

OIBA
ORDINE DEGLI INGEGNERI
della Provincia di Bari



● ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI BARI



CITTA' DI
GRAVINA IN PUGLIA

In occasione della Fiera **laMiaCasa** si terrà il convegno

Giovedì 1 Novembre 2018

presso la Sala Convegni Area Fiera
Via Fazzatoia, 50 - Gravina in Puglia (BA)



VERIFICA DEGLI EDIFICI ESISTENTI CON RIFERIMENTO ALLE NTC 2018



Francesco Porco

Docente di Tecnica delle Costruzioni

Dipartimento Dicatech - Politecnico di Bari

francesco.porco@poliba.it



SOMMARIO

- ***Edifici esistenti (con riferimento alle NTC 2018):***
 - ***Modalità di analisi e verifica***
 - ***Interventi***
- ***Casi di studio***
 - ***Edifici Sensibili/Strategici***
- ***Edifici scolastici***
- ***Conclusioni***

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



1 – La costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione

2 – in essa possono essere insiti, ma non palesi, difetti di impostazione e di realizzazione

3 – Essa può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non sono completamente manifesti

4 – Le sue strutture possono presentare degrado e/o modifiche significative rispetto alla situazione originaria



In base ai suddetti fattori intrinseci assume un ruolo fondamentale il
PERCORSO DI CONOSCENZA

*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** delle caratteristiche sopra elencate*



In base ai suddetti fattori intrinseci assume un ruolo fondamentale il
PERCORSO DI CONOSCENZA

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA PER LE COSTRUZIONI ESISTENTI

Obiettivo ?

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.**

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.**

Azioni Antropiche (controllate dall'uomo) VS Azioni Sismiche

È necessario adottare provvedimenti restrittivi dell'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.

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA PER LE COSTRUZIONI ESISTENTI

Quando ?

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:

1

- Riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a:
 - significativo degrado 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

2

Provati gravi errori di progetto o di costruzione

3

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

4

Interventi non dichiaratamente strutturali, che interagendo, anche solo in parte, con elementi strutturali ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità.

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA PER LE COSTRUZIONI ESISTENTI

Quando ?

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:

5

ogni qualvolta si eseguano interventi strutturali di adeguamento, miglioramento, riparazione/locali;

6

– 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

Verifiche sismiche Edifici Strategici e Rilevanti

Con OPCM 3274 del 2003 successiva al sisma Puglia-Molise 2002 è stato introdotto l'obbligo di procedere alle verifiche sismiche di edifici strategici e rilevanti (scuole)

LIVELLI DI CONOSCENZA e FATTORI DI CONFIDENZA

LC

FC

DEFINISCONO I LIVELLI DI APPROFONDIMENTO DELLE FASI CONOSCITIVE DEL MANUFATTO

(BOZZA) C8.2 CRITERI GENERALI

...
 Aspetto peculiare e imprescindibile della valutazione e progettazione sull'esistente è la **fase di conoscenza** che consente di identificare eventuali criticità e di adattare il processo di verifica e di progettazione alla costruzione in esame. La conoscenza della costruzione, se da un lato contribuisce ad **aumentare l'accuratezza delle verifiche di sicurezza e l'efficacia del progetto degli interventi**, dall'altro dipende, di fatto, dalla **possibilità di effettuare indagini approfondite** (uso; natura/tipologia della costruzione; disponibilità della proprietà o dei gestori). Le Norme, al fine di tener conto dei diversi possibili gradi di approfondimento, introducono i concetti di **livello di conoscenza** (geometria, organizzazione strutturale, dettagli costruttivi e materiali) e di **fattore di confidenza** (che modifica i parametri di capacità in ragione del livello di conoscenza).

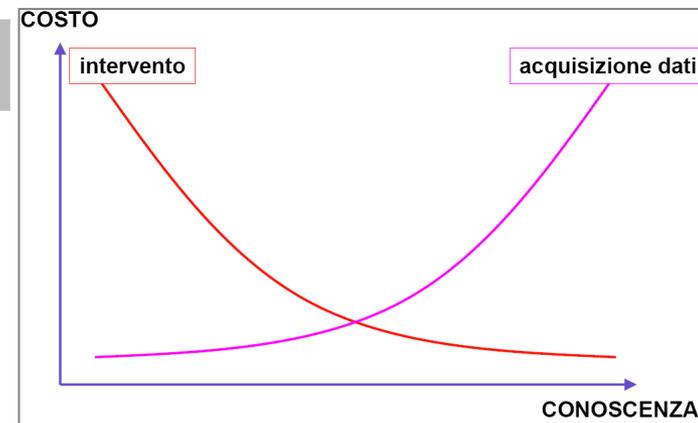
È fondamentale seguire un **percorso di conoscenza sistematico** e il più **esaustivo** possibile.

La normativa individua chiaramente i passaggi fondamentali

ANALISI STORICO-CRITICA

RILIEVO

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI



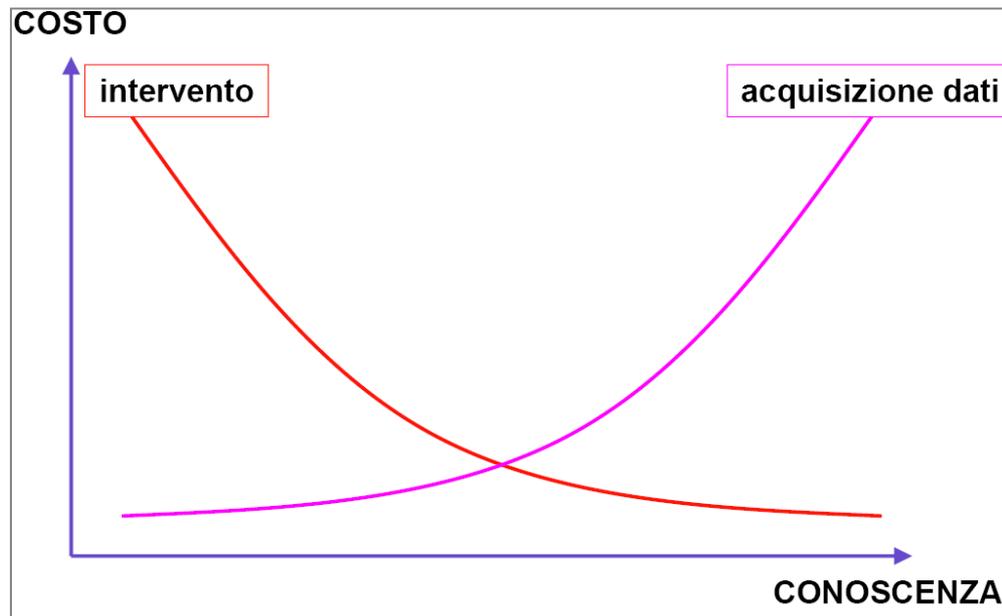
FC

Fattori da utilizzare come **ULTERIORI COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA** che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello

LC=1	Conoscenza LIMITATA	FC=1.35
LC=2	Conoscenza ADEGUATA	FC=1.20
LC=3	Conoscenza ACCURATA	FC=1.00

LC

FATTORI DI CONFIDENZA (FC)



Fattori da utilizzare come **ULTERIORI COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA** che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.

Le resistenze medie, ottenute dalle prove in situ e dalle informazioni aggiuntive, sono divise per i Fattori di Confidenza.

Essi possono essere valutati in modo differenziato per i diversi materiali.

$$f_d = \frac{f_m}{\gamma_m \cdot FC}$$



LC=1	Conoscenza LIMITATA	FC=1.35
LC=2	Conoscenza ADEGUATA	FC=1.20
LC=3	Conoscenza ACCURATA	FC=1.00

PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA (§ 8.5 – NTC2018)

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 informazioni reperite dalle seguenti fasi operative:

ANALISI STORICO-CRITICA

Ricostruzione del processo di realizzazione e successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché degli eventi che lo hanno interessato.

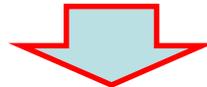
RILIEVO

Dovrà individuare l'organismo resistente della costruzione e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza.

Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ed i relativi quadri fessurativi.

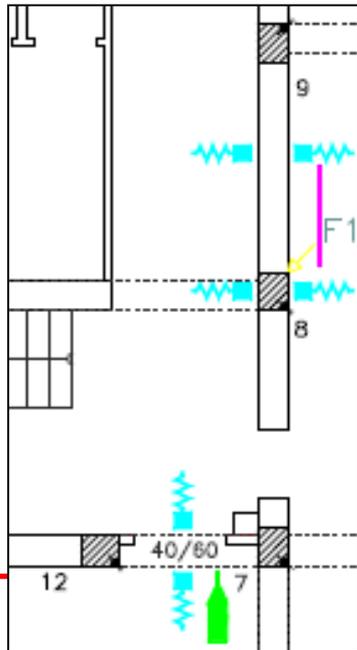
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà su documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali.



LIVELLO DI CONOSCENZA (LC)

PIANO DELLE INDAGINI – parte integrante del progetto



LEGENDA:

-  ESTRAZIONE CAROTE
-  PRELIEVO ARMATURA
-  INDAGINI ULTRASONORE
-  SAGGIO SUI SOLAI
-  BATTUTE SCLEROMETRICHE



insieme di elaborati grafici nei quali sulla base del rilievo completo della struttura, vengono indicati gli elementi e le tipologie di indagini da effettuare, e usualmente anche l'indicazione delle aree oggetto di saggi per il rilievo dei dettagli costruttivi

PROVE IN SITU

PD



PND



Indagine sclerometrica



Indagine ultrasonora

LIVELLI DI CONOSCENZA (§ 8.5.4 – NTC2018; C8A.1.2 – Circolare n.617/2009)

PERCORSO DI CONOSCENZA

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
Conoscenza Limitata LC1		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
Conoscenza Adeguata LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
Conoscenza Accurata LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

PROVE SUI MATERIALI (C8A.1.3 – Circolare n.617/2009)

Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a) ■	Prove (sui materiali) (b)(c) ■ ■
Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio limitate
La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio estese
La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio esaustive

Livello di Conoscenza	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali
LC1	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
LC2	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure <i>estese</i> verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure <i>estese</i> prove in-situ
LC3	Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure <i>esaustive</i> verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con <i>estese</i> prove in situ oppure <i>esaustive</i> prove in-situ

- (a) Nelle % degli elementi indagati si tiene conto delle situazioni ripetitive;
- (b) è consentito sostituire alcune PD, non più del 50%, con almeno il triplo di PND;
- (c) il numero di PD può essere aumentato o diminuito a seconda dell'omogeneità del materiale.

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.

Classificazione degli interventi – (NTC2018)

8.4.1. RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono 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 comportino 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.

Classificazione degli interventi – (NTC2018)

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 $\zeta_E = 1,0$.

Interventi su edifici scolastici e strategici

Con le NTC 2018 è stato introdotto un valore «soglia» minimo nel miglioramento sismico (0,6).

Classificazione degli interventi – (NTC2018)

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 del § 2.5.3, 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;
- 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 $\zeta_E \geq 0,80$.

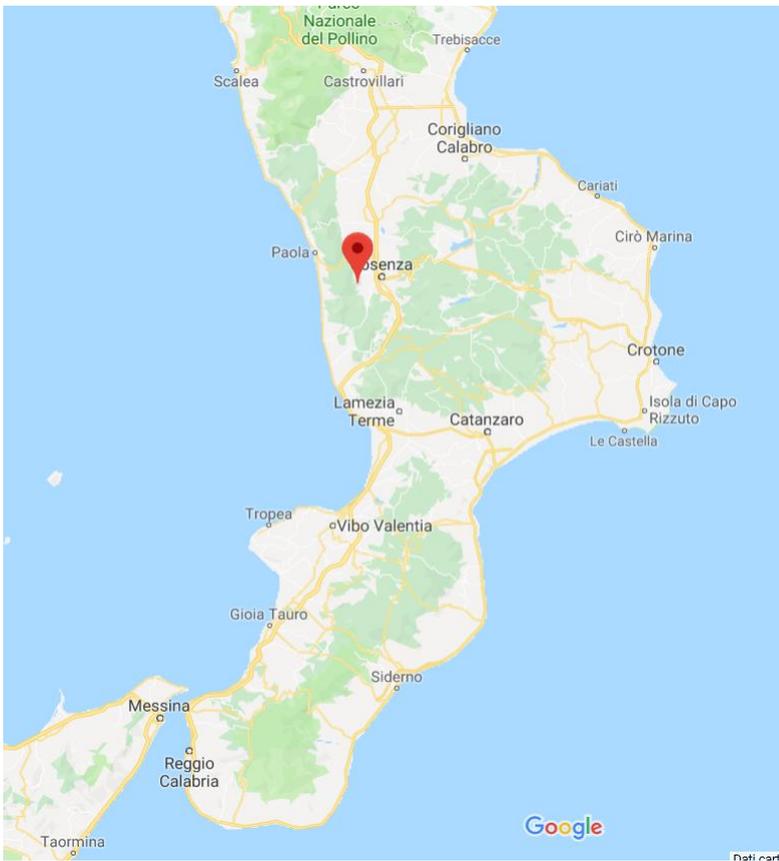
Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione.

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.

CASI DI STUDIO

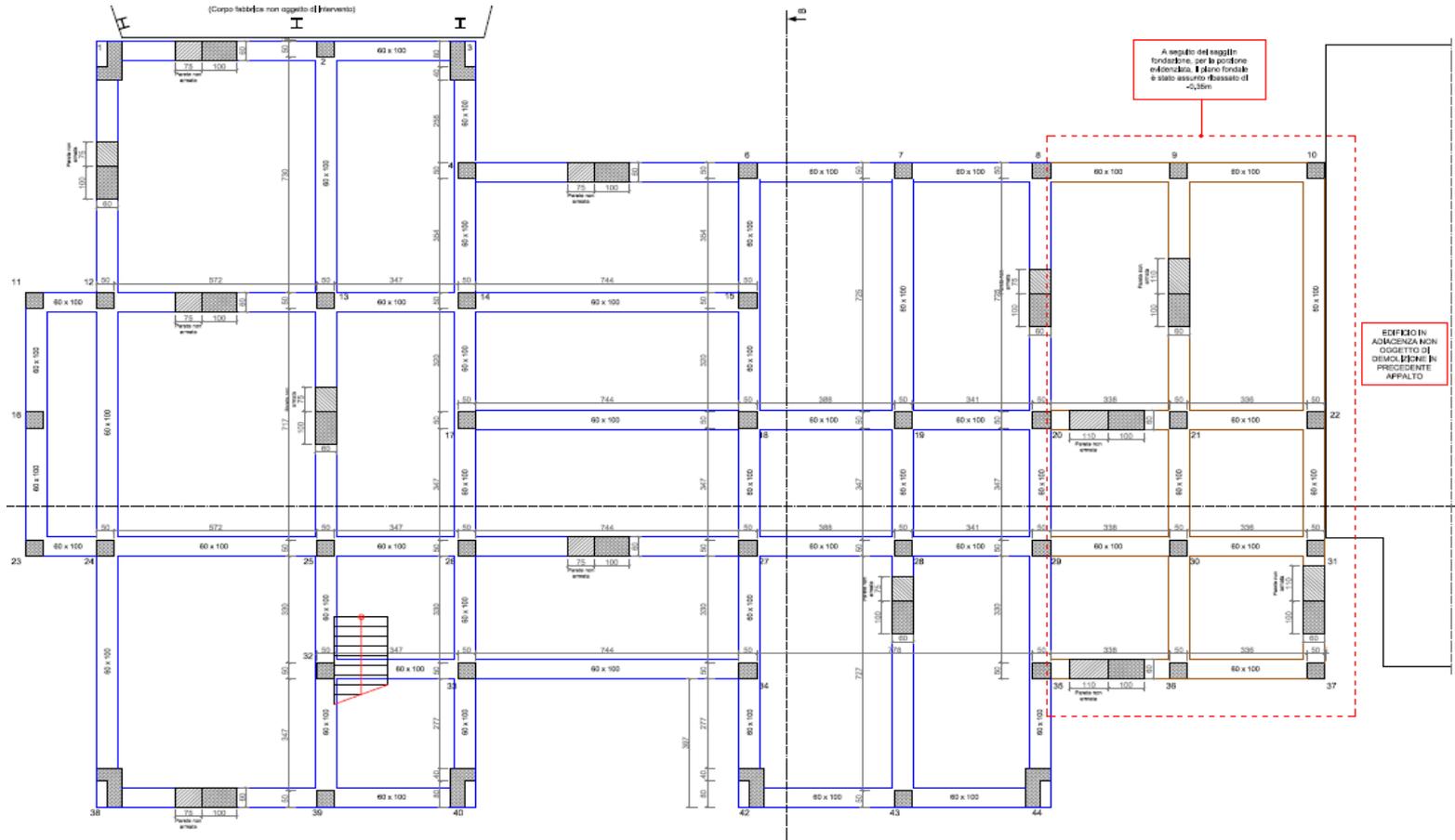
n.1

EDIFICIO SCOLASTICO

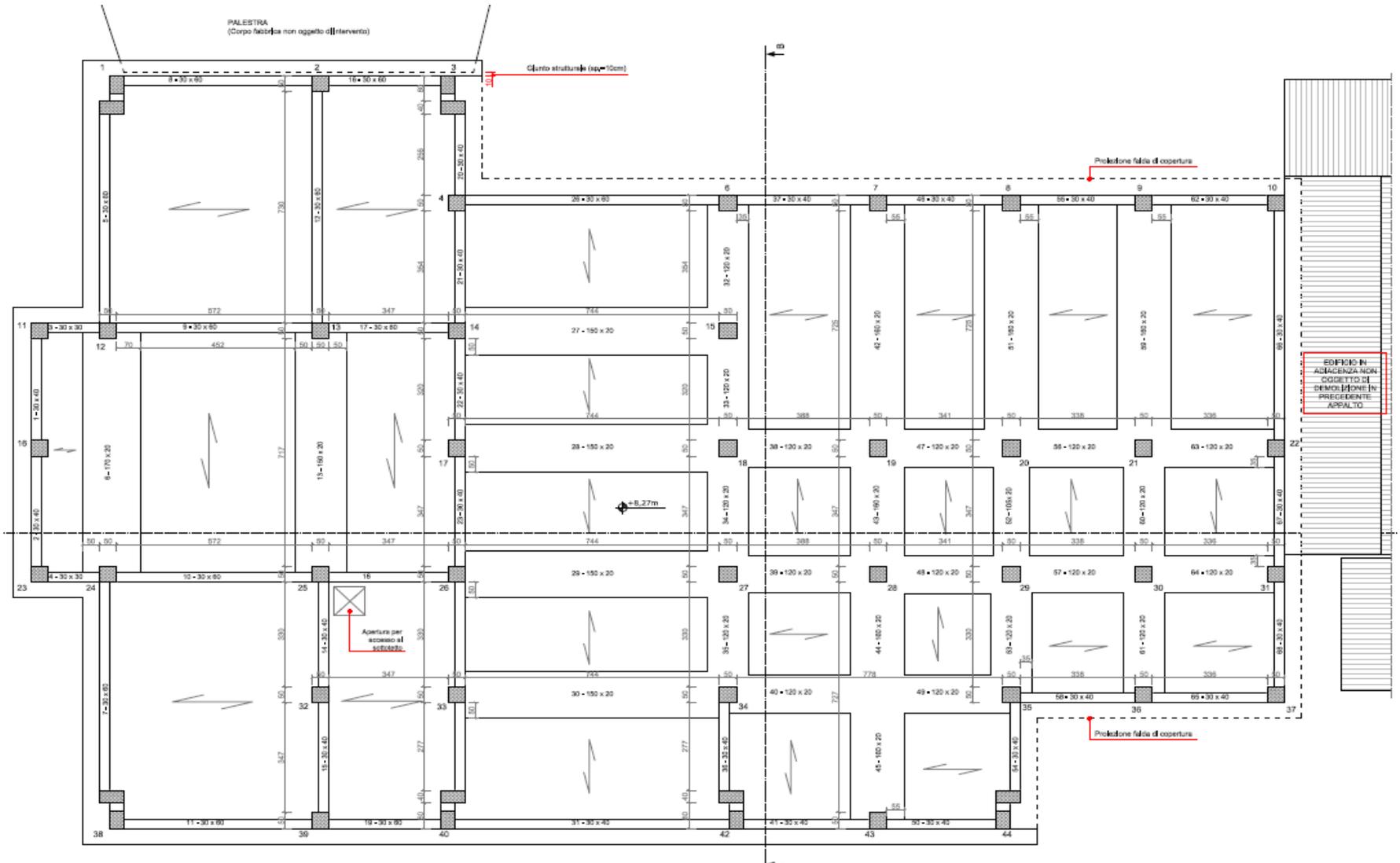


Epoca di costruzione si può far risalire tra la fine degli anni '70 e l'inizio degli anni '80

Pianta Fondazioni



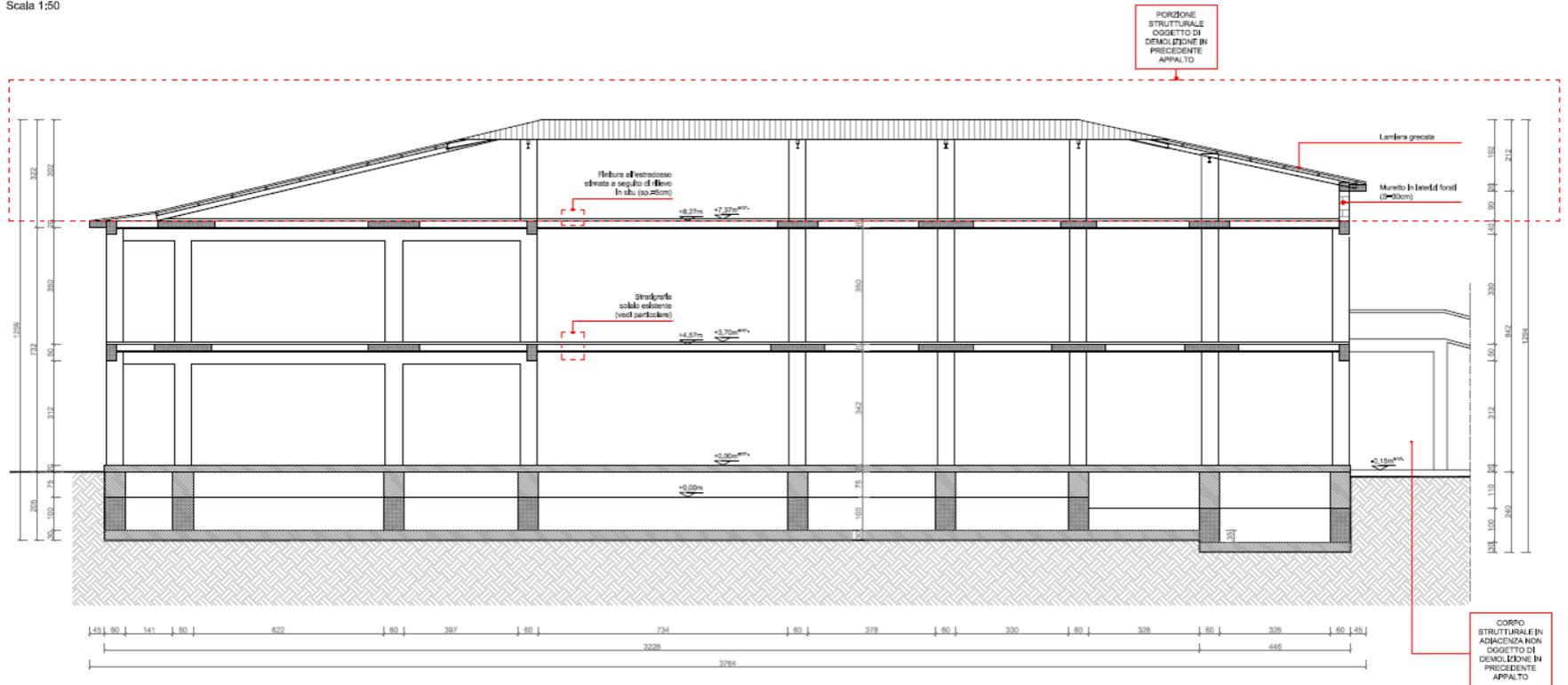
Carpenteria 2 livello



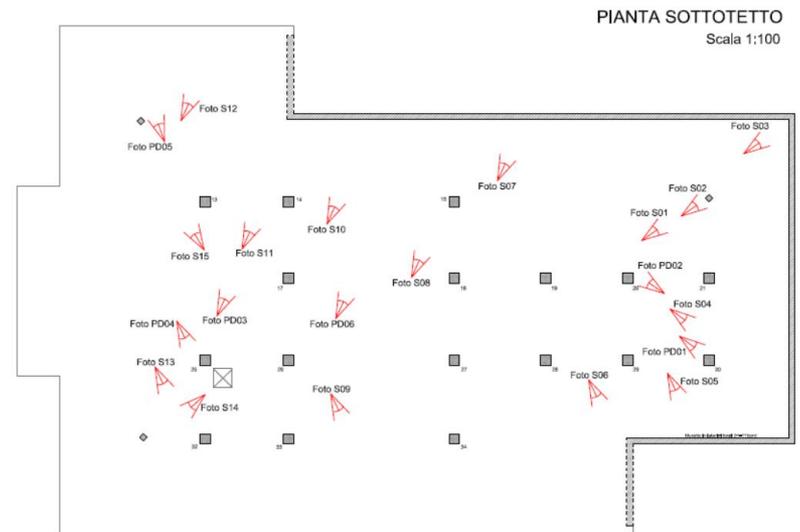
Sezione

SEZIONE A-A

Scala 1:50



Copertura



Indagini

Tabella 3 – Indagini eseguite in opera

Tipo di Indagine	Descrizione	Numero
Distruttiva	Carotaggi sui pilastri	16
Distruttiva	Carotaggi su travi	12
Distruttiva	Prelievo di barre di armatura	6 (*)
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Sclerometriche	30
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Ultrasonore	27
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Termografiche solai	52

Tabella 5 – “Livello di rilievo” conseguito a valle delle ispezioni visive

Ubicazione		§ Tab. C8A.1.3a - NTC 2008	Rilievo dei dettagli costruttivi mediante ispezione visiva
Piano Terra	Quantità e disposizione dell'armatura verificata per elemento “primario” pilastro	35 %	36,36 % (16 su 44)
	Quantità e disposizione dell'armatura verificata per elemento “primario” trave	35 %	35,29 % (24 su 68)
Piano Primo	Quantità e disposizione dell'armatura verificata per elemento “primario” pilastro	35 %	38,63 % (17 su 44)
	Quantità e disposizione dell'armatura verificata per elemento “primario” trave	35 %	35,29 % (24 su 68)

Tabella 6 – Esito Ispezioni Visive (pilastri piano terra)

Elemento	Armatura Longitudinale agli spigoli	Armatura Longitudinale	Staffe (φ/passi)
Pilastro 1	φ22	1φ22 (lato lungo)	φ8/20cm
Pilastro 2	φ22	1φ22	φ8/21cm
Pilastro 4	φ22	1φ22	φ8/21cm
Pilastro 7	φ22	/	φ8/22cm (*)
Pilastro 8	φ22	/	/
Pilastro 17	φ22	1φ22	φ8/22cm (*)
Pilastro 21	φ22	-	φ8/22cm
Pilastro 24	φ22	1φ20 (*)	φ8/22cm (*)
Pilastro 25	φ22	1φ22	φ8/21cm
Pilastro 26	φ22	/	φ8/21cm
Pilastro 28	φ22	/	φ8/21cm
Pilastro 29	φ22	/	φ8/20cm - 24cm
Pilastro 31	φ22	/	/
Pilastro 40	φ22	3φ18 (*)	φ8/20cm
Pilastro 42	φ22	2φ18 (lato lungo)	φ8/18cm - 21cm
Pilastro 44	1φ22 - 1φ18	1φ18 (lato lungo)	φ8/20cm

(*) Da indagine precedente del 2013.

Indagini

N	Sigla	Posizione	D [mm]	H [mm]	Massa Vol. [kg/mq]	fcar [N/mm ²]	H/D	C_H/D	C_dia	C_a	C_d	fci [N/mm ²]
1	1A	Fondazione	94,00	94,50	2242	30,20	1,0	0,80	1,007	1	1,1	26,82
2	1B	Fondazione	94,00	94,50	2287	29,00	1,0	0,80	1,007	1	1,1	25,76
3	2A	Fondazione	94,00	94,80	2341	31,60	1,0	0,80	1,007	1	1,1	28,10
4	2B	Fondazione	94,00	94,60	2011	30,00	1,0	0,80	1,007	1	1,1	26,66
13	7A	Pilastrini 1 livello - P17	94,00	94,50	2242	22,60	1,0	0,80	1,007	1	1,1	20,07
14	7B	Pilastrini 1 livello - P17	94,00	94,80	2234	16,80	1,0	0,80	1,007	1	1,2	16,30
15	8A	Pilastrini 1 livello - P25	94,00	94,30	2216	23,10	1,0	0,80	1,007	1	1,1	20,50
16	8B	Pilastrini 1 livello - P25	94,00	95,00	2184	24,00	1,0	0,80	1,007	1	1,1	21,36
17	9A	Pilastrini 1 livello - P29	94,00	94,50	2211	18,30	1,0	0,80	1,007	1	1,2	17,73
18	9B	Pilastrini 1 livello - P29	94,00	94,90	2187	16,10	1,0	0,80	1,007	1	1,2	15,63
19	10A	Pilastrini 1 livello - P42	94,00	94,90	2308	20,60	1,0	0,80	1,007	1	1,1	18,33
20	10B	Pilastrini 1 livello - P42	94,00	94,60	2285	19,40	1,0	0,80	1,007	1	1,2	18,81
5	3A	Travi 1 livello - T 42-43	94,01	94,40	2254	23,90	1,0	0,80	1,007	1	1,1	21,22
6	3B	Travi 1 livello - T 42-43	94,00	94,40	2015	27,40	1,0	0,80	1,007	1	1,1	24,33
7	4A	Travi 1 livello - T 11-16	94,00	94,70	2298	16,20	1,0	0,80	1,007	1	1,2	15,71
8	4B	Travi 1 livello - T 11-16	94,00	95,40	2296	19,40	1,0	0,80	1,007	1	1,2	18,87
21	11A	Pilastrini 2 livello - P8	94,00	94,90	2171	19,80	1,0	0,80	1,007	1	1,2	19,22
22	11B	Pilastrini 2 livello - P8	94,00	95,10	2182	18,70	1,0	0,80	1,007	1	1,2	18,17
23	12A	Pilastrini 2 livello - P14	94,00	94,50	2257	18,40	1,0	0,80	1,007	1	1,2	17,83
24	12B	Pilastrini 2 livello - P14	94,00	94,50	2211	16,50	1,0	0,80	1,007	1	1,2	15,99
25	13A	Pilastrini 2 livello - P24	94,00	95,10	2288	24,60	1,0	0,80	1,007	1	1,1	21,91
26	13B	Pilastrini 2 livello - P24	94,00	95,00	2263	15,70	1,0	0,80	1,007	1	1,2	15,24
27	14A	Pilastrini 2 livello - P27	94,10	94,90	2288	27,30	1,0	0,80	1,007	1	1,1	24,28
28	14B	Pilastrini 2 livello - P27	94,10	95,00	2289	28,20	1,0	0,80	1,007	1	1,1	25,09
9	5A	Travi 2 livello - T 22-31	94,00	94,60	2285	24,60	1,0	0,80	1,007	1	1,1	21,86
10	5B	Travi 2 livello - T 22-31	94,10	94,50	2298	23,30	1,0	0,80	1,007	1	1,1	20,68
11	6A	Travi 2 livello - T 4-6	94,10	94,60	2189	19,60	1,0	0,80	1,007	1	1,2	18,99
12	6B	Travi 2 livello - T 4-6	94,10	94,80	2169	20,00	1,0	0,80	1,007	1	1,2	19,39
											Valore Medio	19,48

Indagini

Tabella 2 – Valori di durezza in scala Vickers

Elemento	ϕ mm	HV
Pil. 1 PT	22	144
Pil. 40 P1	20	149
Tr. 1-12 PT	20	158
Tr. 24-38 PT	20	149
Tr. 43-44 P1	18	149
Tr. 35-44 P1	18	159
Pil. 4 PT	22	155
Pil. 8 PT	22	165
Pil 17 PT	22	149
Tr. 2-13 PT	20	152
Tr. 17-26 PT	22	140
Pil. 21 P1	20	151
Pil. 35 P1	20	150
Pil. 44 P1	22	148
Tr. 4-6 P1	20	151
Tr. 14-17	18	162

(HV) valore di durezza in scala Vickers

Codice	Diam. mm	f_y N/mm ²	f_U N/mm ²
Pil. 1 PT	22	467.7	760.2
Pil. 40 P1	20	488.1	778.1
Tr. 1-12 PT	20	512.0	716.4
Tr. 24-38 PT	20	482.3	767.4
Tr. 43-44 P1	18	483.1	770.4
Tr. 35-44 P1	18	503.4	799.1
$f_{y,media} =$		489,4	

Indagini



Indagini



Indagini



Indagini

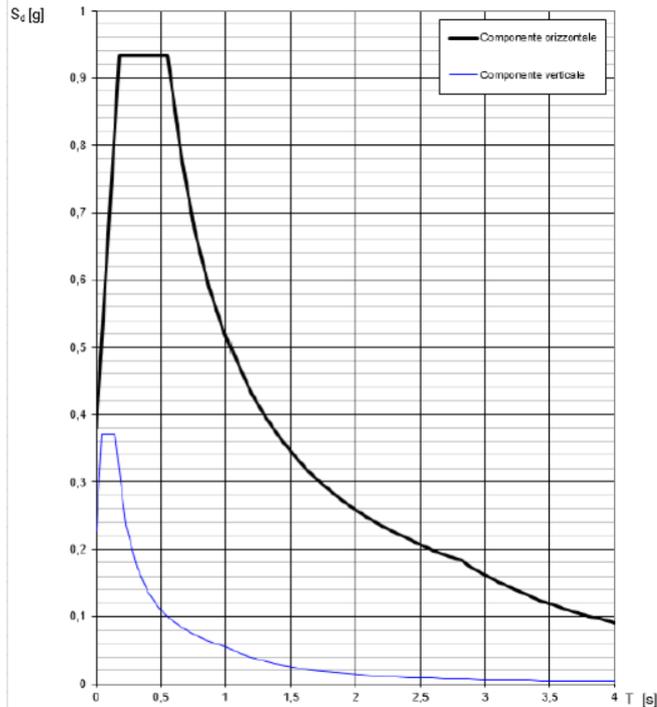


Indagini



Resistenza alle azioni sismiche

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

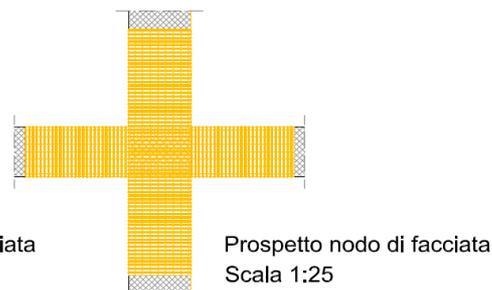
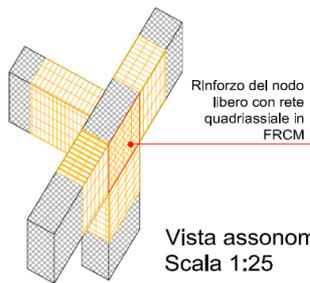
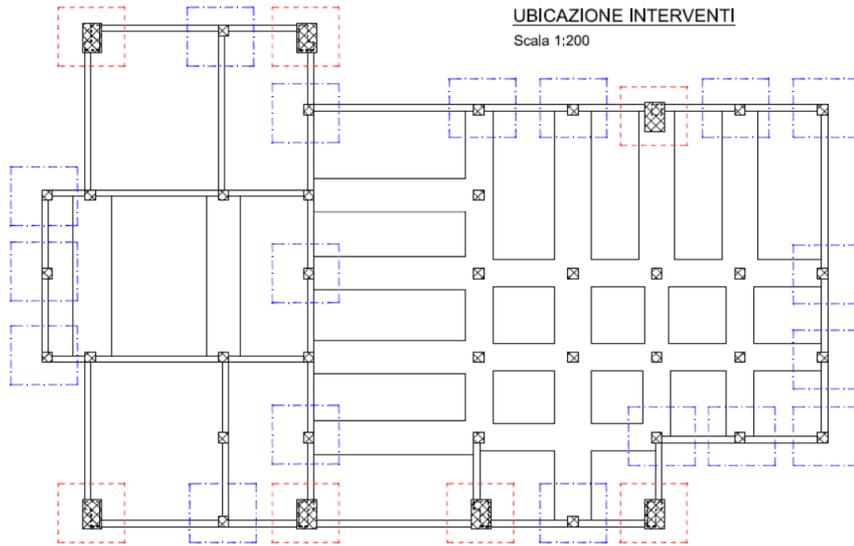


Parametri indipendenti

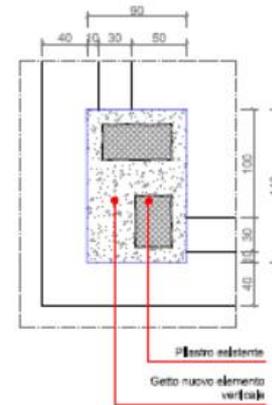
STATO LIMITE	SLV
a_q	0,304 g
F_{0^*}	2,450
T_C	0,384 s
S_S	1,253
C_C	1,440
S_T	1,000
q	1,000

$$\zeta_E = (\text{rapporto capacità/domanda}) = \underline{\underline{0,151}}$$

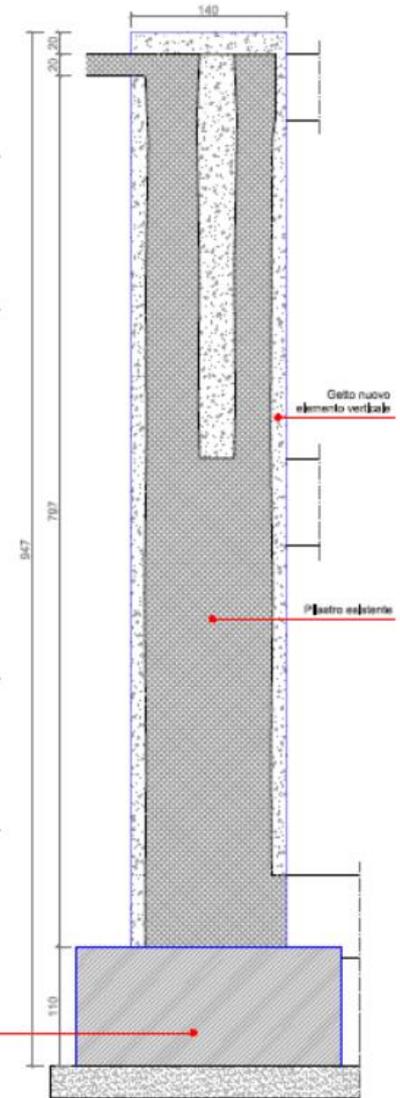
Interventi su elementi verticali



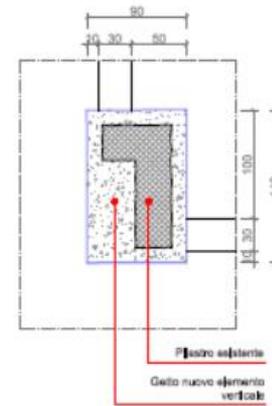
Sezione trasversale piano primo
Scala 1:25



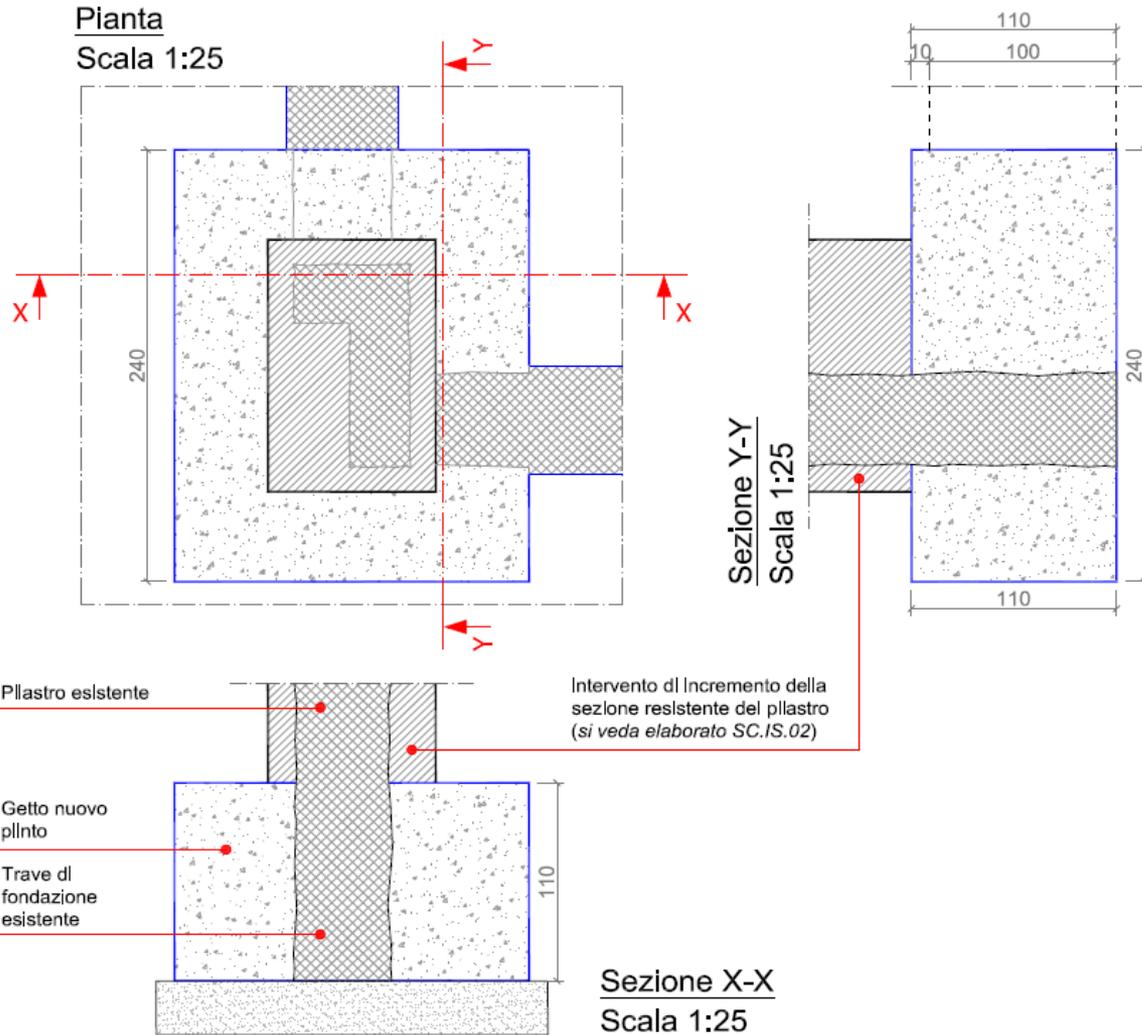
Sezione Y-Y
Scala 1:25



Sezione trasversale piano terra
Scala 1:25



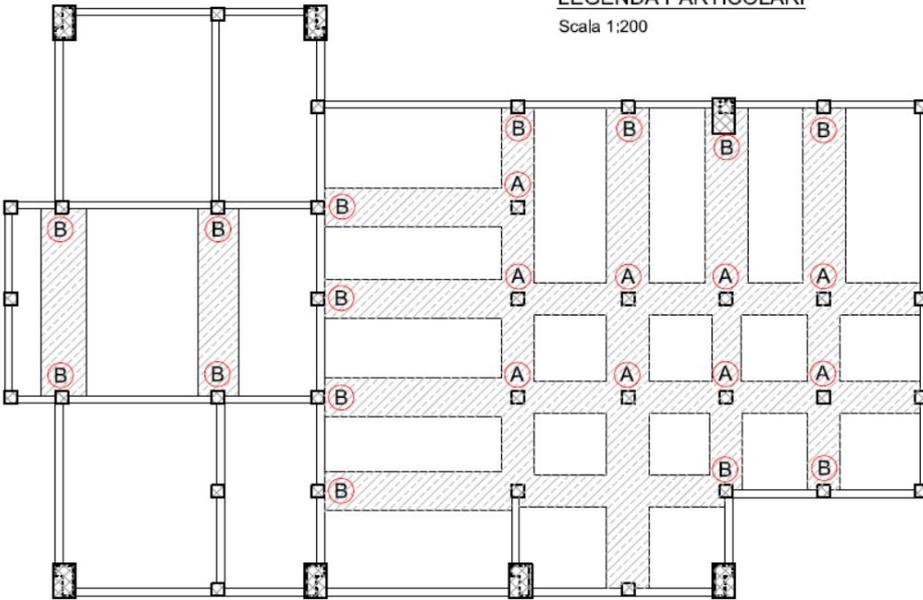
Interventi in fondazione



Interventi in elevazione

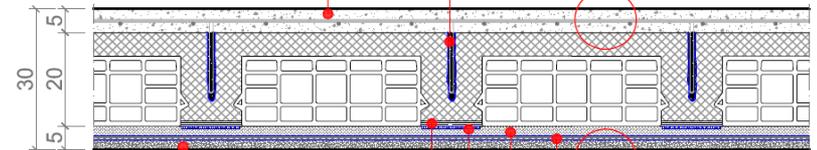
LEGENDA PARTICOLARI

Scala 1:200



Perforazioni nel travetto Ø8/50 per barre di ancoraggio Ø6

Soletta armata (s=5cm) con rete elettrosaldata Ø6/15



Intonaco

Trattamento anticorrosivo delle armature e applicazione della malta antiritiro per ripristino c.a. e preparazione del piano di posa

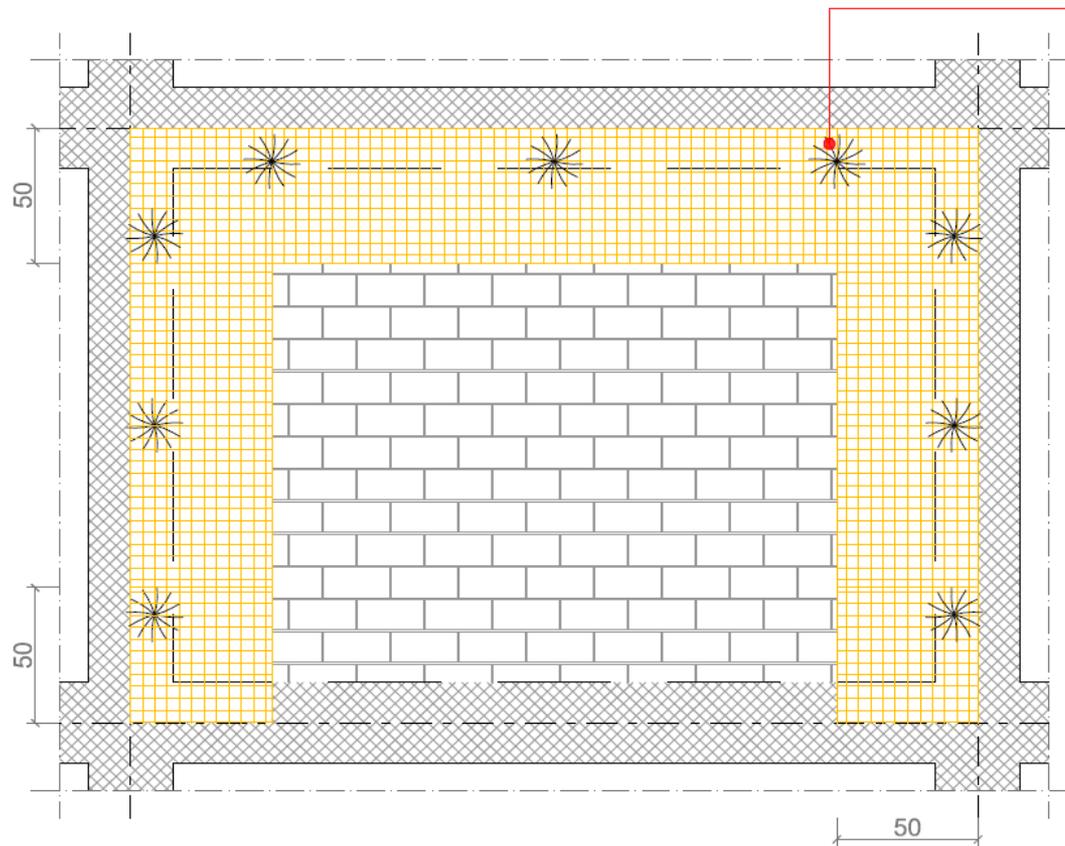
Lamina in fibra di PBO ($L_{tot}=0,7 \times L_{solaio}$)

Malta fibrorinforzata

Rete metallica antosfondamento

Interventi su elementi non strutturali

Posa in opera di fiocchi connettori
In fori predisposti durante la fase 1
lungo il contorno perimetrale del
pannello (Fase 3)



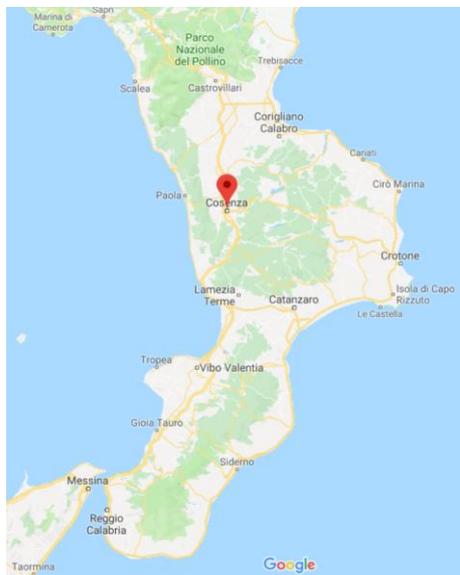
CASI DI STUDIO

n.2

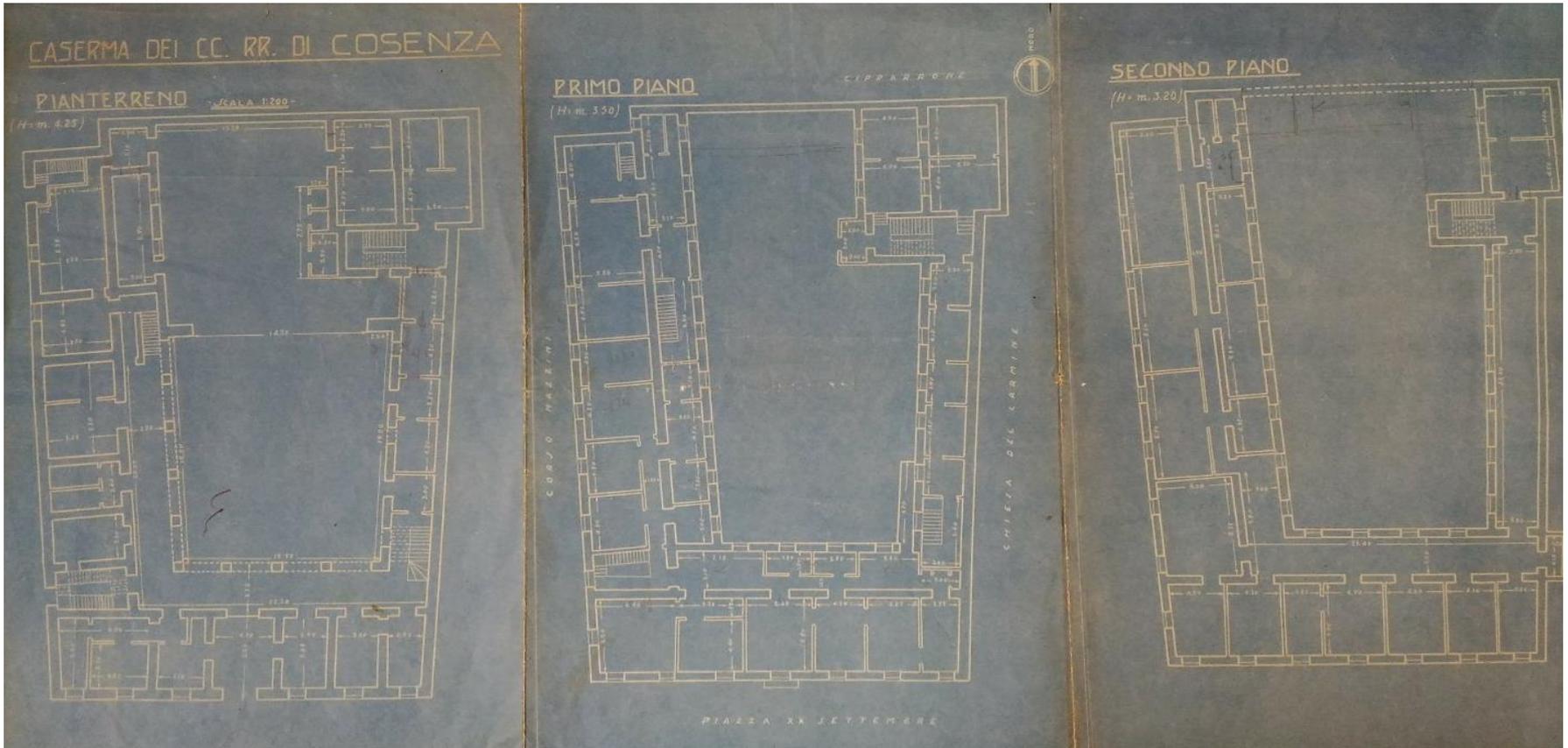
EDIFICIO STRATEGICO



Ex convento del 1500 adibito a caserma.....

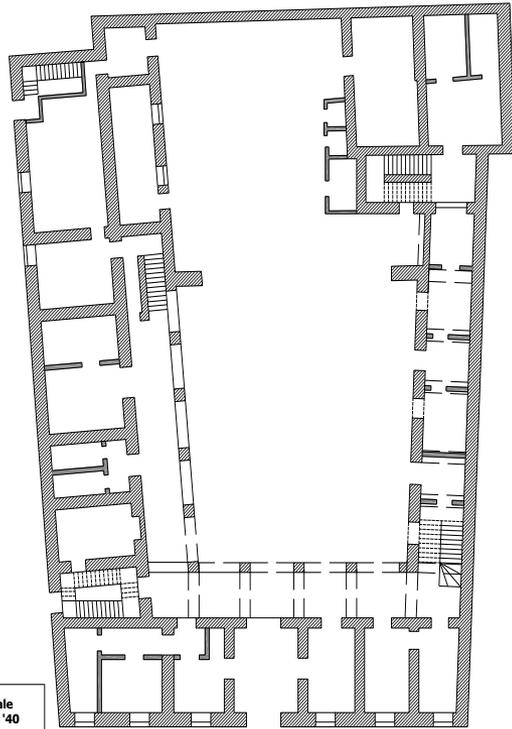


Documentazione storica



Evoluzione fabbrica strutturale

**FINE ANNI '30
INIZI ANNI '40**



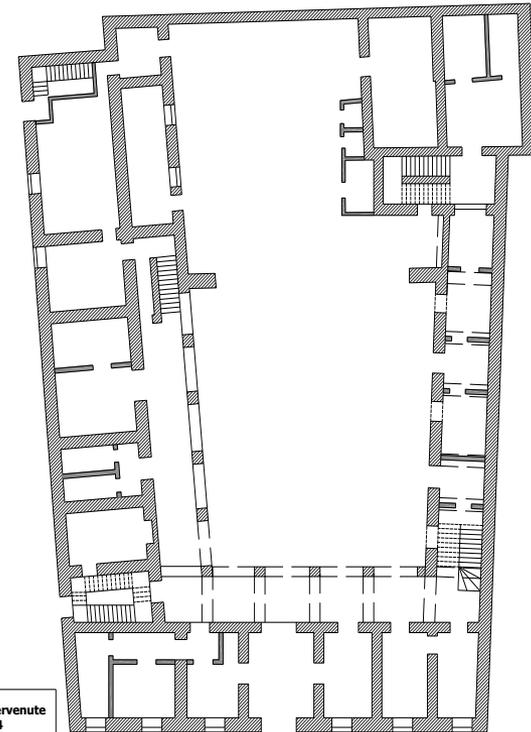
PIANO TERRA

**Ricostruzione strutturale
fine anni '30 - inizi anni '40**



Scala 1:200

ANNO 1940 - 1944



PIANO TERRA

**Modifiche strutturali intervenute
tra il 1940 e 1944**



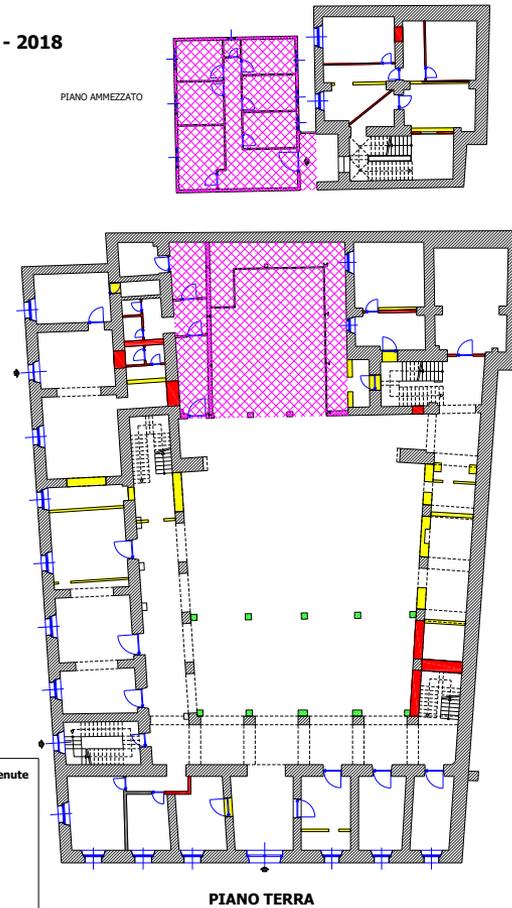
Scala 1:200

Evoluzione fabbrica strutturale

ANNO 1944 - 1971



ANNO 1971 - 2018



Rilievo geometrico





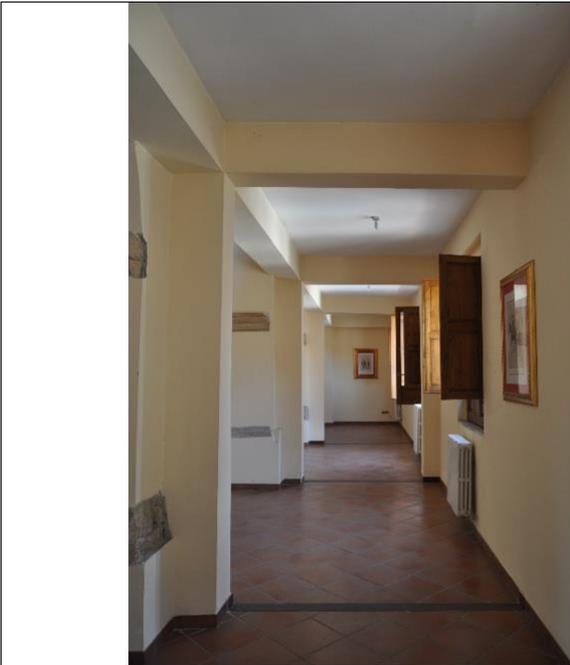
Fenomeni di umidità e distacco di intonaco



Fenomeni di umidità e distacco di intonaco



Struttura in C.A. giustapposta alla struttura esistente



Struttura in C.A. giustapposta alla struttura esistente



Soppalco in acciaio “ammorsato” nelle murature esistenti







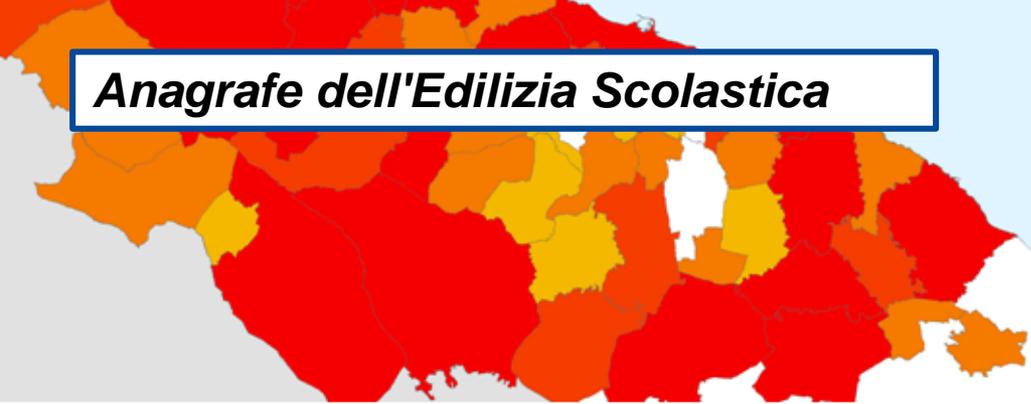
Piano di indagine: Linee Guida del MiBACT per i beni culturali

Rilievo geometrico	identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica	Proprietà meccaniche dei materiali	Terreno e fondazioni
rilievo geometrico completo $F_{C1} = 0.05$	restituzione ipotetica delle fasi costruttive basata su un limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche) $F_{C2} = 0.12$	parametri meccanici desunti da dati già disponibili $F_{C3} = 0.12$	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geotecnici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni $F_{C4} = 0.06$
rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi $F_{C1} = 0$	restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su: a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche); b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche) $F_{C2} = 0.06$	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali $F_{C3} = 0.06$	disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni $F_{C4} = 0.03$
	restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche) $F_{C2} = 0$	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali $F_{C3} = 0$	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni $F_{C4} = 0$

$$F_C = 1 + \sum_{k=1}^4 F_{Ck}$$

Il problema degli Edifici Scolastici

Anagrafe dell'Edilizia Scolastica



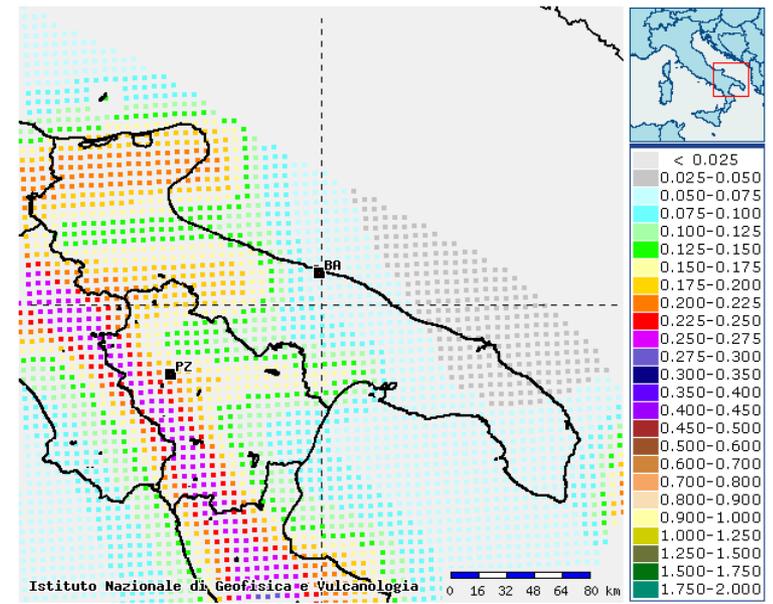
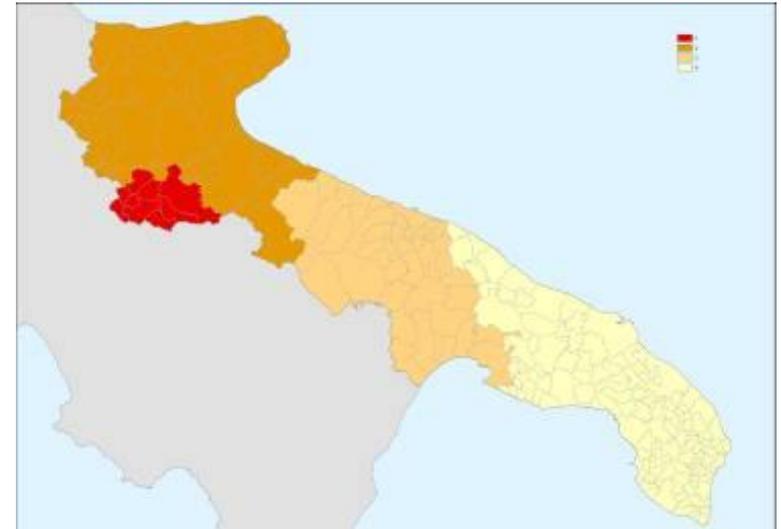
RITA GRECO, GIUSEPPE MARANO, MAURO MEZZINA
SILVANA MILELLA, DOMENICO RAFFAELE, FABRIZIO PALMISANO,
FRANCESCO PORCO, ISABELLA TRULLI, GIUSEPPINA UVA.

Il Progetto ARISTOTELES

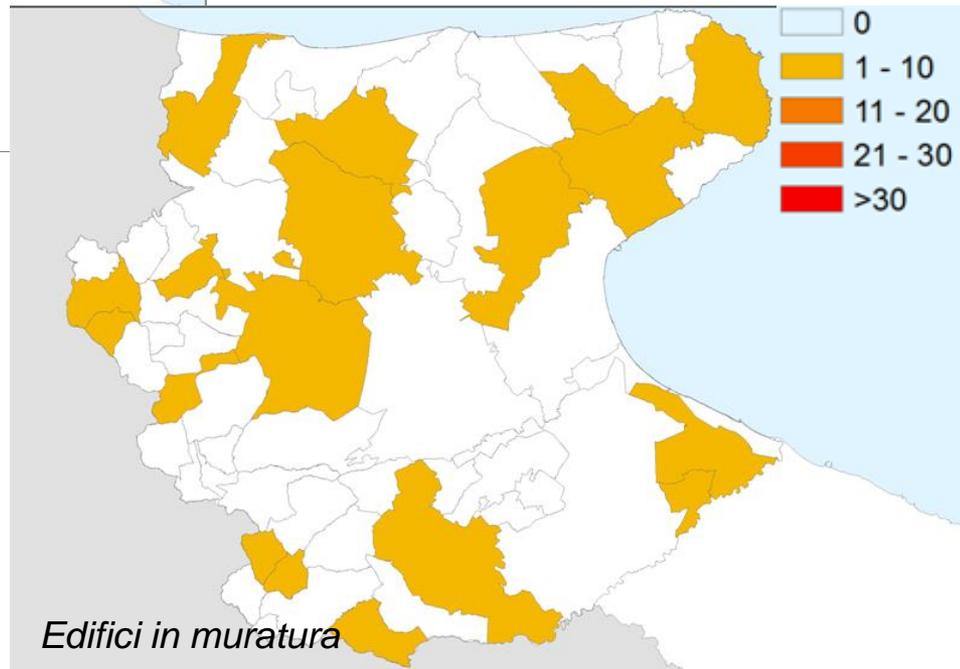
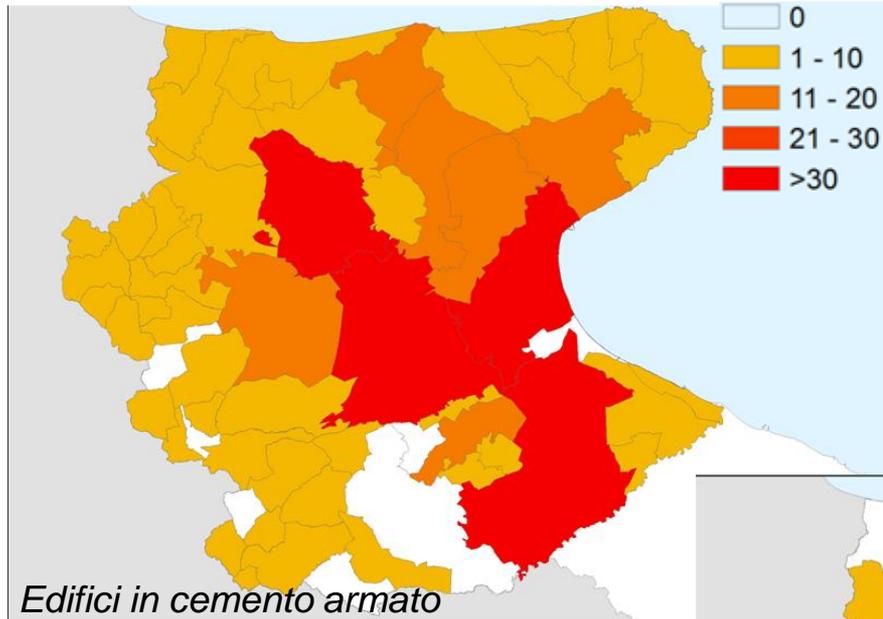
Un'analisi tecnico-economica
sulle strutture scolastiche in Puglia.



ANAGRAFE RISORSE STRUTTURALI
O TIPOLOGICHE
DELL'EDILIZIA SCOLASTICA



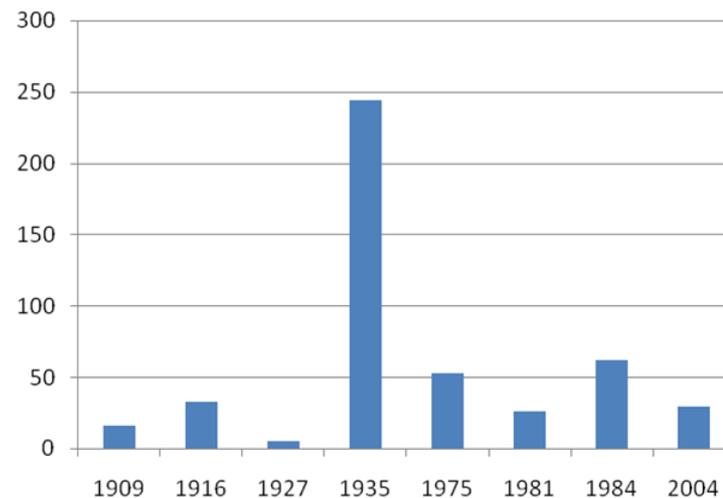
Anagrafe dell'Edilizia Scolastica



Anagrafe dell'Edilizia Scolastica

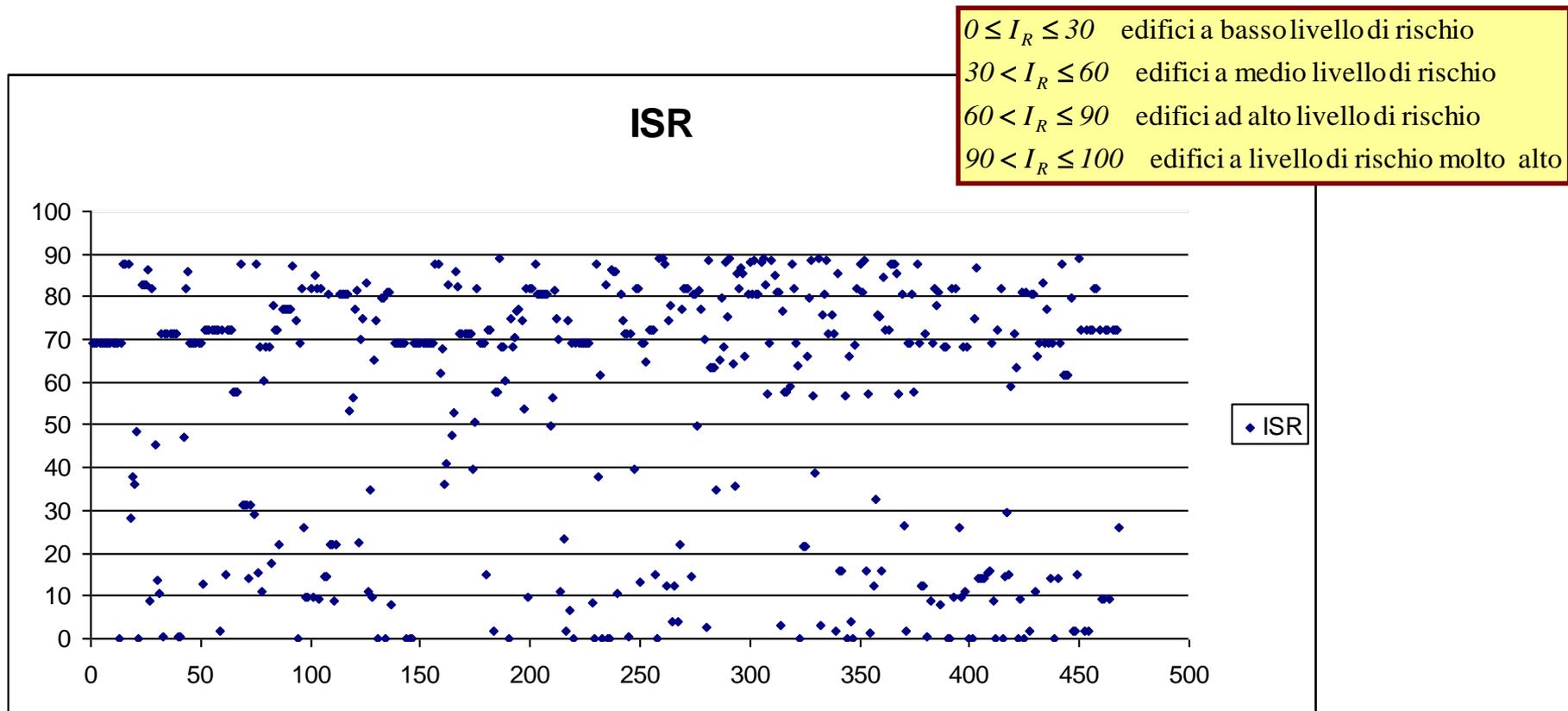
Su un totale di 3009 edifici scolastici nominalmente presenti nell'Anagrafe della Regione Puglia, nell'ambito del progetto è stato possibile analizzare e valutare 2553 edifici, così ripartiti nelle diverse province:

- Provincia di Bari: 802
- Provincia di Foggia: **468**
- Provincia di Brindisi: 286
- Provincia di Lecce: 675
- Provincia di Taranto: 322



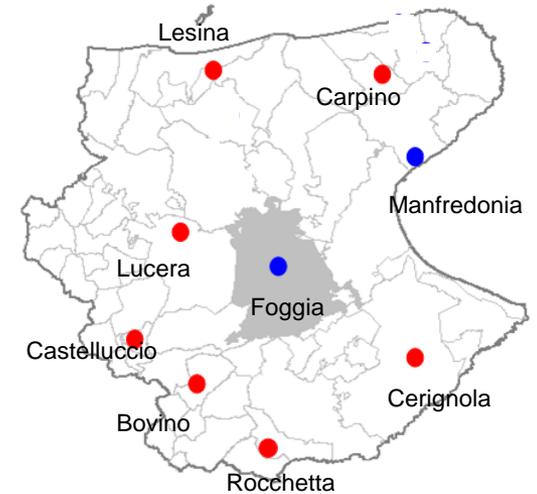
Età di costruzione degli edifici scolastici esaminati nella Provincia di Foggia

Anagrafe dell'Edilizia Scolastica



Valutazione delle criticità - **Indice di Rischio Sismico** per gli edifici scolastici della Provincia di Foggia. Gli edifici con livello di rischio nullo sono quelli per i quali non è stato reperibile alcun dato.

Verifiche di sicurezza di livello "2" per un campione di edifici scolastici nella provincia di Foggia



- 9 Comuni coinvolti
- 14 edifici scolastici
- 43 corpi di fabbrica complessivi
- Le attività sono iniziate nel 2010 (pubblicazione bandi, procedure di gara, assegnazione incarichi)
- Le attività di validazione si sono concluse nel 2015

Linee guida per la valutazione della sicurezza di edifici pubblici con struttura in c.a. o in muratura

Documento redatto da:

Mauro Mezzina
Francesco Porco
Domenico Raffaele
Giuseppina Uva

**Prescrizioni per le verifiche per azioni
antropiche**

**Necessità di aumentare il livello di
conoscenza nel caso di verifica disattesa**

D.M. 14 gennaio 2008

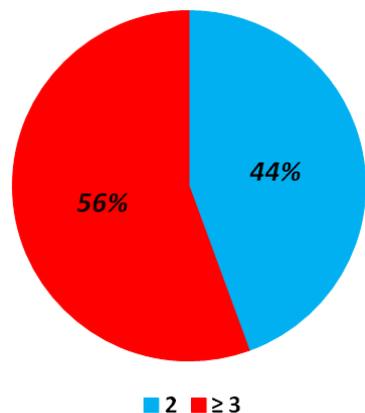


Testo Unico

**NORME TECNICHE
PER LE COSTRUZIONI**

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

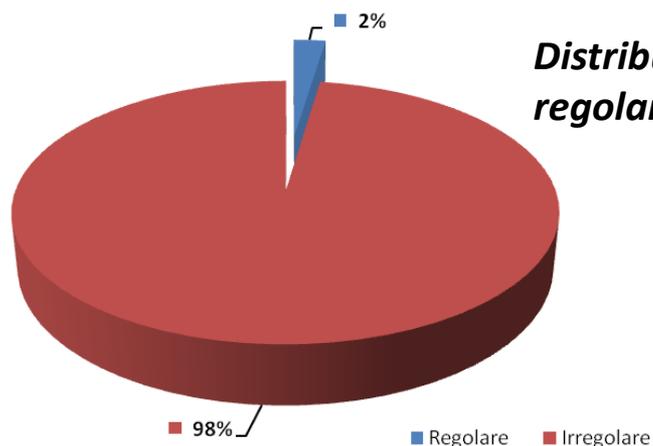
Analisi dei dati: età del campione, numero di piani, regolarità strutturali



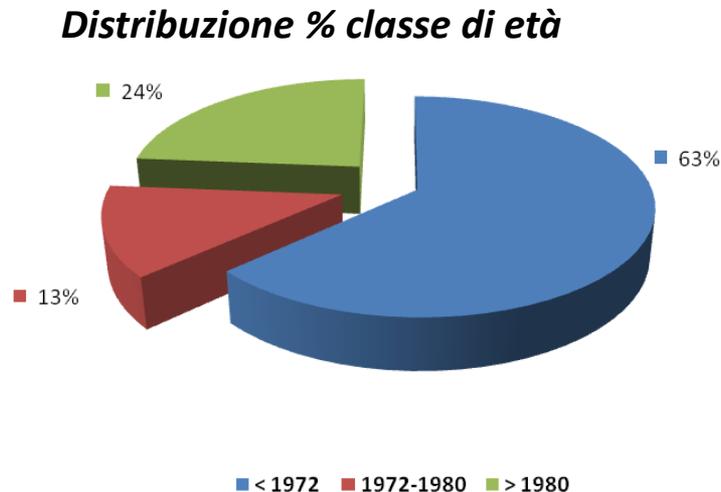
Distribuzione % del numero di piani

Il 98% del campione presenta configurazione geometrica irregolare ("IR"), soprattutto in pianta, con un numero di piani che è generalmente uguale a 2-3 (cioè 1-2 livelli in cui masse sismiche sono concentrate).

I caratteri tipologici degli edifici nel territorio analizzato hanno un alto grado di omogeneità, che è la base necessaria per l'applicazione di metodi di "empirici" e "semi-quantitativi" volti ad individuare il «rappresentante» della classe tipologica di un contesto locale.



Distribuzione % della regolarità strutturale

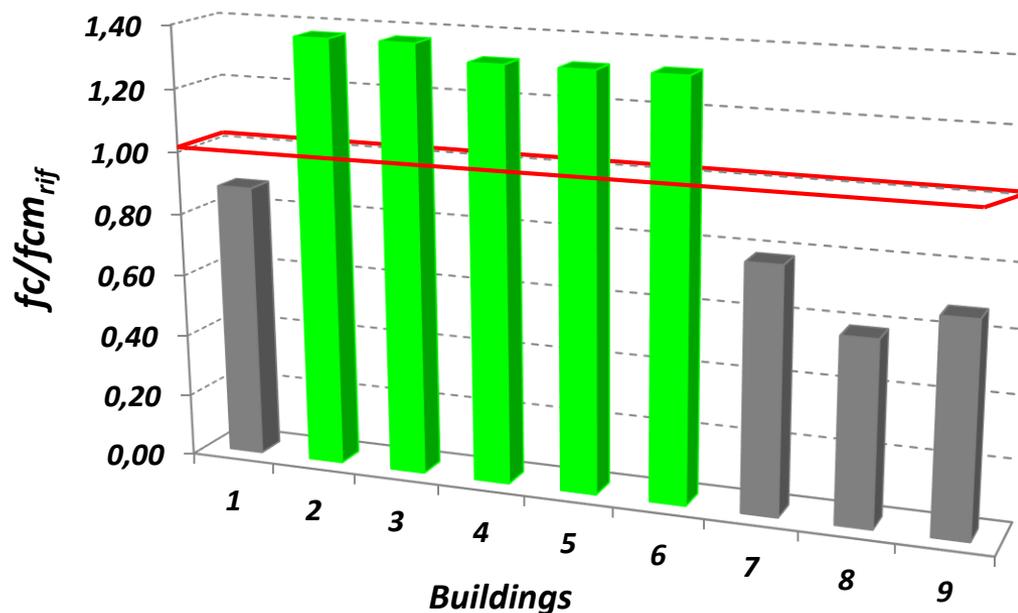


Il 63% del campione è antecedente al 1972 e le prescrizioni progettuali concernenti le resistenze minime dei calcestruzzi impiegati nella realizzazione degli edifici esaminati sono omogenee e pari a 25 MPa.

La qualità dei materiali

la valutazione dei valori medi di resistenza a compressione è stata fatta assumendo come riferimento il valore minimo accettabile fornita dal DM 30/05/1972:

$$R_{ck}=15 \text{ MPa.}$$



Confronto tra la resistenza in sito del calcestruzzo per il campione rispetto al valore medio della resistenza di progetto $f_{cm} = 20.5 \text{ MPa}$ (linea rossa).

In alcuni casi la resistenza media ottenuta dalle indagini sui materiali è inferiore al valore minimo accettabile f_{cm} di oltre il 30%.

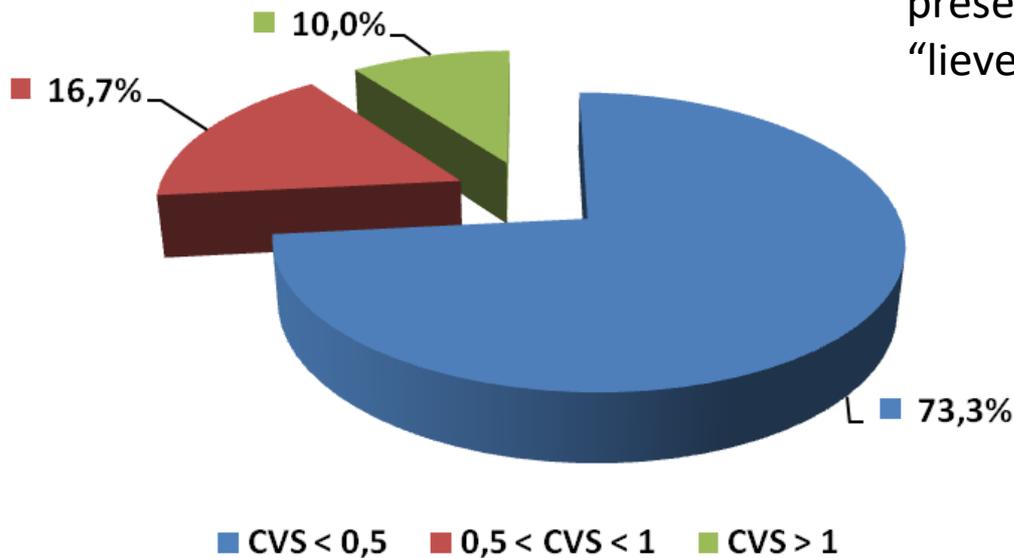
Nella elaborazione di un primo campione l'eterogeneità dei risultati è evidente, e soprattutto una divisione di base in due gruppi principali: un gruppo per cui la resistenza del calcestruzzo è ben sopra il minimo richiesto, e un gruppo per cui i valori sono invece significativamente al di sotto del minimo.

VULNERABILITA' SISMICA DEL CAMPIONE AL TERMINE DEL PROCESSO DI VALIDAZIONE

Coefficiente di vulnerabilità sismica (CAPACITA' STRUTTURALE/DOMANDA SISMICA) allo SLV.

$$\rightarrow CVS = \frac{PGA_C^{LS}}{PGA_D^{LS}}$$

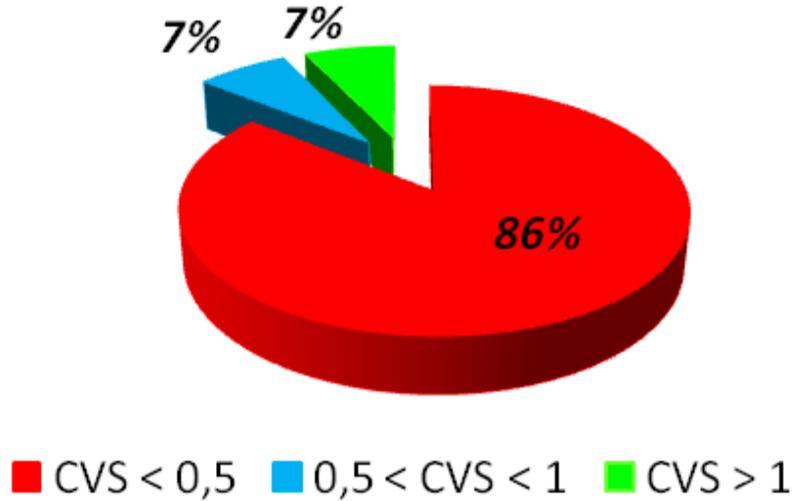
La suddivisione in intervalli di vulnerabilità consente di quantificare rapidamente la presenza di una vulnerabilità sismica “grave”, “lieve” o “assente”.



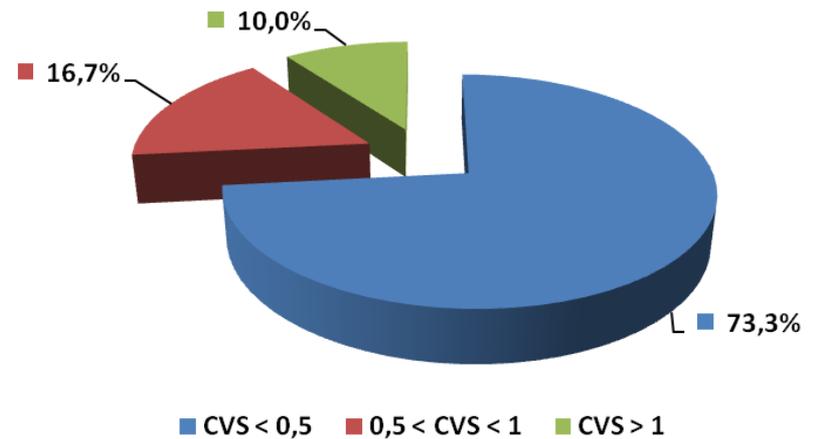
Emerge chiaramente una **elevata vulnerabilità sismica del campionamento** imputabile in prima battuta ad epoche realizzative caratterizzate da riferimenti **normativi obsoleti e povere di prescrizioni antisismiche**.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL PROCESSO DI VALIDAZIONE

Step intermedio



Valori definitivi



Limitare il livello di conoscenza può comportare, evidentemente, una sovrastima della vulnerabilità sismica!

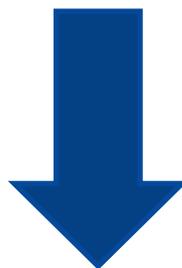
.... Situazione in Calabria



**MANIFESTAZIONE DI INTERESSE PER LA CONCESSIONE DI
CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA ESECUZIONE DI INTERVENTI
DI ADEGUAMENTO SISMICO O, EVENTUALMENTE, DI
DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEGLI EDIFICI SCOLASTICI**

(D.G.R. n. 427 del 10 novembre 2016)

Scadenza Marzo 2017



326 richieste: 142 ammesse (graduatoria maggio 2018)

SITUAZIONE «ATTUALE» IN CALABRIA



“Registro dei decreti dei Dirigenti della Regione Calabria”

N°. 4256 del 07/05/2018

OGGETTO: PROGRAMMAZIONE UNICA TRIENNALE NAZIONALE 2018-2020 (ART. 10 DECRETO LEGGE 12/09/2013, N. 104, CONVERTITO, CON MODIFICAZIONI, DALLA LEGGE 8/11/2013, N. 128). APPROVAZIONE "AVVISO PUBBLICO FINALIZZATO ALLA REDAZIONE DEL PIANO REGIONALE TRIENNALE 2018-2020 DI INTERVENTI IN MATERIA DI EDILIZIA SCOLASTICA"..

Scadenza Giugno 2018



175 richieste: 103 ammesse (graduatoria agosto 2018)

..... Avvio delle attività???????

Conclusioni

- *In attesa della Circolare, importanti modifiche introdotte dalle NTC2018 in merito agli edifici esistenti*
- *Enorme deficit (per edifici pubblici) «certificato» dalle richieste di finanziamento agli ultimi bandi*
- *Necessità di una cabina di regia «unica» per avere una lista di priorità «reale» degli interventi da finanziare su misure diverse (ministero, regione, etc...)*
- *Il problema degli edifici privati..... (sismabonus, misure di finanziamento protezione civile, etc)*