

Comune di Genova
Città Metropolitana di Genova

Committente:
CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
DIREZIONE SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE
SERVIZIO EDILIZIA

Oggetto:
**Valutazione vulnerabilità sismica, indagini preliminari
e progettazione di fattibilità tecnica ed economica
dell'edificio scolastico: I.P.S.I.S. Gaslini P./Meucci A.
sede Via Pastorino Pasquale 15 Genova**

RELAZIONE METODOLOGICA

Genova, 18 Maggio

Ing. Federico Martignone



SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI L'ESPLETAMENTO DELL'INCARICO	5
4. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO OGGETTO DELLO STUDIO	8
5. DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA RICHIESTO	16
6. CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI.....	21
7. PIANIFICAZIONE DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE VERIFICHE TECNICHE E DI VULNERABILITÀ SISMICA	22
8. CONCLUSIONI	24

1. PREMESSA

La Città Metropolitana di Genova, Direzione Sviluppo Economico e Sociale – Servizio Edilizia ha affidato, all’Ing. Federico Martignone legale rappresentante dello Studio Martignone Associati, in qualità di mandataria del R.T.P. Studio Martignone associati – Castaldi e Poggi Studio di Architettura – Dott. Geol. Ruggero Dameri l’incarico di svolgere:

- 1) Indagini preliminari, ai sensi dell’art. 23 comma 6 D.Lgs. 50/2016, propedeutiche alle attività di cui ai punti successivi;
- 2) Valutazione vulnerabilità e rischio sismico, ai fini dell’individuazione degli interventi di adeguamento e/o miglioramento sismico dell’edificio (se presente un vincolo culturale), secondo la normativa vigente;
- 3) Progettazione di fattibilità tecnica ed economica, ai sensi dell’art. 23 commi 5 e 6 del D.Lgs. 50/2016 e degli artt. 17-23 del D.P.R. 207/2010, di interventi di adeguamento sismico dell’edificio scolastico I.P.S.I.S. Gaslini Piero /Meucci Antonio – Sede – Via Pastorino Pasquale 15 – Genova Bolzaneto (CEA 24A).

Le verifiche da espletare saranno finalizzate a stabilire:

-se l’immobile è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto richieste dalle vigenti NTC2018;

-l’entità massima delle azioni, rispetto alle combinazioni di progetto previste dalle NTC2018, che la struttura è in grado di sopportare nel rispetto dei vigenti margini di sicurezza richiesti dalle norme;

-se l’uso della costruzione possa continuare senza interventi;

-se l’uso debba essere modificato;

-se sarà necessario procedere a ripristinare o ad aumentare la capacità portante attraverso interventi di miglioramento o di adeguamento sismico;

Quanto sopra sarà sviluppato sulla base dei risultati di una campagna di indagini diagnostiche sulle strutture dell’edificio, modellazioni numeriche e le conseguenti valutazioni finali

Le attività verranno effettuate in conformità alle vigenti norme tecniche statali e regionali, con particolare riferimento al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni” (di seguito indicato con la sigla NTC2018).

La presente relazione descrive tutto il processo di indagine, di analisi e di verifica che sarà sviluppato, illustrando la metodologia operativa organizzata cronologicamente nelle seguenti distinte fasi di attività:

Fase I – Rilievo geometrico strutturale: esame della documentazione disponibile ed analisi storico-critica, definizione dati dimensionali e schema plano-altimetrico, caratterizzazione geomorfologica del sito, rilievo del quadro fessurativo e/o di degrado, rilievo materico e dei particolari costruttivi, descrizione della struttura e sintesi delle vulnerabilità riscontrate e/o possibili; il tutto corredato di specifica documentazione fotografica. Questa fase ha anche lo scopo di individuare i corpi o “unità strutturali” all’interno dell’edificio.

Fase II – Definizione delle indagini specialistiche e delle verifiche numeriche: sulla scorta delle valutazioni conseguenti alle attività svolte verranno definite le indagini specialistiche, secondo un Piano delle indagini redatto dall’Affidatario, tali da permettere di conseguire il livello di conoscenza LC2 sull’edificio (secondo norme tecniche vigenti); prima e dopo la definizione delle predette indagini specialistiche dovranno essere effettuate una serie di elaborazioni (analisi strutturali e modellazioni numeriche) per indagare e quantificare il rischio sismico della struttura.

Fase III – Sintesi dei risultati: le risultanze della fase attuativa delle verifiche di sicurezza sismica saranno compendiate in apposito “capitolo consuntivo” della relazione.

2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

L’incarico affidato sarà svolto nel pieno rispetto della Normativa vigente, e in particolare di:

-Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n.3274 - D.P.C.M. 21 ottobre 2003 “Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;

-Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 17 settembre 2004 n. 3376;

-Ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 06 agosto 2005 e in data 23 maggio 2007;

-Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 15 aprile 2010, pubblicata sulla G.U. n.144 del 23 giugno 2010;

-DM Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;

-Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21/01/2019: Istruzioni per l’applicazione dell’“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17 gennaio 2018.

-D.G.R. n. 216/2017 “OPCM 3519/2006: Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria”;

-DM n. 275 del 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”;

Legge 11 gennaio 1996, n. 23 - (in GU n. 15 -Serie generale- del 19 gennaio 1996) – Norme per l’edilizia scolastica;

D. Lgs. 163/2006 “Codice degli Appalti”.

3. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI L’ESPLETAMENTO DELL’INCARICO

L’incarico ricevuto prevede l’espletamento di verifiche tecniche che saranno eseguite svolgendo precise attività e redigendo i documenti necessari all’illustrazione delle procedure e dei risultati sia di tipo grafico che analitico.

In particolare, si provvederà a:

- 1) Redigere la Relazione metodologica, contenente:
 - a) la descrizione delle attività da porre in essere, per giungere alla individuazione dell’organismo strutturale e dei materiali costituenti;
 - b) la descrizione del fabbricato oggetto di studio;
 - c) la definizione del livello di conoscenza richiesto;
 - d) la caratterizzazione delle azioni (per quanto concerne la valutazione della zona

sismica un maggiore dettaglio sarà raggiunto una volta acquisite le informazioni estrapolate dalle indagini geologiche attualmente in corso);

- e) la pianificazione delle modalità di esecuzione delle verifiche tecniche e di vulnerabilità sismica.

2) Attuare le verifiche tecniche di vulnerabilità sismica, come segue:

Fase I

- i) Esame della documentazione disponibile;
- ii) Analisi storico-critica dell'edificio:
 - (1) Rilievo geometrico-strutturale;
 - (2) Rilievo fotografico;
 - (3) Rilievo del quadro fessurativo e/o del degrado;
 - (4) Rilievo materico;
 - (5) Rilievo dei particolari costruttivi;
 - (6) Riconfronto vulnerabilità degli elementi non strutturali;
- iii) Caratterizzazione geomorfologica del sito;
- iv) Descrizione della struttura e sintesi delle vulnerabilità riscontrate e/o possibili;
- v) Esecuzione delle indagini specialistiche sui materiali e sul terreno di fondazione.

Fase II

- vi) Redazione di una relazione sulle fasi di attuazione e sui risultati conseguiti dalle verifiche tecniche contenente:
 - (1) Le caratteristiche geometriche strutturali tipologiche dell'edificio, con indicazione delle modifiche più significative apportate nel tempo;
 - (2) L'elenco delle prove distruttive e non distruttive effettuate, delle indagini geologiche effettuate;
 - (3) L'analisi dello stato di conservazione;
 - (4) Restituzione dell'organismo strutturale resistente da sottoporre a verifica.

Fase III

vii) Redazione di una relazione tecnica di vulnerabilità sismica contenente indicazioni sui seguenti parametri:

- (1) procedura di calcolo utilizzata per la modellazione dei corpi strutturali;
- (2) interpretazione dei risultati ottenuti con la descrizione del comportamento della struttura in presenza dell'azione sismica di riferimento;
- (3) individuazione degli elementi strutturali e non strutturali più vulnerabili;

viii) Valutazione degli indicatori del rischio sismico;

- ix) Indicazione qualitativa degli interventi strutturali di miglioramento/adeguamento sismico eventualmente necessari e stima dei costi;
- x) Compilazione della “Scheda di sintesi della verifica sismica per gli edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico” predisposta dal Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio Servizio Sismico Nazionale (cosiddetta “scheda di Livello 1 e 2”).

4. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO OGGETTO DELLO STUDIO

L'immobile oggetto dell'incarico è un fabbricato ad uso scolastico che oggi ospita la sede dell'Istituto Professionale Statale Istruzione Superiore "Gaslini - Meucci".

I dati relativi all'immobile sono i seguenti:

-Superficie utile: 2491 mq

-Volume: 12600 mc

-Numero piani fuori terra: quattro oltre al piano seminterrato

-Anno di costruzione: Il corpo in muratura è antecedente al 1900, la trasformazione in scuola con la realizzazione del primo corpo in cemento armato adiacente tra sopradetto volume e l'attuale scala centrale risale al 1923. Nel 1953 il complesso scolastico è stato ampliato il corpo laterale dal corpo scala centrale verso sud. Nel 2000 è stato realizzato un corpo ascensore esterno, e sono state realizzate due scale interne.

-Dati catastali: NCEU foglio 17 mappali 99, 100, 101, 102

Ai sensi delle prescrizioni riportate al §2.4.2 del D.M. 17/01/18, della relativa circolare e dell'allegato 1, elenco B, del D.P.C.M. 3685 del 21/10/2003, il fabbricato rientra tra le categorie di edifici di competenza statale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Appartiene quindi alla Classe d'Uso III di cui al par. 2.4.2 delle NTC2018

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

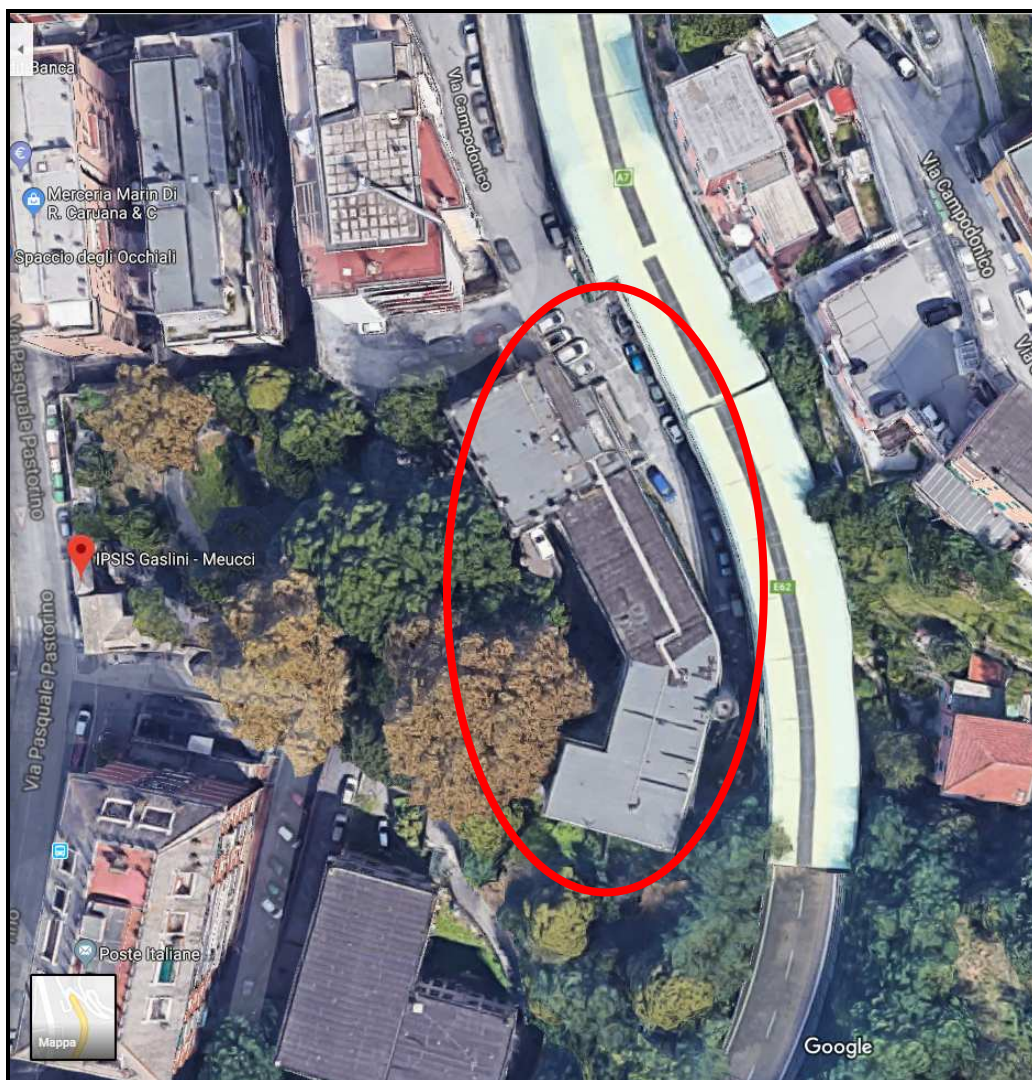
Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Descrizione generale dell'edificio

L'immobile oggetto della presente relazione è sito nel Comune di Genova, classificato **zona sismica 3**, ai sensi della DGR 216/2017.

Il complesso scolastico confina a est e a nord con via Campodonico a sud con un edificio privato e a ovest con via Pastorino.



Vista aerea del complesso scolastico

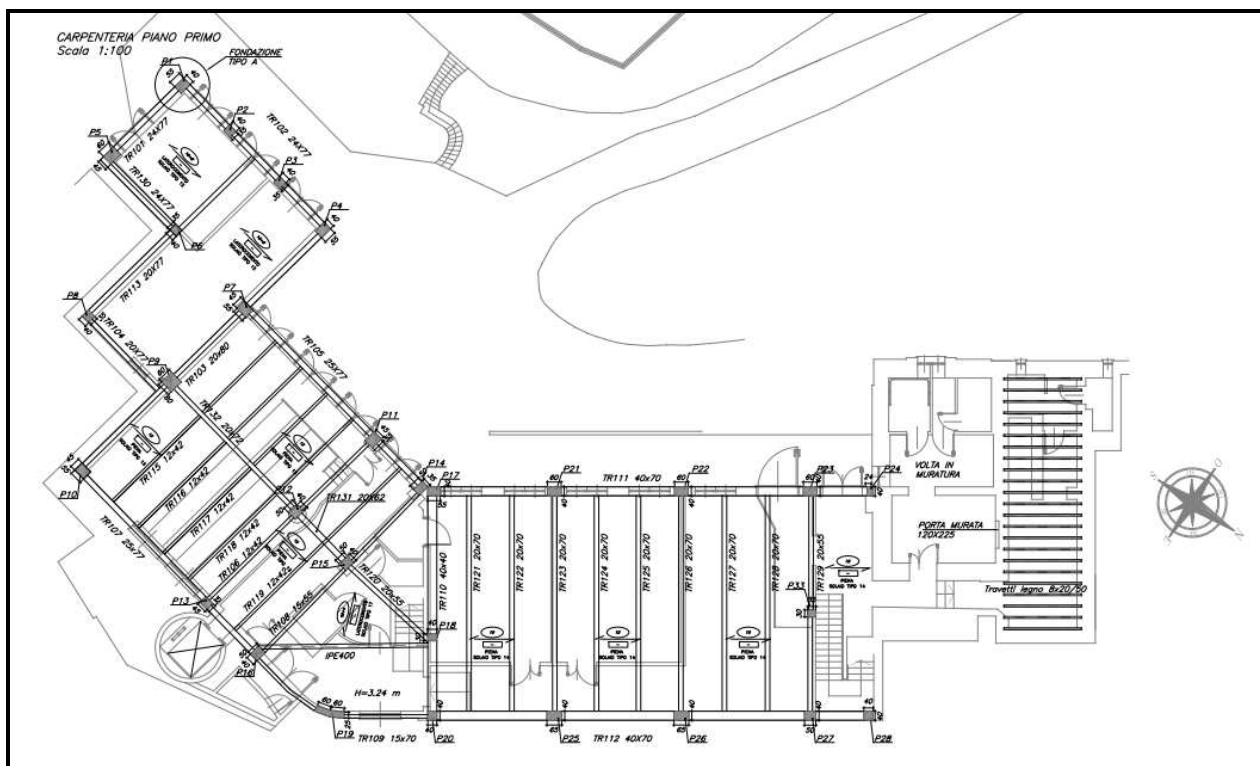
La scuola è stata inaugurata nel 1924 quando erano presenti il corpo in muratura sul fronte nord e il corpo in cemento armato centrale. Nel 1953 il complesso scolastico è stato ampliato mediante la realizzazione del corpo L dalla scala centrale verso sud. Questo ultimo corpo è stato realizzato con struttura in cemento armato.

Nel seguito si riporta una breve descrizione circa la geometria, corrispondente a ciascun livello della costruzione.

Piano terra

La porzione in muratura è costituita da un volume parzialmente interrato di forma rettangolare avente dimensioni 10,00 m x 12,50 m circa. Tale volume ha superficie in pianta minore dei restanti livelli in elevazione.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscrivibile in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. La porzione laterale ha superficie in pianta minore dei restanti livelli in elevazione. L'altezza netta di interpiano è pari a 3,30 m circa.



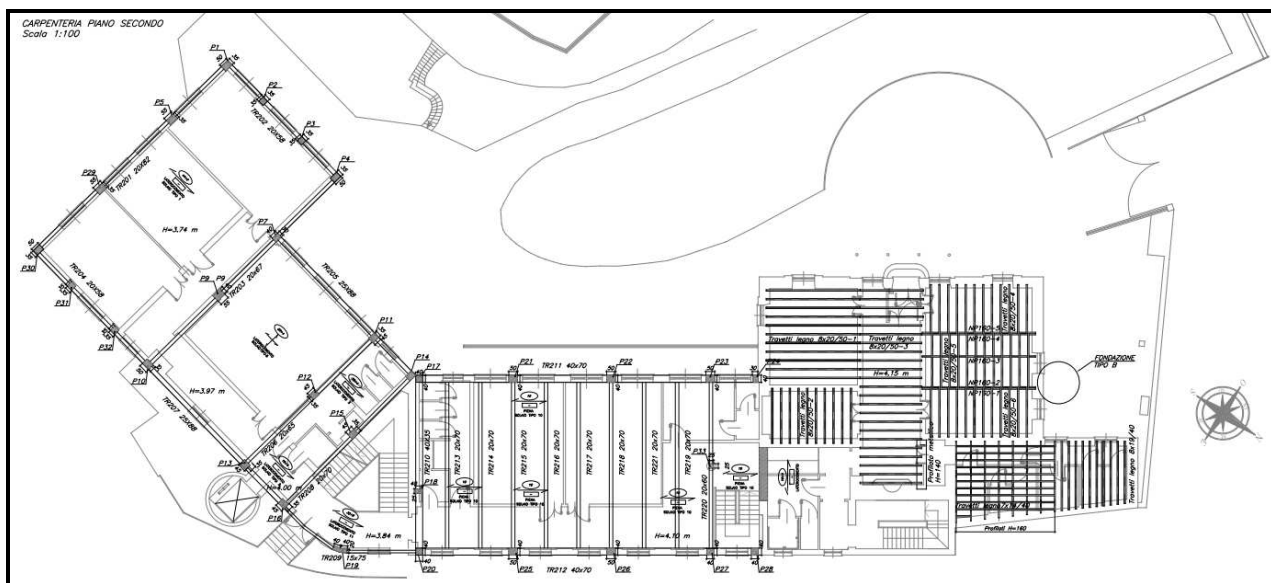
Planimetria Piano Terra – Carpenteria Piano primo

Piano primo

La porzione in muratura è costituita da un volume di forma pressoché quadrata avente dimensioni 16,00 m x 16,00 m circa dal quale si sviluppa verso nord il volume che a tale livello ospita i bagni.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscritto in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa.

L'altezza netta di interpiano è pari a circa 4,00 m circa.

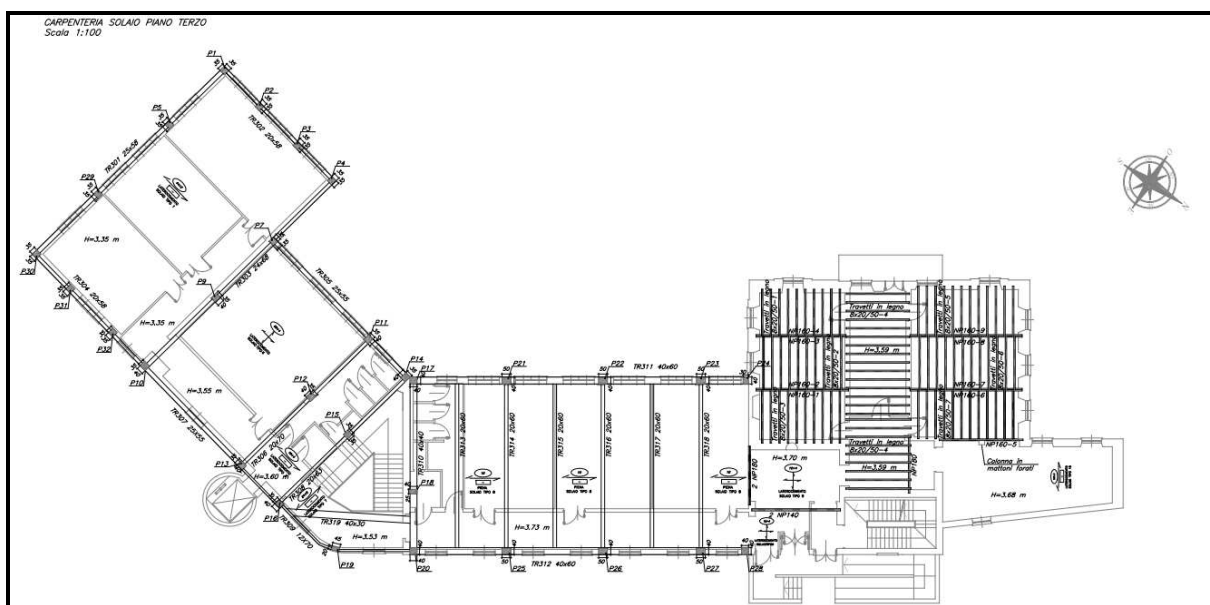


Planimetria Piano primo – Carpenteria Piano secondo

Piano secondo

La porzione in muratura è costituita da un volume di forma pressoché quadrata avente dimensioni 16,00 m x 16,00 m circa dal quale si sviluppa verso nord il volume che a tale livello ospita l'aula informatica.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscritto in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. L'altezza netta di interpiano è pari a 3,80 m circa.

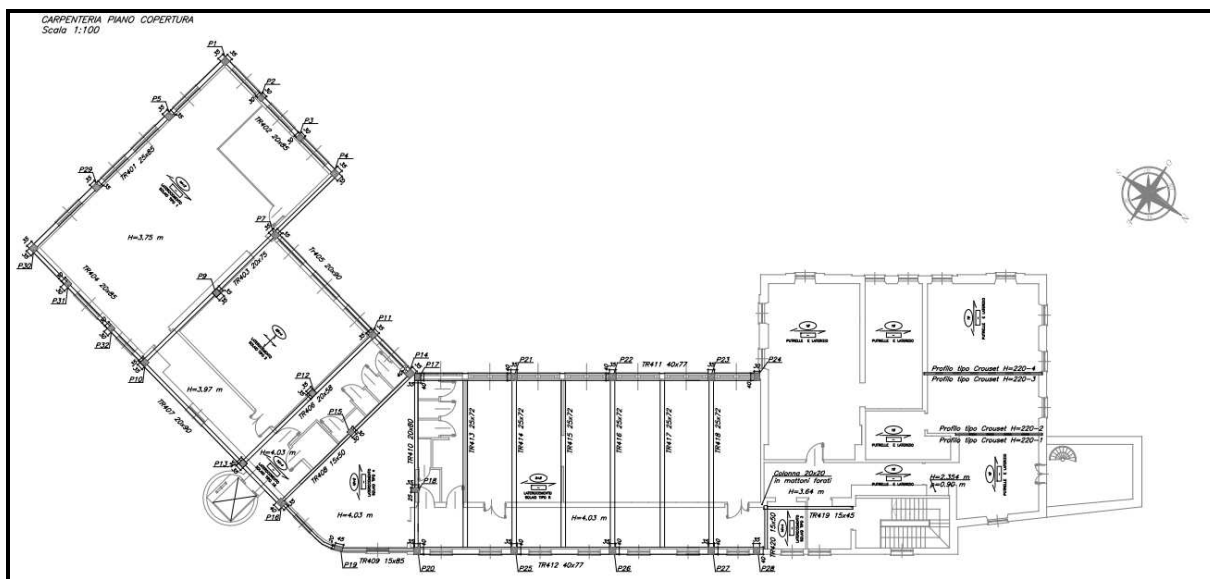


Planimetria Piano secondo – Carpenteria Piano terzo

Piano terzo

La porzione in muratura è costituita da un volume di forma pressoché quadrata avente dimensioni 16,00 m x 16,00 m circa.

La porzione in cemento armato è costituita dal corpo centrale rettangolare di dimensioni 19,50 m x 10,00 m circa e dal corpo laterale a L inscritto in un rettangolo di lati 25,00 m x 15,00 m circa. L'altezza netta di interpiano è pari a 4,00 m.



Planimetria Piano terzo – Carpenteria Piano copertura

La copertura è di tipo piano sia nel corpo in cemento armato sia nel corpo in muratura. Sulla porzione di solaio verso ovest del corpo in muratura è presente un volume adibito a locale caldaia. Nella figura seguente è riportata la vista aerea del complesso scolastico con indicato il sopradetto volume.



Vista aerea del complesso scolastico

Nelle figure seguenti si riportano alcune foto del complesso scolastico in oggetto.



Facciata ovest: La Freccia rossa indica il corpo in c.a. edificato nel 1920, la freccia blu il corpo laterale in c.a. edificato nel 1953



Facciata ovest: La Freccia rossa indica il corpo in c.a. edificato nel 1920, la freccia blu il corpo laterale in c.a. edificato nel 1953, la freccia gialla il corpo in muratura

5. DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA RICHIESTO

Le NTC2018 prevedono tre differenti livelli di conoscenza:

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

Per ognuno vengono descritte le informazioni minime necessarie, i metodi di analisi strutturale ammessi, i livelli di accuratezza dei rilievi e delle prove per le diverse tipologie di edifici, nonché i fattori di confidenza corrispondenti.

Nel caso in esame è richiesto di raggiungere un livello di conoscenza adeguata degli immobili (LC2), eseguendo gli accertamenti relativi a dettagli strutturali e proprietà dei materiali secondo quanto indicato dalla normativa vigente, con particolare riferimento al paragrafo 8.54 delle NTC2018 e al corrispondente paragrafo C8.5.4 della Circolare n.7 del 21 gennaio 2019.

Per raggiungere l'obiettivo richiesto si provvederà ad eseguire le seguenti operazioni in funzione della tecnologia costruttiva riscontrata.

Strutture in muratura

Per questa tecnologia costruttiva gli aspetti utili a stabilire i livelli di conoscenza sono:

- la geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali;
- i dettagli di caratterizzazione della sezione muraria, quali la presenza di ricorsi e listature, diatoni e l'ammorsamento tra le pareti;
- i materiali, ossia le proprietà meccaniche del calcestruzzo e dell'acciaio di armatura;

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi impiegabili e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali.

La relazione tra livelli di conoscenza, e i fattori di confidenza è illustrata di seguito:

Livello di conoscenza LC1: Fattori di confidenza $FC = 1,35$

Livello di conoscenza LC2: Fattori di confidenza $FC = 1,20$

Livello di conoscenza LC3: Fattori di confidenza $FC = 1,0$

Le procedure per ottenere i dati richiesti sono descritte nel seguito.

Per le costruzioni in muratura il livello di conoscenza adeguato (LC2) è raggiunto se viene sviluppata l'analisi storico critica e vengono indagati geometria, dettagli costruttivi e proprietà dei materiali secondo quanto di seguito riportato:

Geometria e dettagli costruttivi: la geometria è nota in base a un rilievo esterno degli elementi costruttivi, a saggi estesi e diffusi che consentono di esaminare le caratteristiche della muratura sotto intonaco caratterizzando la sezione muraria, il grado di ammassamento tra pareti ortogonali e le zone di appoggio dei solai.

Proprietà dei materiali: le caratteristiche meccaniche dei materiali vengono indagate mediante l'esecuzione di prove estese ovvero di indagini visive diffuse e sistematiche accompagnate da approfondimenti locali. Si prevedono infatti saggi estesi sia in superficie sia nello spessore murario accompagnati da tecniche diagnostiche non distruttive o moderatamente distruttive (quali ad esempio i martinetti piatti) finalizzate a classificare in modo più accurato la tipologia muraria e la sua capacità.

Per il livello di conoscenza LC2, nel caso in cui la muratura in esame possa essere ricondotta alle tipologie presenti nelle tabelle C8.5.I e C8.5.II di seguito riportate i valori dei parametri meccanici medi da utilizzare nelle verifiche sono:

Resistenze: valori medi degli intervalli riportati in tabella C8.5.I

Moduli elastici: valori medi degli intervalli riportati in tabella C8.5.I

Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(**) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0,15}$ (f_m in N/mm²).

(****) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

Strutture in cemento armato

Per questa tecnologia costruttiva gli aspetti utili a stabilire i livelli di conoscenza sono:

- la geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali;
- i dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe;
- i materiali, ossia le proprietà meccaniche del calcestruzzo e dell'acciaio di armatura;

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi impiegabili e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali.

La relazione tra livelli di conoscenza, metodi di analisi e fattori di confidenza è illustrata nella Tabella C8.5.IV

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

Le procedure per ottenere i dati richiesti sulla base dei disegni di progetto e/o di prove in-situ sono descritte nel seguito.

Per le costruzioni in calcestruzzo armato il livello di conoscenza adeguato (LC2) è raggiunto se viene sviluppata l'analisi storico critica e vengono indagati geometria, dettagli costruttivi e proprietà dei materiali secondo quanto di seguito riportato:

Geometria: la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest'ultimo caso viene effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli strutturali, saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare.

Ciò avviene attraverso la valutazione di:

- identificazione del sistema resistente alle forze orizzontali in entrambe le direzioni;
- valutazione dell'ordine di orditura dei solai;
- dimensioni geometriche di travi, pilastri e pareti;
- possibili eccentricità fra travi e pilastri ai nodi.

Dettagli costruttivi: i dettagli sono noti o parzialmente dai disegni costruttivi originali integrati di indagini limitate in situ o a seguito di un indagine estesa in-situ. I dati raccolti devono includere:

- quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri e pareti;
- quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave- pilastro;
- quantità di armatura longitudinale nei solai che contribuisce al momento negativo di travi a T;
- lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- spessore del copriferro;

Proprietà dei materiali: le caratteristiche meccaniche dei materiali sono note in base ai disegni costruttivi, integrate da prove limitate in situ o con prove estese. L'analisi deve comprendere la valutazione di:

- resistenza del calcestruzzo;
- resistenza a snervamento, di rottura e deformazione ultima dell'acciaio.

I rilievi e le prove sui materiali da eseguirsi per le diverse tipologie di "verifiche" sono riportate nella tabella C8.5.V della circolare di seguito riportata.

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento “primario” (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 1 campione di armatura per piano dell’edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 2 campioni di armatura per piano dell’edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 3 campioni di armatura per piano dell’edificio

I Fattori di Confidenza indicati nella tabella C8.5.IV possono essere utilizzati, in assenza di valutazioni più approfondite, per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi. Le resistenze medie, ottenute dalle prove in situ e dalle informazioni aggiuntive, sono divise per i Fattori di Confidenza.

I Fattori di Confidenza possono anche essere valutati in modo differenziato per i diversi materiali, sulla base di considerazioni statistiche condotte su un insieme di dati significativo per gli elementi in esame e di metodi di valutazione di comprovata validità.

6. CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI

Al momento, per quanto concerne l'azione sismica è possibile identificare unicamente la zona (zona sismica 3 ai sensi della DGR 216/2017). I parametri utili alla definizione dello spettro di risposta saranno acquisiti nella fase successiva, una volta che l'attività geologica di caratterizzazione sarà conclusa.

Nella valutazione dei carichi sugli orizzontamenti si è operata la distinzione fra carichi permanenti strutturali (G1) e non strutturali (G2).

Per il calcolo sismico vale la combinazione (2.5.5.) delle norme tecniche:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]

I coefficienti di combinazione Ψ_{2k} sono pari a 0.3 per la categoria A, nulli per i carichi dovuti al vento, in copertura e per la neve (il sito è ad una quota inferiore ai 1000 m s.l.m.).

Per la valutazione statica si applica la combinazione 2.5.1:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]

Le verifiche statiche richiedono quindi la valutazione dei seguenti carichi:

- Neve;
- Vento;
- Carichi variabili funzione dell'uso dell'ambiente.

Suddetti carichi saranno valutati con riferimento al capitolo 3 delle norme tecniche secondo la combinazione sismica indicata al punto 2.5.5 delle norme medesime, come anticipato in precedenza.

La combinazione sismica prevede coefficienti di combinazione Ψ_{2k} nulli per i carichi in copertura e per la neve (il sito è ad una quota inferiore ai 1000 s.l.m.). La distinzione del carico permanente in G1 e G2 è irrilevante ai fini della combinazione sismica.

Infine, trattandosi di edificio esistente, secondo quanto precisato al §8.3 delle norme tecniche, è sufficiente la verifica dello stato limite ultimo inteso come stato limite di salvaguardia della vita (SLV); sarà comunque fornito il coefficiente di sicurezza a SLD.

7. PIANIFICAZIONE DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE VERIFICHE TECNICHE E DI VULNERABILITÀ SISMICA

L'edificio è costituito da un corpo di fabbrica in muratura portante e solaio in legno, in profili metallici affiancati e in laterocemento e da un corpo con strutture verticali in calcestruzzo armato e orizzontamenti costituiti da solai in latero-cemento o soletta piena.

Tecnologia costruttiva verticale: muratura portante			
Tipo di indagine	Descrizione	Parametri / Informazioni risultanti	Piano di indagine Elemento
Scrostamento intonaco murature	Rimozione di intonaco per circa 1 m ² ed eventuale demolizione locale della muratura	Tipologia muraria, ammorsamento tra le pareti.	Pareti in muratura portante
Martinetto piatto doppio	Inserimento nella muratura di due martinetti collegati a una pompa comune con lo scopo di comprimere il volume di muratura compreso tra essi	Definizione del modulo elastico della muratura	Pareti in muratura portante
Tecnologia costruttiva orizzontale: Orizzontamenti di piano/ Coperture a.c.			
Tipo di indagine	Descrizione	Parametri / Informazioni risultanti	Piano di indagine
Scrostamento intradosso solaio / Demolizione	Rimozione di intonaco e demolizione intradosso travetti e volterrane	Geometria travetto Orditura solaio Rilievo diametro armatura	PI-P1-P2-P3-Cop

L'analisi del corpo in muratura verrà svolta con l'ausilio del programma 3Muri distribuito dalla S.T.A. DATA.

Il metodo di analisi scelto è "l'analisi statica non lineare".

La metodologia di indagine sulle strutture in cemento armato seguirà la seguente procedura, a seconda dell'elemento costituente e della tecnologia costruttiva.

Tecnologia costruttiva verticale: Calcestruzzo armato			
Tipo di indagine	Descrizione	Parametri / Informazioni risultanti	Piano di indagine Elemento
Pacometro	Mappatura delle armature	Diametro d'armatura e copriferro	Trave Pilastro
Carotaggio	Prelievo di campioni di calcestruzzo ed esecuzione di prova di compressione a rottura	Resistenza a Compressione del calcestruzzo R_{ck}	Trave (se emergente) Pilastro
Prelievo barre	Prelievo di campioni di barre d'armatura ed esecuzione di prova di trazione a rottura	Resistenza a Trazione del Acciaio di armatura f_{yk}	Trave/ Pilastro/soletta piena
Pull out	Estrazione di tassello	R_{ck}	Pilastro
Tecnologia costruttiva orizzontale: Orizzontamenti di piano/ Coperture a.c.a.			
Tipo di indagine	Descrizione	Parametri / Informazioni risultanti	Piano di indagine
Endoscopia con cannula	Foro a pavimento/soffitto	Stratigrafia solaio	PI-P1-P2-P3-Cop
Scrostamento intradosso solaio / Demolizione	Rimozione di intonaco e demolizione intradosso travetti e volterrane	Geometria travetto Orditura solaio Rilievo diametro armatura	SI-P1-P2-P3-Cop

L'analisi del corpo in cemento armato sarà svolta con l'ausilio del programma di calcolo Mastersap 2019 sp.1 distribuito dalla AMV.

Il metodo di analisi scelto è "l'analisi dinamica modale con spettro di risposta o con fattore q".

8. CONCLUSIONI

Dal materiale fornito dalla Città Metropolitana di Genova e da quello reperito presso gli uffici territorialmente competenti (il corpo di fabbrica era prima di proprietà del Comune di Genova) si riscontra la mancanza, tutt'altro che trascurabile, dei progetti strutturali. Le attività di indagine e di rilievo saranno condotte durante l'attività scolastica, tale aspetto è fondamentale per l'inquadramento alla conoscenza delle struttura portante, la scelta dei punti di prova sarà influenzata dalla disponibilità dei locali, dal soddisfacimento delle condizioni di sicurezza, sia per gli addetti ai lavori sia per gli occupanti ordinari della scuola.

Genova, 05.04.2019

Il tecnico incaricato
Ing. Federico Martignone

