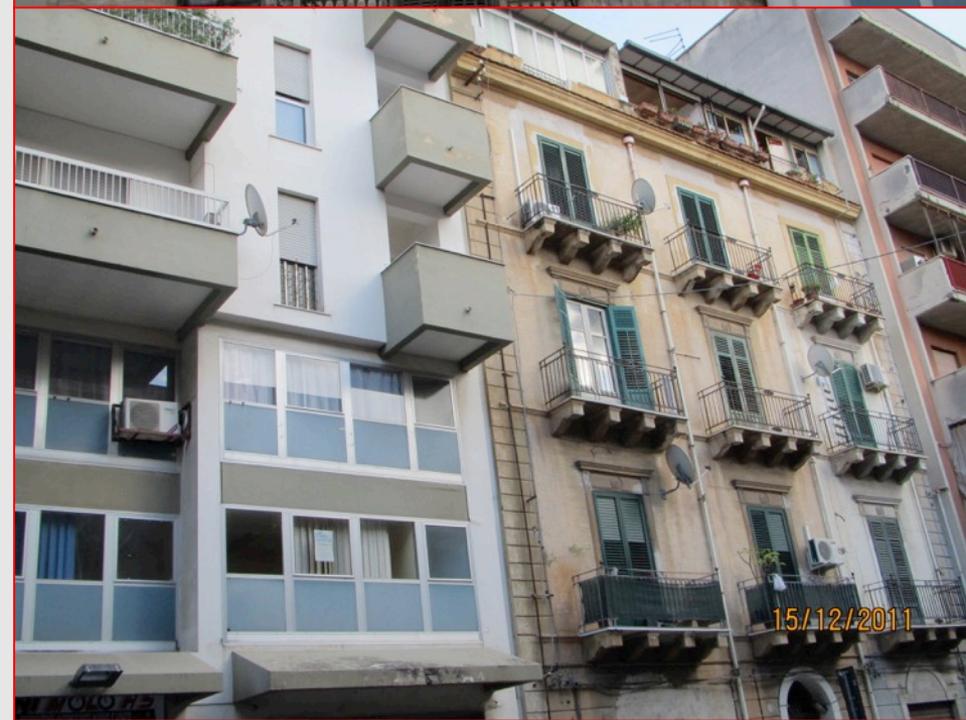
8.7.1. COSTRUZIONI IN MURATURA/3

La verifica di una **US** dotata **di orizzontamenti sufficientemente rigidi** nel proprio piano può essere svolta, anche per edifici con più di due orizzontamenti, mediante l'analisi statica non lineare, con verifica in termini sia di forze sia di spostamenti, analizzando e verificando separatamente ciascun interpiano dell'edificio, e trascurando la variazione della forza assiale nei maschi murari dovuta all'effetto dell'azione sismica.

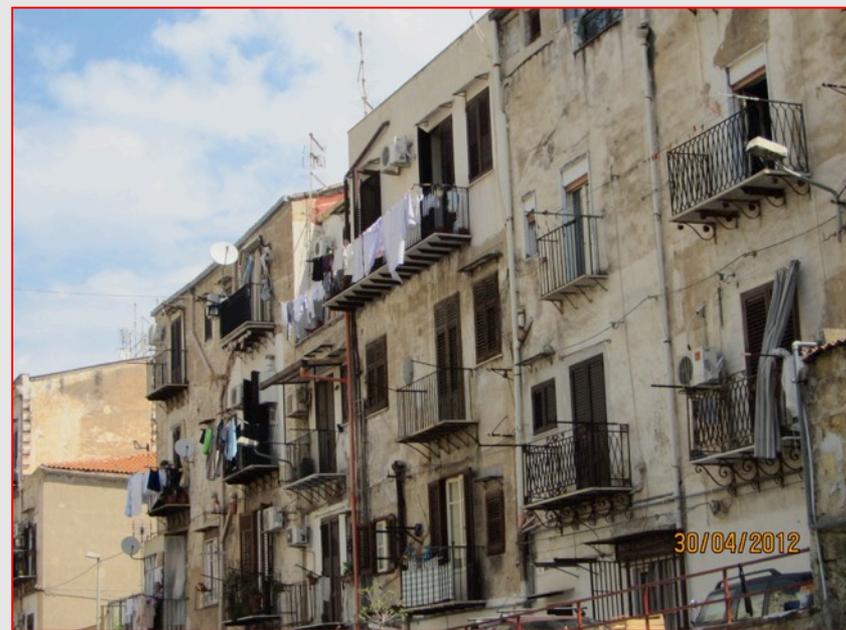
CON L'ESCLUSIONE DI US D'ANGOLO O DI TESTATA, così come di parti di edificio non vincolate o non aderenti su alcun lato ad altre unità strutturali, l'analisi potrà anche essere svolta trascurando gli effetti torsionali, nell'ipotesi che gli orizzontamenti possano unicamente traslare nella direzione dell'azione sismica considerata.

NEL CASO INVECE DI US D'ANGOLO O DI TESTATA è comunque ammesso il ricorso ad **analisi semplificate**, purché si tenga conto di possibili effetti torsionali e dell'azione aggiuntiva trasferita dalle US adiacenti applicando opportuni coefficienti maggiorativi delle azioni orizzontali.

QUALORA GLI ORIZZONTAMENTI dell'edificio **non siano sufficientemente rigidi** [prima era siano "flessibili"] **nel proprio piano** si potrà procedere all'analisi delle SINGOLE PARETI o dei SISTEMI DI PARETI COMPLANARI, ciascuna parete essendo soggetta AI CARICHI VERTICALI di competenza ed alle corrispondenti azioni del sisma nella direzione parallela alla parete.









8.7.3. COSTRUZIONI MISTE

ALCUNE TIPOLOGIE DI COSTRUZIONI ESISTENTI POSSONO ESSERE CLASSIFICATE COME MISTE. Situazioni ricorrenti sono:

- costruzioni le cui pareti perimetrali siano in muratura portante e la cui struttura verticale interna sia rappresentata da pilastri (per esempio in c.a. o acciaio);
- costruzioni in muratura su cui gravino sopraelevazioni aventi sistema strutturale, per esempio, in c.a. o acciaio, o edifici in c.a. o acciaio su cui gravino sopraelevazioni in muratura;
- costruzioni in muratura che abbiano subito ampliamenti planimetrici, il cui sistema strutturale (per esempio, in c.a. o acciaio) sia interconnesso con quello preesistente in muratura.

PER QUESTE SITUAZIONI È NECESSARIO PREVEDERE MODELLAZIONI CHE TENGANO IN CONSIDERAZIONE LE PARTICOLARITÀ STRUTTURALI IDENTIFICATE E L'INTERAZIONE TRA ELEMENTI STRUTTURALI DIVERSI PER MATERIALE E RIGIDEZZA, RICORRENDO, OVE NECESSARIO, A METODI DI ANALISI NON LINEARE DI COMPROVATA VALIDITÀ.



8.2. CRITERI GENERALI

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi devono tenere conto dei seguenti aspetti della costruzione:

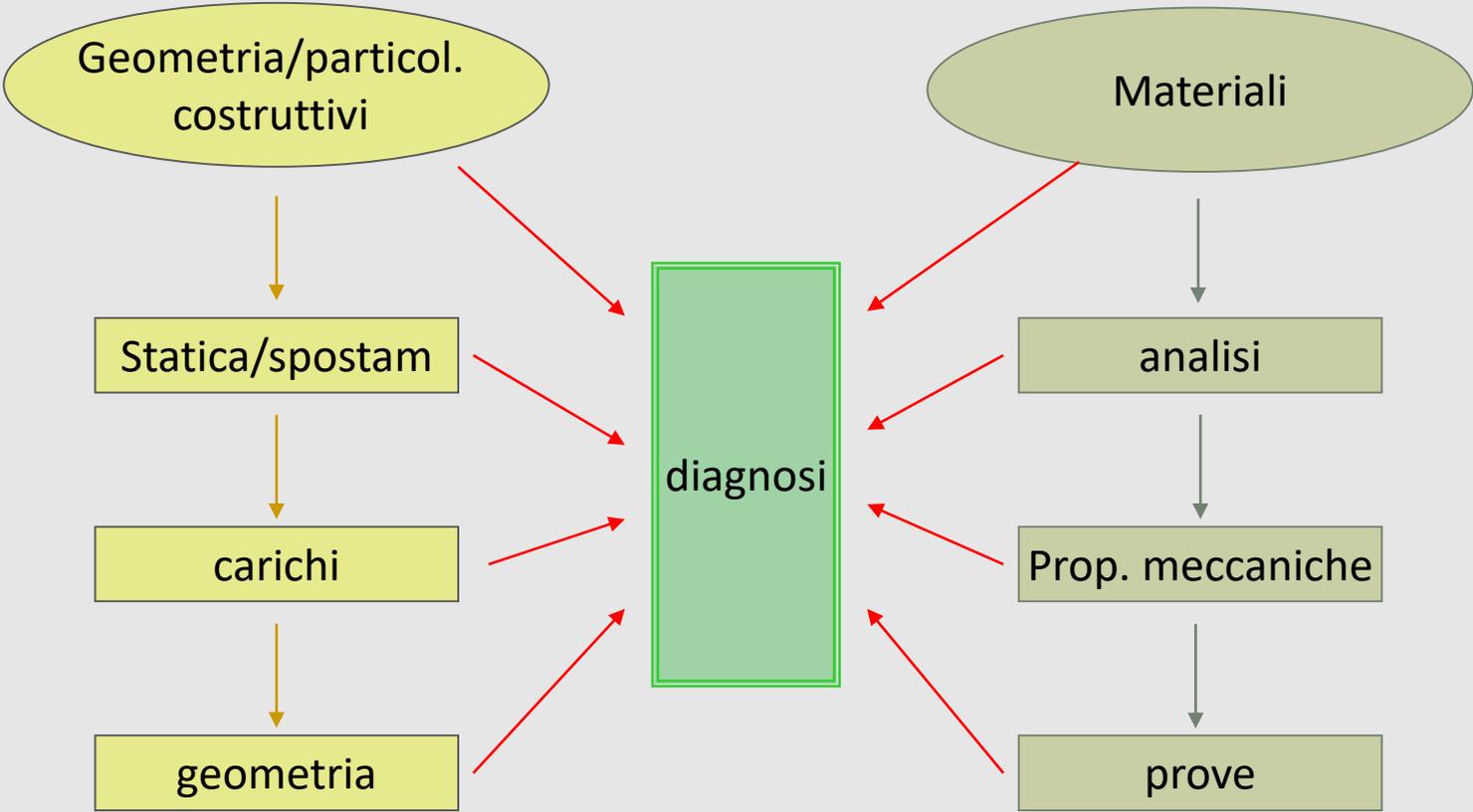
- essa **riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione**;
- in essa possono essere insiti, ma non palesi, **difetti di impostazione e di realizzazione**;
- essa può essere stata soggetta ad **azioni**, anche eccezionali, **i cui effetti non siano completamente manifesti**;
- le sue strutture possono presentare **degrado e/o modifiche significative**, rispetto alla situazione originaria.

NELLA DEFINIZIONE DEI MODELLI STRUTTURALI SI DOVRÀ CONSIDERARE CHE SONO CONOSCIBILI, CON UN LIVELLO DI APPROFONDIMENTO CHE DIPENDE DALLA DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE E DALLA QUALITÀ ED ESTENSIONE DELLE INDAGINI CHE VENGONO SVOLTE, le seguenti caratteristiche:

- la **geometria** e i **particolari costruttivi**;
- le **proprietà meccaniche** dei materiali e dei terreni;
- i **carichi permanenti**.

Si dovrà prevedere l'impiego di **metodi di analisi** e di verifica **dipendenti** dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso di coefficienti legati ai **"fattori di confidenza"** che, nelle verifiche di sicurezza, modifichino i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza (v. **§ 8.5.4**) delle caratteristiche sopra elencate

CONOSCENZA



EDIFICI IN C.A.

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti + <i>limitate</i> verifiche in-situ oppure <i>estese</i> verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto + <i>limitate</i> prove in-situ oppure <i>estese</i> prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi + <i>limitate</i> verifiche in-situ oppure <i>esaustive</i> verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali + <i>limitate</i> prove in-situ oppure <i>esaustive</i> prove in-situ	Tutti	1.00

Tra le modifiche intervenute: ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire prove distruttive – non più del 50% - con un ampio numero (almeno il triplo) di prove non distruttive [a 2 o 3 parametri] calibrate preventivamente sui campioni (carote) estratti

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)	Prove (sui materiali)
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro ...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls per 300 mq di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls per 300 mq di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls per 300 mq di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

EDIFICI IN MURATURA

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Rilievo strutturale	<i>limitate</i> verifiche in-situ	<i>limitate</i> Indagini in-situ	Tutti	1.35
LC2		<i>esaustive ed esaustive</i> verifiche in-situ	<i>estese</i> indagini in-situ	Tutti	1.20
LC3		<i>esaustive ed esaustive</i> verifiche in-situ	<i>esaustive</i> indagini in-situ	Tutti	1.00

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente **È UN PROCEDIMENTO QUANTITATIVO**, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa.

L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali.

La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa **CONTINUARE** senza interventi;
- l'uso debba essere **MODIFICATO** (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia **NECESSARIO AUMENTARE** la sicurezza strutturale, mediante interventi.

PERCORSO LOGICO

**CONOSCENZA SU
BASE SPERIMENTALE**

**CONOSCENZA SU
BASE
NUMERICA
COMPUTAZIONALE**

**CONOSCENZA SU
BASE
TEORICO-SPERIMENTALE**

**CONOSCENZA/SUGGERIMENTI SU
BASE
STORICA E MORFOLOGICA
DELLE STRUTTURE**

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DEVE EFFETTUARSI QUANDO RICORRA ANCHE UNA SOLA DELLE SEGUENTI SITUAZIONI:

- **RIDUZIONE EVIDENTE** della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;
- provati **GRAVI ERRORI DI PROGETTO** o di costruzione;
- **CAMBIO DELLA DESTINAZIONE** d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;
- esecuzione **DI INTERVENTI NON DICHIARATAMENTE STRUTTURALI**, qualora essi **INTERAGISCANO**, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;
- ogni qualvolta si eseguano **GLI INTERVENTI STRUTTURALI DI CUI AL § 8.4** ;
- opere realizzate **IN ASSENZA O DIFFORMITÀ DAL TITOLO ABITATIVO**, ove necessario al momento della costruzione, o in **DIFFORMITÀ ALLE NORME TECNICHE** per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Qualora le circostanze di cui ai punti precedenti riguardino **PORZIONI LIMITATE** della costruzione, la valutazione della sicurezza potrà essere effettuata anche **SOLO SUGLI ELEMENTI INTERESSATI E A QUELLI CON ESSI INTERAGENTI**, tenendo presente la loro funzione nel complesso strutturale,.

POSTO CHE LE MUTATE CONDIZIONI LOCALI NON INCIDANO SOSTANZIALMENTE SUL COMPORTAMENTO GLOBALE DELLA STRUTTURA

Nella valutazione della sicurezza, da effettuarsi ogni qual volta si eseguano interventi strutturali di **MIGLIORAMENTO O ADEGUAMENTO** di cui al § 8.4, **IL PROGETTISTA DOVRÀ ESPlicitARE IN UN'APPOSITA RELAZIONE, ESPRIMENDOLI IN TERMINI DI RAPPORTO FRA CAPACITÀ E DOMANDA, I LIVELLI DI SICUREZZA PRECEDENTI ALL'INTERVENTO E QUELLI RAGGIUNTI CON ESSO.**

CAPACITA' e DOMANDA

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi **sulle costruzioni esistenti** potranno essere eseguite con riferimento ai soli **SLU**, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli **SLE** specificate al **§ 7.3.6**; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per la combinazione sismica le verifiche agli **SLU** possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (**SLV**) o, in alternativa, alla condizione di collasso (**SLC**), secondo quanto specificato al **§ 7.3.6**

Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'**AZIONE SISMICA MASSIMA SOPPORTABILE DALLA STRUTTURA E L'AZIONE SISMICA MASSIMA CHE SI UTILIZZEREBBE NEL PROGETTO DI UNA NUOVA COSTRUZIONE**; l'entità delle altre azioni contemporaneamente presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, **salvo quanto emerso sui carichi verticali permanenti** a seguito delle indagini condotte (di cui al § 8.5.5) e **salvo l'eventuale adozione di appositi provvedimenti restrittivi sull'uso** e, conseguentemente, sui carichi verticali variabili.

$$\zeta_E = \frac{\text{azione sismica massima sopportabile dalla struttura}}{\text{azione sismica massima di una nuova costruzione}}$$

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La **RESTRIZIONE SULL'USO** può mutare da porzione a porzione della costruzione e, per l'*i*-esima porzione, è quantificata attraverso il rapporto $\zeta_{v,i}$ tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

È NECESSARIO ADOTTARE PROVVEDIMENTI restrittivi sull'uso della costruzione e/o procedere ad interventi di miglioramento o adeguamento **NEL CASO IN CUI NON SIANO SODDISFATTE LE VERIFICHE RELATIVE ALLE AZIONI CONTROLLATE DALL'UOMO**, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio.

8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **INTERVENTI DI RIPARAZIONE O LOCALI**: interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO**: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- **INTERVENTI DI ADEGUAMENTO**: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3.

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

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

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

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

8.4.1. RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo **RIGUARDERANNO SINGOLE PARTI E/O ELEMENTI DELLA STRUTTURA. ESSI NON DEBONO CAMBIARE SIGNIFICATIVAMENTE IL COMPORTAMENTO GLOBALE DELLA COSTRUZIONE E SONO VOLTI A CONSEGUIRE UNA O PIÙ DELLE SEGUENTI FINALITÀ:**

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura;

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, **DOCUMENTANDO** le carenze strutturali riscontrate **E DIMOSTRANDO CHE**, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che **GLI INTERVENTI NON COMPORINO UNA RIDUZIONE DEI LIVELLI DI SICUREZZA PREESISTENTI.**

La relazione di cui al § 8.3 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.

Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.

8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La **VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA** e **IL PROGETTO** di intervento dovranno essere **ESTESI** a tutte le parti della struttura potenzialmente **INTERESSATE DA MODIFICHE DI COMPORTAMENTO**, nonché alla **STRUTTURA NEL SUO INSIEME**.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di **ζ_E PUÒ ESSERE MINORE DELL'UNITÀ**. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le **COSTRUZIONI DI CLASSE III AD USO SCOLASTICO E DI CLASSE IV** il valore di **ζ_E** , a seguito degli interventi di miglioramento, deve **ESSERE COMUNQUE NON MINORE DI 0,6**, mentre per le rimanenti costruzioni di **CLASSE III E PER QUELLE DI CLASSE II** il valore di **ζ_E** , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, **DEVE ESSERE INCREMENTATO DI UN VALORE COMUNQUE NON MINORE DI 0,1**.

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

8.4.3. INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

L'intervento di **ADEGUAMENTO** della costruzione **È OBBLIGATORIO** quando si intenda:

- a) **SOPRAELEVARE** la costruzione;
- b) **AMPLIARE LA COSTRUZIONE** mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare **VARIAZIONI DI DESTINAZIONE D'USO CHE COMPORTINO INCREMENTI DEI CARICHI GLOBALI** verticali in fondazione **SUPERIORI AL 10%**, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla Equazione 2.5.2 includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili: $G1 + G2 + P + Qk1 + \psi02 \cdot Qk2 + \psi03 \cdot Qk3 + \dots$ [2.5.2]
- d) effettuare interventi strutturali volti a **TRASFORMARE LA COSTRUZIONE MEDIANTE UN INSIEME SISTEMATICO** di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; **nel caso degli edifici**, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale **mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani**.
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

IN OGNI CASO, IL PROGETTO DOVRÀ ESSERE RIFERITO ALL'INTERA COSTRUZIONE e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura, si deve avere $\zeta_E \geq 1,0$. **Nei casi c) ed e)** si può assumere $\zeta_E \geq 0,80$.

Resta comunque fermo **L'OBBLIGO DI PROCEDERE ALLA VERIFICA LOCALE DELLE SINGOLE PARTI E/O ELEMENTI DELLA STRUTTURA**, anche se interessano porzioni limitate della costruzione.

Una variazione dell'altezza dell'edificio dovuta alla realizzazione di cordoli sommitali o a variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile, non è considerato ampliamento, ai sensi della condizione a). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano una o più delle condizioni di cui agli altri precedenti punti.

8.5. DEFINIZIONE DEL MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI

Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi.

DI CONSEGUENZA, IL MODELLO PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DOVRÀ ESSERE DEFINITO E GIUSTIFICATO DAL PROGETTISTA, CASO PER CASO, in relazione al comportamento strutturale atteso, tenendo conto delle indicazioni generali di seguito esposte.

8.5.1. ANALISI STORICO-CRITICA

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dalla costruzione, nonché gli eventi che la hanno interessata.

8.5.2. RILIEVO

Il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito alla geometria complessiva, sia della costruzione, sia degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica. Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presenti la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi.

Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.

8.5.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

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

8.5.4. LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza.

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti, ordinati per informazione crescente:

- LC1; - LC2; - LC3.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: geometria della struttura, dettagli costruttivi, proprietà dei materiali, connessioni tra i diversi elementi e loro presumibili modalità di collasso.

Specifica attenzione dovrà essere posta alla completa individuazione dei potenziali meccanismi di collasso locali e globali, duttile fragili.

8.5.5. AZIONI

I valori delle azioni e le loro combinazioni da considerare nel calcolo, sia per la valutazione della sicurezza sia per il progetto degli interventi, sono quelle definite dalla presente norma per le nuove costruzioni, salvo quanto precisato nel presente capitolo.

Per i carichi permanenti, un accurato rilievo geometrico-strutturale e dei materiali potrà consentire di adottare coefficienti parziali modificati, assegnando a γ_G valori esplicitamente motivati. I valori di progetto delle altre azioni saranno quelli previsti dalla presente norma.

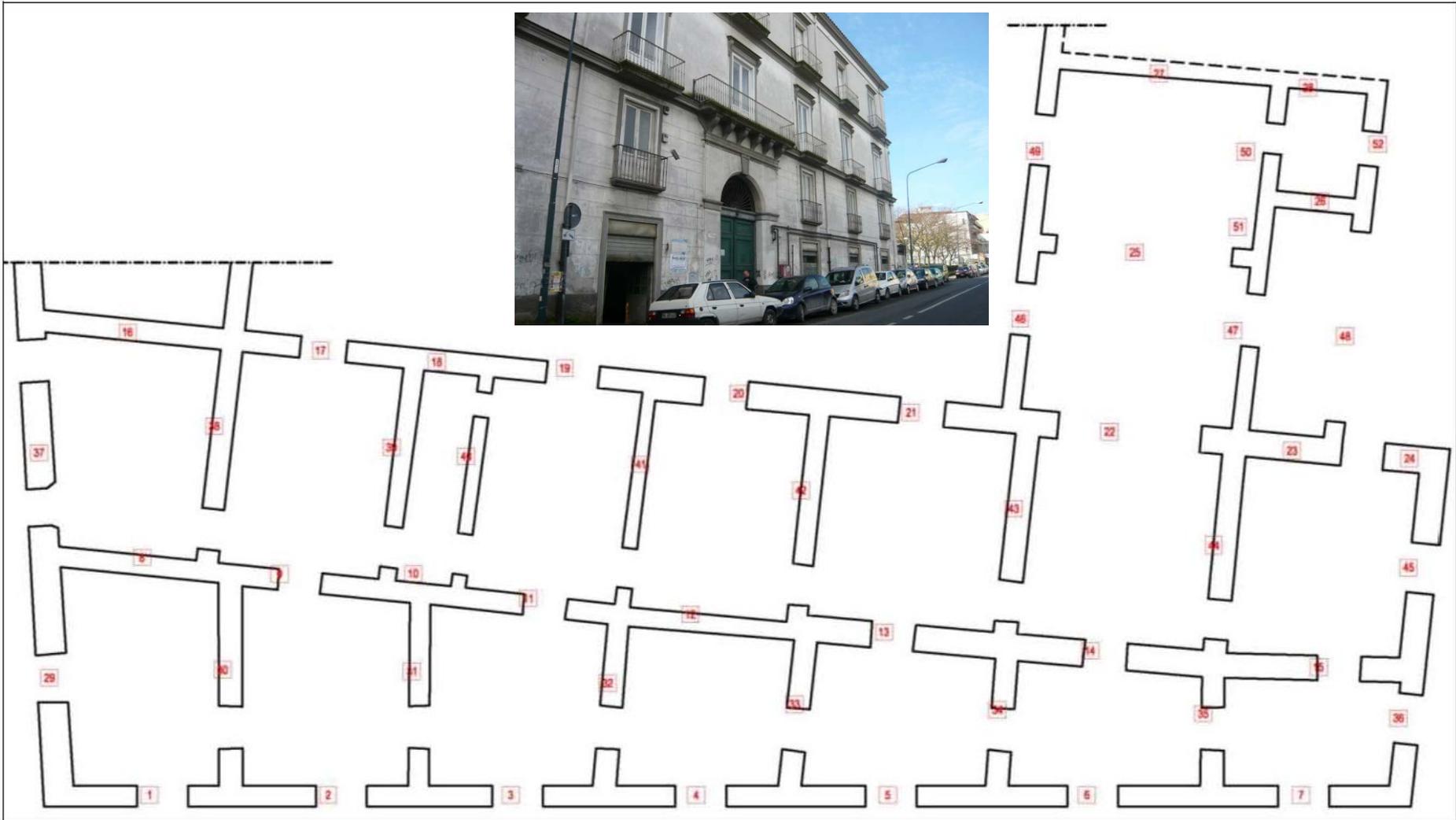
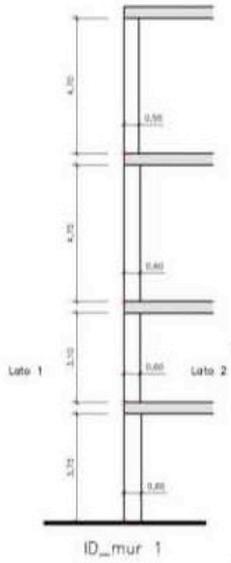


Figura 11 – Schema planimetrico per l'individuazione dei maschi murari

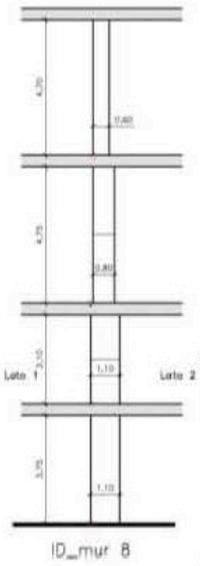


Carichi agenti sul muro ID_mur 01



		Muratura				Solai Lato 1					Solai Lato 2					Risultante dei carichi						Tensioni						
ID_mur	Livello	Tipologia	Spessore [m]	Altezza [m]	G _{MUR} [kg/m]	d _{MUR} [m]	Direzione Solai	ID_sol	Luce [m]	G _{SOL} [kg/m]	Q _{SOL} [kg/m]	d _{SOL} [m]	Direzione Solai	ID_sol	Luce [m]	G _{SOL} [kg/m]	Q _{SOL} [kg/m]	d _i [m]	P _{UV} [kg/m]	P _{LV} [kg/m]	P _{MAX} [kg/m]	d _i [m]	Δd _i [m]	e [m]	caso eccentricità à	Lato 1 [kg/cm ²]	Lato 2 [kg/cm ²]	
1	4	perimetrale con aperture	0,55	4,70	3,403	0,28	assente	▼	-				perpendicolare al muro	▼	04/13	6,93	1,871	893	0,37	0	5,967	5,967	0,31	0,039	0,028	ricco b eccentricità	0,62	1,55
	3	perimetrale con aperture	0,60	4,75	3,751	0,30	assente	▼	-				perpendicolare al muro	▼	05/13	7,00	1,855	700	0,40	5,967	6,306	12,273	0,33	0,00	0,028	ricco b eccentricità	1,48	2,61
	2	perimetrale con aperture	0,60	3,10	2,117	0,30	assente	▼	-				perpendicolare al muro	▼	02/13	7,05	1,868	705	0,40	12,273	4,891	16,964	0,34	0,00	0,035	ricco b eccentricità	1,83	3,83
	1	perimetrale con aperture	0,65	3,75	2,942	0,33	assente	▼	-				vuota	▼	01/13	7,05	1,868	705	0,43	16,964	5,515	22,479	0,35	0,020	0,020	ricco b eccentricità	2,81	4,10

Carichi agenti sul muro ID_mur 08



		Muratura				Solai Lato 1					Solai Lato 2					Risultante dei carichi						Tensioni							
ID_mur	Livello	Tipologia	Spessore [m]	Altezza [m]	G _{MUR} [kg/m]	d _{MUR} [m]	Direzione Solai	ID_sol	Luce [m]	G _{SOL} [kg/m]	Q _{SOL} [kg/m]	d _{SOL} [m]	Direzione Solai	ID_sol	Luce [m]	G _{SOL} [kg/m]	Q _{SOL} [kg/m]	d _i [m]	P _{UV} [kg/m]	P _{LV} [kg/m]	P _{MAX} [kg/m]	d _i [m]	Δd _i [m]	e [m]	caso eccentricità à	Lato 1 [kg/cm ²]	Lato 2 [kg/cm ²]		
8	4	di spina senza aperture	0,60	4,70	4,512	0,30	perpendicolare al muro	▼	04/13	6,93	1,871	893	0,10	parallelo al muro	▼	04/14	0,20	108	40	0,50	0	7,224	7,224	0,23	-0,067	ricco b eccentricità	2,01	0,40	
	3	di spina con aperture	0,80	4,75	5,241	0,40	perpendicolare al muro	▼	05/13	7,00	1,855	700	0,13	parallelo al muro	▼	05/14	0,20	106	40	0,67	7,224	7,942	15,167	0,33	0,10	-0,074	ricco b eccentricità	2,95	0,84
	2	di spina con aperture	1,10	3,10	4,412	0,55	perpendicolare al muro	▼	02/13	7,05	1,868	705	0,18	parallelo al muro	▼	02/14	0,20	106	40	0,92	15,167	7,131	22,298	0,36	0,00	-0,192	ricco b eccentricità	4,15	-0,10
	1	di spina con aperture	1,10	3,75	5,524	0,55	vuota	▼	01/13	7,05	1,868	705	0,18	vuota	▼	01/14	0,20	106	40	0,92	22,298	8,244	30,541	0,38	-0,170	ricco b eccentricità	5,35	0,21	

Il peso della muratura (G_{MUR}) è stato calcolato tenendo conto anche della percentuale dei vuoti che per il muro 08 risulta = 1,00% al Livello 4; 0,86% al Livello 3; 0,81% al Livello 2 e 0,84% al Livello 1.

Carotaggio C1/C - Parete interna - Piano cantinato - Scala A				
Progressive da inizio foro	Andamento	Orizzontale	Spessore strutturale	104 cm
Descrizione				
0 cm - 1 cm	Intonaco.			
1 cm - 105 cm	Blocchi di calcare travertino e malta. Regolare alternanza tra i ricorsi di malta.			
105 cm - 107 cm	Intonaco.			




Carotaggio C2/C - Parete interna - Piano cantinato - Scala A				
Progressive da inizio foro	Andamento	Orizzontale	Spessore strutturale	78 cm
Descrizione				
0 cm - 2 cm	Intonaco.			
2 cm - 80 cm	Blocchi di calcare travertino e malta. Regolare alternanza tra i ricorsi di malta.			
80 cm - 100 cm	Terrapieno.			

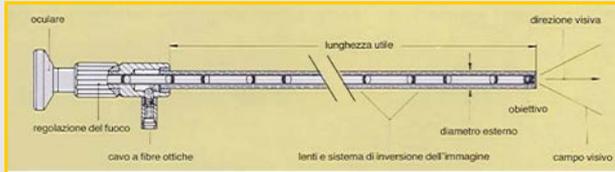



Sigla	SM1/T	Piano	Terra	Scala	B
Pilastro in c.a. adiacente alla parete in mattoni pieni e malta.					

Sigla	SM1/3	Piano	3°	Scala	A
Parete in mattoni pieni aderente a parete in blocchi in tufo giallo di forma squadrata, legati con malta, a tessitura regolare. L'incrocio risulta non ammortato.					

Sigla	SM2/3	Piano	3°	Scala	B
Non state rinvenute lesioni passanti.					

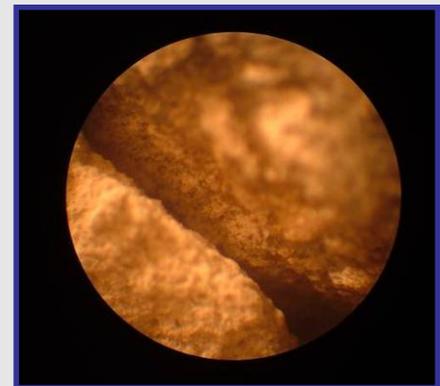
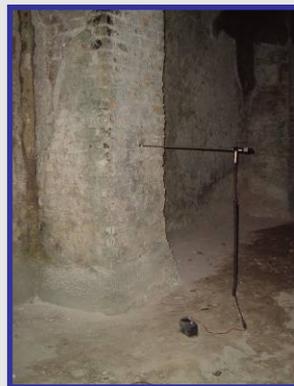
ENDOSCOPIO



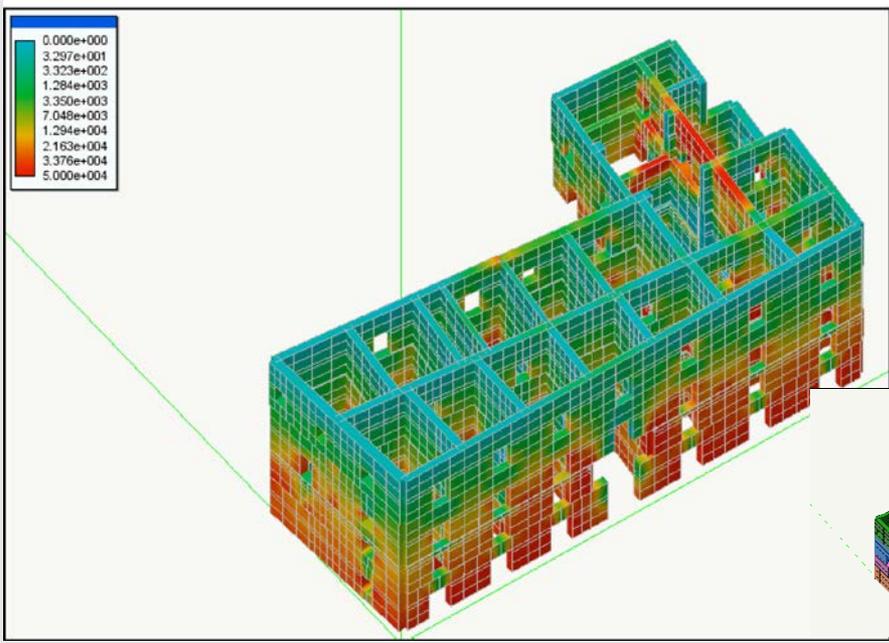
ENDOSCOPIO	DIREZIONE DELLA VISIONE CON OBIETTIVI INTERCAMBIABILI	Frontale a 0° Obliqua a 45° Laterale a 90°
	ASTA PORTAOBIETTIVI	Lunghezza 900 mm Angolo visivo 60°
	LUNGHEZZA CAVO ELETTRICO DI COLLEGAMENTO	5 metri
	LUNGHEZZA ASTA OTTICA DI ESTENSIONE	1000 mm
Dati forniti dalla casa costruttrice (BOVIAR)		

Le indagini endoscopiche permettono il rilievo stratigrafico della muratura e l'individuazione di eventuali vuoti o cavità all'interno dei corpi murari.

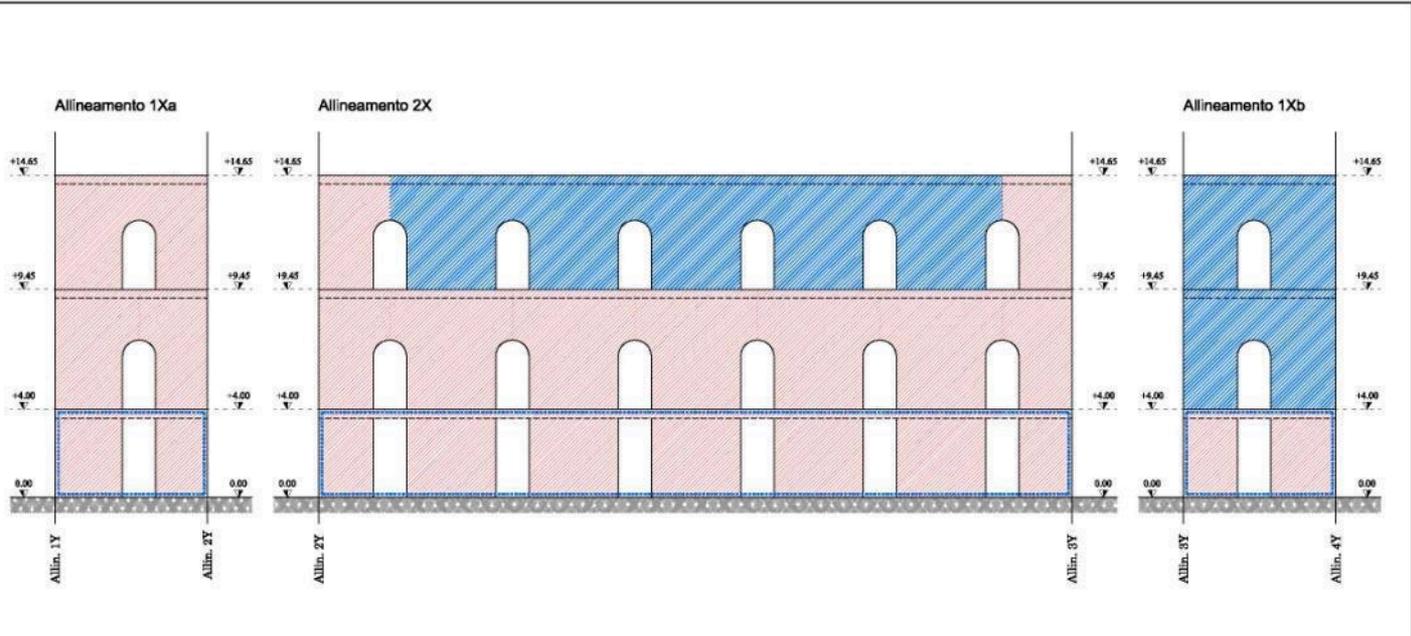
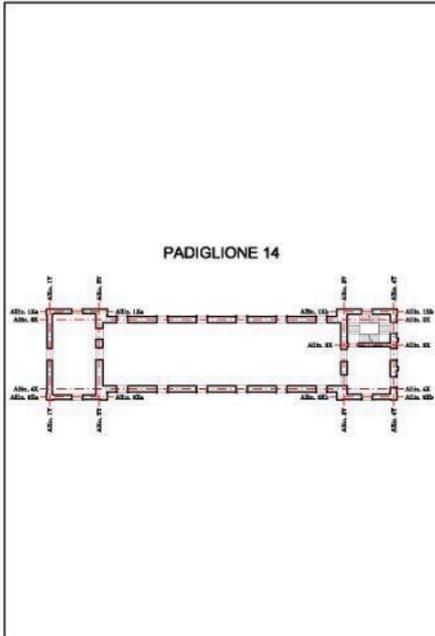
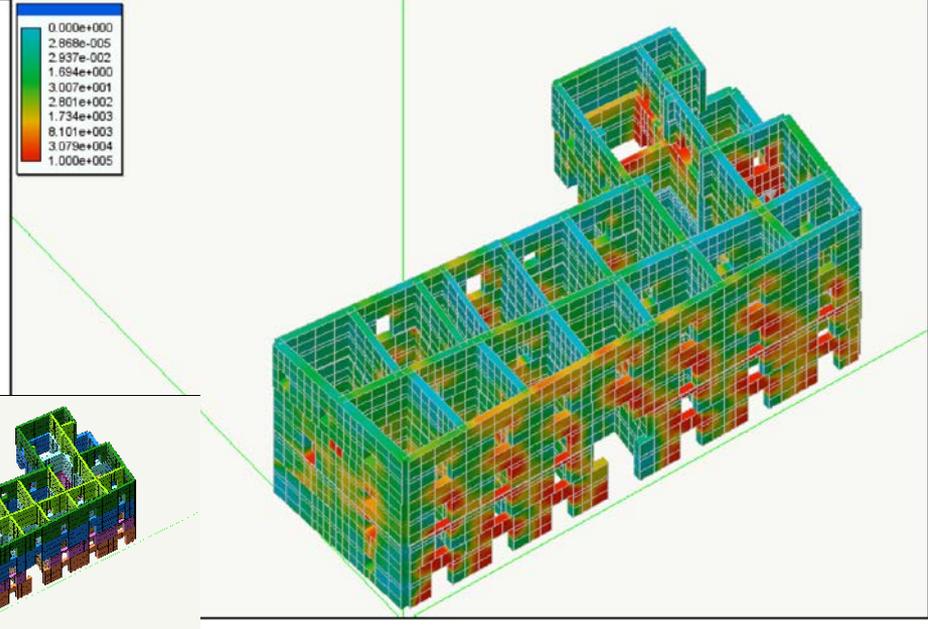
L'endoscopia si esegue praticando un foro di piccolo diametro nei punti da indagare; possono essere sufficienti fori di 10 mm e genericamente inferiori ai 20 mm. La profondità del foro è variabile a seconda dell'indagine da effettuarsi, come limite massimo si possono eseguire fori di lunghezza pari a 120-150 cm.



Tensioni per carichi verticali



SLD - Tensioni per carichi verticali + sisma // X



MECCANISMI DI RIBALTAMENTO SEMPLICE DI PARETE MONOLITICA

VINCOLI

- In sommità
- collegamento tra le pareti

Momento stabilizzante:

$$M_S = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{S_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} \cdot d_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{Si} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i$$

Momento ribaltante:

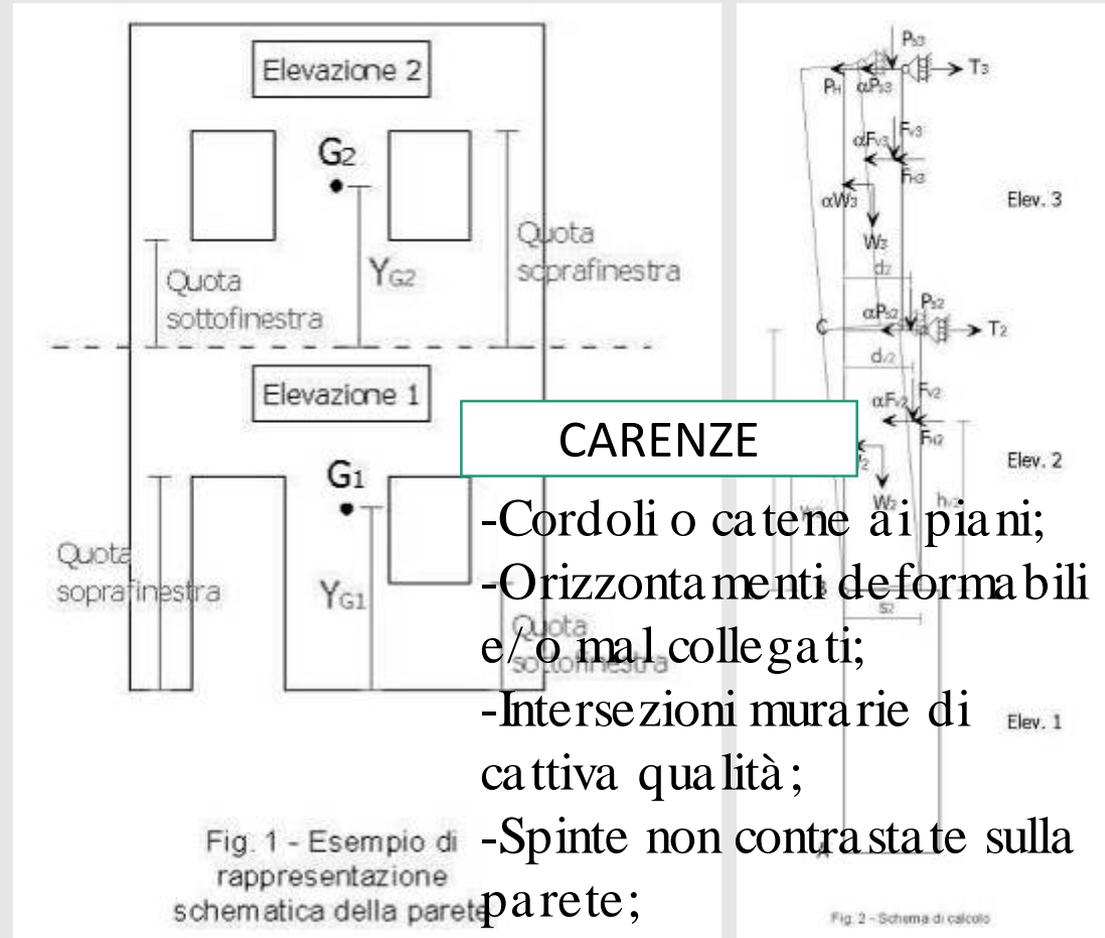
$$M_R = \alpha \cdot \left[\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{Gi} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} \cdot h_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{Si} \cdot h_i \right] + \sum_{i=1}^n F_{Hi} \cdot h_{Vi} + P_H \cdot h_i$$

Moltiplicatore di collasso:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{S_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} \cdot d_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{Si} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i - \sum_{i=1}^n F_{Hi} \cdot h_{Vi} - P_H \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{Gi} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} \cdot h_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{Si} \cdot h_i}$$

AMMORSAMENTO
INEFFICACE

COPERTURA
SPINGENTE



CARENZE

- Cordoli o catene ai piani;
- Orizzontamenti deformabili e/o mal collegati;
- Intersezioni murarie di cattiva qualità;
- Spinte non contrastate sulla parete;
- Muratura a sacco o paramenti mal collegati

RIBALTAMENTO SEMPLICE DI PARETE

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di pareti rispetto ad assi in prevalenza orizzontali alla base di esse e che percorrono la struttura muraria sollecitata da azioni fuori dal piano.

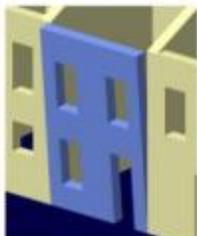


Foto di MEDSA - Paga e Zucchi, 2001



Foto: Arch. Fot. Vice Cassa, Del. Beni Culturali - Simona Albrizio 2009

Condizioni di vincolo della parete interessata dal meccanismo:

- Assenza di vincolo in sommità;
- Assenza di collegamento alle pareti ortogonali

Carenze e vulnerabilità associate al meccanismo:

- Assenza di cordoli o catene ai piani;
- Orizzontamenti deformabili e/o mal collegati;
- Intersezioni murarie di cattiva qualità;
- Presenza di spinte non contrastate sulla parete;
- Muratura a sacco o paramenti mal collegati.

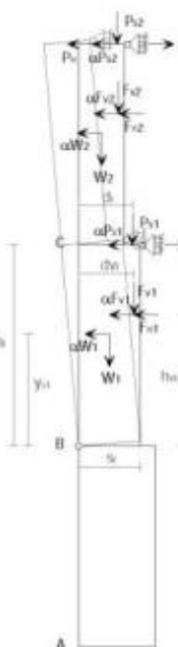
Sintomi che manifestano l'avvenuta attivazione del meccanismo:

- Lesioni verticali in corrispondenza delle intersezioni murarie (angolate e martelli murari);
- Fuori piombo della parete ribaltante;
- Sfilamento delle travi degli orizzontamenti.

Differenti varianti del meccanismo

Il ribaltamento può coinvolgere:

- uno o più livelli della parete, in relazione alla presenza di collegamento ai diversi orizzontamenti;
- l'intero spessore del muro o il solo paramento esterno, in relazione alle caratteristiche della struttura muraria (a sacco, carenza di diafani);
- diverse geometrie della parete, in relazione alla presenza di discontinuità o di aperture.



Momento stabilizzante:

$$M_s = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{x_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot d_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i$$

Momento ribaltante:

$$M_R = \alpha \cdot \left[\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{ci} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot h_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot h_i \right] + \sum_{i=1}^n F_{hi} \cdot h_{hi} + P_{2i} \cdot h_i$$

Moltiplicatore di collasso:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{x_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot d_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i - \sum_{i=1}^n F_{hi} \cdot h_{hi} - P_{2i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{ci} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot h_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot h_i}$$

RIBALTAMENTO COMPOSTO DI PARETE

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di pareti rispetto ad assi in prevalenza orizzontali accompagnata dal trascinamento di parti delle strutture murarie appartenenti alle pareti di controvento.



Foto di MEDSA - Paga e Zucchi, 2001

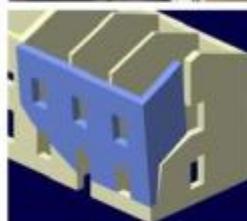


Foto: Arch. Fot. Vice Cassa, Del. Beni Culturali - Simona Albrizio 2009

Condizioni di vincolo della parete interessata dal meccanismo:

- Assenza di vincolo in sommità;
- Efficace connessione con le murature ortogonali.

Carenze e vulnerabilità associate al meccanismo:

- Assenza di cordoli o catene ai piani;
- Orizzontamenti deformabili e/o mal collegati;
- Presenza di spinte non contrastate sulla parete;
- Bucature localizzate in prossimità delle intersezioni murarie (angolate e martelli murari);
- Muratura con ridotte proprietà meccaniche.

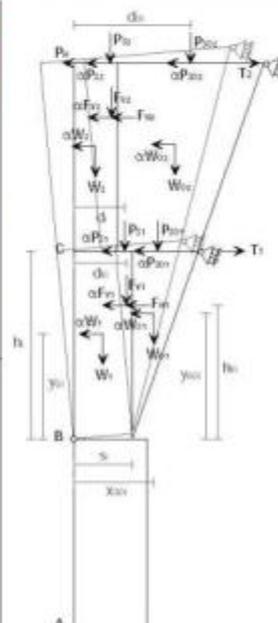
Sintomi che manifestano l'avvenuta attivazione del meccanismo:

- Lesioni diagonali sulle pareti di controvento;
- Fuori piombo della parete ribaltante;
- Sfilamento delle travi degli orizzontamenti.

Differenti varianti del meccanismo

Il ribaltamento composto può coinvolgere:

- uno o più livelli della parete, in relazione alla presenza di collegamento ai diversi orizzontamenti;
- diverse geometrie del macroelemento, in relazione alla qualità della muratura della parete di controvento ed alla presenza di aperture nella stessa, nonché alla tipologia degli orizzontamenti sovrastanti (se rigidi si possono definire cunei di distacco a doppia diagonale).



Momento stabilizzante:

$$M_s = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{x_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot d_{vi} + \sum_{i=1}^n W_{ci} \cdot x_{ci} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n P_{2ci} \cdot d_{ci} + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i$$

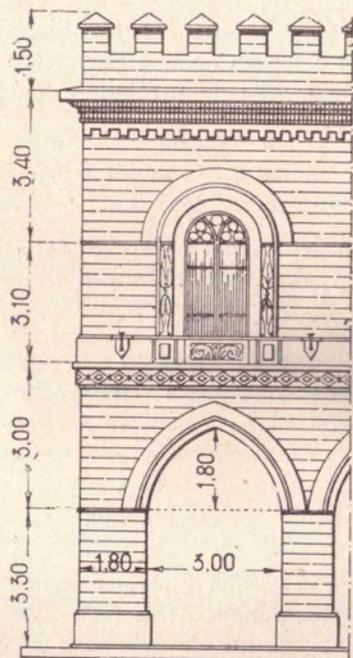
Momento ribaltante:

$$M_R = \alpha \cdot \left[\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{ci} + \sum_{i=1}^n W_{ci} \cdot y_{cci} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot h_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot h_i + \sum_{i=1}^n P_{2ci} \cdot h_{ci} \right] + \sum_{i=1}^n F_{hi} \cdot h_{hi} + P_{2i} \cdot h_i$$

Moltiplicatore di collasso:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{x_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot d_{vi} + \sum_{i=1}^n W_{ci} \cdot x_{ci} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n P_{2ci} \cdot d_{ci} + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i - \sum_{i=1}^n F_{hi} \cdot h_{hi} - P_{2i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{ci} + \sum_{i=1}^n W_{ci} \cdot y_{cci} + \sum_{i=1}^n F_{vi} \cdot h_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot h_i + \sum_{i=1}^n P_{2ci} \cdot h_{ci}}$$

pano, è di cm. 80. Il pavimento del primo piano è rappresentato dall'orizzontale $a_2 c_1$ (fig. 227) e lo spessore del muro relativo è di cm. 60. Ridotta l'altezza dell'edificio sopra il pavimento del primo piano, nel rapporto di $\frac{60}{80}$, e ripartito il peso di tutta la muratura compresa tra lo spigolo di sinistra

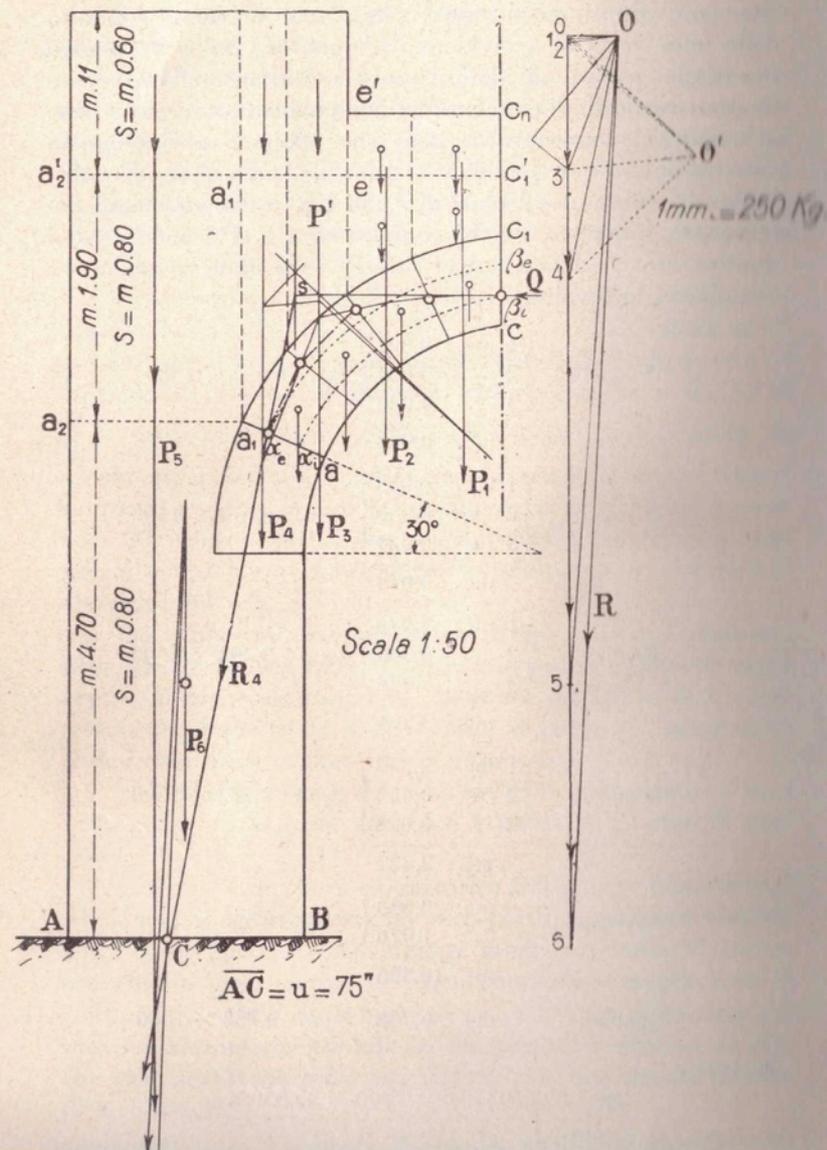


Palazzo Comunale di Cremona - 1:150

Fig. 226.

e la mezzeria della finestra in asse coll'arco in esame, sopra la porzione $a_2 e$, del muro di facciata, abbiamo completato il diagramma generale del carico sollecitante l'arco e la relativa spalla, col rettangolo verticale di base $a_2 e$ e di altezza 11 metri.

392. — *Stabilità dell'arco.* — Costruito il giunto aa_1 incli-



Disporremo le travi a 2T parallelamente al lato minore del rettangolo e ad una distanza di m. 0,80 l'una dall'altra, come mostra la figura 82.

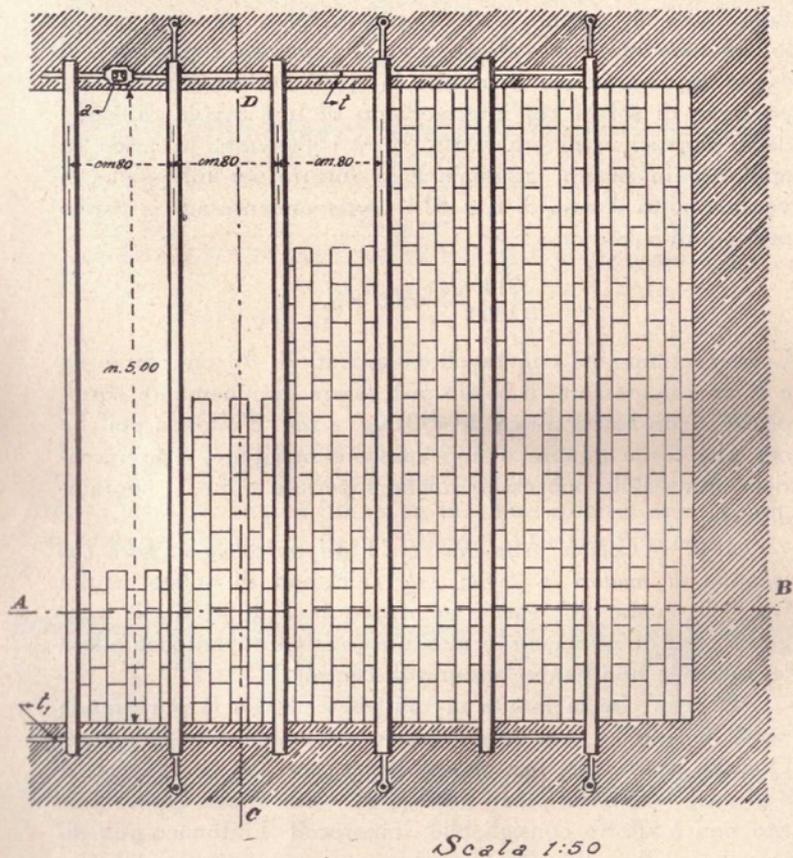


Fig. 82.

Queste travi vengono in generale ancorate ai muri in entrambe le estremità, ma saltuariamente, ossia una sì e una no. Oltre a ciò esse vengono collegate mediante due tondini

Tali tondini vengono poi messi in tensione con appositi tenditori *c*, di guisa che essi funzioneranno da tiranti e il complesso delle travi a 2T verrà a costituire una specie di reticolato solidale coi muri.

Occorre ricordarsi sempre di dare una mano di minio alle travi in ferro e loro accessori, prima di metterle in opera, e ciò allo scopo di proteggerle contro la ruggine.

L'ancoraggio che si adotta in generale per le travi è quello mostrato dalla fig. 83 che rappresenta una parte della sezione

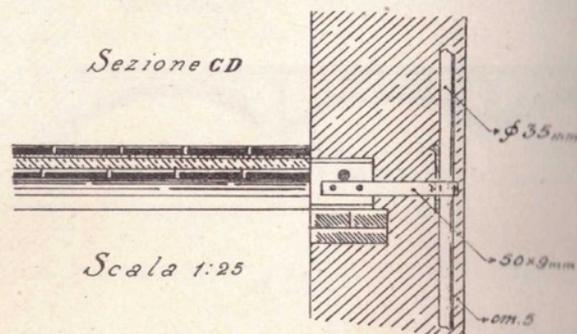


Fig. 83.

verticale del solaio fatta secondo CD della fig. 82. In tale ancoraggio il paletto è verticale e introdotto nell'occhio della staffa viene messo in forza con una zeppa metallica.

Talvolta per l'ancoraggio si adotta anche la disposizione indicata nella fig. 84, nella quale il paletto è disposto orizzontalmente.

Tra una trave e l'altra si costruiscono le volticelle di cotto che si veggono in pianta nella fig. 82, e in sezione verticale AB, nella fig. 85. Se l'ambiente sottostante al solaio non è di lusso, ossia non è tale da richiedere un soffitto piano decorato, conviene sempre lasciare in evidenza la struttura or-

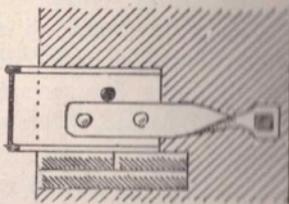
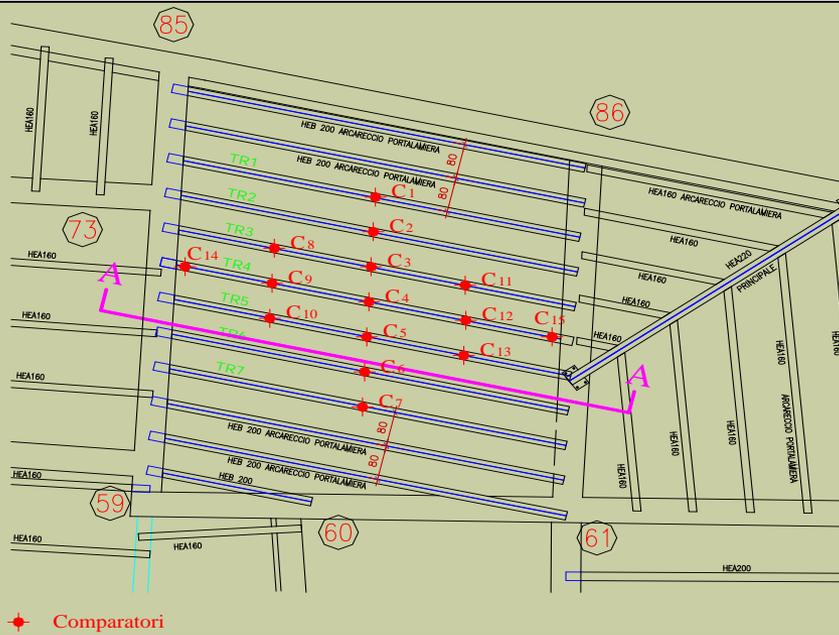


Fig. 84.

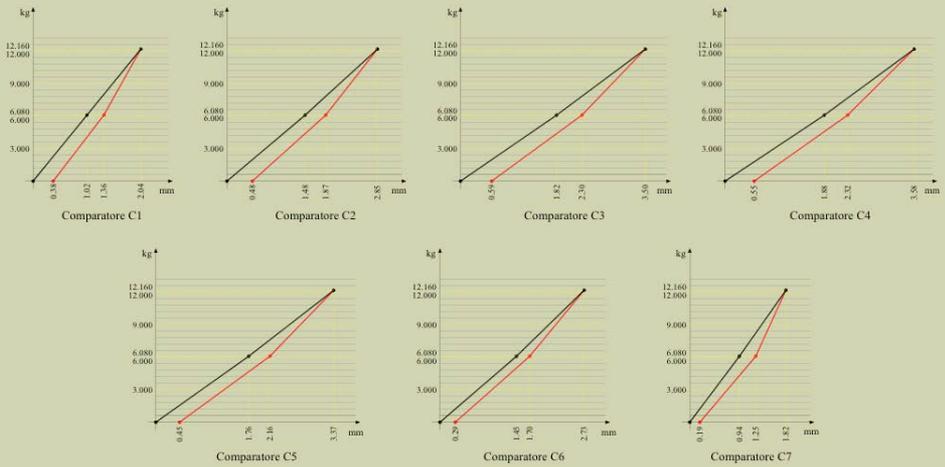
SOLAI – ESEMPI



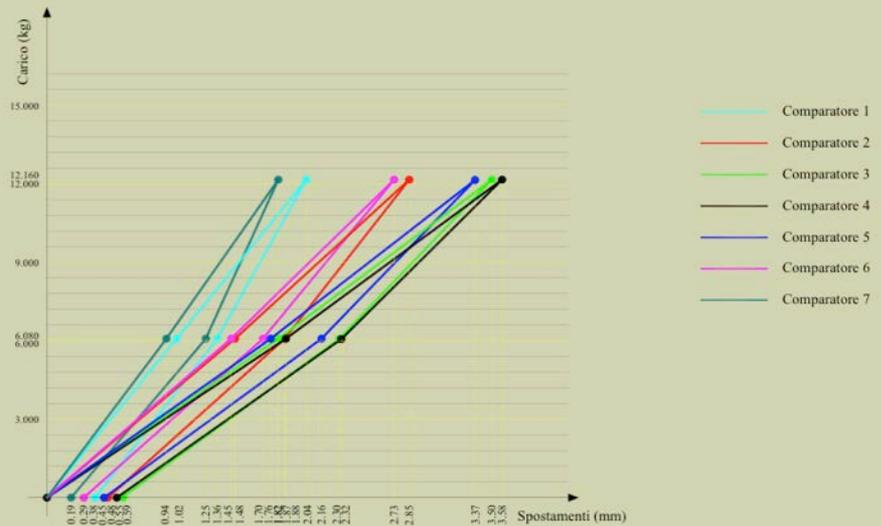
SOLAI – RISULTATI



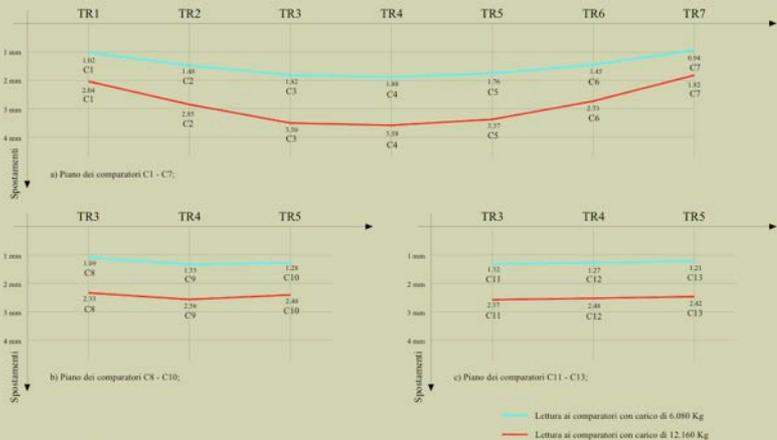
TAV. 3 - RISULTATI DELLE PROVE
Diagramma carichi-spostamenti ai vari comparatori



TAV. 4 - RISULTATI DELLE PROVE
Diagramma carichi-spostamenti: comparatori C1 - C7



TAV. 5 - RISULTATI DELLE PROVE
Comportamento del solaio in piani trasversali



ACCOPPIAMENTO DELLE PROVE CON MARTINETTI E PROVE SONICHE CON PROCEDIMENTO A DUE PARAMETRI

Relazioni tra velocità sonica e modulo elastico di due murature provate sperimentalmente

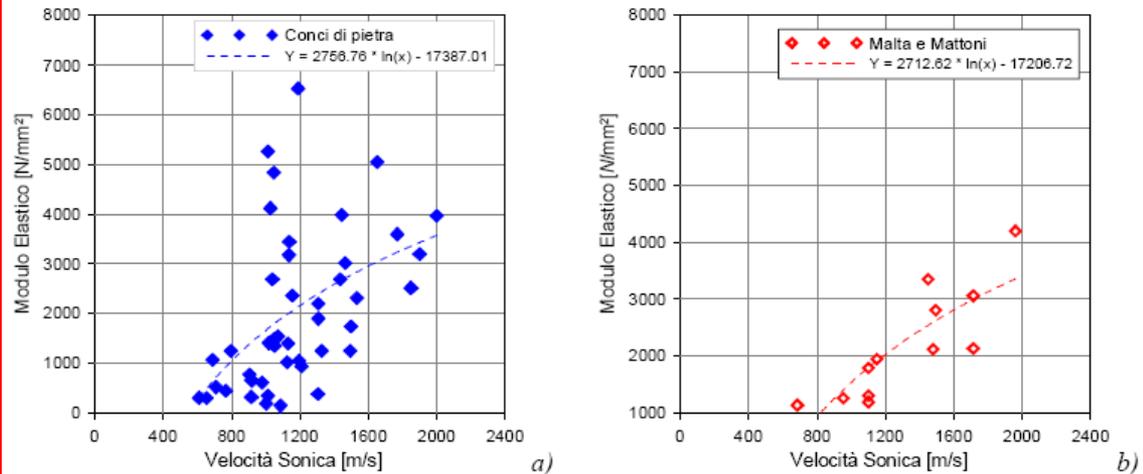


Fig. 11. Correlazioni tra modulo elastico misurato con martinetto doppio e velocità sonica per trasparenza in caso di muratura: a) di pietra; b) di mattoni.

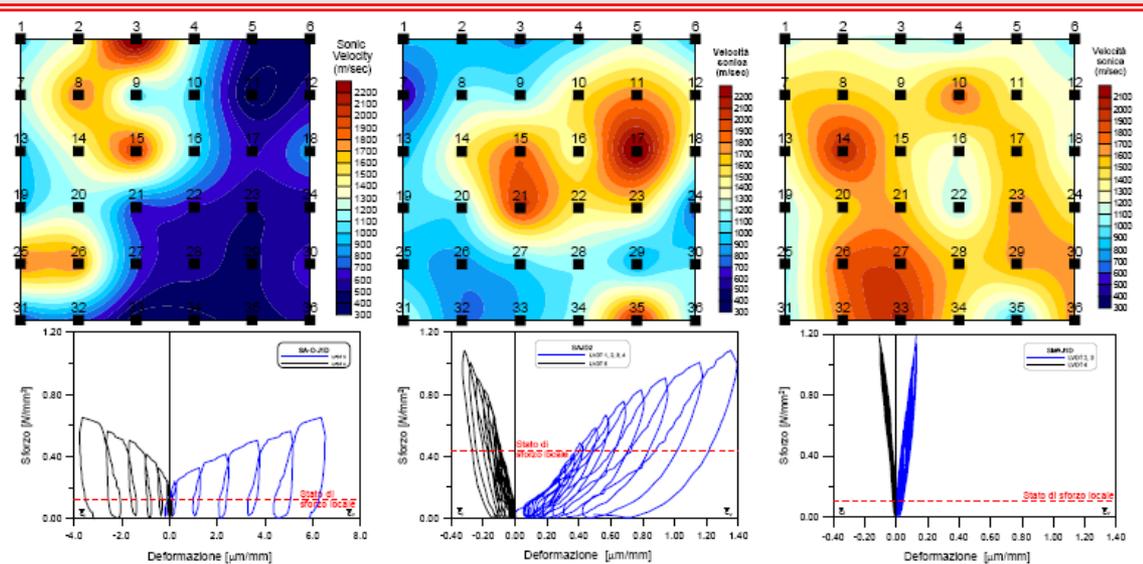


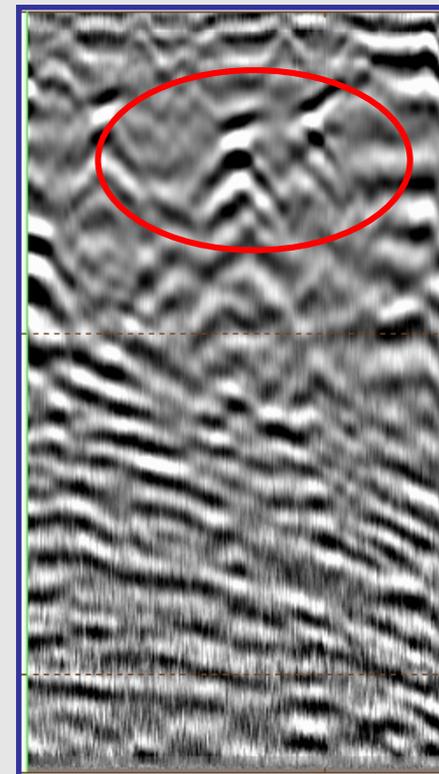
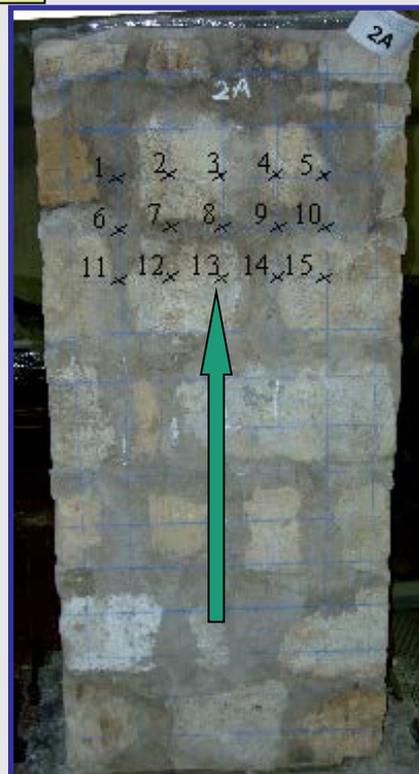
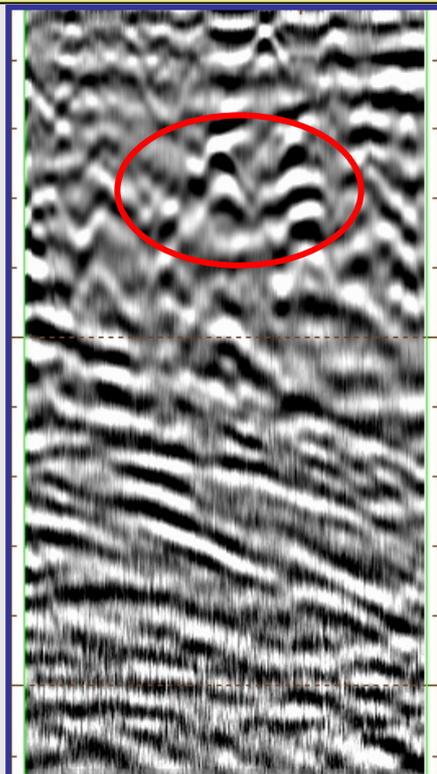
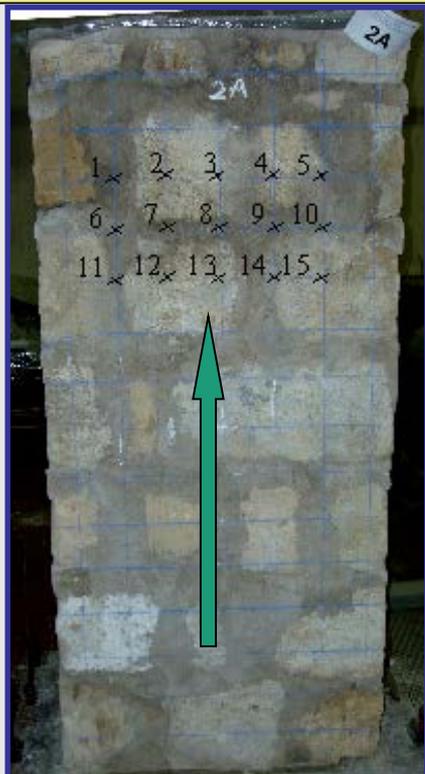
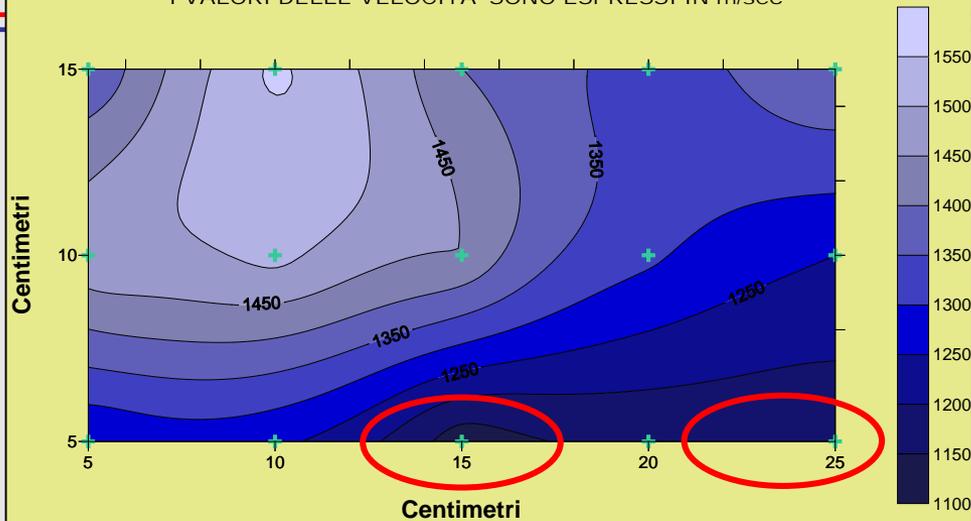
Fig. 12 a,b,c. Risultati delle prove soniche e delle prove con martinetti piatti sulle murature di 3 chiese.

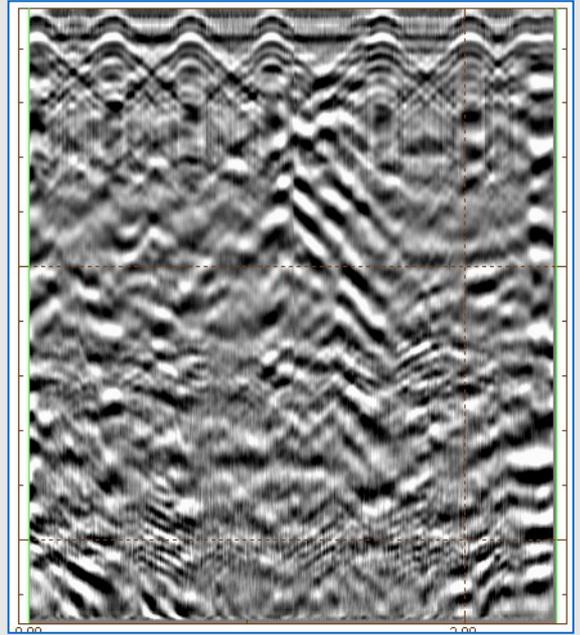
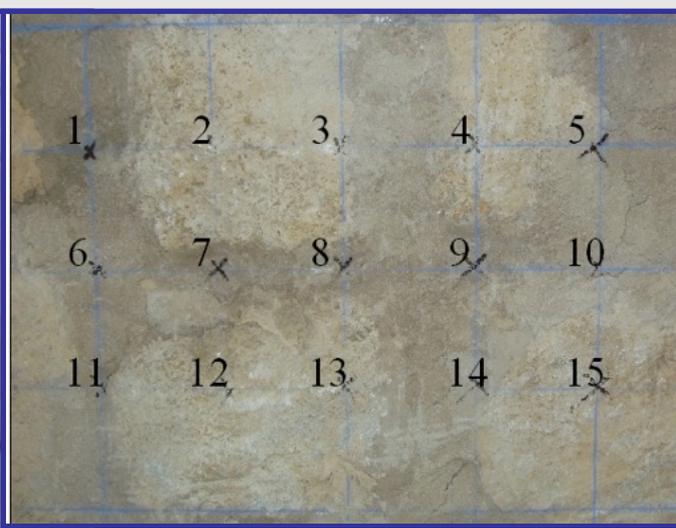
Analisi comparativa dei due metodi



CAMPIONE 2 - FACCIA A

I VALORI DELLE VELOCITA' SONO ESPRESSE IN m/sec





Interventi fase 1

Interventi fase 2

Interventi fase 3

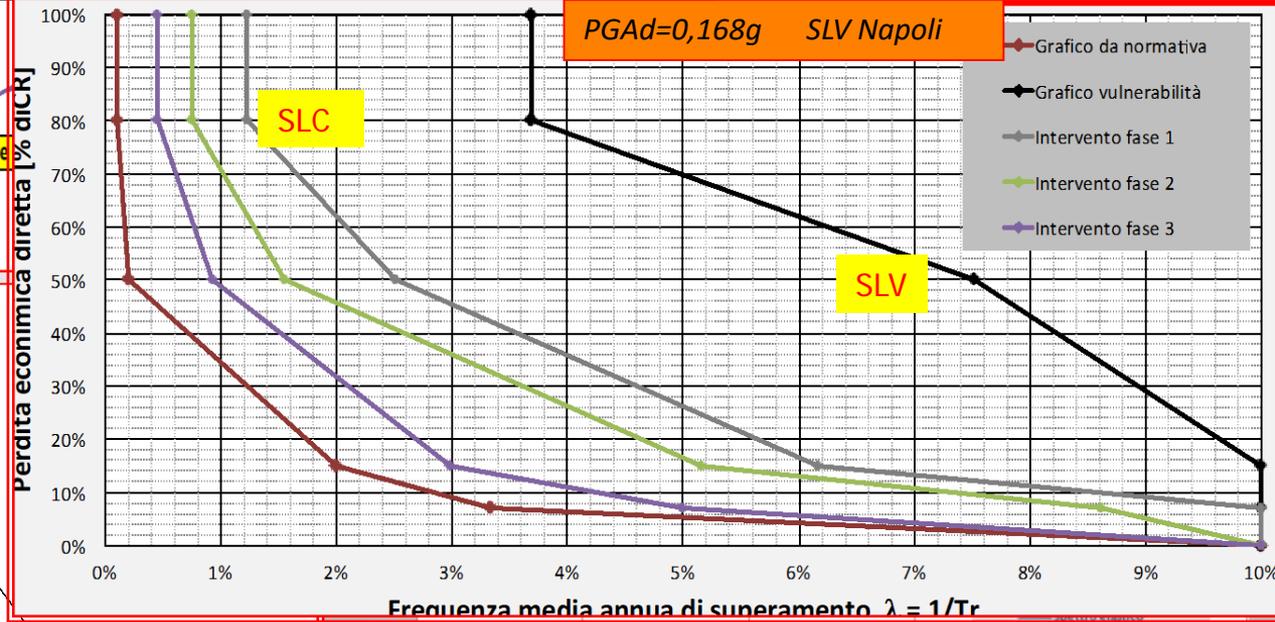
Tipo di meccanismo	Parte della struttura	α_g	α_e	α_u
1. MECCANISMI DI RIBALTAMENTO SEMPLICE DI PARETE MONOLITICA	Pareti livello 1,2,3 e 4	0,057	0,345	0,263
	Pareti livello 2,3 e 4	0,068	0,403	0,326
	Pareti livello 3 e 4	0,080	0,471	0,379
	Parete livello 4	0,117	0,698	0,549
2. MECCANISMI DI RIBALTAMENTO COMPOSTO DI CUNEO DIAGONALE	Cuneo che coinvolge il livello 2, 3 e 4	0,093	0,558	0,439
	Cuneo che coinvolge il livello 3 e 4	0,093	0,558	0,430
3. MECCANISMI DI RIBALTAMENTO COMPOSTO DI CUNEO A DOPPIA DIAGONALE	Cuneo che coinvolge l'intera facciata principale	0,140	0,836	0,657
	Cuneo che coinvolge l'intera facciata posteriore su piazza Lieti	0,126	0,741	0,581
	Cuneo che coinvolge l'intera facciata principale	0,092	0,549	0,422
	Cuneo che coinvolge il livello 3 e 4	0,081	0,487	0,374
	Cuneo che coinvolge l'intera facciata posteriore su piazza Lieti	0,205	1,24	0,943
4. MECCANISMI DI RIBALTAMENTO DELLA PARTE ALTA DEL CANTONALE		0,412	2,425	1,9
5. MECCANISMI DI FLESSIONE VERTICALE DI PARETE MONOLITICA (CINEMATISMI AD 1 PIANO)	Parete livello 4	2,617	15,395	12,061
	Parete livello 3	3,898	22,931	17,964
6. MECCANISMI DI FLESSIONE VERTICALE DI PARETE MONOLITICA (CINEMATISMI A 2 o 3 PIANI)	Pareti livello 3 e 4	0,426	2,503	1,961
	Pareti livello 1 e 2	0,518	4,045	2,386

SLV			SLD		
Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]	Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]
0,039	38,07	0,231	0,026	25,70	0,437
Intervento fase 1					
SLV			SLD		
Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]	Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]
0,061	59,60	0,362	0,038	37,08	0,063
Intervento fase 2					
SLV			SLD		
Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]	Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]
0,074	72,65	0,440	0,041	39,93	0,680
Intervento fase 3					
SLV			SLD		
Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]	Ag/g	Ag [cm/s ²]	Ir [SLV]
0,091	89,44	0,544	0,051	49,93	0,850

Classe E
Classe D
Classe D
Classe

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
100% < IS-V	A ⁺ _{IS-V}
100% ≤ IS-V < 80%	A _{IS-V}
80% ≤ IS-V < 60%	B _{IS-V}
60% ≤ IS-V < 45%	C _{IS-V}
45% ≤ IS-V < 30%	D _{IS-V}
30% ≤ IS-V < 15%	E _{IS-V}
IS-V ≤ 15%	F _{IS-V}

Intervento 1
 $\alpha = PGAc/PGAd = 36\%$ $Tr = 40$ anni
 $\lambda_{SLV} = 1/Tr = 2,50\%$
Intervento 2
 $\alpha = PGAc/PGAd = 44\%$ $Tr = 64$ anni
 $\lambda_{SLV} = 1/Tr = 1,55\%$
Intervento 3
 $\alpha = PGAc/PGAd = 54\%$ $Tr = 107$ anni
 $\lambda_{SLV} = 1/Tr = 0,93\%$



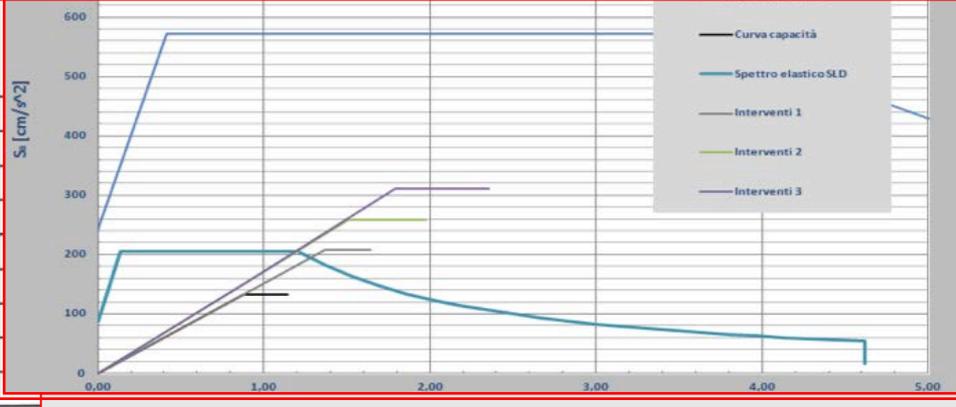
PAM vulnerabilità
 0,0697831 6,98% Classe F

PAM intervento 1
 3,68% 3,68% Classe E

PAM intervento 2
 0,02874 2,87% Classe D

PAM intervento 2
 0,01830 1,830% Classe C

Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
PAM ≤ 0,50%	A ⁺ _{PAM}
0,50% < PAM ≤ 1,0%	A _{PAM}
1,0% < PAM ≤ 1,5%	B _{PAM}
1,5% < PAM ≤ 2,5%	C _{PAM}
2,5% < PAM ≤ 3,5%	D _{PAM}
3,5% < PAM ≤ 4,5%	E _{PAM}
4,5% < PAM ≤ 7,5%	F _{PAM}
7,5% ≤ PAM	G _{PAM}



COMPLETEZZA
AFFIDABILITA'
INFORMAZIONI

FATT.CONFIDENZA E
LIV. CONOSCENZA

TIPOLOGIA

METODI DI
ANALISI E
VERIFICA

MURATURE
(Meccanismi
locali e globali)

Dati di partenza
Acquisizione e
procedure

Dati di arrivo
Da COSTRUIRE
con
METODO

- DISPONIBILITA' E AFFIDABILITA' DATI

- INCERTEZZA DATI E PROTOCOLLO

PRIMO APPROCCIO
DIAGNOSTICO

VAL. SICUREZZA/RISCHIO

Primo risultato o ciclo verifica
Partenza e/ o arrivo: Congruente

Grazie

..buona prosecuzione dei lavori

Benvenuti a Salerno