

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università - Investimento 3.3 “Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle scuole”



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Messa in Sicurezza e Riqualificazione mediante intervento di sostituzione edilizia di n. 2 edifici ad uso scolastico – Plesso Piantedosi (Cod. Ares 0630491428) e Plesso Nazario Sauro (Cod. Ares 0630490736) - I.C. 61° SAURO ERICO PASCOLI

Responsabile del Procedimento:

Arch. Alfonso Ghezzi

Progettisti:

Marianna Vanacore
Ing. Marianna Vanacore
Laura Bellino
Arch. Laura Bellino

TAVOLA:

Al.0A

Descrizione elaborato:

Allegato A _ Fase 2_RCM_01 Relazione sulla caratterizzazione dei materiali; Fase 2_RRI01 Relazione dei risultati delle indagini; Fase 2_RRI02 Ubicazione indagini eseguite al piano interrato; Fase 2_Ubicazione indagini eseguite al I impalcato; Fase 2_RRI03 Ubicazione indagini eseguite al II impalcato; Fase 2_RRI04 Ubicazione indagini eseguite al III impalcato (Plesso Piantedosi e Plesso Nazario Sauro)

Scala:

-

Data:

MARZO 2023



COMUNE DI NAPOLI

COMUNE DI NAPOLI

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità

VII Municipalità

Lotto 7

CIG: B65117000050001

CUP: 7882655CAD



RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

▶ ELABORATO: Fase2_RCM_01

▶ OGGETTO: Relazione sulla caratterizzazione dei materiali

▶ SCALA:

▶ DATA: 30/11/21

▶ REV: [0]

▶ RTP

Capogruppo e coordinatore scientifico:

Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)

PROGEN s.r.l.
Amministratore Unico
Ing. FABIO NERI

**Professionisti responsabili strutturali e della
calcolazione delle strutture:**

Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)

Planir srl
Amministratore Unico
Dott. Ing. Placido Impollonia

**Professionista responsabile delle attività di
predisposizione della relazione geologica:**

Geol. Sergio Dolfin

Professionisti collaboratori tecnici:

Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)

**Professionisti responsabili della fase
dell'esecuzione delle indagini strutturali:**

Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)

Esecuzione indagini strutturali geognostiche:

Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin

**Professionista responsabile dell'attuazione degli
interventi sugli edifici sottoposti a tutela:**

Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)

**Indagini per analisi storico-critica su edifici
(inclusi quelli sottoposti a tutela):**

Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)

Gestione informativa del servizio:

Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

▶ STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.

Ing. Marianna Vanacore

R.U.P.

Arch. Alfonso Ghezzi

**I.C. 61° Sauro Errico Pascoli
Via fratelli Rosselli, 29**

Relazione sulla caratterizzazione dei materiali

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. INTRODUZIONE.....	1
3. RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE	2
3.1. DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE DELL'OPERA.....	2
3.2. DEFINIZIONE DEI DATI DIMENSIONALI E DELLO SCHEMA PLANO-ALTIMETRICO DELL'EDIFICIO	6
4. DEFINIZIONE SAGGI, PRELIEVI ED INDAGINI STRUTTURALI	9
4.1. OBIETTIVI DEL PIANO DI INDAGINE	9
4.2. INDICAZIONI DI NORMATIVA	9
4.3. TIPOLOGIA INDAGINI STRUTTURALI INDIVIDUATE PER L'EDIFICIO IN ESAME	11
4.4. PIANO DELLE INDAGINI STRUTTURALI.....	12
4.5. PROPRIETÀ DEI MATERIALI	16
5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPO D	18
5.1. CARATTERIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO.....	18
5.2. CARATTERIZZAZIONE DELL'ACCIAIO	21
6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPI A, B E C	24
6.1. CARATTERIZZAZIONE DELL'ACCIAIO	24
INDICE DELLE FIGURE	28
INDICE DELLE TABELLE	28

1. PREMESSA

Lo scopo del servizio è la valutazione della sicurezza degli edifici scolastici di proprietà del Comune di Napoli che ricadono nella VII Municipalità, ritenuti di "interesse strategico" o "rilevanti" ai sensi dell'OPCM 3274/2003, art. 2, comma 3, nonché l'acquisizione di tutti gli elementi necessari per la redazione di un eventuale progetto di adeguamento strutturale per evitare, ove possibile, ulteriori campagne di indagine. L'appalto consiste dunque nel Servizio di ingegneria per la valutazione in parola, comprese tutte le attività necessarie al raggiungimento dello scopo stesso, ponendo l'attenzione all'acquisizione anche degli elementi necessari alla progettazione degli interventi di adeguamento. Si specifica che la progettazione degli interventi di adeguamento non è compresa nel presente servizio.

2. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive i parametri dei materiali in base alle risultanze delle indagini eseguite in sito ed il livello di conoscenza acquisito con la finalità di stabilire il livello di sicurezza sismica dell'edificio ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e ss. mm. e ii. nei confronti delle azioni di progetto previste dalle norme tecniche vigenti (D.M. 17.01.2018).

L'edificio in esame è ubicato a Napoli, in via fratelli Rosselli n.29 nel quartiere di Secondigliano ed ospita il plesso scolastico Piantedosi (I.C. N. Sauro - Errico Pascoli). Nella stessa area, in adiacenza, si trova il plesso Nazario Sauro Centrale che è speculare e della stessa tipologia strutturale ed è oggetto anch'esso di verifica di vulnerabilità nell'ambito del presente servizio.

L'obiettivo finale del presente approfondimento è stabilire il livello di sicurezza sismica dell'edificio ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e ss. mm. e ii. nei confronti delle azioni di progetto previste dalle norme tecniche vigenti (D.M. 17.01.2018) e indicare le soluzioni progettuali per il miglioramento o adeguamento sismico delle strutture; a tal fine la Circolare del 17 gennaio 2019 n. 7 fornisce gli strumenti e le regole applicative.



Figura 1 – Inquadramento dell'edificio oggetto di indagine e verifica sismica

L'edificio è costituito da n. 4 corpi di fabbrica, di seguito denominati A, B, C e D. Il corpo B' individuato nel report delle indagini altro non è che un vano tecnico interrato al di sotto del corpo B.

3. RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Nella prima fase di rilievo sono state effettuate delle rilevazioni metriche e fotografiche per ricostruire:

- L'esatta geometria del manufatto
- Le sezioni strutturali di travi e pilastri
- Lo spessore dei muri con funzione strutturale
- Le orditure dei solai
- Le varie tipologie di aperture
- Eventuali interferenze tra opere impiantistiche e strutturali

I rilievi sono stati condotti mediante ricognizione visiva, metrica e con ausilio di strumentazione specifica (termocamere/pacometro). Tramite ciò è stato possibile rilevare le tipologie delle tamponature, dei solai e delle coperture, nonché dettagli costruttivi tramite osservazioni visive, rilievi magnetometrici, osservazioni mediante termocamera ad infrarossi, battiture superficiali.

I dettagli costruttivi mancanti, così come la caratterizzazione meccanica dei materiali, sono stati determinati dalla campagna di indagini oggetto della presente relazione.

3.1. Descrizione architettonica e funzionale dell'opera

L'edificio scolastico oggetto di studio sorge in un lotto di terreno pianeggiante di forma trapezoidale, il cui lato più lungo a ovest e il più corto a sud confinano con edifici privati. A nord il lotto confina con un lotto in cui è presente un ulteriore edificio scolastico. A est il lotto confina con la via fratelli Rosselli.

L'edificio scolastico è situato all'interno del lotto, arretrato rispetto ai confini. L'ingresso all'edificio, sia pedonale che carrabile, avviene da via Fratelli Rosselli. Una parte del lotto a sud è adibita a parcheggio interno per le auto, ed alcune aree esterne sono adibite a verde.

Il corpo di fabbrica si sviluppa tutto su tre elevazioni f.t. ad eccezione della palestra (unica elevazione).

Si compone di 4 corpi di fabbrica come di seguito riportato:

- CORPO A: fabbricato in acciaio a tre elevazioni f.t. destinato a servizi di segreteria, aule e servizi al piano terra, aule al piano primo e secondo (attualmente non utilizzate).
- CORPO B: fabbricato in acciaio a tre elevazioni f.t. destinato a servizi di segreteria, aule e servizi al piano terra, aule al piano primo e secondo (attualmente non utilizzate). Il vano interrato B', facente parte dello stesso corpo B è adibito a centrale termica (livello -1) e risulta in cemento armato.
- CORPO C: palestra ad 1 elevazione f.t. con struttura in acciaio.
- CORPO D: vano scale e connettivo a tre elevazioni ft in cemento armato.

Dalla documentazione in possesso risulta che i quattro corpi di fabbrica costituenti il complesso scolastico sono stati costruiti in un'unica soluzione temporale negli anni 80, nello stesso periodo di costruzione del plesso gemello nel lotto adiacente.



Figura 2 – Schema Planimetrico con indicazione dei vari corpi

Nelle seguenti figure (Figure 4-7) si riportano alcuni dei fronti esterni del complesso.



Figura 3 – Inquadramento lotto di interesse



Figura 4 - Prospetto esterno lato Est



Figura 5 - Prospetto esterno lato sud



Figura 6 – Prospetto esterno lato ovest



Figura 7 – Prospetto esterno nord (palestra)

3.2. Definizione dei dati dimensionali e dello schema plano-altimetrico dell'edificio

La configurazione dell'edificio è caratterizzata dai quattro corpi di fabbrica suddetti, che creano nel complesso un impianto planimetrico dalla forma irregolare. L'intero complesso si sviluppa su una superficie di circa 1049 metri quadrati, di cui 325 mq del corpo A, 395 del corpo B, 245 mq del corpo C (palestra) e 75 mq del corpo D (vano scale). I corpi A, B e D sono a tre piani di elevazione più un locale tecnico al livello -1 ci circa 66 mq; mentre il corpo C (palestra) è ad unica elevazione. Il volume complessivo dell'edificio è di circa 8887 metri cubi.

I corpi A e B presentano una pianta irregolare e si sviluppano prevalentemente sui lati est, sud e ovest; al contrario i corpi D, e C presentano una forma regolare (rettangolare).

Gli interpiani di tutte le elevazioni del corpo A, B, e D sono di 3.10 m; il Corpo C invece, presenta un unico impalcato di copertura a doppia falda con altezza pari a 5.80 m

Le coperture dei corpi A, B e D, piane ma non praticabili se non per sola manutenzione, si trovano alla quota di 9.30 m.

Nel corso dei sopralluoghi e delle indagini diagnostiche si è potuto appurare che i corpi individuati sono strutturalmente separati, ma di fatto contigui uno all'altro senza la presenza di un adeguato giunto.

Si riportano di seguito le carpenterie schematiche di piano della struttura:

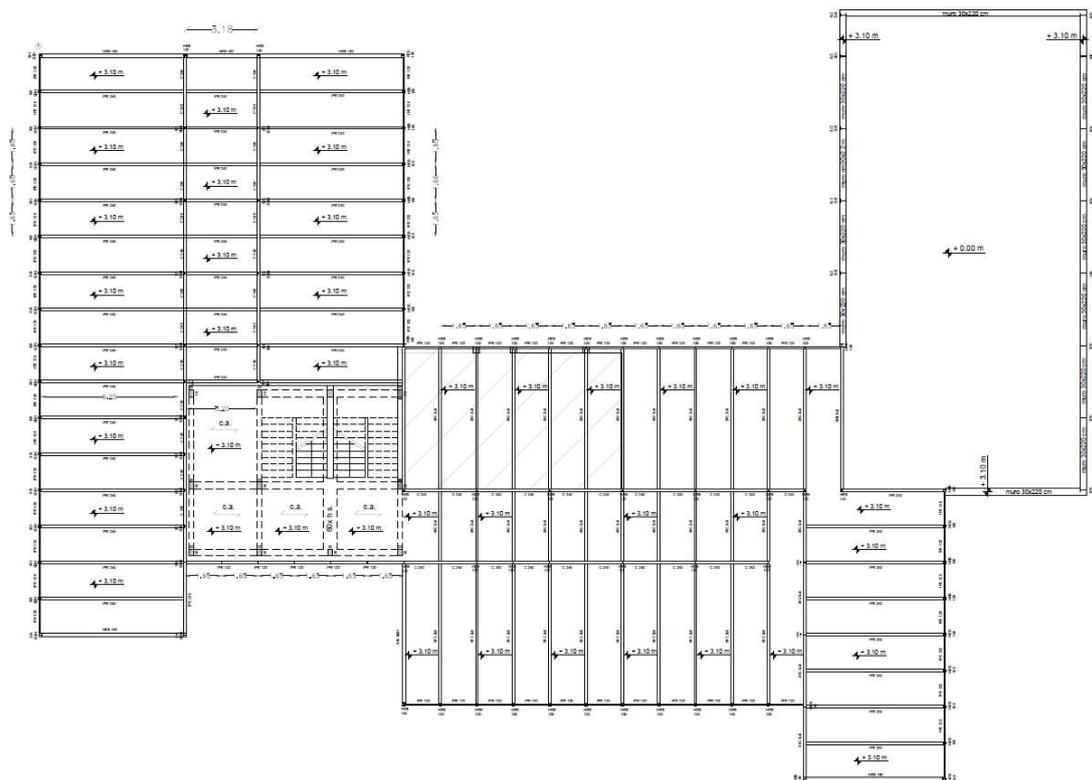


Figura 8 – Schema carpenteria primo impalcato (piano terra)

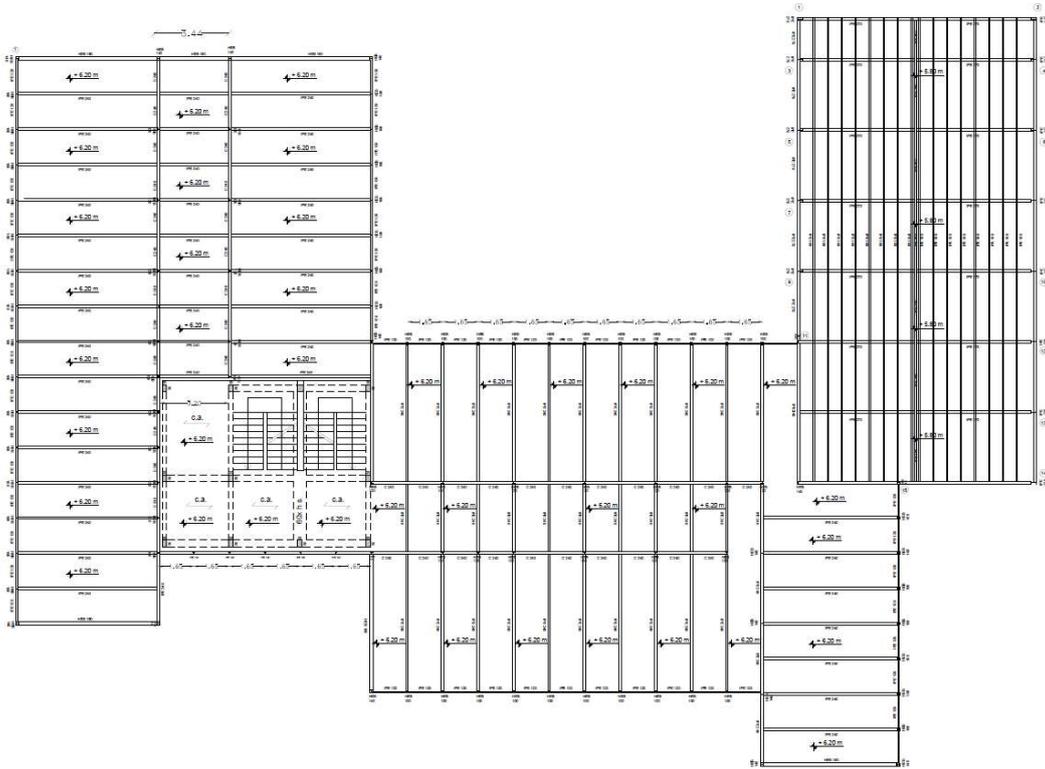


Figura 9 – Schema carpenteria secondo impalcato

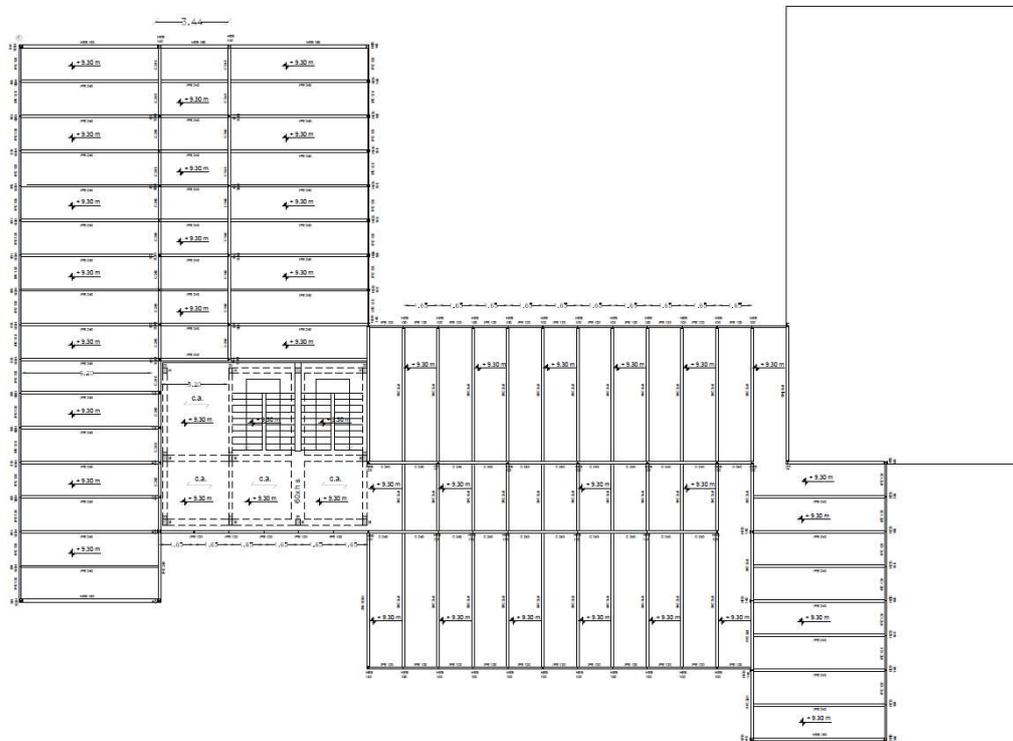


Figura 10– Schema carpenteria terzo impalcato (q. +9.30)

Di seguito viene riportata una tabella con i dati dimensionali complessivi e dei vari volumi costituenti il corpo di fabbrica:

Superficie coperta totale 1049 mq volume totale: 8887 mc
Superficie cop. Corpi A, B, D: 804 mq volume: 7487 mc
Superficie cop. Corpo C: 245 mq volume: 1400 mc

Tabella 1 – Tabella valori dimensionali

Il volume complessivo dei corpi di fabbrica oggetto del servizio è pari a 8887 mc.

4. DEFINIZIONE SAGGI, PRELIEVI ED INDAGINI STRUTTURALI

4.1. Obiettivi del piano di indagine

Il progetto delle indagini mira al conseguimento di un **livello di conoscenza LC2** attraverso una campagna di prove in sito ed in laboratorio sia di tipo distruttivo sia di tipo semi-distruttivo o non distruttivo. L'acquisizione della documentazione disponibile, i rilievi eseguiti sull'immobile nonché le indagini predisposte assicurano un adeguato livello di approfondimento della conoscenza dell'organismo strutturale in termini di identificazione:

- della geometria;
- dei dettagli costruttivi;
- delle proprietà materiali.

L'acquisizione dei dati necessari all'identificazione è stata disposta secondo quanto previsto al paragrafo 11.3 dell'O.P.C.M. 3431/2005 e al capitolo 8 della Circ. 7/2019.

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

Nel caso dell'edificio in esame, il livello LC2 si intende raggiunto quando siano stati effettuati

- l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1;
- un controllo della documentazione acquisita ed eseguendo, ove questa sia carente, il rilievo geometrico ex novo di porzioni di interesse;
- indagini estese in situ sulle armature e sui collegamenti presenti approfondendo le, completo in ogni sua parte, e indagini esaustive sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2,
- prove estese in situ per la determinazione delle caratteristiche dei materiali (qualora non fosse possibile l'acquisizione della documentazione del progetto originario), come indicato al § C8.5.3.

Il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.2$.

Le indagini individuate per ottenere le informazioni necessarie, sulla base della documentazione attualmente disponibile sono descritte nel seguito.

4.2. Indicazioni di normativa

4.2.1. 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.

Per gli elementi aventi funzione strutturale la geometria esterna deve essere sempre descritta in maniera la più completa possibile, allo scopo di ottenere un modello di calcolo affidabile, mentre i dettagli, spesso occultati alla vista (ad esempio la disposizione delle armature), possono essere rilevati a campione, estendendo poi le valutazioni agli altri elementi operando per analogia, anche in forza delle norme vigenti e dei prodotti in commercio all'epoca della costruzione.

Il rilievo di manufatti che non hanno funzione strutturale (pareti divisorie, controsoffitti, impianti) deve essere effettuato con l'obiettivo principale di identificare eventuali rischi per la sicurezza degli abitanti, connessi a problemi di stabilità dei manufatti stessi o delle strutture.

Il rilievo geometrico degli elementi deve permettere:

- L'identificazione dell'organizzazione strutturale;
- L'individuazione della posizione e delle dimensioni di travi, pilastri, scale e setti;
- L'identificazione dei solai e della loro tipologia, orditura, sezione verticale;
- L'individuazione di tipologia e dimensioni degli elementi non strutturali quali tamponamenti, tramezzature, etc.

4.2.2. *Dettagli costruttivi*

Nel definire il comportamento della costruzione in presenza di sisma sono di particolare importanza i dettagli costruttivi; le informazioni su di essi possono essere desunte dai disegni originali, da un progetto simulato o da indagini in situ.

Sia che si disponga dei disegni originali, sia che si sia prodotto un progetto simulato, per verificarne la rispondenza alla realtà del costruito in termini di particolari costruttivi occorre effettuare rilievi in situ.

Nei rilievi si possono individuare tre livelli di indagine, in relazione al loro grado di approfondimento.

Indagini limitate: consentono di valutare, mediante saggi a campione, la corrispondenza tra le caratteristiche dei collegamenti riportate negli elaborati progettuali originali o ottenute attraverso il progetto simulato, e quelle effettivamente presenti.

Indagini estese: si effettuano quando non sono disponibili gli elaborati progettuali originali, o come alternativa al progetto simulato seguito da indagini limitate, oppure quando gli elaborati progettuali originali risultano incompleti.

Indagini esaustive: si effettuano quando si desidera un livello di conoscenza accurata e non sono disponibili gli elaborati progettuali originali.

Le indagini in-situ basate su saggi sono effettuate su una congrua percentuale degli elementi strutturali, privilegiando, tra le tipologie di elementi strutturali (travi, pilastri, pareti...), quelle che rivestono un ruolo di primaria importanza nella struttura.

Il quantitativo di indagini in-situ basate su saggi dipende dal livello di conoscenza desiderato in relazione al grado di sicurezza attuale e deve essere accuratamente valutato, anche in vista delle notevoli conseguenze che comporta sulla progettazione degli interventi.

Il rilievo dei dettagli costruttivi per le costruzioni in calcestruzzo armato è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

- quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri, pareti e sua disposizione;
- quantità di barre di armatura piegate che contribuiscono alla resistenza a taglio, presenti nelle travi;
- quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;
- quantità di armatura longitudinale che contribuisce al momento negativo di travi a T, presente nei solai;
- lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- spessore dei copriferri;
- lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre e dei loro ancoraggi;

Il rilievo dei dettagli costruttivi per le costruzioni in carpenteria metallica è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

- spessore dei piatti costituenti il nodo
- dimensione e numero e posizione dei bulloni
- eventuale rilievo delle dimensioni e tipologie di saldature

4.2.3. Proprietà dei materiali

Per il caso in esame le proprietà dei materiali sono state ricavate da estese verifiche in situ (vista la remota possibilità di rintracciare i disegni esecutivi originari) mediante prove di tipo distruttivo:

Metodi di prova distruttivi

- *Calcestruzzo*: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.
- *Acciaio*: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza a deformazione ultima.

Le prove sui materiali, in analogia a quanto definito per le indagini sui dettagli costruttivi, possono essere eseguite su un numero di elementi diverso, a seconda del livello di conoscenza che si vuole raggiungere.

Si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova.

Prove limitate: prevedono un numero limitato di prove in-situ o su campioni, impiegate per completare le informazioni sulle proprietà dei materiali, siano esse ottenute dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi o nei certificati originali di prova.

Prove estese: prevedono prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente e finalizzate a fornire informazioni in assenza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova o quando i valori ottenuti con le **prove limitate** risultino inferiori a quelli riportati nei disegni o sui certificati originali.

Prove esaustive: prevedono prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente e finalizzate a ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova, o quando i valori ottenuti dalle **prove, limitate o estese**, risultino inferiori a quelli riportati sui disegni o nei certificati originali, oppure nei casi in cui si desideri una conoscenza particolarmente accurata.

4.3. Tipologia indagini strutturali individuate per l'edificio in esame

Le indagini strutturali consistono in prove distruttive e non distruttive; tutte le tipologie di prove sono disciplinate da specifiche norme UNI. Per l'edificio in questione sono state previste le seguenti tipologie di prove sugli elementi in cemento armato:

- prelievo campione di calcestruzzo mediante carotaggio;
- prelievo campione di barra d'acciaio;
- indagini pacometriche e saggi;

- indagini visive sullo spessore dei giunti (ove presenti), dei solai e delle tamponature esterne;
- endoscopie sulle tamponature esterne e sui solai;
- prove per la determinazione della profondità di carbonatazione;
- prove di laboratorio su carote di calcestruzzo;
- prove indirette sul calcestruzzo;
- prove di laboratorio su campioni di acciaio da carpenteria metallica;
- prove di laboratorio su campioni di bulloni
- prove durometriche

4.4. Piano delle indagini strutturali

Non disponendo dei disegni costruttivi e delle specifiche originali di progetto, sono stati definiti i livelli di approfondimento delle verifiche e delle prove da eseguire in sito sulla scorta della tabella C8.5.IV della Circolare Cons. Sup. LL.PP. 7 del 21 gennaio 2019.

In particolare:

- la conoscenza dei dettagli costruttivi richiede acquisizione delle informazioni mediante **indagini estese in situ**.
- la conoscenza delle proprietà dei materiali richiede **prove estese in situ**.

Si riassumono nelle successive tabelle i requisiti necessari contenuti nel piano di indagine al fine di soddisfare il Livello di conoscenza prestabilita LC2 tenendo conto che tutti i corpi di fabbrica sono stati realizzati contemporaneamente.

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		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e indagini limitate in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e prove limitate in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con indagini limitate in situ; in alternativa indagini estese in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con prove limitate in situ; in alternativa da prove estese in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con indagini limitate in situ; in alternativa indagini esaustive in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con prove estese in situ; in alternativa da prove esaustive in situ	Tutti	1,00

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

Secondo quanto previsto all'ART.7 del Capitolato Speciale d'Appalto, le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre sono state adattate al caso specifico, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati, ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi, si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale;
- Ai fini delle prove sui materiali è possibile sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive;
- Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

4.4.1. Rilievo geometrico-strutturale

Il rilievo geometrico deve essere tale da ricostruire le planimetrie e grafici architettonici e strutturali dell'edificio con tutte le caratteristiche incluse quelle volumetriche o dimensionali dell'immobile. Poiché non sono stati reperiti elaborati grafici relativi alle carpenterie, ma solo inerenti il progetto architettonico, questi sono stati integrati in situ con particolare attenzione alle sezioni strutturali di travi e pilastri. Durante la fase di rilievo visivo a campione si è riscontrata una elevata ripetitività degli elementi principali. Tale ripetitività è emersa tra l'altro anche sul plesso gemello "Sauro Centrale". Le fasi del rilievo geometrico strutturale saranno integrate inoltre da prove termografiche e pacometriche su l'intradosso dei solai al fine di verificarne l'orditura, interasse dei travetti e numero di barre di armatura.

4.4.2. Dettagli costruttivi carpenteria metallica

Per quanto concerne il rilievo dei dettagli costruttivi, dovendo conseguire un esteso livello di indagine corrispondente al 35% degli elementi si è proceduto classificando ciascun elemento strutturale dell'edificio (travi, pilastri e nodi) per sezione e funzione analoga, anche con riferimento alla pratica costruttiva dell'epoca.

Inoltre, tenendo conto delle ripetitività degli elementi strutturali anche nel complesso attiguo gemello, sono state previste indagini di rilievo geometrico dei principali profili a conferma delle informazioni acquisite durante i rilievi effettuati.

Vista la corrispondenza degli elementi strutturali da un piano all'altro è stata considerata la somma dei profili e nodi uguali lungo il piano ed ai vari livelli. Si è comunque proceduto ad ampliare il numero delle indagini con ridondanza ai piani per ulteriore conferma di quanto rilevato.

L'indagine su un elemento appartenente alla tipologia è quindi equivalente ad una verifica in numero di elementi pari a quello della ripetitività (ad esempio: numero pilastri all'interno della tipologia). Si eseguiranno, ove ritenuto utile, misure ridondanti così da indagare più elementi della stessa tipologia. In tal caso il numero di elementi indagati sarà comunque pari alla ripetitività.

La quantità e la posizione dei saggi indirizzati alla conoscenza dei dettagli costruttivi sono tali da superare la percentuale indicata dalla circolare (35%) come evidenziato nelle tabelle seguenti che riportano la tipologia e il numero degli di elementi da indagare.

Tabella 2–Percentuali pilastri indagati piano terra/primο e secondo (~95%)

TIPOLOGIE PILASTRI - CARPENTERIA METALLICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
P1	PT-P1-P2	HEB100 (bordo)	A	150	47,92%	1
P2	PT-P1-P2	HEB140 (spigolo o bordo)	A	51	16,29%	2
P3	PT-P1-P2	HEB120 (interni)	A	84	26,84%	2
P4	PT	IPE270 (spigolo o bordo)	B	13	4,15%	1
P5	PT-P1-P2	IPE 120 (bordo)	A	15	4,79%	0
TOTALE PILASTRI				313	100,00%	95,21%

Tabella 3–Percentuali travi indagati piano terra/primο e secondo (~80%)

TIPOLOGIE TRAVI - CARPENTERIA METALLICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
T1	PT-P1-P2	IPE240	A	234	39,20%	3
T2	PT-P1-P2	HEB160	A	18	3,02%	0
T3	PT-P1-P2	IPE120	A	132	22,11%	1
T4	PT-P1-P2	C240	A	84	14,07%	2
T5	PT	IPE270	B	30	5,03%	1
T6	PT	IPE160	B	1	0,17%	0
T7	PT	IPE100	B	98	16,42%	0
TOTALE TRAVI				597	100,00%	80,40%

Tabella 4–Percentuali nodi indagati piano terra/primο e secondo (~80%)

TIPOLOGIE NODI - CARPENTERIA METALLICA								
TIPOLOGIE NODI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE			CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
		Colonna	Trave	Trave				
N1	PT-P1-P2	HEB140	HEB160	IPE120	A	18	4,88%	0
N2	PT-P1-P2	HEB100	IPE240	IPE120	A	150	40,65%	3
N3	PT-P1-P2		C240	IPE240	A	51	13,82%	1
N4	PT-P1-P2	HEB120	C240	IPE240	A	84	22,76%	2
N5	PT-P1-P2	HEB140	HEB160	C240	A	6	1,63%	0
N6	PT-P1-P2		IPE240	IPE240	A	12	3,25%	0
N7	PT-P1-P2	HEB140	HEB160	IPE240	A	6	1,63%	0
N8	PT-P1-P2	HEB140	IPE240	IPE240	A	12	3,25%	0
N9	PT-P1-P2	HEB140	IPE240	IPE120	A	9	2,44%	0
N19	PT	IPE270	IPE270	IPE270	B	13	3,52%	1
N20	PT		IPE270	IPE260	B	8	2,17%	0
TOTALE NODI						369	100,00%	80,76%

Sono state eseguite misure ridondanti così da indagare più elementi della stessa tipologia. In tal caso il numero di elementi indagati sarà comunque pari alla ripetitività.

4.4.3. Dettagli costruttivi cemento armato

Per quanto concerne il rilievo dei dettagli costruttivi, dovendo conseguire un esteso livello di indagine corrispondente al 35% degli elementi si è proceduto classificando ciascun elemento strutturale dell'edificio (travi e pilastri) per sezione e funzione analoga, anche con riferimento alla pratica costruttiva dell'epoca. Per analizzare i dettagli costruttivi, considerando le diverse ripetitività degli elementi strutturali, sono state previste indagini pacometriche e saggi strutturali.

La quantità e la posizione dei saggi indirizzati alla conoscenza dei dettagli costruttivi sono tali da superare la percentuale indicata dalla circolare (35%) come evidenziato nei seguenti prospetti
La tipologia e il numero degli di elementi da indagare è riportata nelle tabelle seguenti.

Tabella 5–Percentuali pilastri indagati al piano interrato (100%)

TIPOLOGIE PILASTRI - CENTRALE TERMICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
P1	P -1	20x40 bordo	A	2	40,00%	1
P2	P -1	30x30 cordo	A	3	60,00%	1
TOTALE PILASTRI				5	100,00%	100,00%

Tabella 6–Percentuali pilastri indagati scala (100%)

TIPOLOGIE PILASTRI - SCALA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
P3	PT-P1-P2	20x30 bordo	A	30	83,33%	3
P4	PT-P1-P2	20x30 interni	A	6	16,67%	1
TOTALE PILASTRI				36	100,00%	100,00%

Tabella 7–Percentuali travi indagati al piano interrato (100%)

TIPOLOGIE TRAVI - CENTRALE TERMICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
T1	P -1	30x60+s centrali	A	2	100,00%	2
TOTALE TRAVI				2	100,00%	100,00%

Tabella 8–Percentuali pilastri indagati scala (100%)

TIPOLOGIE TRAVI - SCALA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
T2	PT-P1	30xs	A	24	72,73%	3
T3	PT	20xs	A	6	18,18%	4
T4	PT	60xs	A	3	9,09%	1
TOTALE TRAVI				33	100,00%	100,00%

L'indagine su un elemento appartenente alla tipologia è quindi equivalente ad una verifica delle armature in numero di elementi pari a quello della ripetitività (numero pilastri all'interno della tipologia). Si eseguiranno, ove ritenuto utile, misure ridondanti così da indagare più elementi della stessa tipologia. In tal caso il numero di elementi indagati sarà comunque pari alla ripetitività.

4.5. Proprietà dei materiali

Il quadro completo del piano di indagine, che include anche eventuali saggi in fondazione, le verifiche di ampiezza dei giunti, i saggi conoscitivi sui solai e le indagini sugli elementi non strutturali, è illustrato nelle tavole grafiche a cui si rimanda per i dettagli e per la suddivisione tra i vari corpi di fabbrica.

In Tabella 9 sono riassunti il tipo ed il numero delle indagini strutturali stimate per ottenere il livello di conoscenza LC2.

Le indagini sono state suddivise in due fasi consecutive, ai sensi del §C8.5.3.2 della C.M. 21.01.2019, la seconda non è stata attuata in quanto si è riscontrata una buona omogeneità nei risultati acquisiti nella fase iniziale.

Ai fini della determinazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono state previste indagini distruttive mediante carotaggi e quindi prove di schiacciamento, mentre per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle barre d'armatura sono state previste prove distruttive di trazione.

Per le indagini sulla carpenteria metallica si sono eseguite sia indagini distruttive (prelievo di piatti) che non (durometrie). In Tabella 9 sono riassunte il tipo ed il numero di prove previste.

Vista la notevole ripetitività degli elementi strutturali le indagini sono state svolte in due fasi, il 50% delle prove necessarie per ottenere il livello di conoscenza LC2 sono stati eseguiti in fase 1, mentre la restante parte è stata prevista per la fase 2 che non si è resa necessaria.

Tabella 9 – numero indagini

PIANO TERRA - PIANO INTERRATO							
Cemento Armato				Carpenteria Metallica			
Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2	Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2
Carote pilastri	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prelievi pilastri	1	1	0
carote travi	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prelievi travi	1	0	1
prelievi barre pilastri	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prove di durezza pilastri	3	0	3
prelievi barre travi	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prove di durezza travi	3	3	0
pacometrie pilastri	2	2	0	Campioni bulloni	4	2	2
saggi pilastri	2	2	0	Saggio piastra di base	2	2	0
pacometrie travi	7	7	0	Rilievo giunto	3	3	0
saggi travi	1	1	0	ispezioni solai	0	0	0
ispezioni solai	2	2	0	ispezioni tamponature	2	2	0
ispezioni tamponature	1	1	0	Rilievo controventi	2	2	0
				Rilievo geometrico nodi	3	3	0
				Rilievo geometrico travi	1	1	0
				Rilievo geometrico pilastri	2	2	0

PIANO PRIMO							
Cemento Armato				Carpenteria Metallica			
Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2	Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2
Carote pilastri	2	1	1	Prelievi pilastri	1	0	1
carote travi	2	1	1	Prelievi travi	1	1	0
prelievi barre pilastri	2	1	1	Prove di durezza pilastri	3	3	0
prelievi barre travi	2	1	1	Prove di durezza travi	3	0	3
pacometrie pilastri	1	1	0	Campioni bulloni	4	2	2
saggi pilastri	0	0	0	Saggio piastra di base	0	0	0
pacometrie travi	2	2	0	Rilievo giunto	0	0	0
saggi travi	0	0	0	ispezioni solai	2	2	0
ispezioni solai	0	0	0	ispezioni tamponature	1	1	0
ispezioni tamponature	0	0	0	Rilievo controventi	0	0	0
				Rilievo geometrico nodi	2	2	0
				Rilievo geometrico travi	4	4	0
				Rilievo geometrico pilastri	2	2	0

PIANO SECONDO							
Cemento Armato				Carpenteria Metallica			
Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2	Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2
Carote pilastri	4	2	2	Prelievi pilastri	1	1	0
carote travi	0	0	0	Prelievi travi	1	0	1
prelievi barre pilastri	2	1	1	Prove di durezza pilastri	3	0	3
prelievi barre travi	2	1	1	Prove di durezza travi	3	3	0
pacometrie pilastri	1	1	0	Campioni bulloni	4	2	2
saggi pilastri	0	0	0	Saggio piastra di base	0	0	0
pacometrie travi	2	2	0	Rilievo giunto	0	0	0
saggi travi	0	0	0	ispezioni solai	1	1	0
ispezioni solai	0	0	0	ispezioni tamponature	0	0	0
ispezioni tamponature	0	0	0	Rilievo controventi	0	0	0
				Rilievo geometrico nodi	2	2	0
				Rilievo geometrico travi	2	2	0
				Rilievo geometrico pilastri	2	2	0

Tabella 10 – Quadro sinottico piano di indagine

5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPO D

Le caratteristiche meccaniche del corpo D sono state desunte utilizzando anche le indagini svolte nel volume interrato (corpo B').

Le indagini sui materiali condotte dalla ditta L.R. Laboratori e Ricerche nel mese di Agosto 2021, rapporto di prova R.P. 998/21e e 998/21-f del 31/08/2021 sono le seguenti:

- 8 prelievi campione di calcestruzzo mediante carotaggio
- 8 prelievi campione di barre di armatura

5.1. Caratterizzazione del calcestruzzo

Nel presente paragrafo sono esaminate le risultanze delle prove eseguite tramite carotaggio e sono indicate espressioni per valutare quantitativamente i principali fattori che influiscono sulla resistenza delle carote ed una procedura per stimare la resistenza del calcestruzzo in situ mediante prove distruttive.

Le norme prevedono che la misura delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo si ottenga mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati di tali prove di compressione così come riportati sul report delle indagini.

SETTORE CALCESTRUZZI												
PROVA DI RESISTENZA A COMPRESIONE E DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA SU PROVINI CILINDRICI E/O CAROTE DI CALCESTRUZZO INDURITO												
NORME DI RIFERIMENTO					(UNI EN 12390-3) (UNI EN 12390-7)							
DATI DICHIARATI					RISULTATI DI PROVA							
SIGLA CAMPIONE	PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	CLASSE DI RESIST. (N/mm ²)	DATA PRELIEVO	DATA PROVA	DIMENSIONI (mm)		MASSA VOLUMICA (Kg/m ³)	CARICO DI ROTTURA (kN)	RESIST. A COMPR. (N/mm ²)	TIPO DI ROTT. (1)	RETT. (2)
						H	Φ					
CTR 89-88 CANT	Trave 69 - 88 Cantinato	---	-	05/07/2021	02/09/2021	100	100	2180	281,89	37,2	S	No
C M-3 CANT	Muratura 3 Cantinato	---	-	05/07/2021	02/09/2021	100	100	2163	169,95	21,6	S	No
CP 45 PT	Pilastro 45 Piano Terra	---	-	05/07/2021	02/09/2021	74	74	2219	73,55	17,1	S	No
CT 41-45 PT	Trave 41 - 45 Piano Terra	---	-	05/07/2021	02/09/2021	100	100	2083	183,67	23,4	S	No
CT 43-47 1°P	Trave 43 - 47 Piano 1°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	100	100	2238	135,48	17,3	S	No
CP 41 1°P	Pilastro 41 Piano 1°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	74	74	2059	68,76	16,0	S	No
CP 80 2°P	Pilastro 80 Piano 2°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	74	74	2255	94,77	22,0	S	No
CP 44 2°P	Pilastro 44 Piano 2°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	74	74	2185	77,55	18,0	S	No

Tabella 11 – Risultati prove di compressione

La resistenza misurata sulle carote risente di numerosi fattori che la differenziano da quella che si misurerebbe su un equivalente provino standard.

Tali fattori sono in genere dipendenti da:

- 1) diverse modalità di preparazione e stagionatura;
- 2) differente età di stagionatura tra carota e provino standard;
- 3) posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale (ad es. al piede o alla testa di un pilastro, parallelamente o ortogonalmente alla direzione di getto);
- 4) disturbo che inevitabilmente consegue alle operazioni di prelievo;
- 5) dimensioni delle carote (ad es. nel caso di micro-carote o con H/D diverso da 2);
- 6) presenza di armature incluse.

L'effetto dei fattori sopra elencati tende in generale a far sottostimare la resistenza rispetto a quella degli analoghi provini standard. Per correggere ciò si può fare ricorso a coefficienti correttivi di cui si dirà successivamente, opportunamente calibrati ed inseriti all'interno di formule di correlazione che legano la resistenza "attuale" (quella reale in situ dei calcestruzzi) con quella misurata sui campioni cilindrici (carote) estratte dagli stessi elementi strutturali.

La valutazione della resistenza in situ viene eseguita utilizzando la formula proposta da L. Coppola. Tale formula permette di tener conto con coefficienti di natura empirica degli effetti del carotaggio.

Per convertire le N resistenze ottenute dalle prove di compressione sulle carote f_{car} nelle corrispondenti resistenze in-situ $R_{c, is}$, viene adottata la relazione proposta da L. Coppola:

$$R_{c, is} = f_{car} \times F_{h/d} \times F_{fe} \times F_{tor} \times F_{dir} \times F_t \times F_T$$

dove:

$F_{h/d}$ è il parametro dipendente dal rapporto tra l'altezza e il diametro della carota. Il valore è unitario se $H/D=1$.

F_{fe} è il parametro che tiene conto della presenza di barre d'armatura nella carota. Assume valore unitario in assenza di barre.

F_{tor} è il parametro che tiene conto del tormento della carota per la presenza di microlesioni dovute agli effetti torsionali del carotiere durante la fase di estrazione. Il coefficiente correttivo è tabellato in funzione della resistenza registrata in laboratorio ed assume valori compresi tra 1 e 1.15.

F_{dir} è il coefficiente correttivo che tiene conto della direzione del carotaggio rispetto a quella di posa in opera del conglomerato. Per direzione ortogonale il parametro varia tra 1.05 e 1.10.

F_t è il coefficiente correttivo che tiene conto dell'età del calcestruzzo. Assume valore unitario per carote sottoposte a compressione ad età maggiori di 28 giorni.

F_T è il coefficiente correttivo che tiene conto della temperatura in funzione dell'età del calcestruzzo. Assume valore unitario se la temperatura media ponderale è compresa tra 18°C e 27°.

Nel seguito, della relazione vengo riassunti i parametri correttivi delle singole carote ed i conseguenti valori di resistenza risultanti considerando un rapporto D/H pari a 1.

CAROTAGGI													
	N	fe-carota	D	h	rapporto h/D	F _{h/d}	F _{fe}	F _{tor}	F _{dir}	F _t	F _T	R _{em-opera}	
1	Trave (-1)	P89-P88	37,2	100	100	1,00	1	1,000	1,02	1,075	1	1	40,79
2	Muratura (-1)		21,6	100	100	1,00	1	1,000	1,1	1,075	1	1	25,54
3	Pilastro (T)	P45	17,1	74	74	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	20,59
4	Trave (T)	P41-P45	23,4	100	100	1,00	1	1,000	1,1	1,075	1	1	27,67
5	Trave (1)	P43-P47	17,3	100	100	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	20,83
6	Pilastro (1)	P41	16	74	74	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	19,26
7	Pilastro (2)	P80	22	74	74	1,00	1	1,000	1,1	1,075	1	1	26,02
8	Pilastro (2)	P44	18	74	74	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	21,67
MEDIA												23,08	

Tabella 12 – Risultati provini calcestruzzo

Sugli 8 campioni è stato fatto uno studio statistico per analizzarne l'omogeneità dei risultati. Dopo aver calcolato lo scarto quadratico (σ), la media (\bar{y}) ed il loro rapporto ovvero il coefficiente di variazione (CV), si è posto come limite di accettabilità il valore di CV pari a 0,25. Come si evince dalla tabella n. 12 il risultato della prova n.1 pari a 37.2 N/mm² contribuisce in modo sostanziale a determinare una varianza elevata e a superare il limite di accettabilità risultando σ/\bar{y} pari a 0,3, maggiore di 0,25.

Risultati ottenuti		Media (\bar{y})
1	37,20	21,58
2	21,60	Varianza (σ^2)
3	17,10	41,23
4	23,40	Scarto quadratico (σ)
5	17,30	6,42
6	16,00	$\bar{y} + 2\sigma$
7	22,00	34,42
8	18,00	$\bar{y} - 2\sigma$
		8,73
		σ/\bar{y}
		0,30

Tabella 13 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo complete

Pertanto, tale valore è stato escluso dal calcolo e la resistenza del calcestruzzo è stata calcolata come media delle restanti n. 7 prove, ottenendo il coefficiente di variazione CV di 0,14 compatibile con il limite imposto.

Risultati ottenuti		Media (\bar{y})
2	21,60	19,34
3	17,10	Varianza (σ^2)
4	23,40	7,26
5	17,30	Scarto quadratico (σ)
6	16,00	2,69
7	22,00	$\bar{y} + 2\sigma$
8	18,00	24,73
		$\bar{y} - 2\sigma$
		13,96
		σ/\bar{y}
		0,14

Tabella 14 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo ridotte

Per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili, le resistenze medie in situ vengono divise per i fattori di confidenza e per i coefficienti parziali di sicurezza.

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

Resistenza di calcolo del calcestruzzo:

Meccanismi Duttile (Flessione):

$$f_{cd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{23.08}{1.2 \times 1.0} = 19.23 \text{ N/mm}^2$$

Meccanismi Fragili (Taglio):

$$f_{cd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{23.08}{1.2 \times 1.5} = 12.83 \text{ N/mm}^2$$

5.2. Caratterizzazione dell'acciaio

Le indagini distruttive e non su campioni metallici hanno permesso di identificare le caratteristiche meccaniche degli elementi.

Nell'impostazione della campagna di indagini, si sono scelti dei punti rappresentativi dello stato complessivo dell'edificio cercando di riflettere al meglio le caratteristiche di variabilità della struttura.

Per la valutazione delle caratteristiche meccaniche delle barre di armatura presenti all'interno delle strutture in c.a. si è proceduto all'asportazione di alcuni spezzoni di barre esistenti e si sono eseguite prove di trazione e piegamento all'interno di laboratorio prove autorizzate che hanno dato i seguenti risultati:

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 82 - 90 Cantinato	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT 1 82-90 CANT	09/09/2021	14	1	14,24	461,50	91166	572,28	N.D.	N.D.	18,8	7,5	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Muratura 3 Cantinato	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BM 3 CANT	09/09/2021	12	1	11,91	418,90	57949	520,04	N.D.	N.D.	19,6	7,7	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro 37 - Piano Terra	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP 37 PT	09/09/2021	12	1	12,01	510,30	69527	613,24	N.D.	N.D.	19,0	7,5	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 41-45 - PT	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT 41-45 PT	09/09/2021	8	1	8,34	420,70	29483	545,57	N.D.	N.D.	16,5	8,3	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 38-42 - 1° Piano	---	06/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (t)	DIAM. MAND. (mm)
BT 38-42 1°P	09/09/2021	10	1	10,15	523,80	52208	645,11	N.D.	N.D.	18,8	7,5	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro 40 - 1° Piano	---	06/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (t)	DIAM. MAND. (mm)
BP 40 1°P	09/09/2021	14	1	13,48	448,70	73751	566,51	N.D.	N.D.	17,5	7,7	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro 45 - 2° Piano	---	06/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (t)	DIAM. MAND. (mm)
BP 45 2°P	09/09/2021	12	1	12,58	502,70	75390	606,25	N.D.	N.D.	20,6	7,6	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 32-41 - 2° Piano	---	07/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (t)	DIAM. MAND. (mm)
BT 32-41 2°P	09/09/2021	8	1	8,60	502,80	32208	606,51	N.D.	N.D.	17,1	8,6	N.D.	N.D.

I risultati delle 8 prove eseguite in fase 1 sono stati preliminarmente oggetto di analisi statistica al fine di stabilire la necessità o meno di procedere con le ulteriori indagini di fase 2.

Parimenti a quanto effettuato per le indagini sul calcestruzzo si è verificato che il coefficiente di variazione CV fosse non superiore al valore limite di 0,25. Tutti i parametri dell'indagine statistica sono riassunti nella Tabella 15.

Risultati ottenuti		Media (\bar{y})
1,0	461,5	473,68
2,0	418,9	Varianza (σ^2)
3,0	510,3	1515,41
4,0	420,7	Scarto quadratico (σ)
5,0	523,8	38,93
6,0	448,7	$\bar{y} + 2\sigma$
7,0	502,7	551,53
8,0	502,8	$\bar{y} - 2\sigma$
		395,82
		σ/\bar{y}
		0,08

Tabella 15 – Studio statistico risultati prove acciaio ridotte

Il valore di CV pari a 0,08 ottenuto, consente di desumere una elevata omogeneità dei risultati in termini di tensione di snervamento. Ciò ha portato a ritenere il numero di prove sufficiente a determinare con buona attendibilità il valore medio della tensione di snervamento senza dover procedere alle ulteriori prove previste nella fase 2

Stante l'omogeneità dei risultati in termini di tensione di snervamento, si è proceduto ad estrarre il valore medio come risulta dalla tabella seguente:

TRAZIONE BARRE								
		N	Diam.	Fy (N/mm ²)	Ft (N/mm ²)	All.A5%	All.Agt%	ft/fy
1	Trave (-1)	P82-P90	14	461,5	572,28	18,8	7,5	0,81
2	Muratura (-1)		12	418,9	520,04	19,6	7,7	0,81
3	Pilastro (T)	P37	12	510,3	613,24	19	7,5	0,83
4	Trave (T)	P41-P45	8	420,7	545,57	18,5	8,3	0,77
5	Trave (1)	P38-P42	10	523,8	645,11	18,8	7,5	0,81
6	Pilastro(1)	P40	12	448,7	566,51	17,5	7,7	0,79
7	Pilastro(2)	P45	12	502,7	606,25	20,6	7,6	0,83
8	Trave (2)	P37-P41	8	502,8	606,51	17,1	8,6	0,83
Media				473,68	584,44			0,81

Tabella 16 – Risultati prove acciaio

Dalla tabella si evince che l'acciaio utilizzato all'epoca di costruzione dell'edificio ha caratteristiche non inferiori a FeB38K

Per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili, le resistenze medie in situ vengono divise per i fattori di confidenza e per i coefficienti parziali di sicurezza.

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

Resistenza di calcolo dell'acciaio:

Meccanismi Duttile (Flessione):

$$f_{yd} = \frac{f_{ym}}{FC \times \gamma_m} = \frac{473,68}{1,2 \times 1,0} = 394,7 \text{ N/mm}^2$$

Meccanismi Fragili (Taglio):

$$f_{yd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{473,68}{1,2 \times 1,15} = 345,4 \text{ N/mm}^2$$

6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPI A, B e C

Le indagini sui materiali condotte dalla ditta L.R. Laboratori e Ricerche nel mese di Agosto 2021, rapporto di prova R.P. 998/21e e 998/21-f del 31/08/2021 sono le seguenti:

- 3 prelievi campione di profilati e lamiera
- 6 prelievi campione di bulloni
- 9 prove durometriche su profilati e lamiera

6.1. Caratterizzazione dell'acciaio

Le indagini distruttive e non su campioni metallici hanno permesso di identificare le caratteristiche meccaniche degli elementi.

Nell'impostazione della campagna di indagini, si sono scelti dei punti rappresentativi dello stato complessivo dell'edificio cercando di riflettere al meglio le caratteristiche di variabilità della struttura.

La caratterizzazione meccanica dell'acciaio è stata desunta utilizzando sia i risultati delle prove distruttive, sia quelli delle indagini non distruttive (durometrie).

6.1.1. Indagini tramite prelievo di campioni di carpenteria metallica

Per la valutazione delle caratteristiche meccaniche degli elementi in carpenteria metallica si è proceduto all'asportazione di alcuni spezzoni e si sono eseguite prove di trazione fino a rottura all'interno di laboratorio prove autorizzato.

I risultati di tali prove sono riassunti nella tabella seguente:

Prelievo acciaio carpenteria metallica					
		N	Dimensioni	Fy	Ft
1	Pilastro (T)	P86	35x11mm	299,29	465,74
2	Trave (1)	P12-P13	35x9,5mm	328,54	443,1
3	Pilastro (2)	P 107	50x12mm	285,36	439,82
			MEDIA	304,3967	449,5533

Il valore medio della tensione di snervamento vale: f_{ym} **prelievo barre = 304 N/mm²**

Questo valore viene combinato con quello delle indagini durometriche per determinare la resistenza media in situ, come meglio specificato nel seguito.

6.1.2. Indagini tramite durometro su profili di carpenteria metallica

Su alcuni profilati sono stati eseguite delle prove con durometro portatile (Brinell) al fine di definire la resistenza a rottura per trazione dell'acciaio investigato.

L'esecuzione delle prove si è resa necessaria per ridurre al minimo il carattere invasivo delle attività e per estendere la conoscenza dei profilati presenti, confermando o meno i risultati delle prove di trazione.

I risultati delle 9 prove durometriche eseguite in fase 1 sono stati preliminarmente oggetto di analisi statistica al fine di stabilire la necessità o meno di procedere con le ulteriori indagini di fase 2.

Parimenti a quanto effettuato per le indagini sul calcestruzzo si è verificato che il coefficiente di variazione CV fosse non superiore al valore limite di 0,25. Tutti i parametri dell'indagine statistica sono riassunti nella Tabella 17.

DUROMETRIE				
	Elemento	Pos.	Valori	Media
1	Trave (T)	P85-P86	134	115
			126	
			101	
			105	
			109	
2	Trave (T)	P84-P94	105	106
			105	
			109	
			104	
			107	
3	Trave (T)	P6-P8	100	109
			110	
			105	
			112	
			116	
4	Pilastro (1)	P5	122	153,60
			200	
			179	
			157	
			110	
5	Pilastro (1)	P21	136	137,00
			129	
			159	
			137	
			124	
6	Pilastro (1)	P117	141	148
			148	
			152	
			147	
			150	
7	Trave (2)	P15-P18	114	106
			87	
			132	
			113	
			82	
8	Trave (2)	P18-P40	116	116
			116	
			116	
			111	
			119	
9	Trave (2)	P19-P51	86	101
			95	
			107	
			103	
			113	

Risultati ottenuti		Media (\bar{y})
1,0	115,0	121,09
2,0	106,0	Varianza (σ^2)
3,0	108,6	346,15
4,0	153,6	Scarto quadratico (σ)
5,0	137,0	18,61
6,0	147,6	$\bar{y} + 2\sigma$
7,0	105,6	158,30
8,0	115,6	$\bar{y} - 2\sigma$
9,0	100,8	83,88
		σ/\bar{y}
		0,15

Tabella 17 e 18 – Studio statistico risultati prove acciaio

La misura della durezza superficiale dell'acciaio (resistenza della superficie del materiale alla penetrazione di un'incudine) ha consentito di dedurre la resistenza meccanica a trazione del materiale. La determinazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio in termini di tensione di snervamento è stata effettuata successivamente sulla base delle seguenti considerazioni.

- Si è determinato il coefficiente di conversione tra il valore medio di rottura con durometro e valore medio per prova di laboratorio, ottenendo:

CORRELAZIONE			
Elemento	Ft trazione	Ft duro	COEFF
Trave	449,6	405,7	1,108184

- Si è calcolato il valore medio su tutte le prove del rapporto rottura-snervamento da utilizzare per determinare la tensione di snervamento delle prove con durometro conoscendone il valore di rottura.

Prelievo acciaio carpenteria metallica						
		N	Dimensioni	Fy	Ft	ft/fy
1	Pilastro (T)	P86	35x11mm	299,29	465,74	0,64
2	Trave (1)	P12-P13	35x9,5mm	328,54	443,1	0,74
3	Pilastro (2)	P 107	50x12mm	285,36	439,82	0,65
MEDIA				304,3967	449,5533	0,68

Si è infine valutato il valore medio di snervamento in situ relativo alle prove durometriche come da tabella seguente:

DUOMETRIE					
	Elemento	Pos.	R.rottura	Ft correlata	Fy duro
1	Trave (T)	P85-P86	388	430	291
2	Trave (T)	P84-P94	355	393	267
3	Trave (T)	P6-P8	370	410	278
4	Pilastro (1)	P5	507	562	381
5	Pilastro (1)	P21	462	512	347
6	Pilastro (1)	P117	498	552	374
7	Trave (2)	P15-P18	347	385	261
8	Trave (2)	P18-P40	388	430	291
9	Trave (2)	P19-P51	336	372	252
MEDIA			406	305	305

Il valore medio della tensione di snervamento vale quindi: $f_{ym \text{ durometro}} = 305 \text{ N/mm}^2$

6.1.3. Valutazione della tensione di snervamento in situ

La tensione di snervamento è data dalla media del valore medio ottenuto dalle prove distruttive e dalle prove non distruttive.

Si ottiene dunque: $f_{ym} = (304 + 305) / 2 = 304.5 \text{ N/mm}^2$

Questo valore, opportunamente ridotto del fattore di confidenza di seguito valutato, sarà da considerare quale valore di progetto della tensione dell'acciaio secondo quanto indicato dalla CM 7/2019 al punto 8.7.2.2.

Per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili, le resistenze medie in situ vengono divise per i fattori di confidenza e per i coefficienti parziali di sicurezza.

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

Resistenza di calcolo dell'acciaio da carpenteria:

Meccanismi Duttili (Flessione):

$$f_{yd} = \frac{f_{ym}}{FC \times \gamma_m} = \frac{304.5}{1.2 \times 1.0} = 253.75 \text{ N/mm}^2$$

Meccanismi Fragili (Taglio):

$$f_{yd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{304.5}{1.2 \times 1.05} = 241.6 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo dei bulloni:

Meccanismi Duttili (Flessione):

$$f_{td} = \frac{f_{ym}}{FC \times \gamma_m} = \frac{205}{1.2 \times 1.0} = 170.8 \text{ N/mm}^2$$

Meccanismi Fragili (Taglio):

$$f_{td} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{205}{1.2 \times 1.05} = 162.6 \text{ N/mm}^2$$

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento dell'edificio oggetto di indagine e verifica sismica.....	1
Figura 2 – Schema Planimetrico con indicazione dei vari corpi.....	3
Figura 3 – Inquadramento lotto di interesse.....	3
Figura 4 - Prospetto esterno lato Est	4
Figura 5 - Prospetto esterno lato sud.....	4
Figura 6 – Prospetto esterno lato ovest.....	5
Figura 7 – Prospetto esterno nord (palestra).....	5
Figura 8 – Schema carpenteria primo impalcato (piano terra).....	6
Figura 11 – Schema carpenteria secondo impalcato.....	7
Figura 10– Schema carpenteria terzo impalcato (q. +9.30).....	7

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Tabella valori dimensionali.....	8
Tabella 2–Percentuali pilastri indagati piano terra/primo e secondo (~95%).....	14
Tabella 3–Percentuali travi indagati piano terra/primo e secondo (~80%).....	14
Tabella 4–Percentuali nodi indagati piano terra/primo e secondo (~80%).....	14
Tabella 5–Percentuali pilastri indagati al piano interrato (100%).....	15
Tabella 6–Percentuali pilastri indagati scala (100%).....	15
Tabella 7–Percentuali travi indagati al piano interrato (100%).....	15
Tabella 8–Percentuali pilastri indagati scala (100%).....	15
Tabella 9 – numero indagini.....	16
Tabella 10 – Quadro sinottico piano di indagine.....	17
Tabella 11 – Risultati prove di compressione	18
Tabella 12 – Risultati provini calcestruzzo.....	19
Tabella 13 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo complete	20
Tabella 14 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo ridotte.....	20
Tabella 15 – Studio statistico risultati prove acciaio ridotte.....	23
Tabella 16 – Risultati prove acciaio	23
Tabella 17 e 18 – Studio statistico risultati prove acciaio.....	25

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle 10 municipalità

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15



COMUNE DI NAPOLI

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità

VII Municipalità

Lotto 7

CIG: B65I17000050001

CUP: 7882655CAD



- ▶ ELABORATO: Fase2_RRI01
- ▶ OGGETTO: Relazione sui risultati delle indagini
- ▶ SCALA:
- ▶ DATA: 21/09/21
- ▶ REV: [0]

▶ RTP

Capogruppo e coordinatore scientifico:

Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)

PROGEN s.r.l.
Amministratore Unico
Ing. FABIO NERI

Professionisti responsabili strutturali e della calcolazione delle strutture:

Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)

Planir srl
Amministratore Unico
Dott. Ing. Placido Impollonia

Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:

Geol. Sergio Dolfin

Professionisti collaboratori tecnici:

Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)

Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:

Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)

Esecuzione indagini strutturali_geognostiche:

Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin

Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:

Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)

Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):

Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)

Gestione informativa del servizio:

Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

▶ STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.

Ing. Marianna Vanacore

R.U.P.

Arch. Alfonso Ghezzi

I.C. 61° Sauro Errico Pascoli
Via fratelli Rosselli, 29

RELAZIONE TECNICA
INDAGINI STRUTTURALI

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
1.1	TIPOLOGIE E CONSISTENZA DEGLI ACCERTAMENTI ESEGUITI	5
1.2	ALLEGATI	5
2	INDAGINI PACOMETRICHE	6
2.1	GENERALITÀ	6
2.1	RISULTATI DELLE PROVE	6
2.1.1	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al piano interrato.....</i>	<i>8</i>
2.1.2	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al piano terra.....</i>	<i>12</i>
2.1.3	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al primo piano</i>	<i>15</i>
2.1.4	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al Secondo Piano</i>	<i>16</i>
3	SAGGI SUI SOLAI.....	17
3.1	GENERALITÀ.....	17
3.2	RISULTATI DELLE PROVE	18
3.2.1	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al piano interrato.....</i>	<i>18</i>
3.2.2	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al piano terra</i>	<i>19</i>
3.2.3	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al Primo Piano.....</i>	<i>21</i>
3.2.4	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al Secondo Piano.....</i>	<i>23</i>
4	PROVE SU CALCESTRUZZO.....	23
4.1	GENERALITÀ.....	23
4.2	PRELIEVO DI CAMPIONI E PROVE DI CARBONATAZIONE	24
4.3	PROVE DI COMPRESSIONE IN LABORATORIO.....	29
5	ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA	30
5.1	GENERALITÀ.....	30
5.1.1	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al piano seminterrato</i>	<i>31</i>
5.1.2	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al piano terra</i>	<i>32</i>
5.1.3	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al primo piano.....</i>	<i>34</i>
5.1.4	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al Secondo piano.....</i>	<i>36</i>
5.2	RISULTATI DI LABORATORIO	37
6	PROVE SULLA CARPENTERIA METALLICA.....	38
6.1	GENERALITÀ.....	38
6.2	PRELIEVI DI CAMPIONI DI CARPENTERIA METALLICA.....	39

6.2.1	<i>Dettagli delle indagini eseguite.....</i>	39
6.2.2	<i>Risultati delle prove di trazione su carpenteria metallica.....</i>	40
6.3	PROVE DI DUREZZA SU PROFILATI IN ACCIAIO.....	41
6.3.1	<i>Generalità.....</i>	41
6.3.2	<i>Apparecchiatura di prova.....</i>	41
6.3.3	<i>Modalità esecutive e risultati della prova.....</i>	41
6.4	PROVE DI TRAZIONE SU BULLONI.....	43
7	ULTERIORI INDAGINI	44
7.1	GENERALITÀ.....	44
7.2	RISULTATI DELLE PROVE	45
7.2.1	<i>Piano terra</i>	46
7.2.2	<i>Primo Piano.....</i>	55
7.2.3	<i>Secondo Piano.....</i>	60

1 INTRODUZIONE

Il presente Rapporto di Prova ha per oggetto le indagini strutturali eseguite sul plesso scolastico Piantedosi (I.C. N. Sauro - Errico Pascoli) ubicato a Napoli, in via Fratelli Rosselli n.29 nel quartiere di Secondigliano (fig. 1). L'edificio si trova nella stessa area in si trova il plesso Nazario Sauro Centrale che è speculare e della stessa tipologia strutturale ed è oggetto anch'esso di verifica di vulnerabilità nell'ambito del presente servizio e i cui risultati delle indagini sono riportati un report a parte.



fig. 1: edificio oggetto delle indagini

Il complesso si compone di diversi corpi di fabbrica con differente tipologia strutturale. La tipologia strutturale prevalente è "acciaio" ma in minima parte si riscontrano parti in c.a.

In particolare, con riferimento alla fig. 2 si riscontrano i seguenti corpi di fabbrica:

- Corpo A: realizzato su 2 piani completamente fuori terra con struttura in acciaio, superficie lorda per piano di circa 330 mq e altezza totale di circa 6.20 m.
- Corpo B e B': realizzato su 3 piani di cui uno interrato presenta per le parti fuori terra una struttura in acciaio con superficie lorda per piano di circa 390 mq e altezza totale di circa 6.20 m. Per una piccola porzione ospita il corpo B' che occupa un'area di

circa 66 mq, è completamente interrato e presenta una struttura in c.a. L'ingresso a tale porzione di fabbricato è solamente dall'esterno.

- Corpo C: ospita la palestra, è realizzato su di un solo livello totalmente fuori terra con struttura in acciaio, occupa un'area lorda di circa 250 mq e un'altezza al colmo di circa 5.8 m.
- Corpo D: si tratta del corpo scale che collegano i due livelli dell'edificio. È realizzato in c.a. e occupa un'area di circa 75 mq.



fig. 2: individuazione dei corpi di fabbrica

CORPO A: edificio in cemento armato con destinazione uffici/residenza a 2 elevazioni fuori terra

CORPO B: edificio in cemento armato con destinazione autorimessa ad 1 elevazione fuori terra

I vari corpi strutturali, ad eccezione di B e B' si presentano disgiunti come hanno permesso di accertare le indagini sebbene il corpo in c.a. si presenta realizzato in adiacenza ai corpi in acciaio al livello dei solai.

Gli accertamenti strutturali di che trattasi, sono stati affidati alla scrivente L&R Laboratori e Ricerche s.r.l. con sede in via Pablo Picasso 2 – San Giovanni La Punta (CT), in qualità di impresa facente parte del gruppo aggiudicatario della gara e sono stati eseguiti in cantiere dal 05 al 09 luglio 2021 dai tecnici L&R sotto la supervisione dell'Ing. Claudia Maccarrone.

1.1 TIPOLOGIE E CONSISTENZA DEGLI ACCERTAMENTI ESEGUITI

Sono state eseguite indagini magnetotermiche con pacometro, saggi sui solai, carotaggi su calcestruzzo, prelievi di armatura, di carpenteria metallica e di bulloni, saggi visivi su muratura e altri saggi visivi di cui si rimanda ai dettagli nei paragrafi successivi.

1.2 ALLEGATI

Formano parte integrante della presente relazione le tavole allegate che riportano le ubicazioni delle indagini eseguite di cui di seguito in elenco:

- FASE2_RRI02 – Ubicazione indagini piano interrato
- FASE2_RRI03 - Ubicazione indagini piano terra
- FASE2_RRI04 - Ubicazione indagini primo piano
- FASE2_RRI05 - Ubicazione indagini secondo piano

e i seguenti certificati di laboratorio

- 998/21/g – prove di compressione sul calcestruzzo
- 998/21/h – prove di trazione sulle barre di armature
- 998/21/q – prove di trazione sui profilati in acciaio
- 998/21/r – prove di trazione sui bulloni
- 1137/21-aj – prove di trazione sui bulloni

2 INDAGINI PACOMETRICHE

2.1 GENERALITÀ

Per approfondire la conoscenza di alcuni elementi strutturali ed eseguire un rilievo geometrico e strutturale del singolo elemento, sono state eseguite delle indagini pacometriche corredati, in alcuni casi, da saggi diretti su alcuni elementi. Complessivamente sono state eseguite n. 18 pacometrie e nel dettaglio:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. P ₈₉ | Pacometria Pilastro 89, Piano Interrato - corpo B' |
| 2. P ₈₉₋₉₁ | Pacometria Parete 89-91, Piano Interrato - corpo B' |
| 3. P ₈₃₋₉₂ | Pacometria Parete 83-92, Piano Interrato - corpo B' |
| 4. P ₈₁₋₈₂ | Pacometria Parete 81-82, Piano Interrato - corpo B' |
| 5. P ₈₂₋₉₀ | Pacometria Trave 82-90, Piano Interrato - corpo B' |
| 6. P ₈₉₋₉₀ | Pacometria Trave 89-90, Piano Interrato - corpo B' |
| 7. P ₃₇ | Pacometria Pilastro 37, Piano Terra - corpo D |
| 8. P ₄₂ | Pacometria Pilastro 42, Piano Terra - corpo D |
| 9. P ₄₅ | Pacometria Pilastro 45, Piano Terra - corpo D |
| 10. P ₃₆₋₄₀ | Pacometria Trave 36-40, Piano Terra - corpo D |
| 11. P ₃₈₋₄₂ | Pacometria Trave 38-42, Piano Terra - corpo D |
| 12. P _{RAMPA} | Pacometria Rampa scala, Piano Terra - corpo D |
| 13. P ₄₀ | Pacometria Pilastro 40, Primo Piano - corpo D |
| 14. P ₃₇₋₄₁ | Pacometria Trave 37-41, Primo Piano - corpo D |
| 15. P ₃₈₋₄₂ | Pacometria Trave 38-42, Primo Piano - corpo D |
| 16. P ₃₇ | Pacometria Pilastro 37, Secondo Piano - corpo D |
| 17. P ₄₅ | Pacometria Pilastro 45, Secondo Piano - corpo D |
| 18. P ₄₀₋₄₁ | Pacometria Trave 40-41, Secondo Piano - corpo D |

Le pacometrie sono state eseguite mediante l'impiego di:

- Pacometro ELCOMETER P331-H

I saggi di armatura e i rilievi geometrici sono stati eseguiti mediante l'impiego di:

- Martello demolitore HILTI mod. TE50;
- Calibro centesimale.
- trapano

2.1 RISULTATI DELLE PROVE

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle indagini pacometriche e dei saggi strutturali eseguiti sui vari elementi. Nelle schede i vari elementi sono riportati in sezione

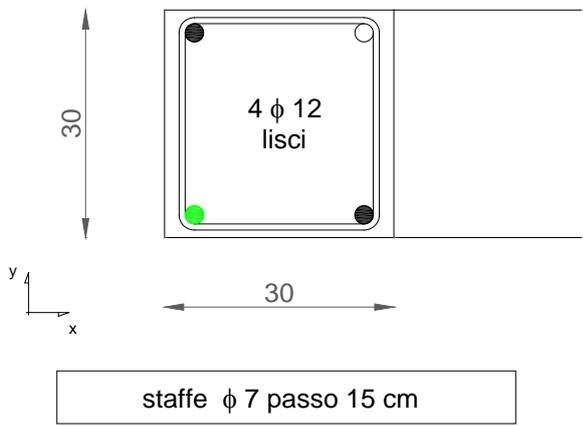
trasversale dove sono indicate le barre di armatura individuate nell'indagine. Per quanto riguarda la simbologia adottata si faccia riferimento a quanto segue:

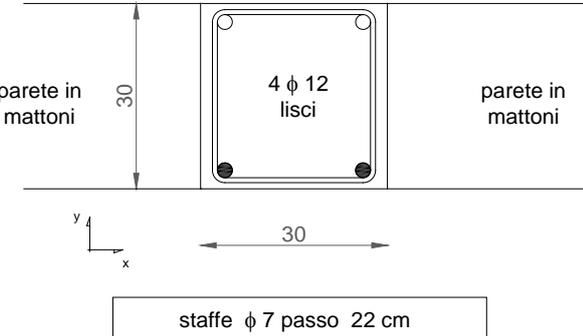
LEGENDA INDAGINI PACOMETRICHE	
●	BARRA DI ARMATURA RILEVATA DALL'INDAGINE STRUMENTALE
○	BARRA DI ARMATURA CON PRESENZA IPOTIZZATA
●	BARRA DI ARMATURA RISCONTRATA DA SAGGIO VISIVO
●	BARRA DI ARMATURA PRELEVATA PER INDAGINE DI LABORATORIO

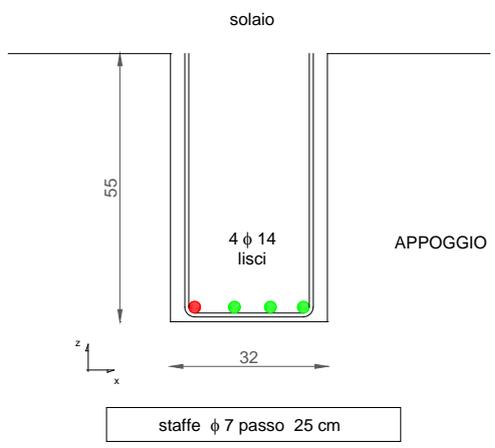
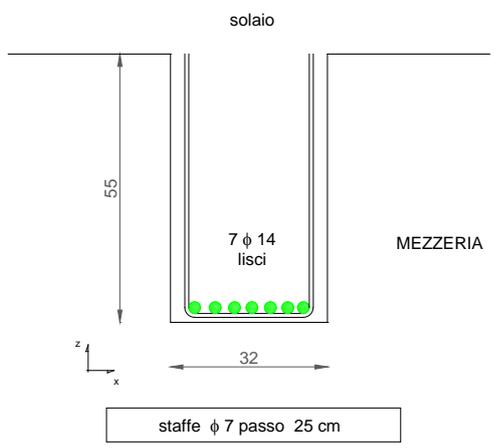
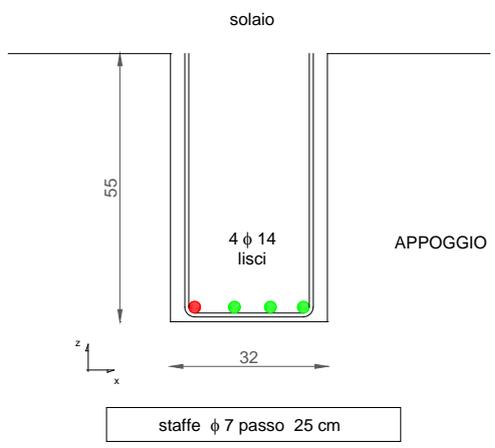
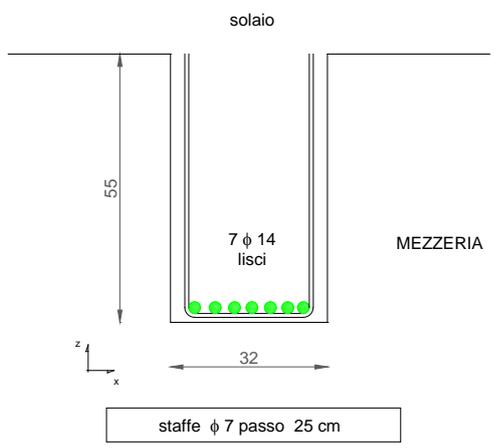
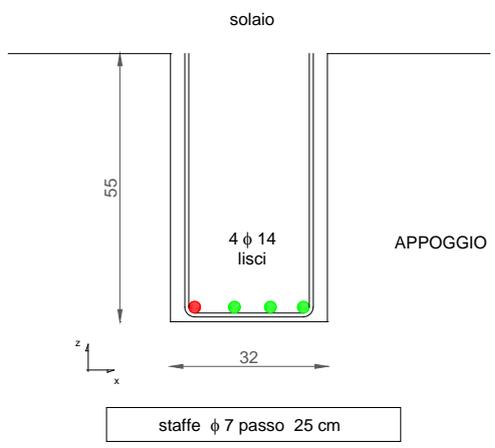
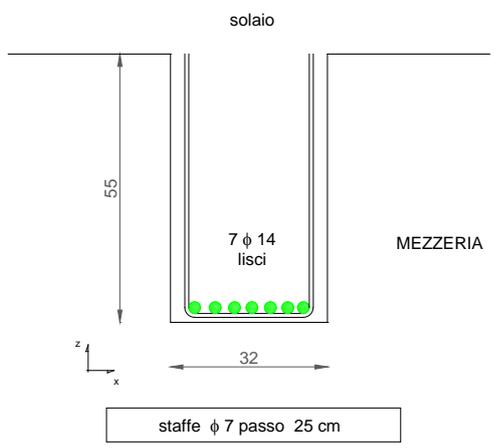
Tabella 1: Legenda delle prove pacometriche

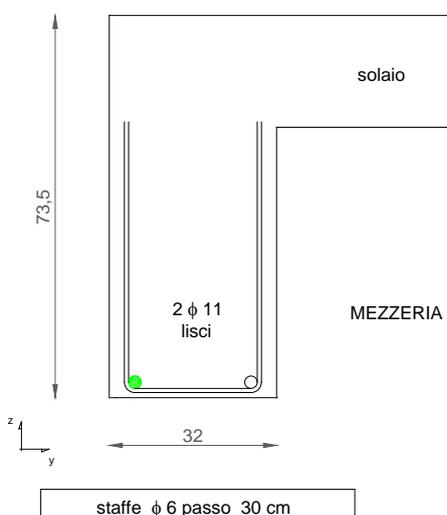
Il passo delle staffe è riportato come valore medio su almeno 5 staffe.

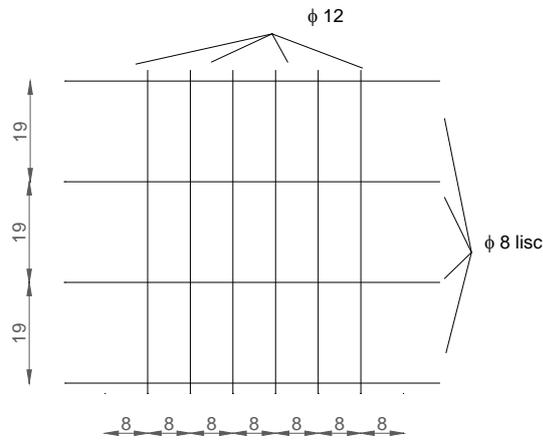
2.1.1 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL PIANO INTERRATO

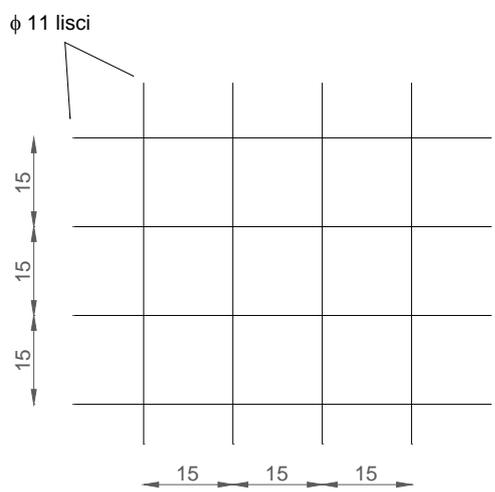
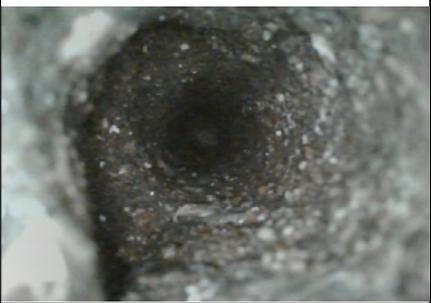
codice	P89	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
					

codice	Parete 89-91 (P90)	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
 <p>L'indagine è stata eseguita sulla parete tra i pilastri 89 e 91. La parete è costituita da muratura di tufo ma al centro in corrispondenza del pilastro in ferro n. 90 è stato ritrovato un pilastro in c.a.</p>					

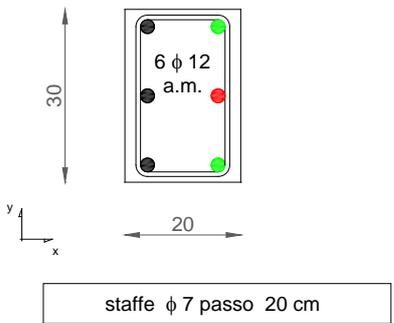
codice	P82-90	Piano/livello	scantinato	corpo	B'		
<table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%; vertical-align: top;"><p style="text-align: center;">solaio</p><p style="text-align: center;">APPOGGIO</p><p style="text-align: center;">staffe ϕ 7 passo 25 cm</p> <p style="text-align: center;">solaio</p><p style="text-align: center;">MEZZERIA</p><p style="text-align: center;">staffe ϕ 7 passo 25 cm</p><p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Br 82-90</p></td><td style="width: 50%; vertical-align: top;"> </td></tr></table>						<p style="text-align: center;">solaio</p>  <p style="text-align: center;">APPOGGIO</p> <p style="text-align: center;">staffe ϕ 7 passo 25 cm</p> <p style="text-align: center;">solaio</p>  <p style="text-align: center;">MEZZERIA</p> <p style="text-align: center;">staffe ϕ 7 passo 25 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Br 82-90</p>	 
<p style="text-align: center;">solaio</p>  <p style="text-align: center;">APPOGGIO</p> <p style="text-align: center;">staffe ϕ 7 passo 25 cm</p> <p style="text-align: center;">solaio</p>  <p style="text-align: center;">MEZZERIA</p> <p style="text-align: center;">staffe ϕ 7 passo 25 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Br 82-90</p>	 						

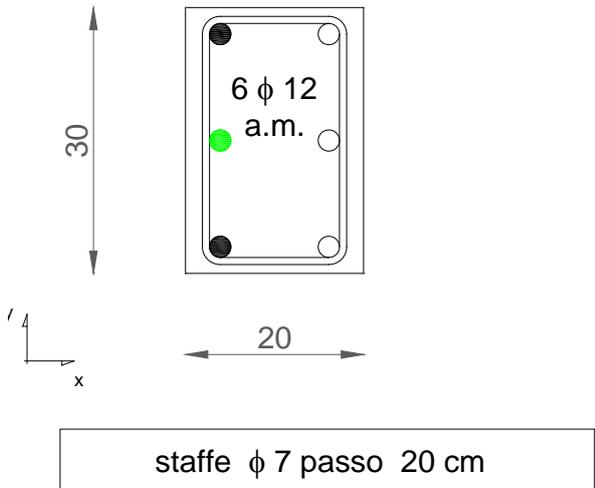
codice	P89-90	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
					

codice	Parete 83-92 + M3	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
 <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Cm3; Bm3</p> <p>L'indagine ha mostrato la presenza di una parete in c.a. con ferri verticali $\phi 12$ passo medio 8 cm e ferri orizzontali $\phi 8$ passo 19 cm. Lo spessore è risultato essere 20 cm.</p>					

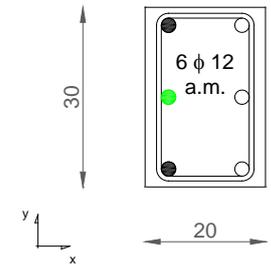
codice	Parete 81-82 + M2	Piano/livello	scantinato	corpo	B'			
 <p data-bbox="167 974 686 1198">L'indagine ha mostrato la presenza di una parete in c.a. con maglia regolare a passo 15 cm ($\phi 11$). Lo spessore è risultato essere 55 cm.</p>								
								
0 cm			10 cm			20 cm		

2.1.2 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL PIANO TERRA

codice	P37	Piano/livello	terra	corpo	D
 <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bt 37</p>					

codice	P42	Piano/livello	terra	corpo	D
					

codice	P45	Piano/livello	terra	corpo	D
--------	-----	---------------	-------	-------	---



6 φ 12
a.m.

30

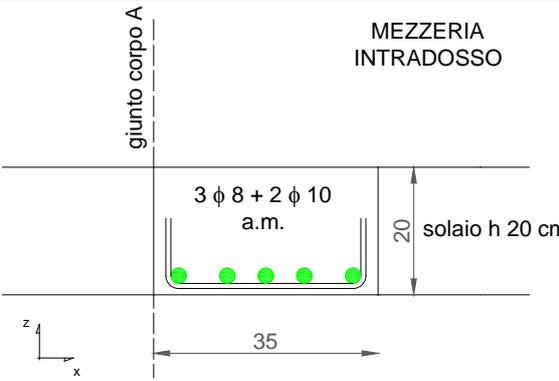
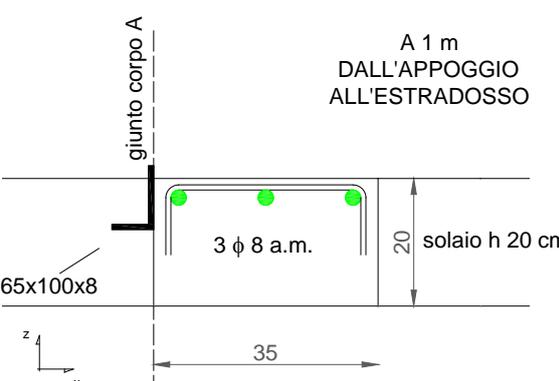
20

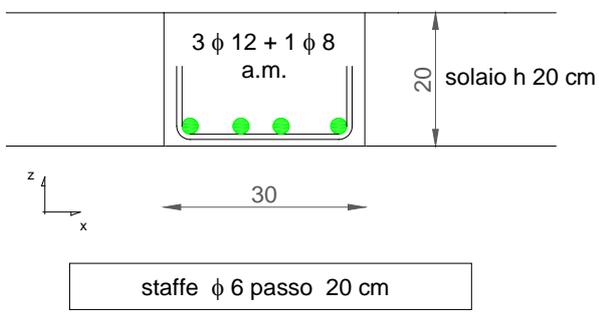
y
x

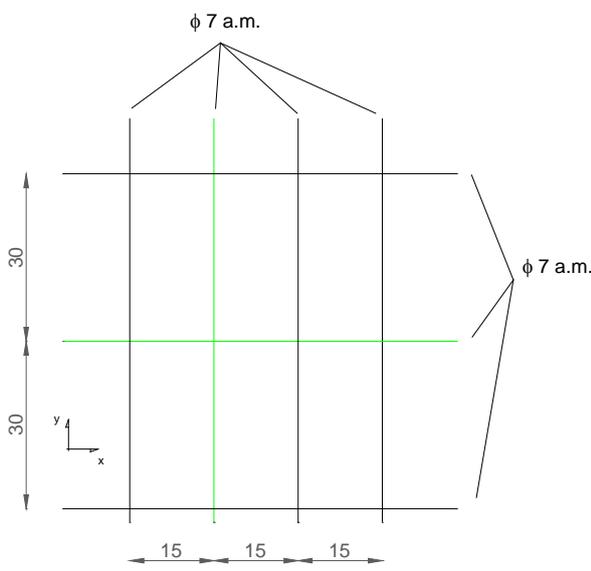
staffe φ 7 passo 20 cm

ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Cp 45

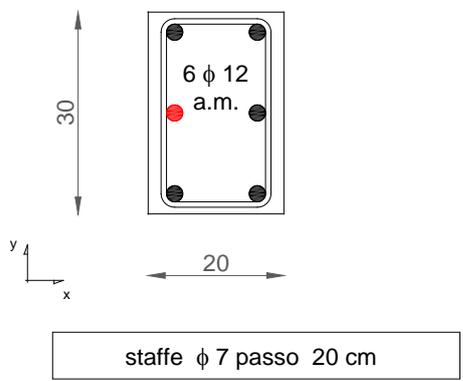


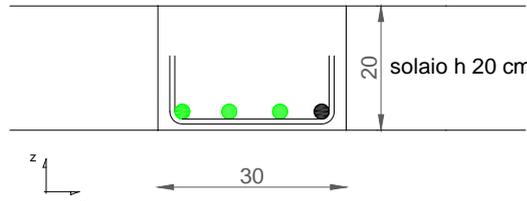
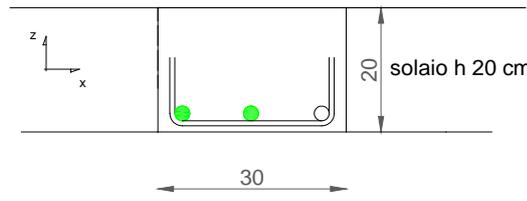
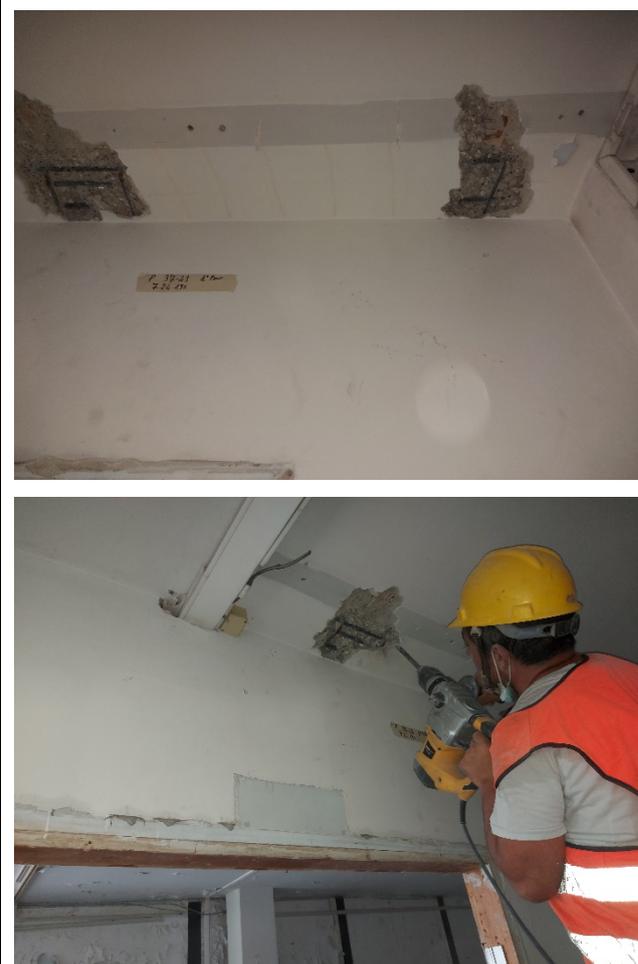
codice	P36-40 + g1	Piano/livello	terra	corpo	D
<p>MEZZERIA INTRADOSSO</p>  <p style="text-align: center;">3 φ 8 + 2 φ 10 a.m.</p> <p style="text-align: center;">20</p> <p style="text-align: center;">solai h 20 cm</p> <p style="text-align: center;">35</p> <p style="text-align: center;">z x</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">staffe φ 6 passo 27 cm</div>			 <p style="text-align: center;">intradosso</p>		
<p>A 1 m DALL'APPOGGIO ALL'ESTRADOSSO</p>  <p style="text-align: center;">3 φ 8 a.m.</p> <p style="text-align: center;">20</p> <p style="text-align: center;">solai h 20 cm</p> <p style="text-align: center;">35</p> <p style="text-align: center;">z x</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">staffe φ 6 passo 25 cm</div>			 <p style="text-align: center;">estradosso</p>		
<p>È stato verificato il giunto tra i corpi A e D. I solai dei due corpi sono realizzati in adiacenza</p>					

codice	P38-42	Piano/livello	terra	corpo	D
					

codice	PRAMPA	Piano/livello	terra	corpo	D
 <p>Prova eseguita sulla prima rampa della scala</p>					

2.1.3 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL PRIMO PIANO

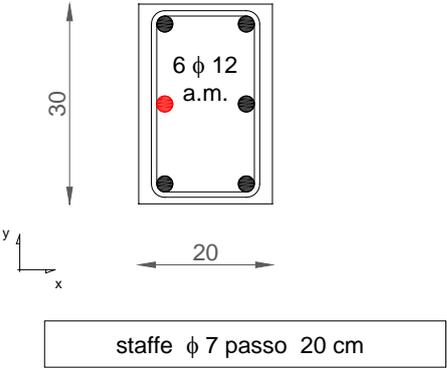
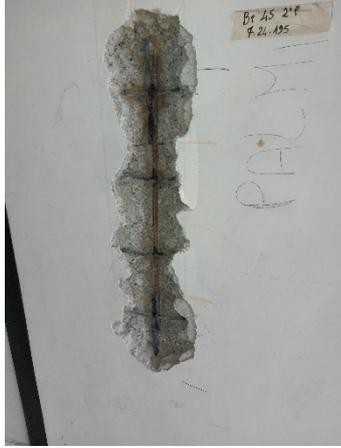
codice	P40	Piano/livello	primo	corpo	D
 <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bp 40</p>		 <p>I ferri longitudinali hanno una sezione a stella</p>			

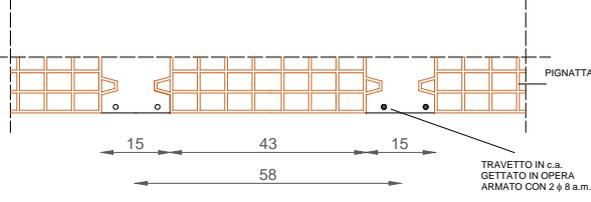
codice	P37-41	Piano/livello	primo	corpo	D
<p>MEZZERIA INTRADOSSO</p> <p>2 ϕ 10 + 2 ϕ 13 a.m.</p>  <p>staffe ϕ 7 passo 18 cm</p> <p>APPOGGIO</p> <p>2 ϕ 10 a.m. + 1 ϕ 12 a.m.</p>  <p>staffe ϕ 7 passo 18 cm</p>					

codice	P38-42	Piano/livello	primo	corpo	D

2.1.4 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL SECONDO PIANO

codice	P37	Piano/livello	Secondo	corpo	D

codice	P45	Piano/livello	Secondo	corpo	D
 <p>6 φ 12 a.m.</p> <p>30</p> <p>20</p> <p>staffe φ 7 passo 20 cm</p>					
<p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bp 45</p>					

codice	P40-41	Piano/livello	Secondo	corpo	D
 <p>15 43 15 58</p> <p>TRAVETTO IN c.a. GETTATO IN OPERA ARMATO CON 2 φ 8 a.m.</p> <p>PIGNATTA</p>					
<p>Non è stata riscontrata trave ma solaio in travetti gettato in opera.</p>					

3 SAGGI SUI SOLAI

3.1 GENERALITÀ

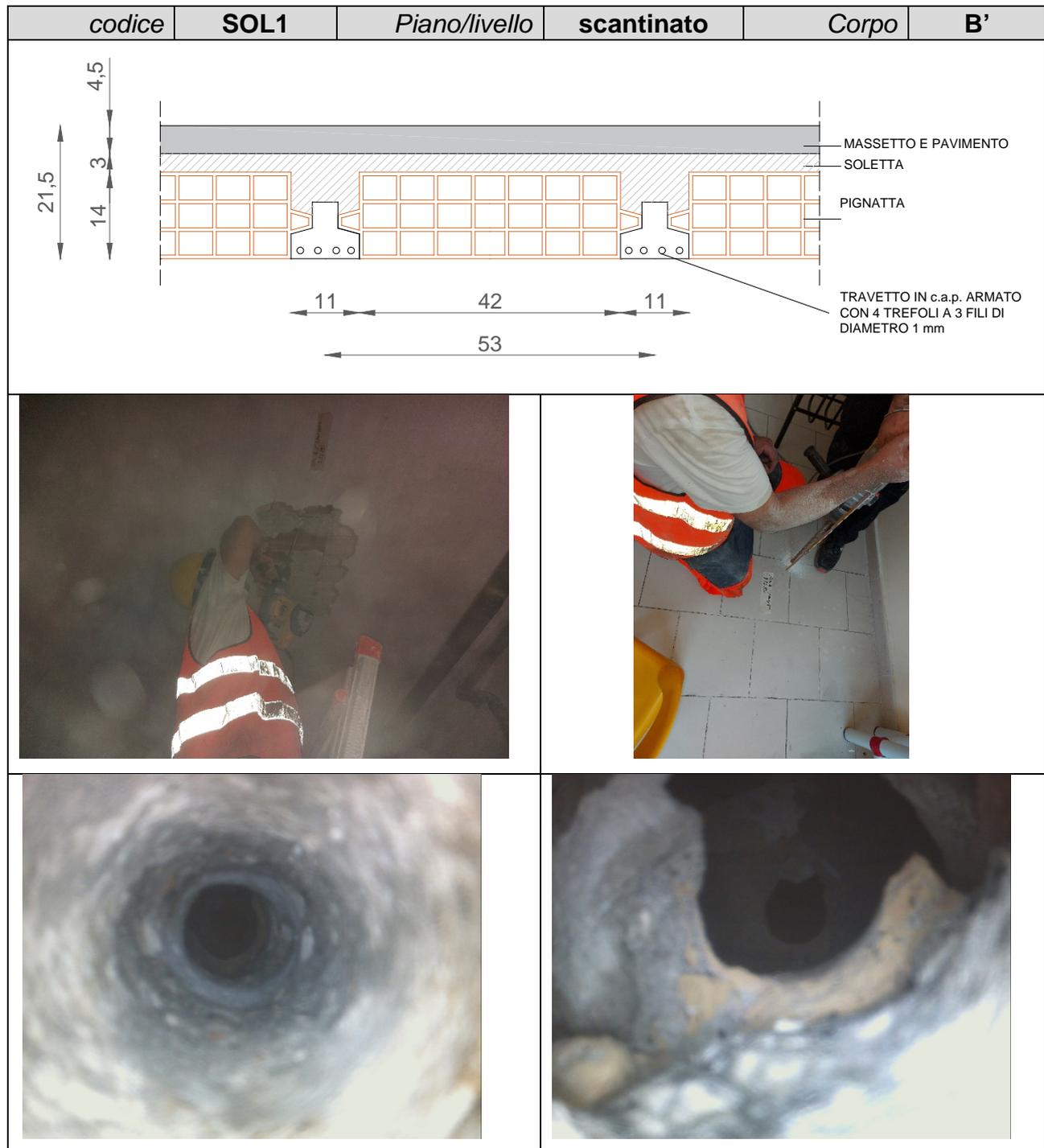
Sono stati eseguiti saggi diretti sui solai mediante l'impiego di tecniche distruttive e non al fine di individuarne la tipologia strutturale e ricostruirne una sezione trasversale. In alcuni casi sono stati eseguiti fori con trapano o carotatrice accompagnati da indagini endoscopiche. Complessivamente sono stati eseguiti 6 saggi come di seguito dettagliato:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. SOL1 | Saggio su solaio di piano al piano interrato – Corpo B' |
| 2. SOL2 | Saggio su solaio di piano al piano terra – Corpo D |
| 3. SOL _{PIANEROTTOLO} | Saggio su solaio del pianerottolo delle scale – Corpo D |
| 4. SOL3 | Saggio su solaio al primo piano – Corpo A |
| 5. SOL5 | Saggio su solaio al primo piano – Corpo C |
| 6. SOL4 | Saggio su solaio al secondo piano – Corpo B |

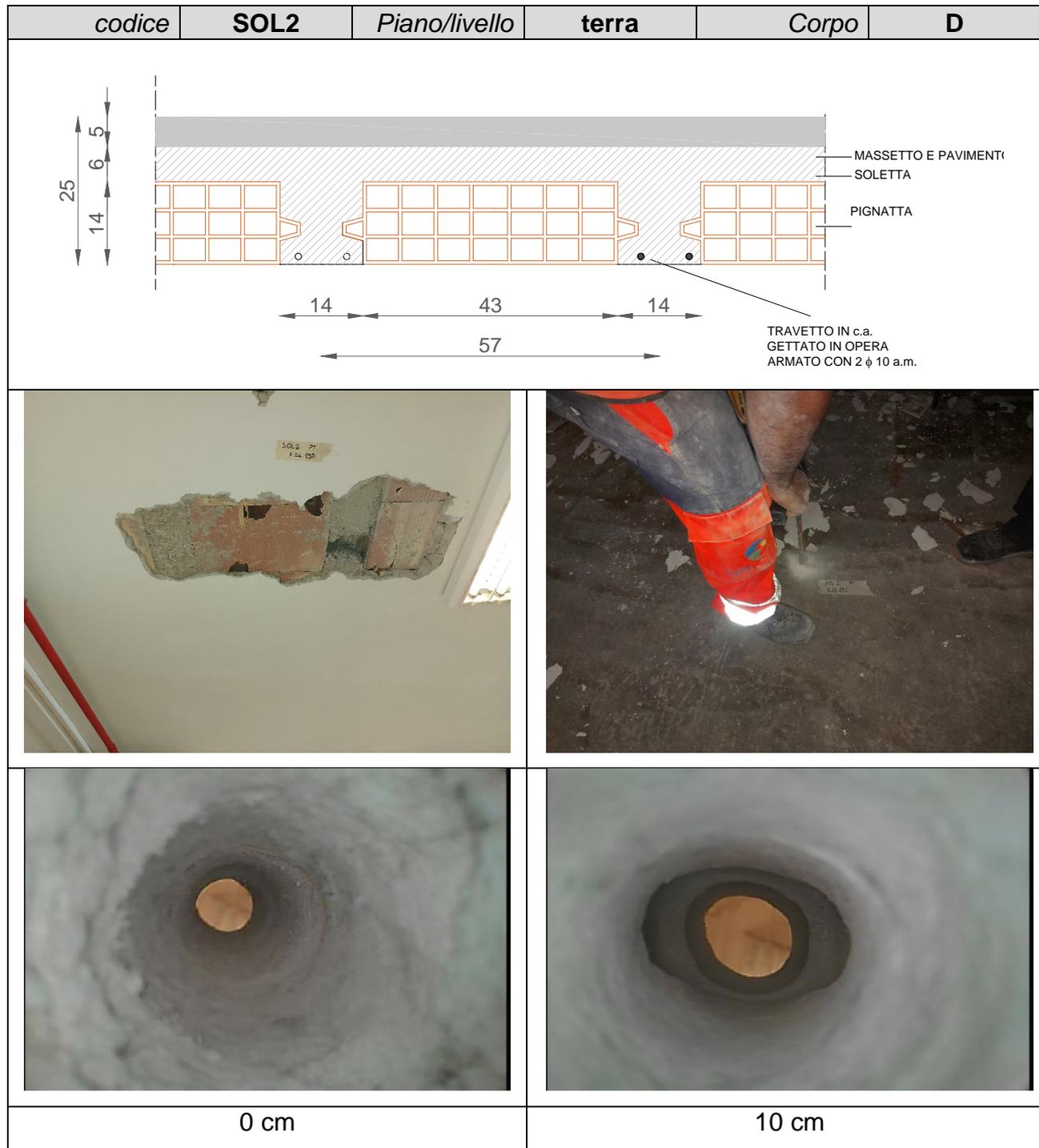
3.2 RISULTATI DELLE PROVE

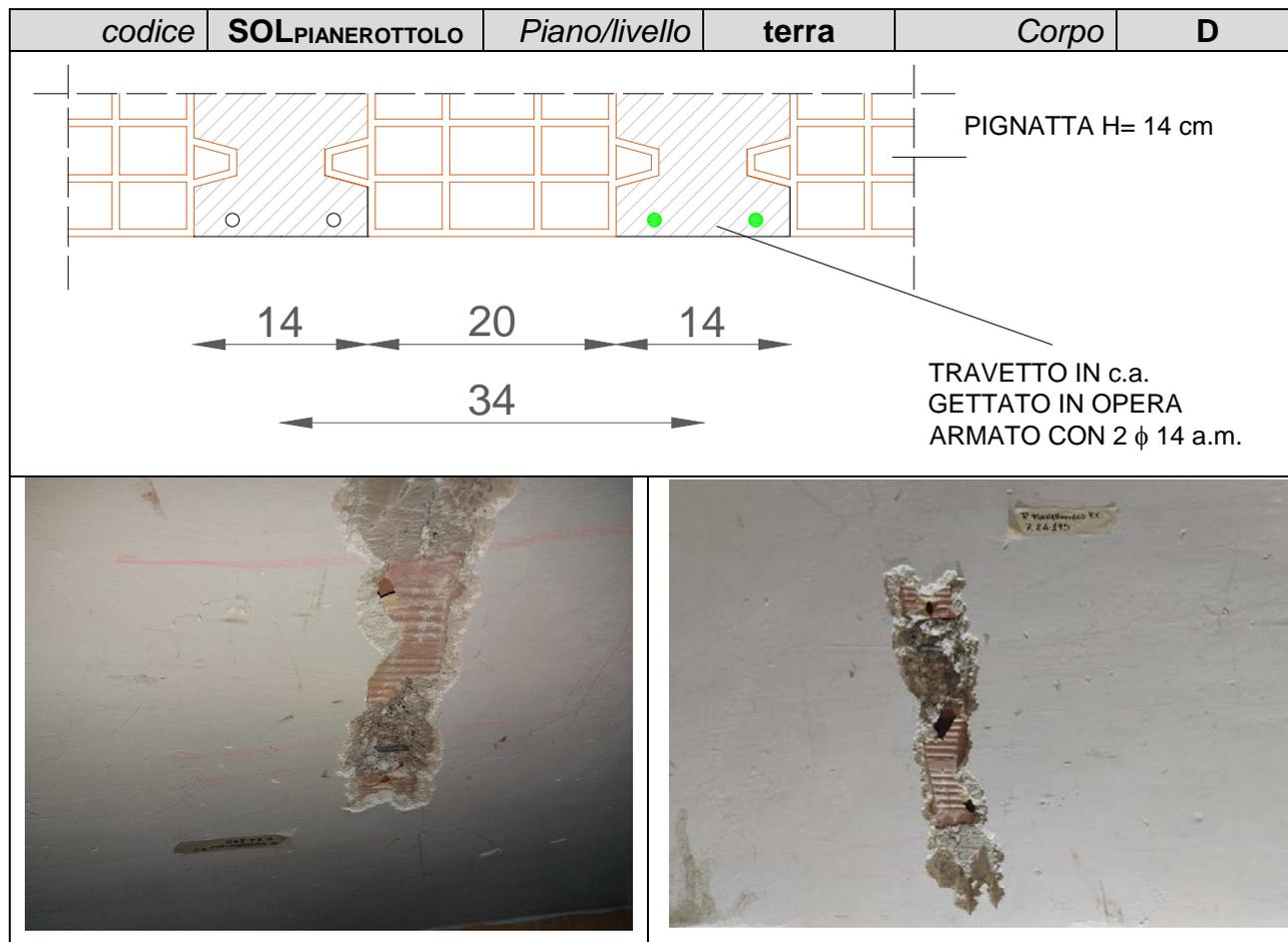
Di seguito si riportano, in schede monografiche i risultati conseguiti dalle indagini. Per la simbologia adottata per le armature si faccia riferimento a quanto indicato nella Tabella 1.

3.2.1 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL PIANO INTERRATO



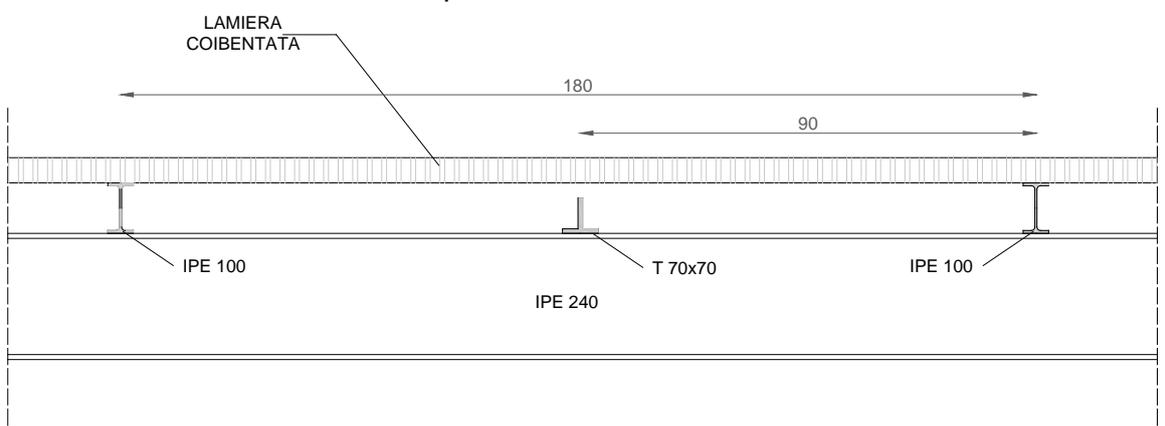
3.2.2 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL PIANO TERRA

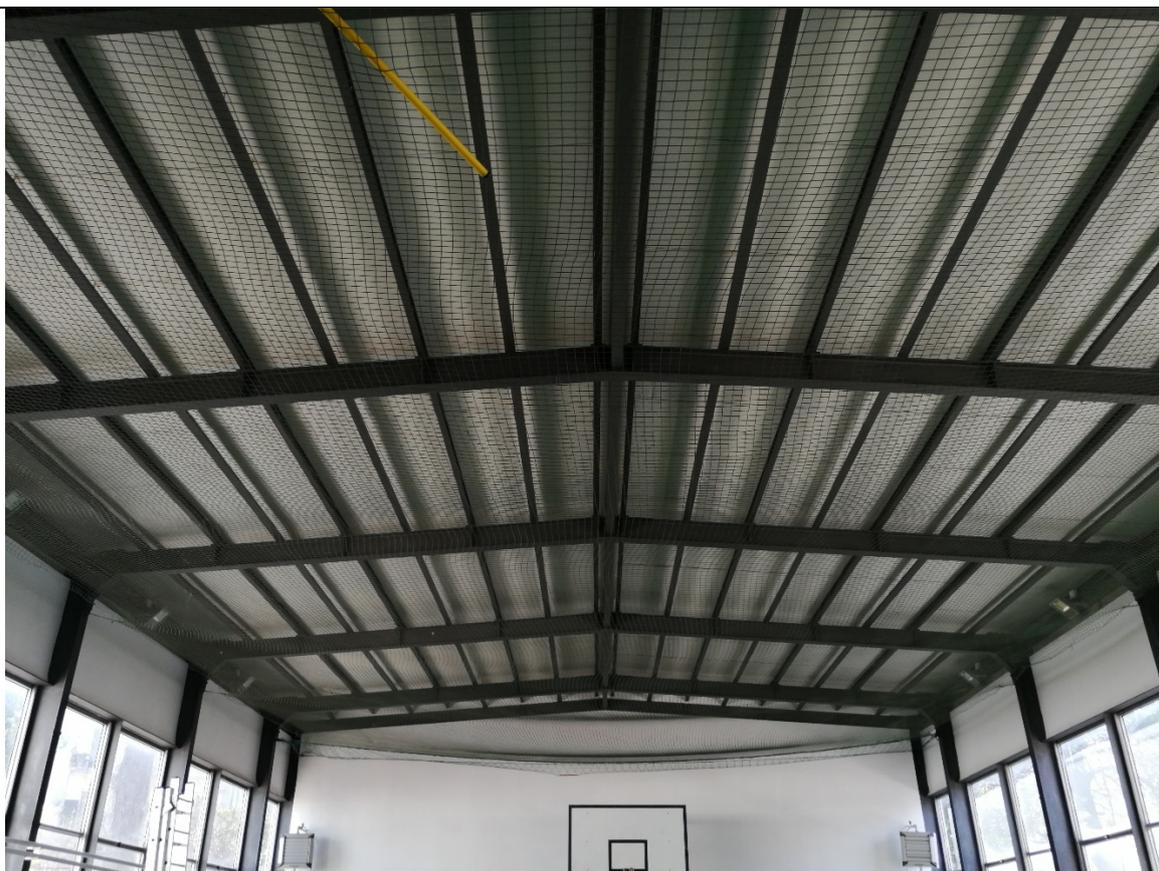




3.2.3 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL PRIMO PIANO

codice	SOL3	Piano/livello	Primo	Corpo	A
0 cm		5 cm			

<i>codice</i>	SOL5	<i>Piano/livello</i>	Primo	<i>Corpo</i>	C
<p>Il solaio è costituito da una lamiera coibentata poggiante se delle travi a IPE 100 a passo di circa 1.9 m.</p>					
					



3.2.4 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL SECONDO PIANO



4 PROVE SU CALCESTRUZZO

4.1 GENERALITÀ

Per la valutazione dello stato di conservazione e delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono stati effettuati, tramite carotaggio, prelievi di campioni dai vari elementi strutturali (travi e pilastri).

Complessivamente sono state eseguiti n°8 carotaggi con corona di diametro pari 100 mm, sugli elementi strutturali indicati nelle planimetrie, prelevando da ciascuno di essi una

carota su cui sono state effettuate le successive indagini per la valutazione dello stato di conservazione (prove di carbonatazione) e della resistenza meccanica allo schiacciamento (prove di compressione in laboratorio).

Effettuato il prelievo, a completamento delle indagini, tutti i fori sono stati ripristinati con malta tissotropica premiscelata antiritiro per il ripristino del cls e finitura superficiale con intonaco pronto.

4.2 PRELIEVO DI CAMPIONI E PROVE DI CARBONATAZIONE

Le prove di carbonatazione vengono eseguite per la determinazione dello spessore carbonatato di sezioni in calcestruzzo, direttamente in situ oppure su campioni estratti. Si tratta di una prova colorimetrica eseguibile ricoprendo la superficie con una soluzione chimica, detta *fenolftaleina*. La soluzione di fenolftaleina subisce un cambiamento di colore, passando dal bianco trasparente al rosso violetto quando la superficie risulta non carbonatata (materiali il cui pH è maggiore di circa 9,2); contrariamente nella superficie carbonatata la soluzione non varia, mantenendo il colore trasparente (valori di pH minori di 9,2).

La verifica della presenza di uno spessore carbonatato su campioni estratti dalle strutture è stata eseguita secondo le prescrizioni fornite dalla norma UNI 9944/92, con l'utilizzazione come indicatore chimico di una soluzione acquosa di fenolftaleina all'1% in alcool etilico.

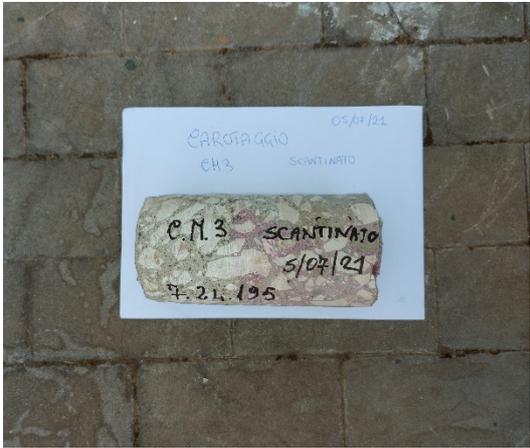
La soluzione è stata applicata direttamente su tutti i campioni di cls prelevati, secondo i piani normali alla superficie esposta all'aria.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei campioni di cls prelevati con l'indicazione della profondità di carbonatazione misurata.

SIGLA CAMPIONE	DATA PRELIEVO	UBICAZIONE	LUNGHEZZA DELLA CAROTA (cm)	DIAMETRO CAROTA (mm)	PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE (cm)
CM3 CANT	05/07/2021	Parete 83-92 Piano interrato	22	100	8.0
CTR 89-88 CANT	05/07/2021	Trave 88-89 Piano interrato	17	100	3.5
CP 45 PT	05/07/2021	Pilastro 45 Piano terra	15	80	1.0
CT 41-45 PT	05/07/2021	Trave 41-45 Piano terra	15	100	5.0

CP 41 1°P	06/07/2021	Pilastro 41 Primo piano	18	80	1.0
CT 43-47 1°P	06/07/2021	Trave 43-47 Primo Piano	13	100	4.0
CP 80 2°P *	06/07/2021	Pilastro 43 Secondo Piano	16	80	0.0
CP 44 2°P	06/07/2021	Pilastro 44 Secondo Piano	14	80	0.0

6.1.1. DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL PIANO INTERRATO

codice	CM 3	Piano/livello	Interrato	Corpo	B'
					
		<i>carbonatazione</i>			8 cm

codice	CTR88-89	Piano/livello	Interrato	Corpo	B'
					
<i>carbonatazione</i>			3.5 cm		

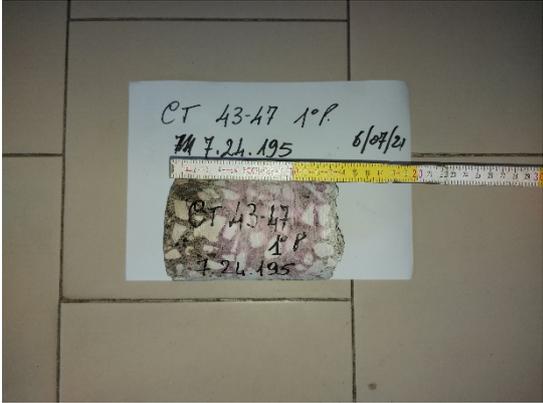
6.1.2. DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL PIANO TERRA

codice	CP45	Piano/livello	Terra	Corpo	D
					
<i>carbonatazione</i>			1.0 cm		

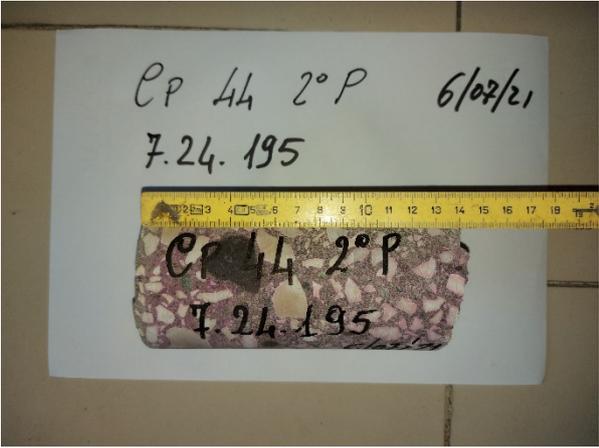
codice	CT45-41	Piano/livello	Terra	Corpo	D
		<i>carbonatazione</i>	5.0 cm		

6.1.3. DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL PRIMO PIANO

codice	CP41	Piano/livello	Primo	Corpo	D
		<i>carbonatazione</i>	1.0 cm		

codice	CT 43-47	Piano/livello	Primo	Corpo	D
					
<i>carbonatazione</i>			4.0 cm		

6.1.4. DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL SECONDO PIANO

codice	CP44	Piano/livello	Secondo	Corpo	D
					
<i>carbonatazione</i>			0.0 cm		

codice	CP80 (pil. 43)	Piano/livello	Secondo	Corpo	D
					
		carbonatazione	0.0 cm		

4.3 PROVE DI COMPRESIONE IN LABORATORIO

La prova su carote di calcestruzzo è un metodo distruttivo che consente di stimare il valore della resistenza a compressione di un conglomerato cementizio attraverso prove di compressione effettuate in laboratorio su provini cilindrici (carote) prelevati in sito mediante macchina carotatrice.

Le carote estratte sono state trasferite presso il laboratorio L&R di Catenanuova, autorizzato ai sensi dell'ex art 59 del D.P.R. n° 380/01 per l'effettuazione di prove su materiali da costruzione con decreto n° 0000160 del 02/08/2016 – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – STC, per essere sottoposte a prove di rottura a compressione semplice.

A tal fine da tutte le carote estratte è stato ricavato, mediante taglio con sega circolare con disco diamantato, n.1 provino cilindrico con rapporto $h/d = 1$ per ciascuna carota.

Tali campioni sono stati successivamente sottoposti a prova di rottura a compressione per la determinazione della resistenza del conglomerato cementizio.

I risultati ottenuti in laboratorio sulle carote di cls sono riportati nel Cert. n° 998/21/g del 31/08/2021 rilasciato dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l. e vengono riepilogati nella seguente tabella:

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIAMETRO PROVINO	ALTEZZA PROVINO	MASSA VOLUMICA	RESIST. A COMPR.
----------------	------------	------------------	-----------------	----------------	------------------

		(mm)	(mm)	(Kg/m ³)	(N/mm ²)
CM3 CANT	Parete 83-92 Piano interrato	94	94	2163	21.6
CTR 89-88 CANT	Trave 88-89 Piano interrato	94	94	2180	37.2
CP 45 PT	Pilastro 45 Piano terra	74	74	2219	17.1
CT 41-45 PT	Trave 41-45 Piano terra	94	94	2083	23.4
CP 41 1°P	Pilastro 41 Primo Piano	74	74	2069	16.0
CT 43-47 1°P	Trave 43-47 Primo Piano	94	94	2238	17.3
CP 44 2°P	Pilastro 44 Secondo Piano	74	74	2185	18.0
CP 80 2°P	Pilastro 43 Secondo Piano	74	74	2295	22.0

5 ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA

5.1 GENERALITÀ

Al fine di verificare lo stato di conservazione ed il mantenimento delle originarie caratteristiche meccaniche sono state estratte n°8 barre di armatura da diversi elementi strutturali, delle quali si esplicitano le caratteristiche nella seguente tabella:

SIGLA CAMPIONE	DATA PRELIEVO	UBICAZIONE	DIAMETRO PROVINO (mm)
BT 1 82-90 CANT	05/07/2021	Trave 82-90 Piano Interrato	14
BM 3 CANT	05/07/2021	Parete 83-92 Piano Interrato	12
BP 37 PT	05/07/2021	Pilastro 37 Piano Terra	12
BT 41-45 PT	05/07/2021	Trave 41-45 Piano Terra	8
BT 40 1°P	06/07/2021	Pilastro 40 Primo Piano	12
BT 38-42 1°P	06/07/2021	Trave 38-42 Primo Piano	10
BP 45 2°P	06/07/2021	Pilastro 45 Secondo Piano	12
BT 32-41 2°P	06/07/2021	Trave 32-41 Secondo Piano	8

Il prelievo di barre d'armatura è stato eseguito mediante l'impiego di:

- Martello demolitore per frantumazione cls;
- Smerigliatrice elettrica con disco per taglio acciaio;
- Saldatrice elettrica a resistenza per ripristino della barra estratta.

5.1.1 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL PIANO SEMINTERRATO

codice	BM 3 CANT	Piano/livello	Interrato	corpo	B'
					
Diametro			12 mm liscio		

codice	BT1 82-90 CANT	Piano/livello	Interrato	corpo	B'
					
		Diametro		14 mm liscio	

5.1.2 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL PIANO TERRA

codice	BP37 PT	Piano/livello	Terra	corpo	D
					
		Diametro		12 mm a.m	

codice	BT1 41-45 PT	Piano/livello	Terra	corpo	D
					
Diametro			8 mm a.m		

5.1.3 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL PRIMO PIANO

codice	BP40 1°P	Piano/livello	Primo	corpo	D
					
			sezione dei ferri a stella		
		Diametro			12 mm a.m.

codice	BP38-42 1°P	Piano/livello	Primo	corpo	D
					
Diametro			10 mm a.m.		

5.1.4 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL SECONDO PIANO

codice	BP45 2°P	Piano/livello	Secondo	corpo	D
					
		Diametro			12 mm a.m.

<i>codice</i>	BP32-41 1°P	<i>Piano/livello</i>	Primo	<i>corpo</i>	D
					
Diametro			8 mm a.m.		

5.2 RISULTATI DI LABORATORIO

Le barre di armatura estratte sono state trasferite presso il laboratorio L&R di Catenanuova, autorizzato ai sensi dell'ex art 59 del D.P.R. n° 380/01 per l'effettuazione di prove su materiali da costruzione con decreto n° 0000160 del 02/08/2016 – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – STC, per essere sottoposte a prova di rottura a trazione semplice.

I risultati ottenuti in laboratorio sono riportati nei Cert. n° 998/21/h del 31/08/2021 rilasciati dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l. vengono riepilogati nella seguente tabella:

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIAMETRO PROVINO (mm)	TENSIONE DI SNERVAMENTO (N/mm²)	TENSIONE DI ROTTURA (N/mm²)
BT 1 82-90 CANT	Trave 82-90 Piano Interrato	14	461.50	572.28
BM 3 CANT	Parete 83-92 Piano Interrato	12	418.90	520.04
BP 37 PT	Pilastro 37 Piano Terra	12	510.30	613.24
BT 41-45 PT	Trave 41-45 Piano Terra	8	420.70	545.57
BP 40 1°P	Pilastro 40 Primo Piano	12	448.70	566.51
BT 38-42 1°P	Trave 38-42 Primo Piano	10	523.80	645.11
BP 45 2°P	Pilastro 44 Secondo Piano	12	502.70	606.25
BT 32-41 2°P	Trave 32-41 Primo Piano	8	502.80	606.51

6 PROVE SULLA CARPENTERIA METALLICA

6.1 GENERALITÀ

Sulle strutture metalliche sono state effettuate prove atte a caratterizzarne la resistenza meccanica sia con prove distruttive consistenti in prelievi di carpenteria da cui sono stati estratti campioni per prove di trazione in laboratorio sia prove non distruttive per la misura della durezza Brinell (metodo HB) da cui stimare la resistenza a trazione. Inoltre sono stati effettuati prelievi di bulloni su cui sono stati eseguite prove di trazione in laboratorio. I campioni estratti sono stati ripristinati tramite saldatura (prelievi di carpenteria) e con bulloni di analoga classe di resistenza e serrati con chiave dinamometrica. Nello specifico sono state eseguite le seguenti prove:

1. AP₈₆ PT Prelievo di acciaio sul pilastro 86 al piano terra
2. AT₁₂₋₁₃ 1°P Prelievo di acciaio sulla trave 12-13 al primo piano
3. AP₁₀₇ 2°P Prelievo di acciaio sul pilastro 107 al secondo piano

4. VT 6-8 PT Prova di durezza sulla trave 6-8 al piano terra¹ corpo A
5. VT 84-94 PT Prova di durezza sulla trave 84-94 al piano terra corpo B
6. VT 85-86 PT Prova di durezza sulla trave 85-86 al piano terra corpo B

¹ Prova eseguita sul profilo a L rinvenuto sul bordo.

- | | |
|----------------------------|---|
| 7. CB ₇₅ PT | Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 75 al piano terra |
| 8. CB ₇₉ PT | Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 79 al piano terra |
| 9. VP 5 1°P | Prova di durezza sul pilastro 5 al primo piano corpo A |
| 10.VP 21 1°P | Prova di durezza sul pilastro 21 al primo piano corpo A |
| 11.VP 117 1°P | Prova di durezza sul pilastro 117 al primo piano corpo C |
| 12.CB ₇₆ 1°P | Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 76 al primo piano |
| 13.CB ₁₈₋₂₁ 1°P | Prelievo di bullone sulla trave 18-21 al primo piano |
| 14.VT 15-18 2°P | Prova di durezza sulla trave 15-18 al primo piano corpo A |
| 15.VT 18-49 2°P | Prova di durezza sulla trave 18-49 al primo piano corpo A |
| 16.VT 19-51 2°P | Prova di durezza sulla trave 19-51 al primo piano corpo A |
| 17.CB ₄₉₋₅₂ 2°P | Prelievo di bullone sulla trave 49-52 al secondo piano |
| 18.CB ₁₀₄ 2°P | Prelievo di bullone sul nodo 104 al secondo piano |

Le prove di durezza sono state eseguite con un durometro portatile mod. ARW-220

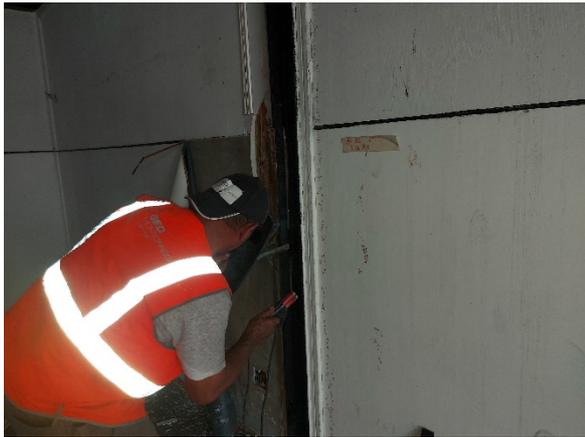
6.2 PRELIEVI DI CAMPIONI DI CARPENTERIA METALLICA

6.2.1 DETTAGLI DELLE INDAGINI ESEGUITE

Di seguito si riportano i dettagli delle varie indagini eseguite:

codice	AP86 PT	Piano/livello	Terra	corpo	D
					

codice	AT12-13 1°P	Piano/livello	1°P	corpo	D
					

codice	AP 107 2°P	Piano/livello	2°P	corpo	D
					

6.2.2 RISULTATI DELLE PROVE DI TRAZIONE SU CARPENTERIA METALLICA

Di seguito si riepilogano i risultati delle prove di trazione eseguite sui campioni di carpenteria metallica e riportati nei Cert. n° 998/21/q del 31/08/2021 rilasciati dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIMENSIONI PROVINO (mm)	TENSIONE DI SNERVAMENTO (N/mm ²)	TENSIONE DI ROTTURA (N/mm ²)
AP 86 PT	Pilastro 86 Piano Terra	35x11	299.29	465.74
AT 12-13 1°P	Trave 12-13 Primo Piano	35x9.5	328.54	443.10
AP 107 2°P	Pilastro 107 Secondo Piano	50x12	285.36	439.82

6.3 PROVE DI DUREZZA SU PROFILATI IN ACCIAIO

6.3.1 GENERALITÀ

La durezza di un materiale è definita come la resistenza alla deformazione permanente generata dalla penetrazione di un altro materiale.

E' quindi un valore numerico che da indicazione sulla deformabilità plastica di un materiale legata alla resistenza offerta alla penetrazione.

Esistono diverse scale di misura (Brinell, Vickers, Rockwell, Mohs) e diversi penetrometri che utilizzano svariate metodologie per la determinazione dei valori di durezza.

Nel nostro caso le misurazioni sono state fatte con un durometro dinamico portatile, dove un corpo d'impatto con una punta in metallo duro azionata da una molla colpisce la superficie del pezzo di prova che si deforma.

Questa deformazione può essere tradotta in perdita di energia cinetica calcolata dalla variazione tra la velocità di impatto con quella di rimbalzo.

La velocità di rimbalzo (e quindi la perdita di energia cinetica) è strettamente legata alla durezza del materiale infatti materiali più duri producono una velocità di rimbalzo superiore rispetto a quelli meno duri.

Lo strumento in questo caso elabora la variazione di energia cinetica (quella di impatto è nota perché sono note le caratteristiche del maglio battente, della molla che genera l'impatto e del percorso fatto dal maglio) e la trasforma in valore di durezza (preimpostando preventivamente il tipo di materiale da testare).

Sono state eseguite 3 prove per piano le cui ubicazioni sono indicate nelle planimetrie allegate.

6.3.2 APPARECCHIATURA DI PROVA

Le prove di durezza sono state eseguite mediante l'impiego di:

- Durometro dinamico portatile ARW mod. 220 con dispositivo d'impatto tipo D.

6.3.3 MODALITÀ ESECUTIVE E RISULTATI DELLA PROVA

Le prove di durezza Brinell sono state eseguite facendo per ogni prova 5 battute col dispositivo d'impatto; dei valori ottenuti è stata successivamente effettuata la media.

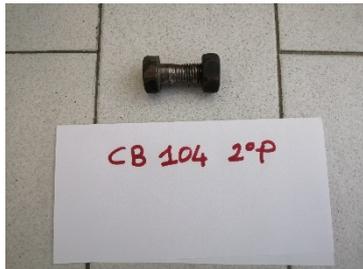
Riepilogando i risultati per tutte le prove si ha:

SIGLA PROVA	DATA ESECUZIONE	UBICAZIONE	DIREZIONE DI IMPATTO	Valori HB	HB medio	Resistenza rottura σ (N/mm ²)	foto
VT 85-86 PT	05/07/2021	Trave 85-86 Piano terra	→	134	115	388	
				126			
				101			
				105			
				109			
VT 84-94 PT	05/07/2021	Trave 84-94 Piano terra	→	105	106	355	
				105			
				109			
				104			
				107			
VT 6-8 PT	05/07/2021	Trave 6-8 (profilo a L) Piano terra	↑	100	109	370	n.d.
				110			
				105			
				112			
				116			
VP 5 1°P	05/07/2021	Pilastro 5 Primo Piano	→	122	151	507	
				200			
				179			
				157			
				110			
VP 21 1°P	05/07/2021	Pilastro 21 Primo Piano	→	136	137	462	
				129			
				159			
				137			
				124			
VP 117 1°P	09/07/2021	Pilastro 117 Primo Piano	→	141	148	498	
				148			
				152			
				147			
				150			
VT 15-18 2°P	06/07/2021	Trave 15-18 Secondo Piano	→	114	104	347	
				87			
				132			
				113			
				82			
VT 18-49 2°P	06/07/2021	Trave 18-40 Secondo Piano	↑	116	115	388	
				116			
				116			
				111			
				119			
VT 19-51 2°P	06/07/2021	Trave 19-51 Secondo Piano	↑	86	100	336	
				95			
				107			
				103			
				113			

6.4 PROVE DI TRAZIONE SU BULLONI

Di seguito si riepilogano i risultati delle prove di trazione eseguite sui bulloni prelevati e riportati nei Cert. n° 998/21/r del 31/08/2021 rilasciati dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIAMETRO BULLONE (mm)	CARICO DI ROTTURA (KN)	FOTO
CB 75 PT	Nodo 75 Piano Terra	M18	209.360	
CB 79 PT	Nodo 79 Piano Terra	M18	206.170	
CB 76 1°P	Nodo 76 Primo Piano	M18	205.900	
CB 18-21 1°P	Trave 18-21 Primo Piano	M18	203.830	

CB 49-52 2°P	Trave 49-52 Secondo Piano	M18	203.020	
CB 104 2°P	Nodo 104 Secondo Piano	M18	200.050	

7 ULTERIORI INDAGINI

7.1 GENERALITÀ

Sono stati eseguiti ulteriori saggi diretti su elementi strutturali e non al fine di accertare dettagli costruttivi della struttura. In particolare sono eseguiti:

- N. 4 rilievi sulle murature per accertarne la consistenza;
- N. 2 rilievi per accertare la presenza di controventature;
- N. 18 rilievi geometrici di alcuni elementi strutturali in acciaio (travi e pilastri, nodi e particolari dei collegamenti alla base delle strutture metalliche);
- N. 2 rilievi geometrici dei particolari del collegamento alla base delle strutture metalliche;
- N. 3 rilievi dei giunti strutturali;

Complessivamente sono stati eseguiti 29 saggi e rilievi come di seguito dettagliato:

1. Sp1 Saggio sulla piastra di base del pilastro 12, piano terra – Corpo C
2. Sp2 Saggio sulla piastra di base del pilastro 87, piano terra – Corpo B
3. M1 Saggio sulla muratura tra i pilastri 123-124, piano terra – Corpo D
4. M2 Saggio sulla muratura 81-82, piano interrato – Corpo B'
5. M3 Saggio sulla muratura 83-92, piano interrato – Corpo B'
6. M4 Saggio sulla muratura 98-99, piano terra – Corpo B
7. G1 Saggio rilievo presenza giunto corpi A-D, piano terra

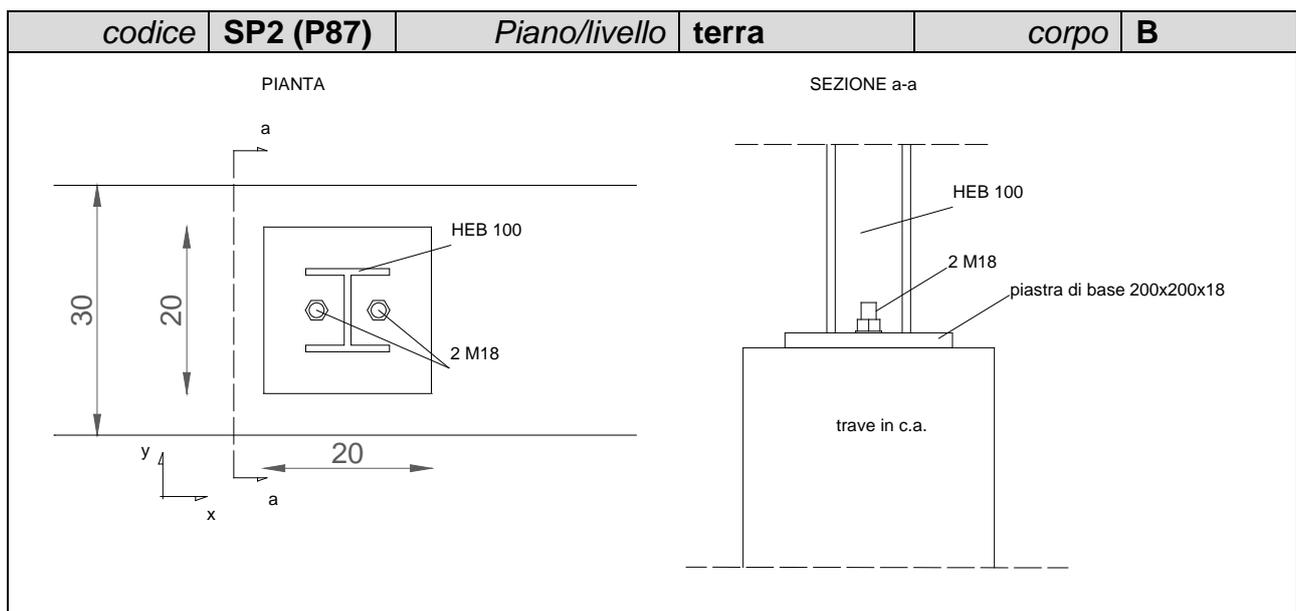
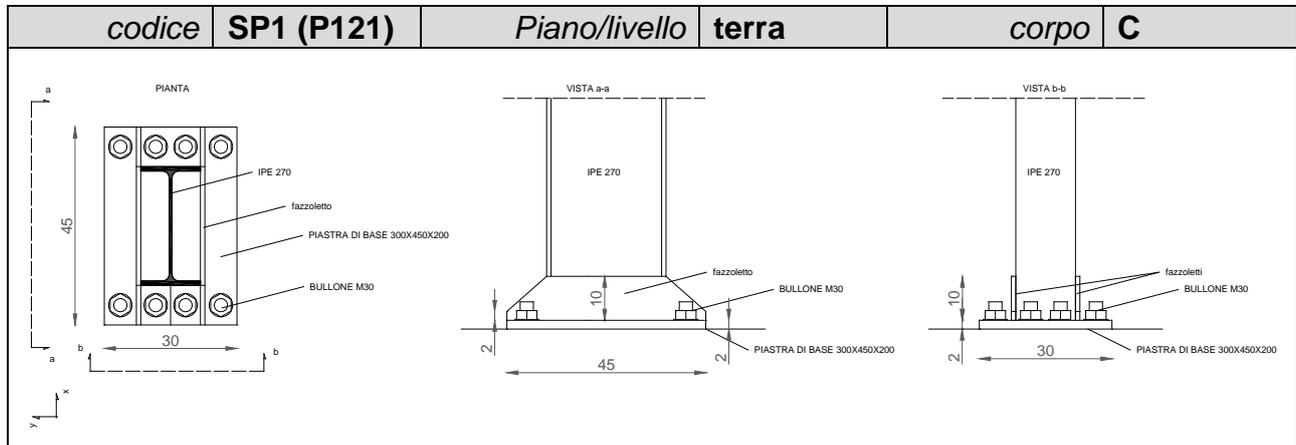
8. G2	Saggio rilievo presenza giunto corpi B-C, piano terra
9. G3	Saggio rilievo presenza giunto corpi B-D, piano terra
10. C1-2	Saggio rilievo controventature tra i pilastri 1-2, piano terra – corpo A
11. C29-30	Saggio rilievo controventature tra i pilastri 29-30, piano terra – corpo A
12. RP86	Rilievo geometria pilastro 86, piano terra – corpo B
13. RP117	Rilievo geometria pilastro 127, piano terra – corpo C
14. RT52-53	Rilievo geometria trave 52-53, piano terra – corpo B
15. RN86	Rilievo geometria nodo 86, piano terra – corpo B
16. RN95	Rilievo geometria nodo 95, piano terra – corpo B
17. RN24-27	Rilievo geometria nodo travi 24-27, piano terra – corpo A
18. RP1	Rilievo geometria pilastro 1, primo piano – corpo A
19. RP15	Rilievo geometria pilastro 15, primo piano – corpo A
20. RT12-13	Rilievo geometria trave 12-13, primo piano – corpo A
21. RT48-52	Rilievo geometria trave 49-52, primo piano – corpo A
22. RT117-118	Rilievo geometria trave 117-118, primo piano – corpo C
23. RN67	Rilievo geometria nodo 67, primo piano – corpo B
24. RN117	Rilievo geometria nodo 117, primo piano – corpo C
25. RP2	Rilievo geometria pilastro 2, secondo piano – corpo A
26. RP86	Rilievo geometria pilastro 86, secondo piano – corpo B
27. RT15-18	Rilievo geometria trave 15-18, secondo piano – corpo A
28. RT18-49	Rilievo geometria trave 18-49, secondo piano – corpo A
29. RN18	Rilievo geometria nodo 18, secondo piano – corpo A

I risultati delle prove M2 e M3 sono già stati riportati nei paragrafi delle indagini pacometriche al piano interrato.

7.2 RISULTATI DELLE PROVE

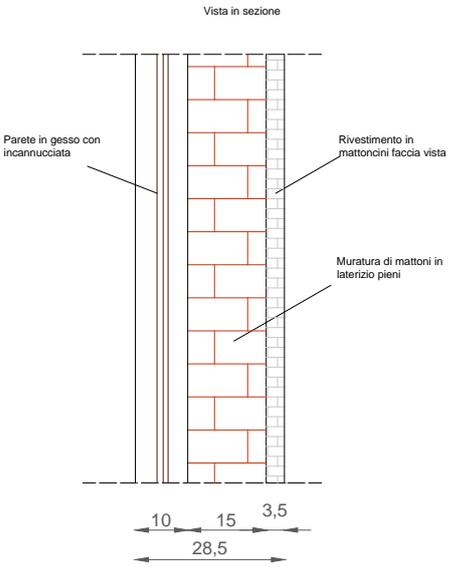
Di seguito si riportano, in schede monografiche i risultati conseguiti dalle indagini. Per la simbologia adottata per le armature si faccia riferimento a quanto indicato nella Tabella 1.

7.2.1 PIANO TERRA



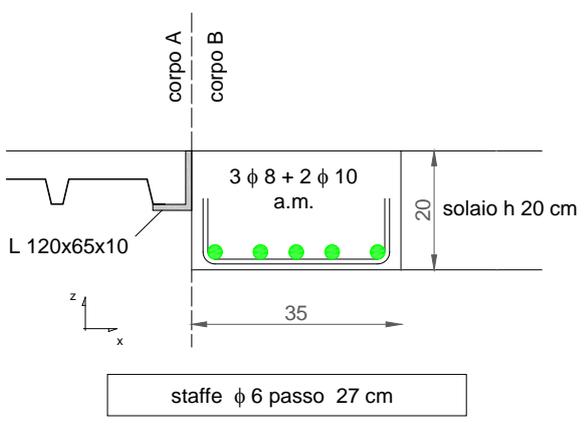


codice	M1	Piano/livello	terra	corpo	C
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Vista in sezione</p> </div> <div style="width: 45%;"> </div> </div>					
0 cm			10 cm		

codice	M4	Piano/livello	terra	corpo	B
<p style="text-align: center;">Vista in sezione</p>  <p>Parete in gesso con incannucciata</p> <p>Rivestimento in mattoncini faccia vista</p> <p>Muratura di mattoni in laterizio pieni</p> <p>10 15 3,5 28,5</p>					
					
<p style="text-align: center;">0 cm</p>		<p style="text-align: center;">10 cm</p>			

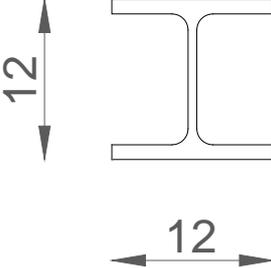
codice	C1-2	Piano/livello	terra	corpo	A
Non è stata riscontrata la presenza di controventature					
					

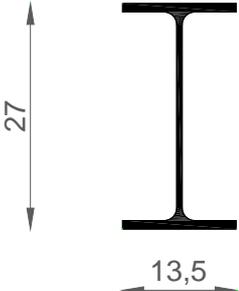
codice	C29-30	Piano/livello	terra	corpo	A
Non è stata riscontrata la presenza di controventature					
					

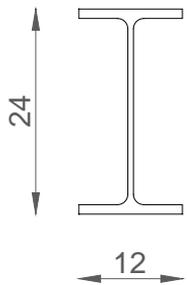
codice	G1	Piano/livello	terra	corpo	A-B
I solai dei due corpi (A e B) sono realizzati in adiacenza, ma strutturalmente disgiunti.					
					

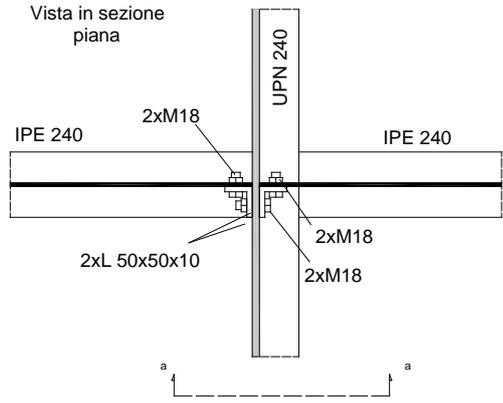
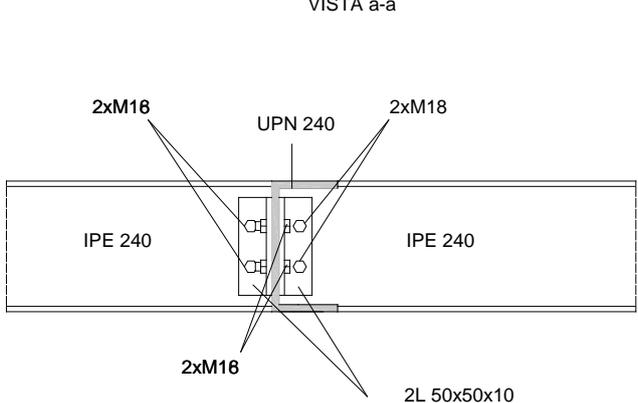
codice	G2	Piano/livello	terra	corpo	B-C
<p>A causa della presenza di una pluviale non è stato possibile indagare nel dettaglio il giunto tra le due strutture che comunque appaiono strutturalmente separate per uno spessore di 10 cm circa.</p>					

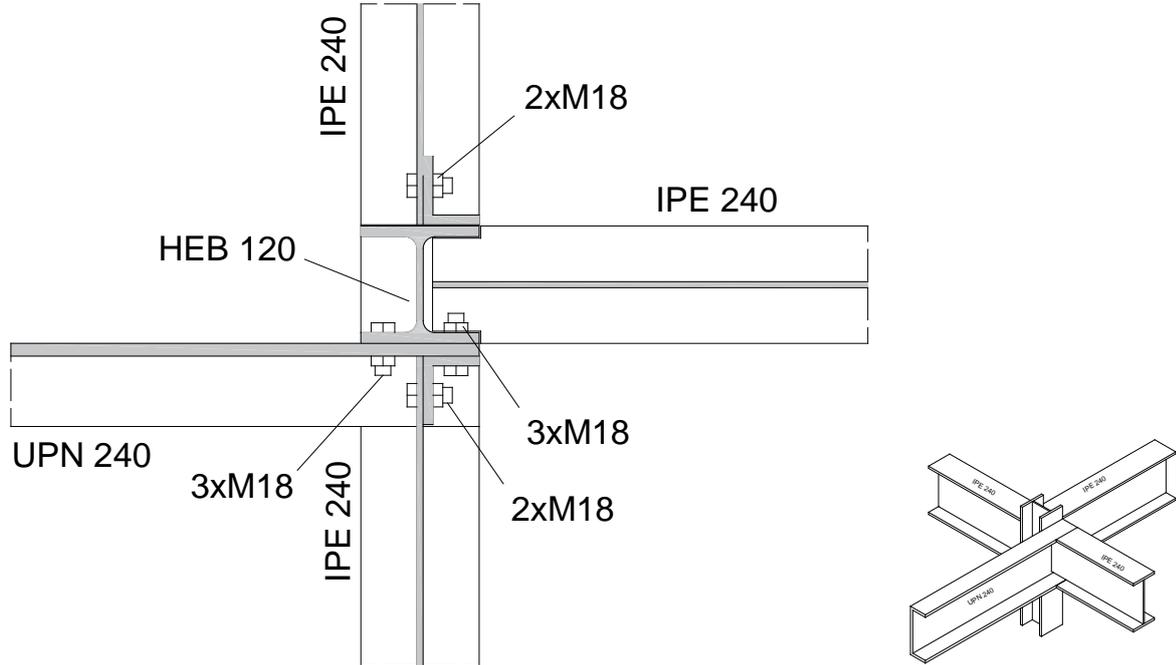
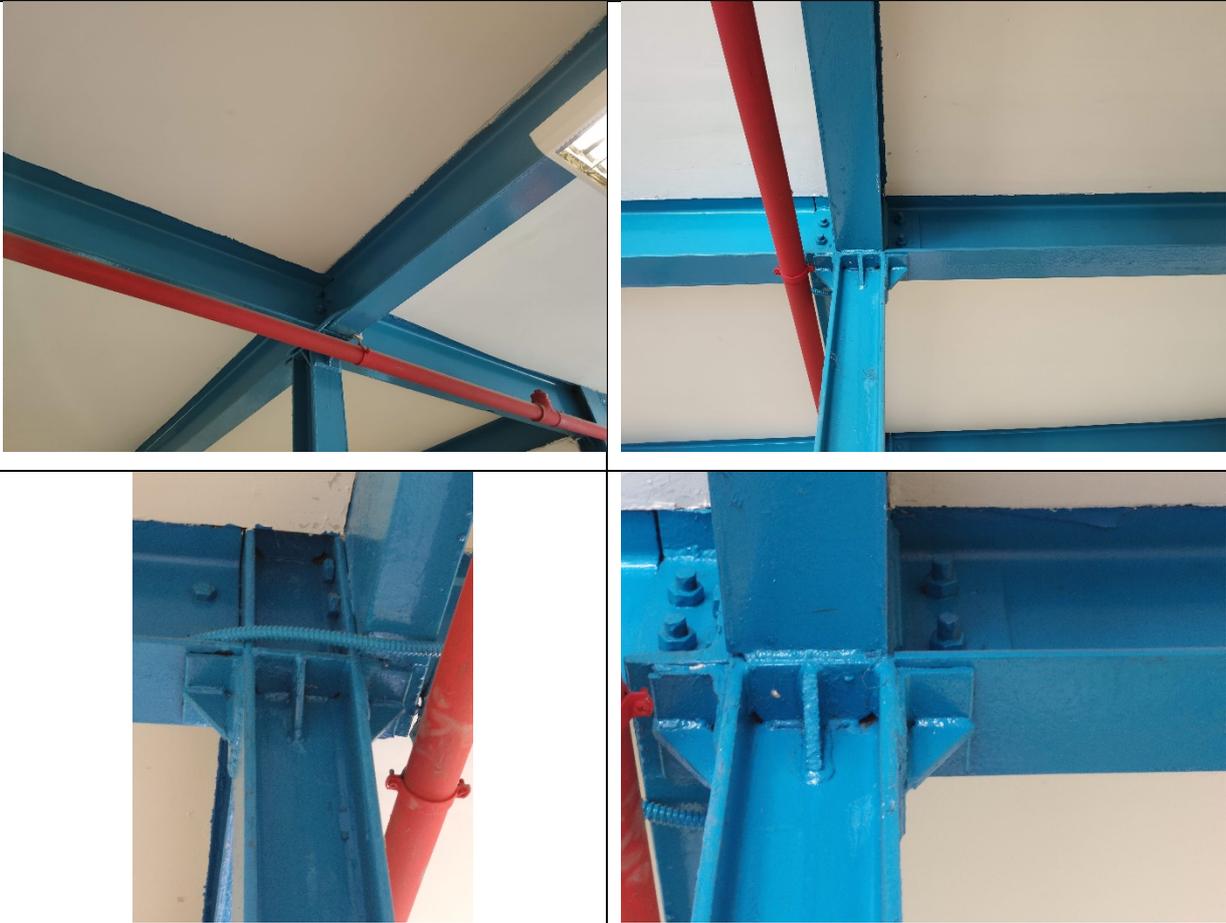
codice	G3	Piano/livello	terra	corpo	D-B
<p>I due corpi sono strutturalmente sconnessi ma i due solai sono realizzati in adiacenza</p>					

codice	RP86	Piano/livello	terra	corpo	B
<p>profilo HEB 120</p> 					

codice	RP117	Piano/livello	terra	corpo	C
<p>IPE 270</p> 					

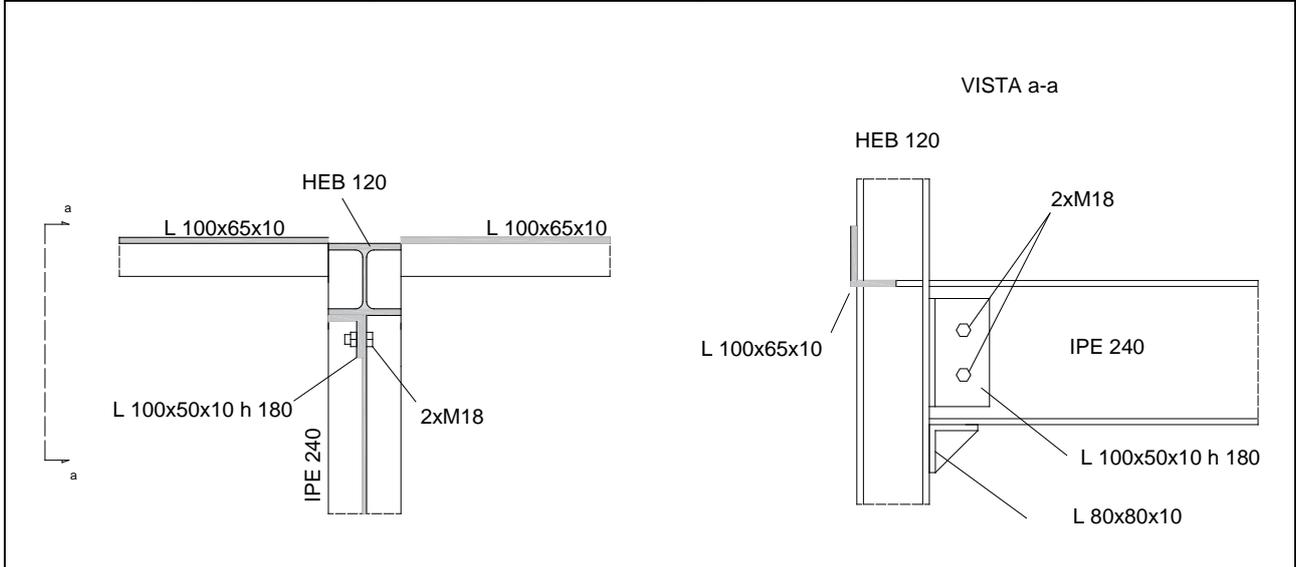
codice	RT52-53	Piano/livello	terra	corpo	A
<p>profilo IPE 240</p> 					

codice	RT24-27	Piano/livello	terra	corpo	A
<p>Vista in sezione piana</p> 		<p>VISTA a-a</p> 			

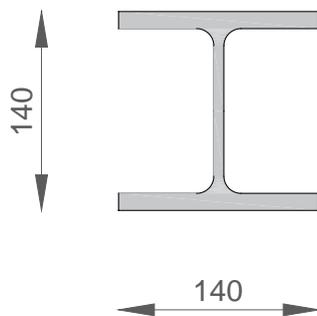
codice	RN86	Piano/livello	terra	corpo	B
 <p data-bbox="172 1037 427 1070"><i>Vista in sezione piana</i></p> <p data-bbox="1090 1037 1337 1070"><i>vista tridimensionale</i></p>					
					



<i>codice</i>	RN95	<i>Piano/livello</i>	terra	<i>corpo</i>	B
---------------	-------------	----------------------	--------------	--------------	----------



profilo HEB 140



codice

RP15

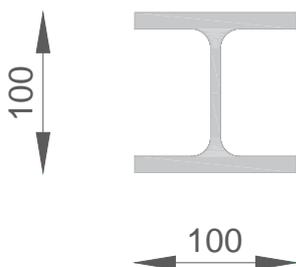
Piano/livello

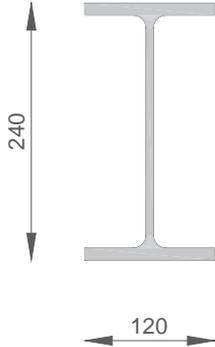
Primo

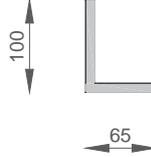
corpo

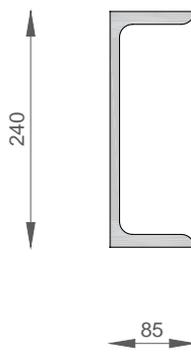
A

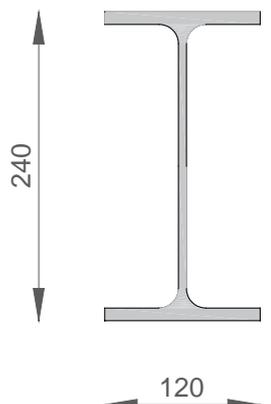
profilo HEB 100

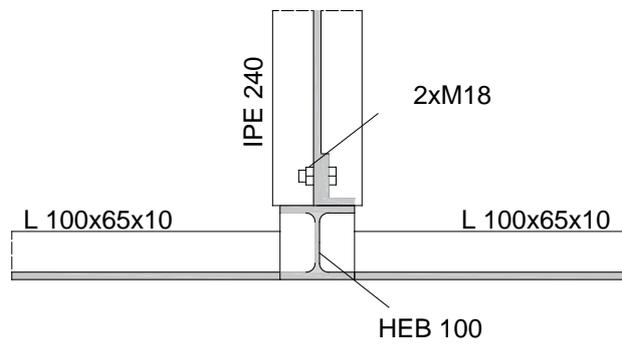


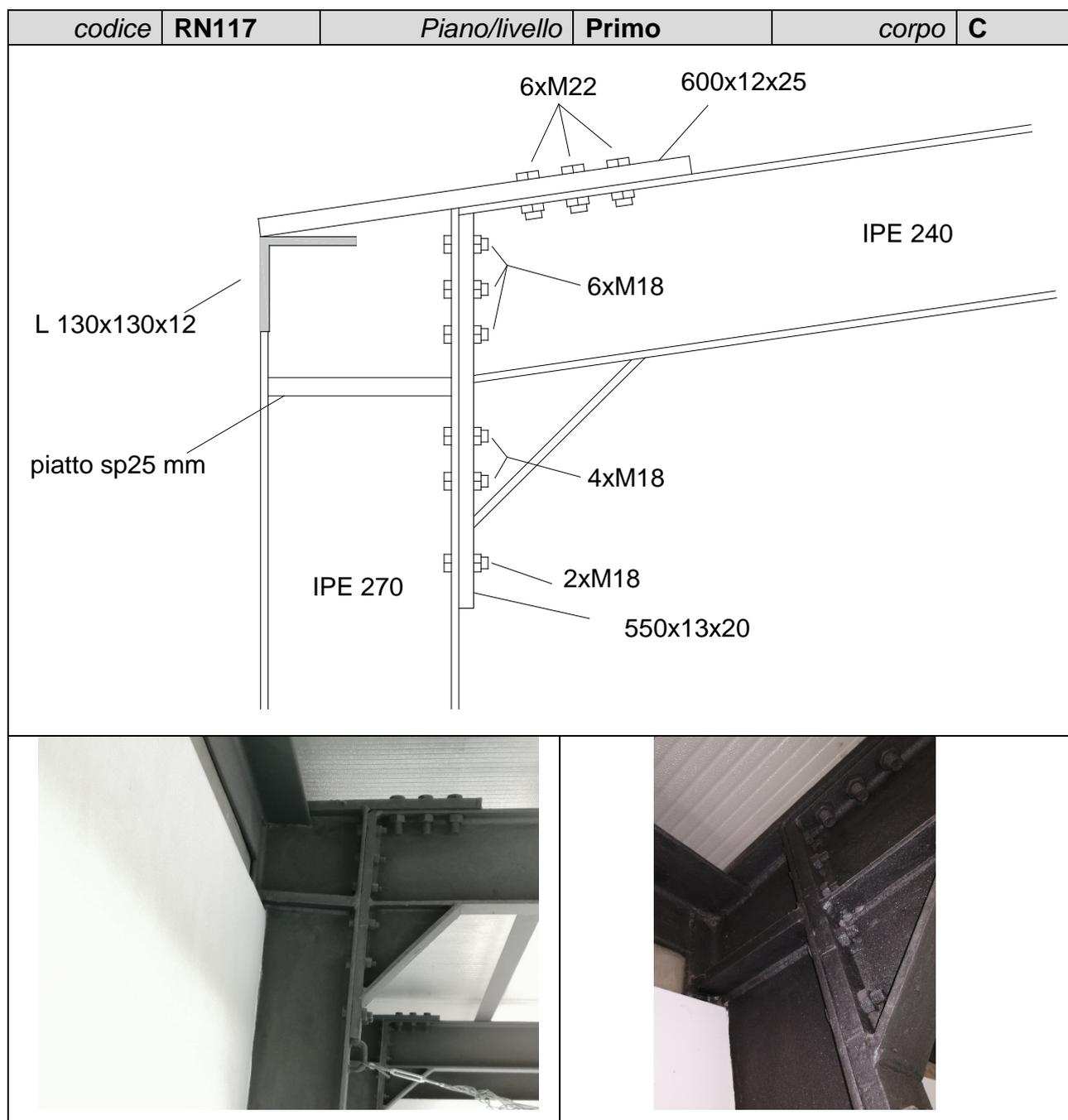
codice	RT12-13	Piano/livello	Primo	corpo	A
<p>profilo IPE 240</p> 					

codice	RT14-16	Piano/livello	Primo	corpo	A
 <p>L 100x65x10</p> <p>Non esiste una vera trave ma solo un profilo ad L per contenere il getto di completamento del solaio</p>					

codice	RT49-52	Piano/livello	Primo	corpo	A
<p>profilo UPN 240</p> 					

<i>codice</i>	RT117-118	<i>Piano/livello</i>	Primo	<i>corpo</i>	A
<p>profilo IPE 240</p> 					

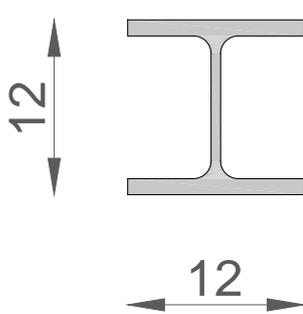
<i>codice</i>	RN67	<i>Piano/livello</i>	Primo	<i>corpo</i>	B
					

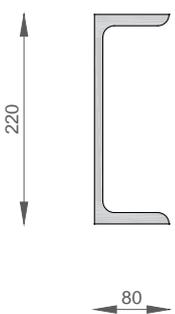
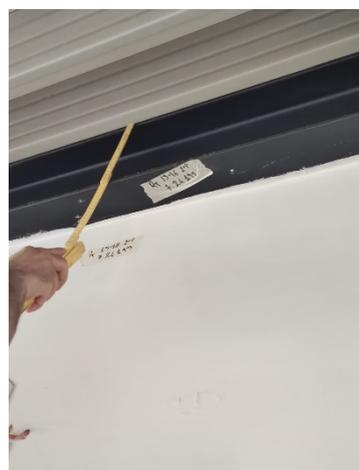


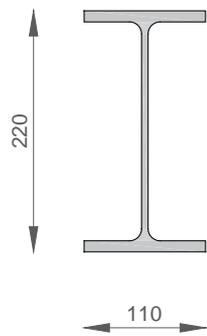


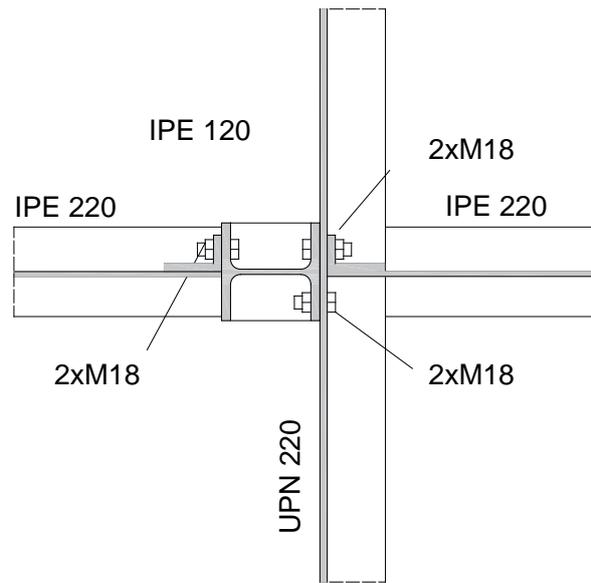
7.2.3 SECONDO PIANO

codice	RP2	Piano/livello	Secondo	corpo	A
profilo HEB 140					

codice	RP86	Piano/livello	Secondo	corpo	B
profilo HEB 120					
					
					

codice	RT15-18	Piano/livello	Secondo	corpo	A
profilo UPN 220					
					
					
		<p>La sigla sull'etichetta è errata. Si tratta della trave 15-18 al 2°p</p>			

codice	RT18-49	Piano/livello	Secondo	corpo	A
<p>profilo IPE 220</p> 					

codice	RN18	Piano/livello	Secondo	corpo	A
					

Catananuova (EN), 10/09/2021

Rapporto di Prova n° 998/21-g

Rapporto di prova composto da n° 1 Pagina

Pagina 1

Verbale di accettazione n° 998/2021

del 31/08/2021

Il Richiedente Direttore dei Lavori: ---

Nella richiesta di prova i campioni sono dichiarati provenienti da:

Opera: **Indagini finalizzate alle verifiche di vulnerabilità sismica della scuola**
Edificio: **61° IC Sauro - Errico Pascoli, Piantodosi. Via Fratelli Rosselli, 29. Codice scheda 7.24.195**

Località: ---

Proprietario: ---

Impresa: ---

N° Provinci: 8

SETTORE CALCESTRUZZI												
PROVA DI RESISTENZA A COMPRESIONE E DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA SU PROVINI CILINDRICI E/O CAROTE DI CALCESTRUZZO INDURITO												
NORME DI RIFERIMENTO					(UNI EN 12390-3) (UNI EN 12390-7)							
DATI DICHIARATI					RISULTATI DI PROVA							
SIGLA CAMPIONE	PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	CLASSE DI RESIST. (N/mm ²)	DATA PRELIEVO	DATA PROVA	DIMENSIONI (mm)		MASSA VOLUMICA (Kg/m ³)	CARICO DI ROTTURA (kN)	RESIST. A COMPR. (N/mm ²)	TIPO DI ROTT. (1)	RETT. (2)
						H	Φ					
CTR 89-88 CANT	Trave 89 - 88 Cantinato	---	-	05/07/2021	02/09/2021	100	100	2180	291,89	37,2	S	No
C M-3 CANT	Muratura 3 Cantinato	---	-	05/07/2021	02/09/2021	100	100	2163	169,95	21,6	S	No
CP 45 PT	Pilastro 45 Piano Terra	---	-	05/07/2021	02/09/2021	74	74	2219	73,55	17,1	S	No
CT 41-45 PT	Trave 41 - 45 Piano Terra	---	-	05/07/2021	02/09/2021	100	100	2083	183,67	23,4	S	No
CT 43-47 1°P	Trave 43 - 47 Piano 1°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	100	100	2238	135,48	17,3	S	No
CP 41 1°P	Pilastro 41 Piano 1°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	74	74	2069	68,76	16,0	S	No
CP 80 2°P	Pilastro 80 Piano 2°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	74	74	2295	94,77	22,0	S	No
CP 44 2°P	Pilastro 44 Piano 2°	---	-	06/07/2021	02/09/2021	74	74	2185	77,55	18,0	S	No

(1) TIPO DI ROTTURA: S - Rottura soddisfacente (Rif.to fig. 3 Norma UNI EN 12390-3)

NS/n - Rottura non soddisfacente di tipo "n" (Rif.to fig. 4 Norma UNI EN 12390-3; Tipo di rottura da "A" a "K")

(2) RETTIFICA: SI - I campioni sono stati sottoposti a rettifica mediante molatura perchè non erano conformi alla norma UNI EN12390-1

NO - I campioni non sono stati sottoposti a rettifica mediante molatura perchè erano conformi alla norma UNI EN12390-1

Prova eseguita con attrezzatura: Pressa LBG da 3000 kN matricola N° 08N/001 Certificato di taratura LAT 017 n° 38904 del 23/06/2021

Note: I provini cilindrici sono stati ricavati dalle carote tramite sega circolare munita di lama diamantata.

Richiesta sottoscritta dalla Direzione Lavori: NO

La Lettera di Richiesta Prove è firmata dal Dott. Ing. Fabio Neri in qualità di Capogruppo delle attività specialistiche.

Il presente Rapporto di Prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla Legge 1086/71.

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Ognibene

Catenanuova (EN), 10/09/2021

Rapporto di Prova n° 998/21-h

Rapporto di Prova composto da n° 5 Pagine

Pagina 1

Verbale di accettazione n° 998/2021

del 31/08/2021

Il Richiedente Direttore dei Lavori:

Nella richiesta di prova i campioni sono dichiarati provenienti da:

Opera: **Indagini finalizzate alle verifiche di vulnerabilità sismica della scuola
Edificio: 61° IC Sauro - Errico Pascoli, Piantedosi. Via Fratelli Rosselli, 29. Codice scheda 7.24.195**

Località: ---

Proprietario: ---

Impresa: ---

N° Provinci: 8

SETTORE ACCIAI	
PROVA DI TRAZIONE E PIEGAMENTO SU CAMPIONI DI ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	
NORME DI RIFERIMENTO	(UNI EN ISO 6892-1) (UNI EN ISO 15630-1) (UNI EN ISO 7438)

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 82 - 90 Cantinato	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT 1 82-90 CANT	09/09/2021	14	1	14,24	461,50	91166	572,28	N.D.	N.D.	18,8	7,5	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

(1) ESITO PROVA PIEGAMENTO - A Piegata a 180°; B Piegata a 90° e parziale raddrizzamento di almeno 20°; - (1) Senza cricche; (2) Con cricche

N.D. - NON DETERMINATO

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Onibene



DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Muratura 3 Cantinato	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BM 3 CANT	09/09/2021	12	1	11,91	418,90	57949	520,04	N.D.	N.D.	19,6	7,7	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro 37 - Piano Terra	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP 37 PT	09/09/2021	12	1	12,01	510,30	69527	613,24	N.D.	N.D.	19,0	7,5	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

(1) ESITO PROVA PIEGAMENTO - A Piega a 180°; B Piega a 90° e parziale raddrizzamento di almeno 20°; - (1) Senza cricche; (2) Con cricche

N.D. - NON DETERMINATO

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Ognibene



DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 41-45 - PT	---	05/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT 41-45 PT	09/09/2021	8	1	8,34	420,70	29483	545,57	N.D.	N.D.	18,5	8,3	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 38-42 - 1° Piano	---	06/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT 38-42 1°P	09/09/2021	10	1	10,15	523,80	52208	645,11	N.D.	N.D.	18,8	7,5	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

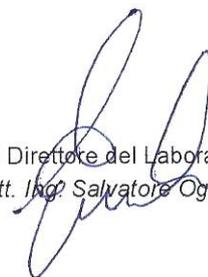
(1) ESITO PROVA PIEGAMENTO - A Piega a 180°; B Piega a 90° e parziale raddrizzamento di almeno 20°; - (1) Senza cricche; (2) Con cricche

N.D. - NON DETERMINATO

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Ognibene



DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro 40 - 1° Piano	---	06/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP 40 1°P	09/09/2021	14	1	13,48	448,70	73751	566,51	N.D.	N.D.	17,5	7,7	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro 45 - 2° Piano	---	06/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/ft	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP 45 2°P	09/09/2021	12	1	12,58	502,70	75390	606,25	N.D.	N.D.	20,6	7,6	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

(1) ESITO PROVA PIEGAMENTO - A Piega a 180°; B Piega a 90° e parziale raddrizzamento di almeno 20°; - (1) Senza cricche; (2) Con cricche

N.D. - NON DETERMINATO

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Ognibene



DATI DICHIARATI		
PARTED'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave 32-41 - 2° Piano	---	07/07/2021

RISULTATI DI PROVA														
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/ft	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT 32-41 2°P	09/09/2021	8	1	8,60	502,80	32208	606,51	N.D.	N.D.	N.D.	17,1	8,6	N.D.	N.D.

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	---
---	-------------------------------------	------------------	-----

(1) ESITO PROVA PIEGAMENTO - **A** Piega a 180°; **B** Piega a 90° e parziale raddrizzamento di almeno 20°; - (1) Senza cricche; (2) Con cricche

N.D. - NON DETERMINATO

Prova di trazione eseguita con attrezzatura: Pressa Universale LBG da 600 kN matricola N° A012 Certificato LAT 017 n° 38902 del 23/06/2021

Note: I campioni "BT 1 82-90 CANT" - "BM 3 CANT" - "BT 32-41 2°P" sono delle barre di tondo liscio.

Richiesta sottoscritta dalla Direzione Lavori: **NO**

La Lettera di Richiesta Prove è firmata dal Dott. Ing. Fabio Neri in qualità di Capogruppo delle attività specialistiche.

Il presente Rapporto di Prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla Legge 1086/71.

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Ognibene





**LABORATORIO PROVE E SPERIMENTAZIONI
SU MATERIALI DA COSTRUZIONE E STRUTTURE**

Autorizzato ai sensi della Legge n° 1086/71
Decreto Ministeriale n° 0000172 del 30/07/2021
Circolare 08/09/2010, n° 7617/STC - Settore "A"
Prove di carico su piastra - Prove di carico su pali

Modulo	M-ACC-004-C
Revisione	R6
data	05/08/2016

Catenuova (EN), 10/09/2021

Rapporto di Prova n° 998/21-q

Rapporto di prova composto da n° 1 Pagina

Pagina 1

Verbale di accettazione n° 998/2021

Del 31/08/2021

Il Richiedente Direttore dei Lavori: ---

Nella richiesta di prova i campioni sono dichiarati provenienti da:

Opera: **Indagini finalizzate alle verifiche di vulnerabilità sismica della scuola**
Edificio: **61° IC Sauro - Errico Pascoli, Piantadosi. Via Fratelli Rosselli, 29. Codice scheda 7.24.195**

Località: ---

Proprietario: ---

Impresa: ---

N° Provini: 3

SETTORE ACCIAI	
PROVA DI TRAZIONE SU PROFILATI E LAMIERE	
NORME DI RIFERIMENTO	(UNI EN ISO 6892-1)

DATI DICHIARATI					RISULTATI DI PROVA								
SIGLA CAMPIONE	PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	TIPO DI ACCIAIO	DATA PRELIEVO	DATA PROVA	SIGLA PROV.	SPESSORE MEDIO (mm)	LARGHEZZA MEDIA (mm)	SEZIONE S ₀ (mm ²)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	ALL. (+) %
AP 86 PT	Pilastro 86 Piano Terra	-	---	07/07/2021	20/07/2021	1	11,00	35,00	385,00	299,29	179310	465,74	26,7
AT 12-13 1°P	Trave 12 - 13 Piano 1°	-	---	07/07/2021	20/07/2021	1	9,50	35,00	332,50	328,54	147330	443,10	26,6
AT 107 2°P	Trave 107 Piano 2°	-	---	07/07/2021	20/07/2021	1	12,00	50,00	600,00	285,36	263890	439,82	28,2

NOME FERRIERA (ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE)	MARCHIO NON RILEVATO IN LABORATORIO	MARCHIO RILEVATO	----
--	-------------------------------------	------------------	------

Prova di trazione eseguita con attrezzatura: Pressa Universale LBG da 600 kN matricola N° A012 Certificato LAT 017 n° 38902 del 23/06/2021

Note: (*) $L_0=5,65(S_0)^{0,5}$

Richiesta sottoscritta dalla Direzione Lavori: **NO**

La Lettera di Richiesta Prove è firmata dal Dott. Ing. Fabio Neri in qualità di Coordinatore attività specialistiche.

Il presente Rapporto di Prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla Legge 1086/71.

Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Onibene

L&R Laboratori e Ricerche srl

Sede Legale e Amministrativa: Via Pablo Picasso, 2 -95037- San Giovanni la Punta (CT)
Laboratorio: Zona Industriale - Capannone n. 5 -94010- Catenuova (EN)

Capitale Sociale € 10.000 Codice Fiscale, P.IVA e Iscrizione al Registro delle Imprese di Catania n. 04053900876, Iscritta al R.E.A. 270647
Tel. +39 095336490 Fax +39 0957336297 E-mail: info@lr-srl.it; laboratorio@lr-srl.it

Catananuova (EN), 10/09/2021

Rapporto di Prova n° 998/21-r

Rapporto di Prova composto da n° 1 Pagina

Pagina 1

Verbale di accettazione n° 998/2021

Del 31/08/2021

Il Richiedente Direttore dei Lavori: ---

Nella richiesta di prova i campioni sono dichiarati provenienti da:

Opera: Indagini finalizzate alle verifiche di vulnerabilità sismica della scuola
Edificio: 61° IC Sauro - Errico Pascoli, Piantedosi. Via Fratelli Rosselli, 29. Codice scheda 7.24.195

Località: ---

Proprietario: ---

Impresa: ---

N° Provi: 6

SETTORE ACCIAI									
PROVA DI TRAZIONE SU BULLONI									
NORME DI RIFERIMENTO					(UNI EN ISO 898-1)				
DATI DICHIARATI					RISULTATI DI PROVA				
SIGLA CAMPIONE	PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	TIPO DI BULLONE	DATA PRELIEVO	DATA PROVA	SIGLA PROV.	TIPO BULLONE Md*P*L*CR (1)	AREA DI SOLLECITAZIONE NOMINALE As,nom (mm²) (2)	CARICO DI ROTTURA (N)
CB 79 PT	Bullone P 79 - P. Terra	-	-	07/07/2021	10/09/2021	1	M18 x 2,50 x 45 - 8.8	192	206170
CB 75 PT	Bullone P 75 - P. Terra	-	-	07/07/2021	10/09/2021	1	M18 x 2,50 x 45 - 8.8	192	209360
CB 76 1°P	Bullone P 76 - Piano 1°	-	-	07/07/2021	10/09/2021	1	M18 x 2,50 x 45 - 8.8	192	205900
CB 18-21 1°P	Bullone T 18-21 - Piano 1°	-	-	07/07/2021	10/09/2021	1	M18 x 2,50 x 45 - 8.8	192	203840
CB 49-52 2°P	Bullone T 49-52 - Piano 2°	-	-	07/07/2021	10/09/2021	1	M18 x 2,50 x 45 - 8.8	192	203020

Prova di trazione eseguita con attrezzatura: Pressa Universale LBG da 600 kN matricola N° A012 Certificato LAT 017 n° 38902 del 23/06/2021

Note:

(1) Md = diametro nominale; P = passo; L = lunghezza del bullone; CR = classe di resistenza

(2) Valore riportato nella Norma UNI EN ISO 898-1 prospetti 4 e 6

Richiesta sottoscritta dalla Direzione Lavori: **NO**

La Lettera di Richiesta Prove è firmata dal Dott. Ing. Fabio Neri in qualità di Coordinatore attività specialistiche.

Il presente Rapporto di Prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla Legge 1086/71.

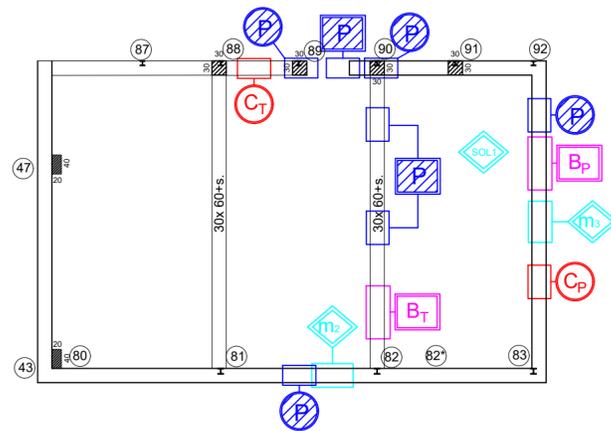
Lo Sperimentatore

Geom. Vincenzo La Monaca

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Salvatore Ognibene



Carpenteria piano cantinato
Quota: + 0.00 m



CLS

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Impalcato terra	+ 0.00 m	66 mq
CAROTAGGI		
PIL n.carote: 1	(83)-(92)	
TRV n.carote:1	(88)-(89)	
PRELIEVI BARRE		
PIL n.prelievi: 1	(83)-(92)	
TRV n.prelievi: 1	(82)-(90)	
PACOMETRIE E SAGGI		
PIL tot pacom: 1	(89)	
PAR tot pacom: 3	(89)-(91) (83)-(92) (81)-(82)	
TRV tot pacom: 3	(82*)-(91) (82*)-(91) (89)-(90) mezzeria appoggio	
INDAGINI VISIVE		
solai	n.1	
tampon. esterna	n.2	



geol. Sergio Dolfin
ing. Andrea De Maio



COMUNE DI NAPOLI

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD



► ELABORATO: Fase2_RRI02 ► OGGETTO: Relazione sui risultati delle indagini piano interrato
► SCALA: ► DATA: 21/09/21 ► REV: [0]

► RTP

Capogruppo e coordinatore scientifico:
Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)

PROGEN s.r.l.
Assicurazione obbligo
Ing. FABIO NERI

Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:
Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)

Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:
Geol. Sergio Dolfin

Professionisti collaboratori tecnici:
Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)

Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:
Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)

► STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.
Ing. Marianna Vanacore

Esecuzione indagini strutturali geognostiche:
Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin

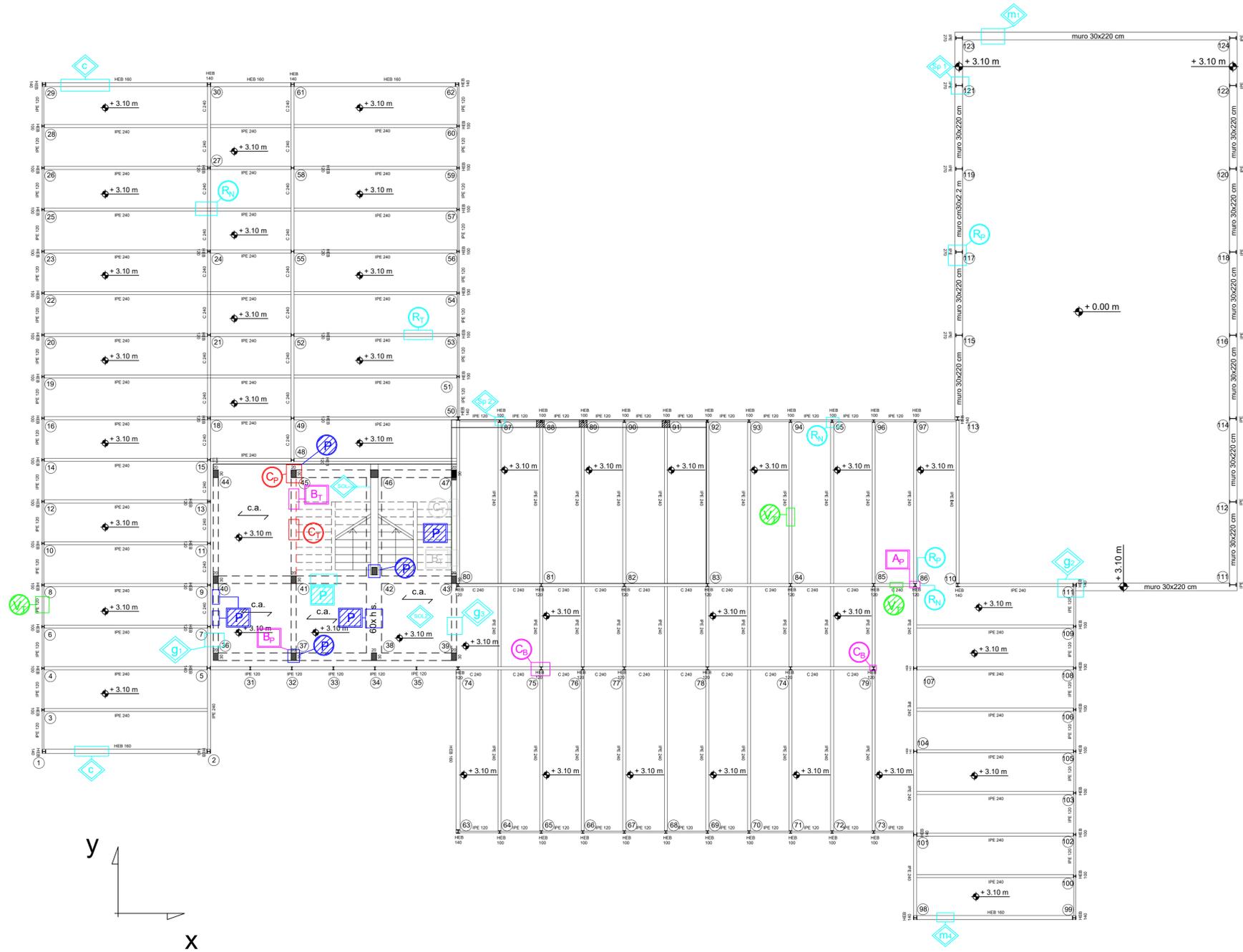
Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:
Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)

Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):
Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)

Gestione informativa del servizio:
Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

R.U.P.
Arch. Alfonso Ghezzi

Carpenteria primo impalcato
Quota : + 3.10 m



CARPENTERIA METALLICA

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Primo impalcato	+ 3.10 m	724 mq
PRELIEVI ACCIAIO		
A_p PIL n.prelievi: 1	(86)	
PROVE DI DUREZZA		
TRV n.prove: 3	(6) (8) (84) (94) (85) (86)	
CAMPIONE BULLONI		
B_p n.prove: 2	(75) (79)	
INDAGINI VISIVE		
s solai	n.2 (s)	
m tampon. esterna	n.2 (m)	
Sp Saggio piastra di base	n.2 (Sp)	
g giunto	n.3 (g)	
c controvento	n.2 (c)	
RILIEVO GEOMETRICO NODI/TRAVI/PILASTRI		
R_n N.3	(86) (24) (27) (95)	
R_t N. 1	(52) (53)	
R_p N.2	(86) (117)	

CLS

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Impalcato terra	+ 3.10 m	80 mq
CAROTAGGI		
C_p PIL n.carote: 1	(45)	
C_t TRV n.carote:1	(41) (45)	
PRELIEVI BARRE		
B_p PIL n.prelievi: 1	(47)	
B_t TRV n.prelievi: 1	(41) (45)	
PACOMETRIE E SAGGI		
P PIL tot pacom: 3	(37) (42) (45)	
P TRV tot pacom: 4	(36) (40) (36) (40) (38) (42)	n.1 rampa mezzeria appoggio
INDAGINI VISIVE		
s solai	n.1 (s)	



COMUNE DI NAPOLI
Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD

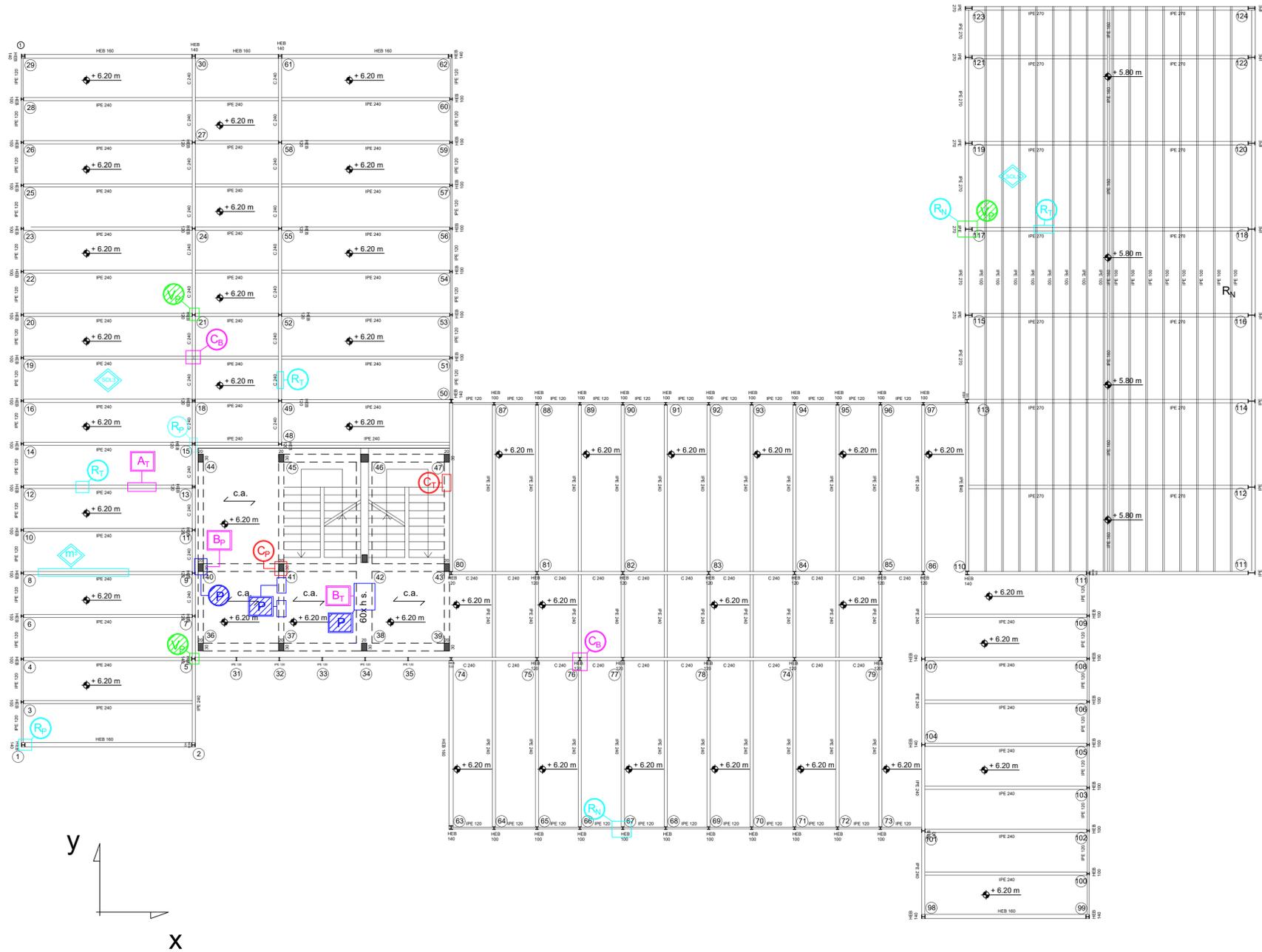


► ELABORATO: Fase2_RRI03 ► OGGETTO: Relazione sui risultati delle indagini piano terra
► SCALA: ► DATA: 21/09/21 ► REV: [0]

► RTP
Capogruppo e coordinatore scientifico:
Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)
Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:
Ing. Marco Muratore (TECHNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)
Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:
Geol. Sergio Dolfin
Professionisti collaboratori tecnici:
Ing. Filippo Di Mauro (TECHNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)
Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:
Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECHNOSIDE srl)
Esecuzione indagini strutturali, geostatiche:
Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin
Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:
Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)
Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):
Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)
Gestione informativa del servizio:
Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

► STAZIONE APPALTANTE
D.E.C.
Ing. Marianna Vanacore
R.U.P.
Arch. Alfonso Ghezzi

Carpenteria secondo impalcato
Quota : + 6.20 m; Palestra: + 5.80 m



CARPENTERIA METALLICA			CLS		
PIANO	QUOTA	SUP (mq)	PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Primo impalcato	+ 3.10 m	724 mq	Impalcato terra	+ 3.10 m	80 mq
PRELIEVI ACCIAIO			CAROTAGGI		
A _T TRV n.prelievi: 1	(12) (13)		C _p PIL n.carote: 1	(41)	
PROVE DI DUREZZA			PRELIEVI BARRE		
PIL n.prove: 3	(5) (21) (117)		C TRV n.carote: 1	(43) (47)	
CAMPIONE BULLONI			PACOMETRIE E SAGGI		
C _p n.prove: 2	(76) (18) (21)		B _p PIL n.prelievi: 1	(40)	
INDAGINI VISIVE			PACOMETRIE E SAGGI		
S solai n.2	(S)		B _T TRV n.prelievi: 1	(38) (42)	
M tampon. esterna n.1	(M)		PIL tot pacom: 1	(40)	
RILIEVO GEOMETRICO NODI/TRAVI/PILASTRI			PACOMETRIE E SAGGI		
R _w N.2	(67) (117)		TRV tot pacom: 2	(37) (41) (38) (42)	
R _T N. 4	(12) (13) (48) (52) (117) (118)				
R _c N.2	(1) (15)				



Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD



ELABORATO: Fase2_RRI04 OGGETTO: Relazione sui risultati delle indagini primo piano
SCALA: DATA: 21/09/21 REV: [0]

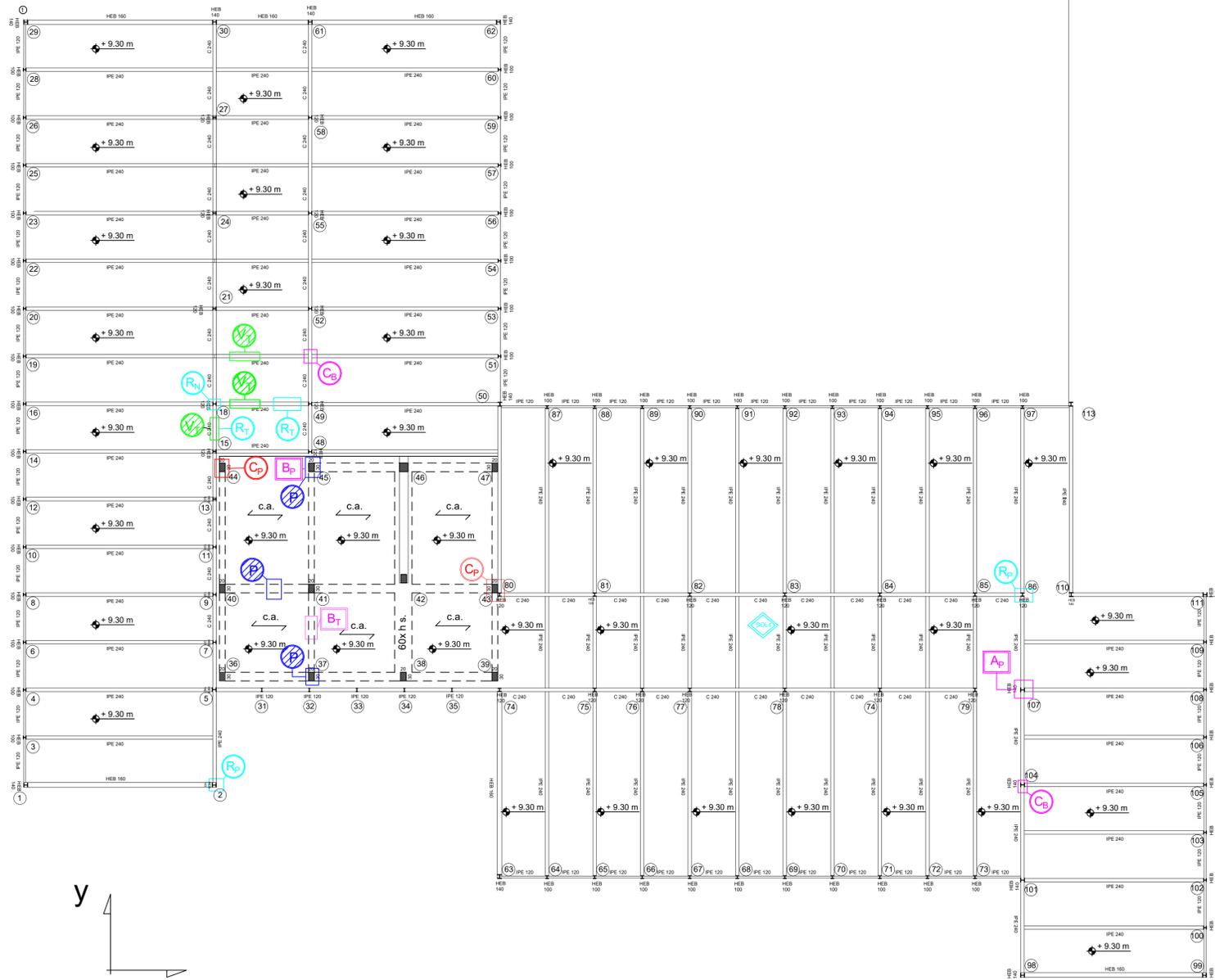
- RTP**
- Capogruppo e coordinatore scientifico:**
Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)
- Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:**
Ing. Marco Muratore (TECHNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)
- Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:**
Geol. Sergio Dolfin
- Professionisti collaboratori tecnici:**
Ing. Filippo Di Mauro (TECHNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)
- Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:**
Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECHNOSIDE srl)
- Esecuzione indagini strutturali, geonostiche:**
Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin
- Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:**
Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)
- Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):**
Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)
- Gestione informativa del servizio:**
Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.
Ing. Marianna Vanacore

R.U.P.
Arch. Alfonso Ghezzi

Carpenteria terzo impalcato (copertura)
Quota : + 9.30 m



CARPENTERIA METALLICA

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Primo impalcato	+ 3.10 m	724 mq
PRELIEVI ACCIAIO		
A_p PIL n.prelievi: 1	(86)	
PROVE DI DUREZZA		
TRV n.prove: 3	(15) (18) (18) (49) (19) (51)	
CAMPIONE BULLONI		
C_p n.prove: 2	(49) (52) (104)	
INDAGINI VISIVE		
solai n.1	(S)	
RILIEVO GEOMETRICO NODI/TRAVI /PILASTRI		
R_w N.1	(18)	
R_t N.2	(15) (18) (18) (49)	
R_p N.2	(86) (2)	

CLS

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Impalcato terra	+ 3.10 m	80 mq
CAROTAGGI		
C_p PIL n.carote: 2	(43) (44)	
PRELIEVI BARRE		
B_p PIL n.prelievi: 1	(45)	
B_t TRV n.prelievi: 1	(37) (41)	
PACOMETRIE E SAGGI		
PIL tot pacom: 2	(37) (45)	
TRV tot pacom: 1	(40) (41)	



COMUNE DI NAPOLI
Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD



► ELABORATO: Fase2_RRI05 ► OGGETTO: Relazione sui risultati delle indagini secondo piano
► SCALA: ► DATA: 21/09/21 ► REV: [0]

- RTP
- Capogruppo e coordinatore scientifico:**
Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)
- Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:**
Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)
- Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:**
Geol. Sergio Dolfin
- Professionisti collaboratori tecnici:**
Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)
- Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:**
Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)
- Esecuzione indagini strutturali, geognostiche:**
Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin
- Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:**
Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)
- Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):**
Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)
- Gestione informativa del servizio:**
Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

► STAZIONE APPALTANTE
D.E.C. Ing. Marianna Vanacore
R.U.P. Arch. Alfonso Ghezzi



COMUNE DI NAPOLI

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità

VII Municipalità

Lotto 7

CIG: B65117000050001

CUP: 7882655CAD



- ▶ ELABORATO: Fase2_RCM_01
- ▶ OGGETTO: Relazione sulla caratterizzazione dei materiali
- ▶ SCALA:
- ▶ DATA: 03/12/21
- ▶ REV: [0]

▶ RTP

Capogruppo e coordinatore scientifico:

Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)

PROGEN s.r.l.
Amministratore Tecnico
Ing. FABIO NERI

Professionisti responsabili strutturali e della calcolazione delle strutture:

Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)

Planir srl
Amministratore Tecnico
Dott. Ing. Placido Impollonia

Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:

Geol. Sergio Dolfin

Professionisti collaboratori tecnici:

Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)

Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:

Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)

Esecuzione indagini strutturali geognostiche:

Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin

Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:

Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)

Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):

Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)

Gestione informativa del servizio:

Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

▶ STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.

Ing. Marianna Vanacore

R.U.P.

Arch. Alfonso Ghezzi

**I.C. 61° Sauro Errico Pascoli, Nazario Sauro Centrale
Via Traversa Maglione, 35**

Relazione sulla caratterizzazione dei materiali

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INTRODUZIONE.....	3
3. RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE	4
3.1. DESCRIZIONE ARCHITETTONICA E FUNZIONALE DELL'OPERA.....	4
3.2. DEFINIZIONE DEI DATI DIMENSIONALI E DELLO SCHEMA PLANO-ALTIMETRICO DELL'EDIFICIO	8
4. DEFINIZIONE SAGGI, PRELIEVI ED INDAGINI STRUTTURALI	11
4.1. OBIETTIVI DEL PIANO DI INDAGINE	11
4.2. INDICAZIONI DI NORMATIVA	11
4.3. TIPOLOGIA INDAGINI STRUTTURALI INDIVIDUATE PER L'EDIFICIO IN ESAME	13
4.4. PIANO DELLE INDAGINI STRUTTURALI.....	14
4.5. PROPRIETÀ DEI MATERIALI	18
5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPO D	19
5.1. CARATTERIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO.....	19
5.2. CARATTERIZZAZIONE DELL'ACCIAIO	22
6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPI A, B E C	25
6.1. CARATTERIZZAZIONE DELL'ACCIAIO	25
INDICE DELLE FIGURE	29
INDICE DELLE TABELLE	29

1. PREMESSA

Lo scopo del servizio è la valutazione della sicurezza degli edifici scolastici di proprietà del Comune di Napoli che ricadono nella VII Municipalità, ritenuti di "interesse strategico" o "rilevanti" ai sensi dell'OPCM 3274/2003, art. 2, comma 3, nonché l'acquisizione di tutti gli elementi necessari per la redazione di un eventuale progetto di adeguamento strutturale per evitare, ove possibile, ulteriori campagne di indagine. L'appalto consiste dunque nel Servizio di ingegneria per la valutazione in parola, comprese tutte le attività necessarie al raggiungimento dello scopo stesso, ponendo l'attenzione all'acquisizione anche degli elementi necessari alla progettazione degli interventi di adeguamento. Si specifica che la progettazione degli interventi di adeguamento non è compresa nel presente servizio.

2. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive i parametri dei materiali in base alle risultanze delle indagini eseguite in sito ed il livello di conoscenza acquisito con la finalità di stabilire il livello di sicurezza sismica dell'edificio ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e ss. mm. e ii. nei confronti delle azioni di progetto previste dalle norme tecniche vigenti (D.M. 17.01.2018).

L'edificio in esame è ubicato a Napoli, in via Traversa Maglione n.35 nel quartiere di Secondigliano ed ospita il plesso scolastico Nazario Sauro Centrale. Nella stessa area, in adiacenza, si trova il plesso Piantodosi che è speculare e della stessa tipologia strutturale ed è oggetto anch'esso di verifica di vulnerabilità nell'ambito del presente servizio.

L'obiettivo finale del presente approfondimento è stabilire il livello di sicurezza sismica dell'edificio ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e ss. mm. e ii. nei confronti delle azioni di progetto previste dalle norme tecniche vigenti (D.M. 17.01.2018) e indicare le soluzioni progettuali per il miglioramento o adeguamento sismico delle strutture; a tal fine la Circolare del 17 gennaio 2019 n. 7 fornisce gli strumenti e le regole applicative.

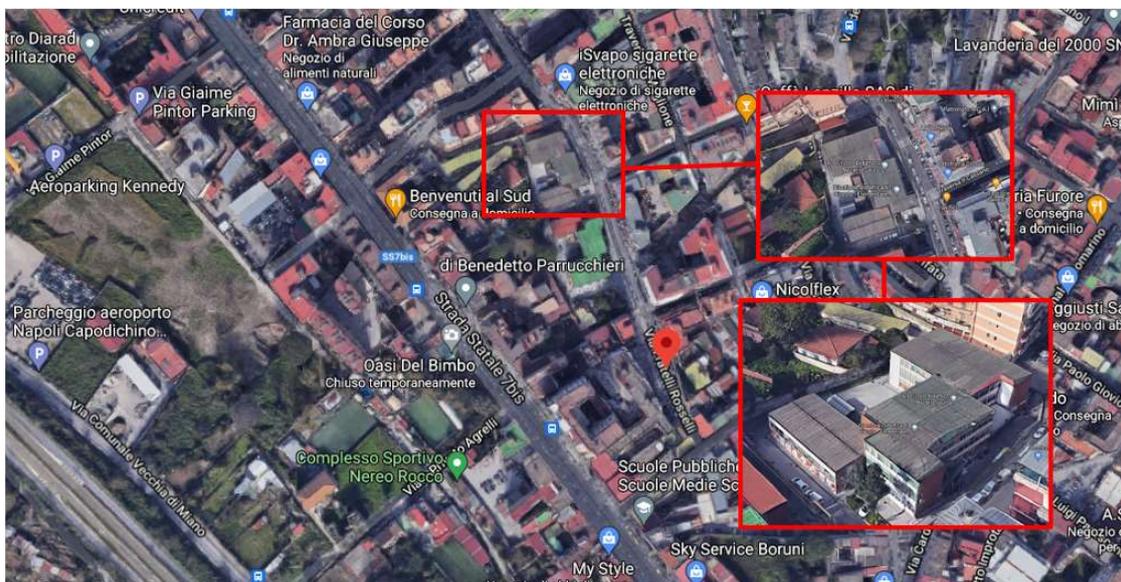


Figura 1 – Inquadramento dell'edificio oggetto di indagine e verifica sismica

L'edificio è costituito da n. 4 corpi di fabbrica, di seguito denominati A, B, C e D. Il corpo B' individuato nel report delle indagini altro non è che un vano tecnico interrato al di sotto del corpo B.

3. RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Nella prima fase di rilievo sono state effettuate delle rilevazioni metriche e fotografiche per ricostruire:

- L'esatta geometria del manufatto
- Le sezioni strutturali di travi e pilastri
- Lo spessore dei muri con funzione strutturale
- Le orditure dei solai
- Le varie tipologie di aperture
- Eventuali interferenze tra opere impiantistiche e strutturali

I rilievi sono stati condotti mediante ricognizione visiva, metrica e con ausilio di strumentazione specifica (termocamere/pacometro). Tramite ciò è stato possibile rilevare le tipologie delle tamponature, dei solai e delle coperture, nonché dettagli costruttivi tramite osservazioni visive, rilievi magnetometrici, osservazioni mediante termocamera ad infrarossi, battiture superficiali.

I dettagli costruttivi mancanti, così come la caratterizzazione meccanica dei materiali, sono stati determinati dalla campagna di indagini oggetto della presente relazione.

3.1. Descrizione architettonica e funzionale dell'opera

L'edificio scolastico oggetto di studio sorge in un lotto di terreno pianeggiante di forma trapezoidale, il cui lato più lungo a Ovest e il più corto a Nord confinano con edifici privati. A Sud il lotto confina con un lotto in cui è presente un ulteriore edificio scolastico - plesso Piantedosi - facente parte del medesimo Istituto Comprensivo. A est il lotto confina con la via Traversa Maglione.

L'edificio scolastico è situato all'interno del lotto, arretrato rispetto ai confini. L'ingresso all'edificio, sia pedonale che carrabile, avviene da via Traversa Maglione. Una parte del lotto a sud è adibita a parcheggio interno per le auto, ed alcune aree esterne sono adibite a verde.

Il corpo di fabbrica si sviluppa tutto su tre elevazioni f.t. ad eccezione della palestra (unica elevazione).

Si compone di 4 corpi di fabbrica come di seguito riportato:

- CORPO A: fabbricato in acciaio a tre elevazioni f.t. destinato a servizi di segreteria, aule e servizi al piano terra, aule al piano primo e secondo.
- CORPO B: fabbricato in acciaio a tre elevazioni f.t. destinato a servizi di segreteria, aule e servizi al piano terra, aule al piano primo e secondo. Il vano interrato B', facente parte dello stesso corpo B è adibito a centrale termica (livello -1) e risulta in cemento armato.
- CORPO C: palestra ad 1 elevazione f.t. con struttura in acciaio.
- CORPO D: vano scale e connettivo a tre elevazioni ft in cemento armato.

Dalla documentazione in possesso risulta che i quattro corpi di fabbrica costituenti il complesso scolastico sono stati costruiti in un'unica soluzione temporale negli anni 80, nello stesso periodo di costruzione del plesso gemello nel lotto adiacente.

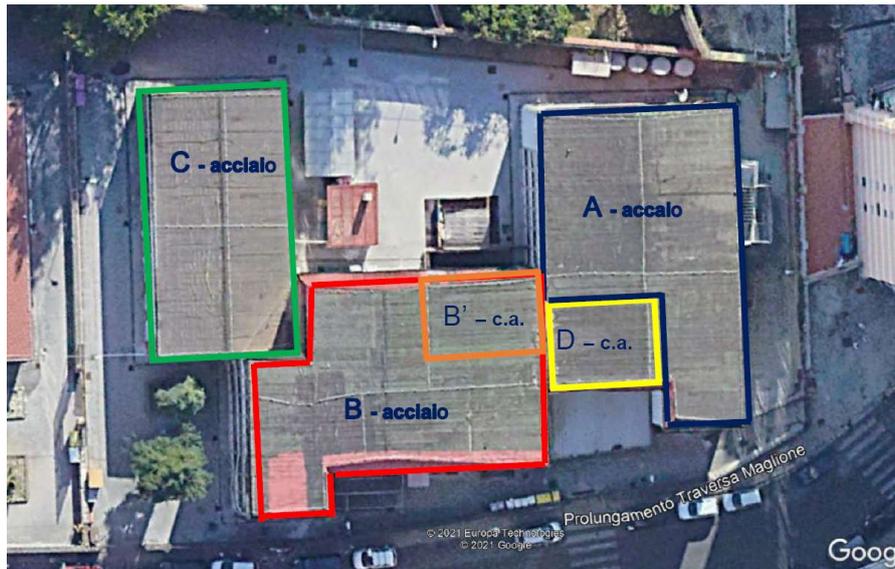


Figura 2 – Schema Planimetrico con indicazione dei vari corpi

Nelle seguenti figure (Figure 4-7) si riportano alcuni dei fronti esterni del complesso.



Figura 3 – Inquadramento lotto di interesse



Figura 4 - Prospetto esterno lato Sud- Est



Figura 5 - Prospetto esterno lato Est



Figura 6 – Prospetto esterno lato Sud-Ovest (palestra)



Figura 7 – Prospetto interno Ovest

3.2. Definizione dei dati dimensionali e dello schema plano-altimetrico dell'edificio

La configurazione dell'edificio è caratterizzata dai quattro corpi di fabbrica suddetti, che creano nel complesso un impianto planimetrico dalla forma irregolare. L'intero complesso si sviluppa su una superficie di circa 1049 metri quadrati, di cui 325 mq del corpo A, 395 del corpo B, 245 mq del corpo C (palestra) e 75 mq del corpo D (vano scale). I corpi A, B e D sono a tre piani di elevazione più un locale tecnico al livello -1 ci circa 66 mq; mentre il corpo C (palestra) è ad unica elevazione. Il volume complessivo dell'edificio è di circa 8887 metri cubi.

I corpi A e B presentano una pianta irregolare e si sviluppano prevalentemente sui lati est, nord e ovest; al contrario i corpi D, e C presentano una forma regolare (rettangolare).

Gli interpiani di tutte le elevazioni del corpo A, B, e D sono di 3.10 m; il Corpo C invece, presenta un unico impalcato di copertura a doppia falda con altezza pari a 5.80 m

Le coperture dei corpi A, B e D, piane ma non praticabili se non per sola manutenzione, si trovano alla quota di 9.30 m.

Nel corso dei sopralluoghi e delle indagini diagnostiche si è potuto appurare che i corpi individuati sono strutturalmente separati, ma di fatto contigui uno all'altro senza la presenza di un adeguato giunto.

Si riportano di seguito le carpenterie schematiche di piano della struttura:

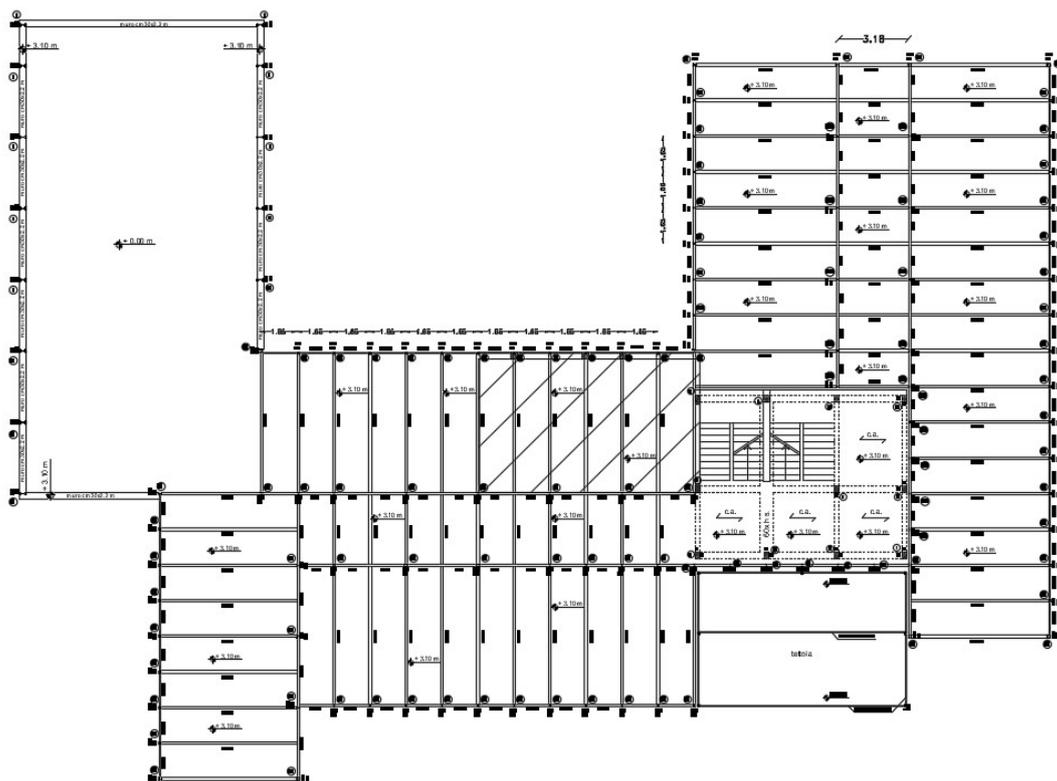
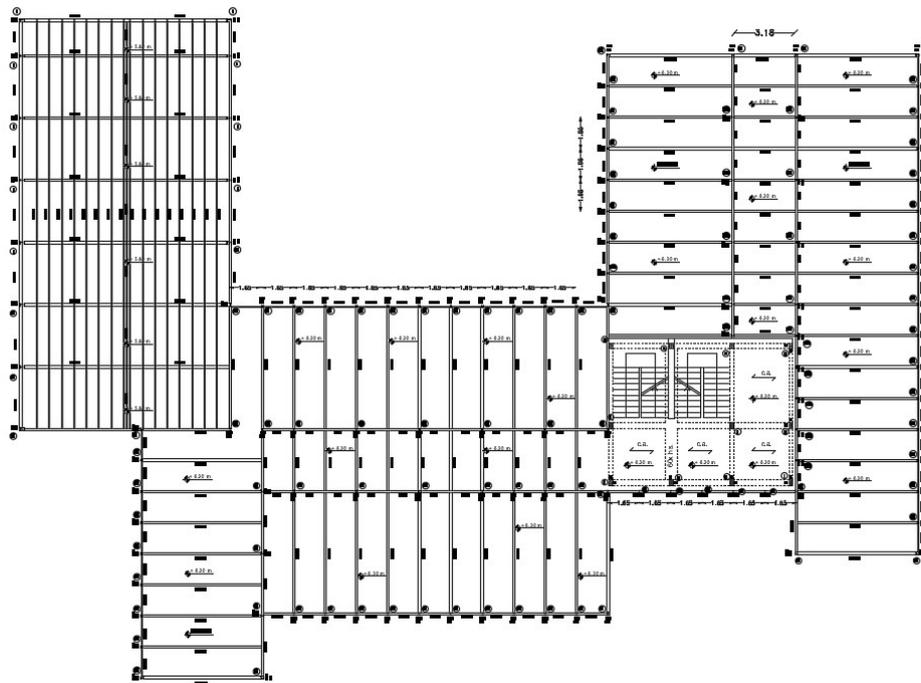


Figura 8 – Schema carpenteria primo impalcato (piano terra)



VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

Di seguito viene riportata una tabella con i dati dimensionali complessivi e dei vari volumi costituenti il corpo di fabbrica:

Superficie coperta totale 1049 mq volume totale: 8887 mc
Superficie cop. Corpi A, B, D: 804 mq volume: 7487 mc
Superficie cop. Corpo C: 245 mq volume: 1400 mc

Tabella 1 – Tabella valori dimensionali

Il volume complessivo dei corpi di fabbrica oggetto del servizio è pari a 8887 mc.

4. DEFINIZIONE SAGGI, PRELIEVI ED INDAGINI STRUTTURALI

4.1. Obiettivi del piano di indagine

Il progetto delle indagini mira al conseguimento di un **livello di conoscenza LC2** attraverso una campagna di prove in sito ed in laboratorio sia di tipo distruttivo sia di tipo semi-distruttivo o non distruttivo. L'acquisizione della documentazione disponibile, i rilievi eseguiti sull'immobile nonché le indagini predisposte assicurano un adeguato livello di approfondimento della conoscenza dell'organismo strutturale in termini di identificazione:

- della geometria;
- dei dettagli costruttivi;
- delle proprietà materiali.

L'acquisizione dei dati necessari all'identificazione è stata disposta secondo quanto previsto al paragrafo 11.3 dell'O.P.C.M. 3431/2005 e al capitolo 8 della Circ. 7/2019.

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

Nel caso dell'edificio in esame, il livello LC2 si intende raggiunto quando siano stati effettuati

- l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1;
- un controllo della documentazione acquisita ed eseguendo, ove questa sia carente, il rilievo geometrico ex novo di porzioni di interesse;
- indagini estese in situ sulle armature e sui collegamenti presenti approfondendo le, completo in ogni sua parte, e indagini esaustive sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2,
- prove estese in situ per la determinazione delle caratteristiche dei materiali (qualora non fosse possibile l'acquisizione della documentazione del progetto originario), come indicato al § C8.5.3.

Il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.2$.

Le indagini individuate per ottenere le informazioni necessarie, sulla base della documentazione attualmente disponibile sono descritte nel seguito.

4.2. Indicazioni di normativa

4.2.1. 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.

Per gli elementi aventi funzione strutturale la geometria esterna deve essere sempre descritta in maniera la più completa possibile, allo scopo di ottenere un modello di calcolo affidabile, mentre i dettagli, spesso occultati alla vista (ad esempio la disposizione delle armature), possono essere rilevati a campione, estendendo poi le valutazioni agli altri elementi operando per analogia, anche in forza delle norme vigenti e dei prodotti in commercio all'epoca della costruzione.

Il rilievo di manufatti che non hanno funzione strutturale (pareti divisorie, controsoffitti, impianti) deve essere effettuato con l'obiettivo principale di identificare eventuali rischi per la sicurezza degli abitanti, connessi a problemi di stabilità dei manufatti stessi o delle strutture.

Il rilievo geometrico degli elementi deve permettere:

- L'identificazione dell'organizzazione strutturale;
- L'individuazione della posizione e delle dimensioni di travi, pilastri, scale e setti;
- L'identificazione dei solai e della loro tipologia, orditura, sezione verticale;
- L'individuazione di tipologia e dimensioni degli elementi non strutturali quali tamponamenti, tramezzature, etc.

4.2.2. *Dettagli costruttivi*

Nel definire il comportamento della costruzione in presenza di sisma sono di particolare importanza i dettagli costruttivi; le informazioni su di essi possono essere desunte dai disegni originali, da un progetto simulato o da indagini in situ.

Sia che si disponga dei disegni originali, sia che si sia prodotto un progetto simulato, per verificarne la rispondenza alla realtà del costruito in termini di particolari costruttivi occorre effettuare rilievi in situ.

Nei rilievi si possono individuare tre livelli di indagine, in relazione al loro grado di approfondimento.

Indagini limitate: consentono di valutare, mediante saggi a campione, la corrispondenza tra le caratteristiche dei collegamenti riportate negli elaborati progettuali originali o ottenute attraverso il progetto simulato, e quelle effettivamente presenti.

Indagini estese: si effettuano quando non sono disponibili gli elaborati progettuali originali, o come alternativa al progetto simulato seguito da indagini limitate, oppure quando gli elaborati progettuali originali risultano incompleti.

Indagini esaustive: si effettuano quando si desidera un livello di conoscenza accurata e non sono disponibili gli elaborati progettuali originali.

Le indagini in-situ basate su saggi sono effettuate su una congrua percentuale degli elementi strutturali, privilegiando, tra le tipologie di elementi strutturali (travi, pilastri, pareti...), quelle che rivestono un ruolo di primaria importanza nella struttura.

Il quantitativo di indagini in-situ basate su saggi dipende dal livello di conoscenza desiderato in relazione al grado di sicurezza attuale e deve essere accuratamente valutato, anche in vista delle notevoli conseguenze che comporta sulla progettazione degli interventi.

Il rilievo dei dettagli costruttivi per le costruzioni in calcestruzzo armato è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

- quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri, pareti e sua disposizione;
- quantità di barre di armatura piegate che contribuiscono alla resistenza a taglio, presenti nelle travi;
- quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;
- quantità di armatura longitudinale che contribuisce al momento negativo di travi a T, presente nei solai;
- lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- spessore dei copriferri;
- lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre e dei loro ancoraggi;

Il rilievo dei dettagli costruttivi per le costruzioni in carpenteria metallica è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

- spessore dei piatti costituenti il nodo
- dimensione e numero e posizione dei bulloni
- eventuale rilievo delle dimensioni e tipologie di saldature

4.2.3. Proprietà dei materiali

Per il caso in esame le proprietà dei materiali sono state ricavate da estese verifiche in situ (vista la remota possibilità di rintracciare i disegni esecutivi originari) mediante prove di tipo distruttivo:

Metodi di prova distruttivi

- *Calcestruzzo*: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.
- *Acciaio*: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza a deformazione ultima.

Le prove sui materiali, in analogia a quanto definito per le indagini sui dettagli costruttivi, possono essere eseguite su un numero di elementi diverso, a seconda del livello di conoscenza che si vuole raggiungere.

Si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova.

Prove limitate: prevedono un numero limitato di prove in-situ o su campioni, impiegate per completare le informazioni sulle proprietà dei materiali, siano esse ottenute dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi o nei certificati originali di prova.

Prove estese: prevedono prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente e finalizzate a fornire informazioni in assenza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova o quando i valori ottenuti con le **prove limitate** risultino inferiori a quelli riportati nei disegni o sui certificati originali.

Prove esaustive: prevedono prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente e finalizzate a ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova, o quando i valori ottenuti dalle **prove, limitate o estese**, risultino inferiori a quelli riportati sui disegni o nei certificati originali, oppure nei casi in cui si desideri una conoscenza particolarmente accurata.

4.3. Tipologia indagini strutturali individuate per l'edificio in esame

Le indagini strutturali consistono in prove distruttive e non distruttive; tutte le tipologie di prove sono disciplinate da specifiche norme UNI. Per l'edificio in questione sono state previste le seguenti tipologie di prove sugli elementi in cemento armato:

- prelievo campione di calcestruzzo mediante carotaggio;
- prelievo campione di barra d'acciaio;
- indagini pacometriche e saggi;

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

- indagini visive sullo spessore dei giunti (ove presenti), dei solai e delle tamponature esterne;
- endoscopie sulle tamponature esterne e sui solai;
- prove per la determinazione della profondità di carbonatazione;
- prove di laboratorio su carote di calcestruzzo;
- prove indirette sul calcestruzzo;
- prove di laboratorio su campioni di acciaio da carpenteria metallica;
- prove di laboratorio su campioni di bulloni
- prove durometriche

4.4. Piano delle indagini strutturali

Non disponendo dei disegni costruttivi e delle specifiche originali di progetto, sono stati definiti i livelli di approfondimento delle verifiche e delle prove da eseguire in sito sulla scorta della tabella C8.5.IV della Circolare Cons. Sup. LL.PP. 7 del 21 gennaio 2019.

In particolare:

- la conoscenza dei dettagli costruttivi richiede acquisizione delle informazioni mediante **indagini estese in situ**.
- la conoscenza delle proprietà dei materiali richiede **prove estese in situ**.

Si riassumono nelle successive tabelle i requisiti necessari contenuti nel piano di indagine al fine di soddisfare il Livello di conoscenza prestabilita LC2 tenendo conto che tutti i corpi di fabbrica sono stati realizzati contemporaneamente.

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		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e indagini limitate in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e prove limitate in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con indagini limitate in situ; in alternativa indagini estese in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con prove limitate in situ; in alternativa da prove estese in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con indagini limitate in situ; in alternativa indagini esaustive in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con prove estese in situ; in alternativa da prove esaustive in situ	Tutti	1,00

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 m² 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

Secondo quanto previsto all'ART.7 del Capitolato Speciale d'Appalto, le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre sono state adattate al caso specifico, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati, ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi, si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale;
- Ai fini delle prove sui materiali è possibile sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive;
- Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

4.4.1. Rilievo geometrico-strutturale

Il rilievo geometrico deve essere tale da ricostruire le planimetrie e grafici architettonici e strutturali dell'edificio con tutte le caratteristiche incluse quelle volumetriche o dimensionali dell'immobile. Poiché non sono stati reperiti elaborati grafici relativi alle carpenterie, ma solo inerenti il progetto architettonico, questi sono stati integrati in situ con particolare attenzione alle sezioni strutturali di travi e pilastri. Durante la fase di rilievo visivo a campione si è riscontrata una elevata ripetitività degli elementi principali. Tale ripetitività è emersa tra l'altro anche sul plesso gemello "Piantedosi".

Le fasi del rilievo geometrico strutturale saranno integrate inoltre da prove termografiche e pacometriche su l'intradosso dei solai al fine di verificarne l'orditura, interasse dei travetti e numero di barre di armatura.

4.4.2. Dettagli costruttivi carpenteria metallica

Per quanto concerne il rilievo dei dettagli costruttivi, dovendo conseguire un esteso livello di indagine corrispondente al 35% degli elementi si è proceduto classificando ciascun elemento strutturale dell'edificio (travi, pilastri e nodi) per sezione e funzione analoga, anche con riferimento alla pratica costruttiva dell'epoca.

Inoltre, tenendo conto delle ripetitività degli elementi strutturali anche nel complesso attiguo gemello, sono state previste indagini di rilievo geometrico dei principali profili a conferma delle informazioni acquisite durante i rilievi effettuati.

Vista la corrispondenza degli elementi strutturali da un piano all'altro è stata considerata la somma dei profili e nodi uguali lungo il piano ed ai vari livelli. Si è comunque proceduto ad ampliare il numero delle indagini con ridondanza ai piani per ulteriore conferma di quanto rilevato.

L'indagine su un elemento appartenente alla tipologia è quindi equivalente ad una verifica in numero di elementi pari a quello della ripetitività (ad esempio: numero pilastri all'interno della tipologia). Si eseguiranno, ove ritenuto utile, misure ridondanti così da indagare più elementi della stessa tipologia. In tal caso il numero di elementi indagati sarà comunque pari alla ripetitività.

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

La quantità e la posizione dei saggi indirizzati alla conoscenza dei dettagli costruttivi sono tali da superare la percentuale indicata dalla circolare (35%) come evidenziato nelle tabelle seguenti che riportano la tipologia e il numero degli di elementi da indagare.

Tabella 2–Percentuali pilastri indagati piano terra/primo e secondo (~100%)

TIPOLOGIE PILASTRI - CARPENTERIA METALLICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
P1	PT-P1-P2	HEB100 (bordo)	A	150	47.92%	1
P2	PT-P1-P2	HEB140 (spigolo o bordo)	A	51	16.29%	1
P3	PT-P1-P2	HEB120 (interni)	A	84	26.84%	2
P4	PT	IPE270 (spigolo o bordo)	B	13	4.15%	1
P5	PT-P1-P2	IPE 120 (bordo)	A	15	4.79%	1
TOTALE PILASTRI				313	100.00%	100.00%

Tabella 3–Percentuali travi indagati piano terra/primo e secondo (~97%)

TIPOLOGIE TRAVI - CARPENTERIA METALLICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
T1	PT-P1-P2	IPE240	A	234	39.20%	2
T2	PT-P1-P2	HEB160	A	18	3.02%	0
T3	PT-P1-P2	IPE120	A	132	22.11%	1
T4	PT-P1-P2	C240	A	84	14.07%	2
T5	PT	IPE270	B	30	5.03%	1
T6	PT	IPE160	B	1	0.17%	0
T7	PT	IPE100	B	98	16.42%	1
TOTALE TRAVI				597	100.00%	96.82%

Tabella 4–Percentuali nodi indagati piano terra/primo e secondo (~80%)

TIPOLOGIE NODI - CARPENTERIA METALLICA								
TIPOLOGIE NODI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE			CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
		Colonna	Trave	Trave				
N1	PT-P1-P2	HEB140	HEB160	IPE120	A	18	4,88%	0
N2	PT-P1-P2	HEB100	IPE240	IPE120	A	150	40,65%	3
N3	PT-P1-P2		C240	IPE240	A	51	13,82%	1
N4	PT-P1-P2	HEB120	C240	IPE240	A	84	22,76%	2
N5	PT-P1-P2	HEB140	HEB160	C240	A	6	1,63%	0
N6	PT-P1-P2		IPE240	IPE240	A	12	3,25%	0
N7	PT-P1-P2	HEB140	HEB160	IPE240	A	6	1,63%	0
N8	PT-P1-P2	HEB140	IPE240	IPE240	A	12	3,25%	0
N9	PT-P1-P2	HEB140	IPE240	IPE120	A	9	2,44%	0
N19	PT		IPE270	IPE270	B	13	3,52%	1
N20	PT		IPE270	IPE260	B	8	2,17%	0
TOTALE NODI						369	100,00%	80,76%

Sono state eseguite misure ridondanti così da indagare più elementi della stessa tipologia. In tal caso il numero di elementi indagati sarà comunque pari alla ripetitività.

4.4.3. Dettagli costruttivi cemento armato

Per quanto concerne il rilievo dei dettagli costruttivi, dovendo conseguire un esteso livello di indagine corrispondente al 35% degli elementi si è proceduto classificando ciascun elemento strutturale dell'edificio (travi e pilastri) per sezione e funzione analoga, anche con riferimento alla pratica costruttiva dell'epoca. Per analizzare i dettagli costruttivi, considerando le diverse ripetitività degli elementi strutturali, sono state previste indagini pacometriche e saggi strutturali.

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

La quantità e la posizione dei saggi indirizzati alla conoscenza dei dettagli costruttivi sono tali da superare la percentuale indicata dalla circolare (35%) come evidenziato nei seguenti prospetti
La tipologia e il numero degli di elementi da indagare è riportata nelle tabelle seguenti.

Tabella 5–Percentuali pilastri indagati al piano interrato (100%)

TIPOLOGIE PILASTRI - CENTRALE TERMICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
P1	P -1	20x40 bordo	A	2	40,00%	1
P2	P -1	30x30 cordo	A	3	60,00%	1
TOTALE PILASTRI				5	100,00%	100,00%

Tabella 6–Percentuali pilastri indagati scala (100%)

TIPOLOGIE PILASTRI - SCALA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
P3	PT-P1-P2	20x30 bordo	A	30	83,33%	3
P4	PT-P1-P2	20x30 interni	A	6	16,67%	1
TOTALE PILASTRI				36	100,00%	100,00%

Tabella 7–Percentuali travi indagati al piano interrato (100%)

TIPOLOGIE TRAVI - CENTRALE TERMICA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
T1	P -1	30x60+s centrali	A	2	100,00%	2
TOTALE TRAVI				2	100,00%	100,00%

Tabella 8–Percentuali pilastri indagati scala (100%)

TIPOLOGIE TRAVI - SCALA						
TIPOLOGIE SEZIONI	PIANO	DIMENSIONE E POSIZIONE	CORPI DI FABBRICA	RIPETITIVITA' TIPOLOGIE	PERCENTUALE TIPOLOGIA	ELEMENTI INDAGATI
T2	PT-P1	30xs	A	24	72,73%	3
T3	PT	20xs	A	6	18,18%	4
T4	PT	60xs	A	3	9,09%	1
TOTALE TRAVI				33	100,00%	100,00%

L'indagine su un elemento appartenente alla tipologia è quindi equivalente ad una verifica delle armature in numero di elementi pari a quello della ripetitività (numero pilastri all'interno della tipologia). Si eseguiranno, ove ritenuto utile, misure ridondanti così da indagare più elementi della stessa tipologia. In tal caso il numero di elementi indagati sarà comunque pari alla ripetitività.

4.5. Proprietà dei materiali

Il quadro completo del piano di indagine, che include anche eventuali saggi in fondazione, le verifiche di ampiezza dei giunti, i saggi conoscitivi sui solai e le indagini sugli elementi non strutturali, è illustrato nelle tavole grafiche a cui si rimanda per i dettagli e per la suddivisione tra i vari corpi di fabbrica.

In Tabella 9 sono riassunti il tipo ed il numero delle indagini strutturali stimate per ottenere il livello di conoscenza LC2.

Le indagini sono state suddivise in due fasi consecutive, ai sensi del §C8.5.3.2 della C.M. 21.01.2019, la seconda non è stata attuata in quanto si è riscontrata una buona omogeneità nei risultati acquisiti nella fase iniziale.

Ai fini della determinazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono state previste indagini distruttive mediante carotaggi e quindi prove di schiacciamento, mentre per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle barre d'armatura sono state previste prove distruttive di trazione.

Per le indagini sulla carpenteria metallica si sono eseguite sia indagini distruttive (prelievo di piatti) che non (durometrie). In Tabella 9 sono riassunte il tipo ed il numero di prove previste.

Vista la notevole ripetitività degli elementi strutturali le indagini sono state svolte in due fasi, il 50% delle prove necessarie per ottenere il livello di conoscenza LC2 sono stati eseguiti in fase 1, mentre la restante parte è stata prevista per la fase 2 che non si è resa necessaria.

PIANO TERRA - PIANO INTERRATO							
Cemento Armato				Carpenteria Metallica			
Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2	Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2
Carote pilastri	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prelievi pilastri	1	1	0
carote travi	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prelievi travi	1	0	1
prelievi barre pilastri	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prove di durezza pilastri	3	0	3
prelievi barre travi	4 (2 al piano interrato)	2	2	Prove di durezza travi	3	3	0
pacometrie pilastri	2	2	0	Campioni bulloni	4	2	2
saggi pilastri	2	2	0	Saggio piastra di base	2	2	0
pacometrie travi	7	7	0	Rilievo giunto	3	3	0
saggi travi	1	1	0	ispezioni solai	0	0	0
ispezioni solai	2	2	0	ispezioni tamponature	2	2	0
ispezioni tamponature	1	1	0	Rilievo controventi	2	2	0
				Rilievo geometrico nodi	3	3	0
				Rilievo geometrico travi	1	1	0
				Rilievo geometrico pilastri	2	2	0

PIANO PRIMO							
Cemento Armato				Carpenteria Metallica			
Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2	Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2
Carote pilastri	2	1	1	Prelievi pilastri	1	0	1
carote travi	2	1	1	Prelievi travi	1	1	0
prelievi barre pilastri	2	1	1	Prove di durezza pilastri	3	3	0
prelievi barre travi	2	1	1	Prove di durezza travi	3	0	3
pacometrie pilastri	1	1	0	Campioni bulloni	4	2	2
saggi pilastri	0	0	0	Saggio piastra di base	0	0	0
pacometrie travi	2	2	0	Rilievo giunto	0	0	0
saggi travi	0	0	0	ispezioni solai	2	2	0
ispezioni solai	0	0	0	ispezioni tamponature	1	1	0
ispezioni tamponature	0	0	0	Rilievo controventi	0	0	0
				Rilievo geometrico nodi	2	2	0
				Rilievo geometrico travi	4	4	0
				Rilievo geometrico pilastri	2	2	0

PIANO SECONDO							
Cemento Armato				Carpenteria Metallica			
Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2	Indagine	Numero complessivo	Fase 1	Fase 2
Carote pilastri	4	2	2	Prelievi pilastri	1	1	0
carote travi	0	0	0	Prelievi travi	1	0	1
prelievi barre pilastri	2	1	1	Prove di durezza pilastri	3	0	3
prelievi barre travi	2	1	1	Prove di durezza travi	3	3	0
pacometrie pilastri	1	1	0	Campioni bulloni	4	2	2
saggi pilastri	0	0	0	Saggio piastra di base	0	0	0
pacometrie travi	2	2	0	Rilievo giunto	0	0	0
saggi travi	0	0	0	ispezioni solai	1	1	0
ispezioni solai	0	0	0	ispezioni tamponature	0	0	0
ispezioni tamponature	0	0	0	Rilievo controventi	0	0	0
				Rilievo geometrico nodi	2	2	0
				Rilievo geometrico travi	2	2	0
				Rilievo geometrico pilastri	2	2	0

Tabella 9 – Quadro sinottico piano di indagine

5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPO D

Le caratteristiche meccaniche del corpo D sono state desunte utilizzando anche le indagini svolte nel volume interrato (corpo B').

Le indagini sui materiali condotte dalla ditta L.R. Laboratori e Ricerche nel mese di Settembre 2021, rapporto di prova R.P. 998/21-i e 998/21-j del 10/09/2021 sono le seguenti:

- 8 prelievi campione di calcestruzzo mediante carotaggio
- 8 prelievi campione di barre di armatura

5.1. Caratterizzazione del calcestruzzo

Nel presente paragrafo sono esaminate le risultanze delle prove eseguite tramite carotaggio e sono indicate espressioni per valutare quantitativamente i principali fattori che influiscono sulla resistenza delle carote ed una procedura per stimare la resistenza del calcestruzzo in situ mediante prove distruttive.

Le norme prevedono che la misura delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo si ottenga mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati di tali prove di compressione così come riportati sul report delle indagini.

SETTORE CALCESTRUZZI												
PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE E DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA SU PROVINI CILINDRICI E/O CAROTE DI CALCESTRUZZO INDURITO												
NORME DI RIFERIMENTO					(UNI EN 12390-3) (UNI EN 12390-7)							
DATI DICHIARATI					RISULTATI DI PROVA							
SIGLA CAMPIONE	PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	CLASSE DI RESIST. (N/mm ²)	DATA PRELIEVO	DATA PROVA	DIMENSIONI (mm)		MASSA VOLUMICA (Kg/m ³)	CARICO DI ROTTURA (kN)	RESIST. A COMPR. (N/mm ²)	TIPO DI ROTT. (1)	RETT. (2)
						H	φ					
CT L-O PT	Trave L-O Piano Terra	---	-	08/07/2021	02/09/2021	74	74	2188	74,81	17,4	S	SI
CP H PT	Pilastro H Piano Terra	---	-	08/07/2021	02/09/2021	74	74	2043	74,58	17,3	S	SI
CP L 1°P	Pilastro L Piano 1°	---	-	08/07/2021	02/09/2021	74	74	2100	60,98	14,2	S	SI
CP L - O 1°P	Trave L-O Piano 1°	---	-	08/07/2021	02/09/2021	74	74	2100	60,01	14,0	S	SI
CP L 2°P	Pilastro L Piano 2°	---	-	08/07/2021	02/09/2021	74	74	1981	47,84	11,1	S	SI
CP N 2°P	Pilastro N Piano 2°	---	-	08/07/2021	02/09/2021	74	74	2021	43,63	10,1	S	SI
CP D CANT	Pilastro D Cantinato	---	-	07/07/2021	02/09/2021	74	74	2160	115,72	26,9	S	SI
CT C - C' CANT	Trave C - C1' Cantinato	---	-	07/07/2021	02/09/2021	100	100	2158	171,07	21,8	S	SI

Tabella 10 – Risultati prove di compressione

La resistenza misurata sulle carote risente di numerosi fattori che la differenziano da quella che si misurerebbe su un equivalente provino standard.

Tali fattori sono in genere dipendenti da:

- 1) diverse modalità di preparazione e stagionatura;
- 2) differente età di stagionatura tra carota e provino standard;
- 3) posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale (ad es. al piede o alla testa di un pilastro, parallelamente o ortogonalmente alla direzione di getto);
- 4) disturbo che inevitabilmente consegue alle operazioni di prelievo;

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

- 5) dimensioni delle carote (ad es. nel caso di micro-carote o con H/D diverso da 2);
- 6) presenza di armature incluse.

L'effetto dei fattori sopra elencati tende in generale a far sottostimare la resistenza rispetto a quella degli analoghi provini standard. Per correggere ciò si può fare ricorso a coefficienti correttivi di cui si dirà successivamente, opportunamente calibrati ed inseriti all'interno di formule di correlazione che legano la resistenza "attuale" (quella reale in situ dei calcestruzzi) con quella misurata sui campioni cilindrici (carote) estratte dagli stessi elementi strutturali.

La valutazione della resistenza in situ viene eseguita utilizzando la formula proposta da L. Coppola. Tale formula permette di tener conto con coefficienti di natura empirica degli effetti del carotaggio.

Per convertire le N resistenze ottenute dalle prove di compressione sulle carote f_{car} nelle corrispondenti resistenze in-situ $R_{c, is}$, viene adottata la relazione proposta da L. Coppola:

$$R_{c, is} = f_{car} \times F_{h/d} \times F_{fe} \times F_{tor} \times F_{dir} \times F_t \times F_T$$

dove:

$F_{h/d}$ è il parametro dipendente dal rapporto tra l'altezza e il diametro della carota. Il valore è unitario se $H/D=1$.

F_{fe} è il parametro che tiene conto della presenza di barre d'armatura nella carota. Assume valore unitario in assenza di barre.

F_{tor} è il parametro che tiene conto del tormento della carota per la presenza di microlesioni dovute agli effetti torsionali del carotiere durante la fase di estrazione. Il coefficiente correttivo è tabellato in funzione della resistenza registrata in laboratorio ed assume valori compresi tra 1 e 1.15.

F_{dir} è il coefficiente correttivo che tiene conto della direzione del carotaggio rispetto a quella di posa in opera del conglomerato. Per direzione ortogonale il parametro varia tra 1.05 e 1.10.

F_t è il coefficiente correttivo che tiene conto dell'età del calcestruzzo. Assume valore unitario per carote sottoposte a compressione ad età maggiori di 28 giorni.

F_T è il coefficiente correttivo che tiene conto della temperatura in funzione dell'età del calcestruzzo. Assume valore unitario se la temperatura media ponderale è compresa tra 18°C e 27°.

Nel seguito, della relazione vengo riassunti i parametri correttivi delle singole carote ed i conseguenti valori di resistenza risultanti considerando un rapporto D/H pari a 1.

CAROTAGGI													
		N	fc-carota	D	h	rapporto h/D	F _{h/d}	F _{fe}	F _{tor}	F _{dir}	F _t	F _T	R _{cm-opera}
1	Trave (T)	L-O	17,4	74	74	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	20,95
2	Pilastro (T)	H	17,3	74	74	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	20,83
3	Pilastro (1)	L	14,2	74	74	1,00	1	1,000	1,15	1,075	1	1	17,55
4	Trave (1)	L-O	14	74	74	1,00	1	1,000	1,15	1,075	1	1	17,31
5	Pilastro (2)	L	11,1	74	74	1,00	1	1,000	1,15	1,075	1	1	13,72
6	Pilastro (2)	N	10,1	74	74	1,00	1	1,000	1,15	1,075	1	1	12,49
8	Trave (-1)	C-C1	21,8	100	100	1,00	1	1,000	1,12	1,075	1	1	26,25
7	Pilastro (-1)	D	26,9	74	74	1,00	1	1,000	1,07	1,075	1	1	30,94
MEDIA													18,44

Tabella 11 – Risultati provini calcestruzzo

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

Sugli 8 campioni è stato fatto uno studio statistico per analizzarne l'omogeneità dei risultati. Dopo aver calcolato lo scarto quadratico (σ), la media (\bar{y}) ed il loro rapporto ovvero il coefficiente di variazione (CV), si è posto come limite di accettabilità il valore di CV pari a 0.25. Come si evince dalla tabella n. 12 il risultato della prova n.7 pari a 26.9 N/mm² contribuisce in modo sostanziale a determinare una varianza elevata e a superare il limite di accettabilità risultando σ/\bar{y} pari a 0,32, maggiore di 0,25.

Risultati ottenuti		Media (\bar{y})
1	17,40	16,60
2	17,30	Varianza (σ^2)
3	14,20	27,41
4	14,00	Scarto quadratico (σ)
5	11,10	5,24
6	10,10	$\bar{y} + 2\sigma$
7	26,90	27,07
8	21,80	$\bar{y} - 2\sigma$
		6,13
		σ/\bar{y}
		0,32

Tabella 12 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo complete

Pertanto, tale valore è stato escluso dal calcolo e la resistenza del calcestruzzo è stata calcolata come media delle restanti n. 7 prove, ottenendo il coefficiente di variazione CV di 0,25 compatibile con il limite imposto.

Risultati ottenuti		Media (\bar{y})
1	17,40	15,13
2	17,30	Varianza (σ^2)
3	14,20	14,00
4	14,00	Scarto quadratico (σ)
5	11,10	3,74
6	10,10	$\bar{y} + 2\sigma$
7	21,80	22,61
		$\bar{y} - 2\sigma$
		7,64
		σ/\bar{y}
		0,25

Tabella 13 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo ridotte

Per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili, le resistenze medie in situ vengono divise per i fattori di confidenza e per i coefficienti parziali di sicurezza.

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

Resistenza di calcolo del calcestruzzo:

Meccanismi Duttili (Flessione):

$$f_{cd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{18.4}{1.2 \times 1.0} = 15.3 \text{ N/mm}^2$$

Meccanismi Fragili (Taglio):

$$f_{cd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{18.4}{1.2 \times 1.5} = 10.2 \text{ N/mm}^2$$

5.2. Caratterizzazione dell'acciaio

Le indagini distruttive e non su campioni metallici hanno permesso di identificare le caratteristiche meccaniche degli elementi.

Nell'impostazione della campagna di indagini, si sono scelti dei punti rappresentativi dello stato complessivo dell'edificio cercando di riflettere al meglio le caratteristiche di variabilità della struttura.

Per la valutazione delle caratteristiche meccaniche delle barre di armatura presenti all'interno delle strutture in c.a. si è proceduto all'asportazione di alcuni spezzoni di barre esistenti e si sono eseguite prove di trazione e piegamento all'interno di laboratorio prove autorizzato che hanno dato i seguenti risultati:

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Muratura 2 - Cantinato	---	09/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BM2 CANT	10/09/2021	8	1	8,03	415,90	28625	561,07	N.D.	N.D.	21,3	12,2	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro E - Cantinato	---	07/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP E CANT	10/09/2021	12	1	12,29	414,80	67314	553,32	N.D.	N.D.	21,4	10,5	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro O - Piano Terra	---	07/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP O PT	10/09/2021	12	1	12,70	520,90	77672	647,48	N.D.	N.D.	19,3	8,0	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave L-O Piano Terra	---	09/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT L-O PT	10/09/2021	8	1	7,32	423,70	22400	531,67	N.D.	N.D.	23,3	7,5	N.D.	N.D.

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro M - Piano 1°	---	09/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP M 1°P	10/09/2021	12	1	12,61	520,80	77249	834,12	N.D.	N.D.	18,7	7,8	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave G-P° Piano Primo	---	08/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT G-P° 1°P	10/09/2021	10	1	10,04	530,20	50858	641,93	N.D.	N.D.	18,3	9,6	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Pilastro O - Piano 2°	---	08/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BP O 2°P	10/09/2021	14	1	13,99	432,30	82454	536,41	N.D.	N.D.	19,5	7,5	N.D.	N.D.

DATI DICHIARATI		
PARTE D'OPERA	VERBALE PRELIEVO	DATA PRELIEVO
Trave F-E Piano 2°	---	08/07/2021

RISULTATI DI PROVA													
SIGLA CAMPIONE	DATA PROVA	DIAM. NOMIN. (mm)	SIGLA PROV.	DIAM. EFFETT. (mm)	TENSIONE DI SNERV. (fy) (N/mm ²)	CARICO DI ROTT. (N)	TENSIONE DI ROTT. (ft) (N/mm ²)	RAPPORTO fy/fynom	RAPPORTO ft/fy	ALL. A5 %	ALL. Agt %	ESITO PROVA PIEG. (1)	DIAM. MAND. (mm)
BT F-E 2°P	10/09/2021	8	1	8,13	475,70	30256	583,23	N.D.	N.D.	17,2	7,5	N.D.	N.D.

I risultati delle 8 prove eseguite in fase 1 sono stati preliminarmente oggetto di analisi statistica al fine di stabilire la necessità o meno di procedere con le ulteriori indagini di fase 2.

Parimenti a quanto effettuato per le indagini sul calcestruzzo si è verificato che il coefficiente di variazione CV fosse non superiore al valore limite di 0,25. Tutti i parametri dell'indagine statistica sono riassunti nella Tabella 15.

Risultati ottenuti		Media (̄)
1,0	415,9	466,79
2,0	414,8	Varianza (σ^2)
3,0	520,9	2285,53
4,0	423,7	Scarto quadratico (σ)
5,0	520,8	47,81
6,0	530,2	$\bar{y} + 2\sigma$
7,0	432,3	562,40
8,0	475,7	$\bar{y} - 2\sigma$
		371,17
		σ/\bar{y}
		0,10

Tabella 14 – Studio statistico risultati prove acciaio ridotte

Il valore di CV pari a 0,10 ottenuto, consente di desumere una elevata omogeneità dei risultati in termini di tensione di snervamento. Ciò ha portato a ritenere il numero di prove sufficiente a determinare con buona attendibilità il valore medio della tensione di snervamento senza dover procedere alle ulteriori prove previste nella fase 2

Stante l'omogeneità dei risultati in termini di tensione di snervamento, si è proceduto ad estrarre il valore medio come risulta dalla tabella seguente:

TRAZIONE BARRE								
		N	Diam.	Fy (N/mm ²)	Ft (N/mm ²)	All.A5%	All.Agt%	ft/fy
1	Muratura (-1)	-	8	415,9	561,07	21,3	12,2	0,74
2	Pilastro (-1)	E	12	414,8	553,32	21,4	10,5	0,75
3	Pilastro (T)	O	12	520,9	647,48	19,3	8	0,80
4	Trave (T)	L-O	8	423,7	531,67	23,3	7,5	0,80
5	Pilastro (1)	M	12	520,8	634,12	18,7	7,8	0,82
6	Trave (1)	G-P'	10	530,2	641,93	18,3	9,6	0,83
7	Pilastro(2)	O	14	432,3	536,41	19,5	7,5	0,81
8	Trave (2)	F-E	8	475,7	583,23	17,2	7,5	0,82
Media				466,79	586,15			0,80

Tabella 15 – Risultati prove acciaio

Dalla tabella si evince che l'acciaio utilizzato all'epoca di costruzione dell'edificio ha caratteristiche non inferiori a FeB38K

Per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili, le resistenze medie in situ vengono divise per i fattori di confidenza e per i coefficienti parziali di sicurezza.

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

Resistenza di calcolo dell'acciaio:

Meccanismi Duttile (Flessione):

$$f_{yd} = \frac{f_{ym}}{FC \times \gamma_m} = \frac{466,7}{1,2 \times 1,0} = 388,9 \text{ N/mm}^2$$

Meccanismi Fragili (Taglio):

$$f_{yd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{466,7}{1,2 \times 1,15} = 338,1 \text{ N/mm}^2$$

6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI CORPI A, B e C

Le indagini sui materiali condotte dalla ditta L.R. Laboratori e Ricerche nel mese di Settembre 2021, rapporto di prova R.P. 998/21-o e 998/21-p del 10/08/2021 sono le seguenti:

- 3 prelievi campione di profilati e lamiera
- 6 prelievi campione di bulloni
- 9 prove durometriche su profilati e lamiera

6.1. Caratterizzazione dell'acciaio

Le indagini distruttive e non su campioni metallici hanno permesso di identificare le caratteristiche meccaniche degli elementi.

Nell'impostazione della campagna di indagini, si sono scelti dei punti rappresentativi dello stato complessivo dell'edificio cercando di riflettere al meglio le caratteristiche di variabilità della struttura.

La caratterizzazione meccanica dell'acciaio è stata desunta utilizzando sia i risultati delle prove distruttive, sia quelli delle indagini non distruttive (durometrie).

6.1.1. Indagini tramite prelievo di campioni di carpenteria metallica

Per la valutazione delle caratteristiche meccaniche degli elementi in carpenteria metallica si è proceduto all'asportazione di alcuni spezzoni e si sono eseguite prove di trazione fino a rottura all'interno di laboratorio prove autorizzato.

I risultati di tali prove sono riassunti nella tabella seguente:

Prelievo acciaio carpenteria metallica					
		N	Dimensioni	Fy	Ft
1	Pilastro (T)	P30	35x10mm	307,17	498,14
2	Trave (1)	P111-P80	35x10mm	317,66	434
3	Pilastro (2)	P 48	50x12mm	285,36	439,82
			MEDIA	303,3967	457,32

Il valore medio della tensione di snervamento vale: f_{ym} **prelievo barre = 303.3 N/mm²**

Questo valore viene combinato con quello delle indagini durometriche per determinare la resistenza media in situ, come meglio specificato nel seguito.

6.1.2. Indagini tramite durometro su profili di carpenteria metallica

Su alcuni profilati sono stati eseguite delle prove con durometro portatile (Brinell) al fine di definire la resistenza a rottura per trazione dell'acciaio investigato.

L'esecuzione delle prove si è resa necessaria per ridurre al minimo il carattere invasivo delle attività e per estendere la conoscenza dei profilati presenti, confermando o meno i risultati delle prove di trazione.

I risultati delle 9 prove durometriche eseguite in fase 1 sono stati preliminarmente oggetto di analisi statistica al fine di stabilire la necessità o meno di procedere con le ulteriori indagini di fase 2.

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

Parimenti a quanto effettuato per le indagini sul calcestruzzo si è verificato che il coefficiente di variazione CV fosse non superiore al valore limite di 0,25. Tutti i parametri dell'indagine statistica sono riassunti nella Tabella 17.

DUROMETRIE				
	Elemento	Pos.	Valori	Media
1	Trave (T)	P48-P49	120	126,6
			128	
			132	
			116	
			137	
2	Trave (T)	P30-P48	131	110
			119	
			97	
			119	
			84	
3	Trave (T)	P45-P46	138	128
			103	
			111	
			125	
			162	
4	Pilastro (1)	P104	120	125,40
			131	
			129	
			137	
			110	
5	Pilastro (1)	P106	110	124,80
			129	
			126	
			120	
			139	
6	Pilastro (1)	P115	138	126
			139	
			108	
			125	
			122	
7	Trave (2)	P45-P46	125	142
			109	
			178	
			151	
			147	
8	Trave (2)	P83-P100	104	105
			102	
			113	
			93	
			112	
9	Trave (2)	P105-P107	110	107
			95	
			117	
			107	
			108	

Risultati ottenuti	Media (4)
1,0	126,6
2,0	110,0
3,0	127,8
4,0	125,4
5,0	124,8
6,0	126,4
7,0	142,0
8,0	104,8
9,0	107,4
	Varianza (σ^2)
	127,30
	Scarto quadratico (σ)
	11,28
	4 + 2 σ
	144,25
	4 - 2 σ
	99,12
	$\sigma/4$
	0,09

Tabella 16 e 17 – Studio statistico risultati prove acciaio

La misura della durezza superficiale dell'acciaio (resistenza della superficie del materiale alla penetrazione di un'incudine) ha consentito di dedurre la resistenza meccanica a trazione del materiale. La determinazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio in termini di tensione di snervamento è stata effettuata successivamente sulla base delle seguenti considerazioni.

VII Municipalità

7.11-30°CD Parini Plesso infanzia, Cupa fosso del lupo 15

- Si è determinato il coefficiente di conversione tra il valore medio di rottura con durometro e valore medio per prova di laboratorio, ottenendo:

CORRELAZIONE			
Elemento	Ft trazione	Ft duro	COEFF
Trave	457,3	404,9	1,129495

- Si è calcolato il valore medio su tutte le prove del rapporto rottura-snervamento da utilizzare per determinare la tensione di snervamento delle prove con durometro conoscendone il valore di rottura.

Prelievo acciaio carpenteria metallica						
		N	Dimensioni	Fy	Ft	ft/fy
1	Pilastro (T)	P30	35x10mm	307,17	498,14	0,62
2	Trave (1)	P111-P80	35x10mm	317,66	434	0,73
3	Pilastro (2)	P 48	50x12mm	285,36	439,82	0,65
			MEDIA	303,3967	457,32	0,67

Si è infine valutato il valore medio di snervamento in situ relativo alle prove durometriche come da tabella seguente:

DUOMETRIE						
	Elemento	Pos.	R.rottura	Ft correlata	Fy duro	
1	Trave (T)	P48-P49				
			423	478	318	
2	Trave (T)	P30-P48				
			350	395	263	
3	Trave (T)	P45-P46				
			430	486	323	
4	Pilastro (1)	P104				
			419	473	315	
5	Pilastro (1)	P106				
			415	469	312	
6	Pilastro (1)	P115				
			423	478	318	
7	Trave (2)	P45-P46				
			477	539	359	
8	Trave (2)	P83-P100				
			347	392	261	
9	Trave (2)	P105-P107				
			360	407	271	
			405	MEDIA	304,5	

Il valore medio della tensione di snervamento vale quindi: **$f_{ym \text{ durometro}} = 304.5 \text{ N/mm}^2$**

6.1.3. Valutazione della tensione di snervamento in situ

La tensione di snervamento è data dalla media del valore medio ottenuto dalle prove distruttive e dalle prove non distruttive.

Si ottiene dunque: $f_{ym} = (303.3 + 304.5) / 2 = 304 \text{ N/mm}^2$

Questo valore, opportunamente ridotto del fattore di confidenza di seguito valutato, sarà da considerare quale valore di progetto della tensione dell'acciaio secondo quanto indicato dalla CM 7/2019 al punto 8.7.2.2.

Per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili, le resistenze medie in situ vengono divise per i fattori di confidenza e per i coefficienti parziali di sicurezza.

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

Resistenza di calcolo dell'acciaio da carpenteria:

Meccanismi Duttili (Flessione): $f_{yd} = \frac{f_{ym}}{FC \times \gamma_m} = \frac{304}{1.2 \times 1.0} = 253 \text{ N/mm}^2$

Meccanismi Fragili (Taglio): $f_{yd} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{304}{1.2 \times 1.05} = 241 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo dei bulloni:

Meccanismi Duttili (Flessione): $f_{td} = \frac{f_{ym}}{FC \times \gamma_m} = \frac{205}{1.2 \times 1.0} = 170 \text{ N/mm}^2$

Meccanismi Fragili (Taglio): $f_{td} = \frac{f_{cm}}{FC \times \gamma_m} = \frac{205}{1.2 \times 1.05} = 162 \text{ N/mm}^2$

I valori di resistenza ottenuti sono pressochè identici a quelli ricavati per la scuola gemella Piantedosi.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento dell'edificio oggetto di indagine e verifica sismica.....	3
Figura 2 – Schema Planimetrico con indicazione dei vari corpi.....	5
Figura 3 – Inquadramento lotto di interesse.....	5
Figura 4 - Prospetto esterno lato Sud- Est.....	6
Figura 5 - Prospetto esterno lato Est.....	6
Figura 6 – Prospetto esterno lato Sud-Ovest (palestra).....	7
Figura 7 – Prospetto interno Ovest.....	7
Figura 8 – Schema carpenteria primo impalcato (piano terra).....	8
Figura 11 – Schema carpenteria secondo impalcato.....	9
Figura 10– Schema carpenteria terzo impalcato (q. +9.30).....	9

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Tabella valori dimensionali.....	10
Tabella 2–Percentuali pilastri indagati piano terra/primo e secondo (~100%).....	16
Tabella 3–Percentuali travi indagati piano terra/primo e secondo (~97%).....	16
Tabella 4–Percentuali nodi indagati piano terra/primo e secondo (~80%).....	16
Tabella 5–Percentuali pilastri indagati al piano interrato (100%).....	17
Tabella 6–Percentuali pilastri indagati scala (100%).....	17
Tabella 7–Percentuali travi indagati al piano interrato (100%).....	17
Tabella 8–Percentuali pilastri indagati scala (100%).....	17
Tabella 10 – Quadro sinottico piano di indagine.....	18
Tabella 10 – Risultati prove di compressione.....	19
Tabella 11 – Risultati provini calcestruzzo.....	20
Tabella 12 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo complete.....	21
Tabella 13 – Studio statistico risultati prove calcestruzzo ridotte.....	21
Tabella 14 – Studio statistico risultati prove acciaio ridotte.....	24
Tabella 15 – Risultati prove acciaio.....	24
Tabella 16 e 17 – Studio statistico risultati prove acciaio.....	26



COMUNE DI NAPOLI

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità

VII Municipalità

Lotto 7

CIG: B65117000050001

CUP: 7882655CAD



- ▶ ELABORATO: Fase2_RRI01
- ▶ OGGETTO: Relazione sui risultati delle indagini
- ▶ SCALA:
- ▶ DATA: 11/10/21
- ▶ REV: [0]

▶ RTP

Capogruppo e coordinatore scientifico:

Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)

PROGEN s.r.l.
Amministratore Unico
Ing. FABIO NERI

Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:

Ing. Marco Muratore (TECHNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)

Planir srl
Amministratore Unico
Dot. Ing. Placido Impollonia

Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:

Geol. Sergio Dolfin

Professionisti collaboratori tecnici:

Ing. Filippo Di Mauro (TECHNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)

Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:

Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECHNOSIDE srl)

Esecuzione indagini strutturali_geognostiche:

Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin

Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:

Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)

Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):

Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)

Gestione informativa del servizio:

Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

▶ STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.

Ing. Marianna Vanacore

R.U.P.

Arch. Alfonso Ghezzi

I.C. 61° Sauro Errico Pascoli
Traversa Maglione, 35

RELAZIONE TECNICA
INDAGINI STRUTTURALI

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
1.1	TIPOLOGIE E CONSISTENZA DEGLI ACCERTAMENTI ESEGUITI	5
1.2	ALLEGATI	5
2	INDAGINI PACOMETRICHE	6
2.1	GENERALITÀ	6
2.1	RISULTATI DELLE PROVE	6
2.1.1	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al piano interrato.....</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al piano terra.....</i>	<i>10</i>
2.1.3	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al primo piano</i>	<i>13</i>
2.1.4	<i>Dettaglio delle indagini pacometriche eseguite al Secondo Piano</i>	<i>14</i>
3	SAGGI SUI SOLAI.....	14
3.1	GENERALITÀ.....	14
3.2	RISULTATI DELLE PROVE	15
3.2.1	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al piano interrato.....</i>	<i>15</i>
3.2.2	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al piano terra</i>	<i>16</i>
3.2.3	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al Primo Piano.....</i>	<i>18</i>
3.2.4	<i>Dettaglio dei saggi sui solai eseguite al Secondo Piano.....</i>	<i>19</i>
4	PROVE SU CALCESTRUZZO.....	19
4.1	GENERALITÀ.....	19
4.2	PRELIEVO DI CAMPIONI E PROVE DI CARBONATAZIONE	20
4.2.1	<i>Dettagli dei carotaggi e delle prove di carbonatazione eseguiti al piano Interrato.....</i>	<i>21</i>
4.2.2	<i>Dettagli dei carotaggi e delle prove di carbonatazione eseguiti al piano terra.....</i>	<i>22</i>
4.2.3	<i>Dettagli dei carotaggi e delle prove di carbonatazione eseguiti al primo piano</i>	<i>23</i>
4.2.4	<i>Dettagli dei carotaggi e delle prove di carbonatazione eseguiti al Secondo Piano.....</i>	<i>24</i>
4.3	PROVE DI COMPRESSIONE IN LABORATORIO.....	25
5	ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA	26
5.1	GENERALITÀ.....	26
5.1.1	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al piano interrato.....</i>	<i>27</i>
5.1.2	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al piano terra</i>	<i>28</i>
5.1.3	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al primo piano.....</i>	<i>29</i>
5.1.4	<i>Dettagli dei prelievi di barra eseguiti al Secondo piano.....</i>	<i>30</i>

5.2	RISULTATI DI LABORATORIO	31
6	PROVE SULLA CARPENTERIA METALLICA.....	31
6.1	GENERALITÀ.....	31
6.2	PRELIEVI DI CAMPIONI DI CARPENTERIA METALLICA.....	33
6.2.1	<i>Dettagli delle indagini eseguite.....</i>	<i>33</i>
6.2.2	<i>Risultati delle prove di trazione su carpenteria metallica.....</i>	<i>34</i>
6.3	PROVE DI DUREZZA SU PROFILATI IN ACCIAIO	34
6.3.1	<i>Generalità</i>	<i>34</i>
6.3.2	<i>Apparecchiatura di prova.....</i>	<i>35</i>
6.3.3	<i>Modalità esecutive e risultati della prova.....</i>	<i>35</i>
6.4	PROVE DI TRAZIONE SU BULLONI.....	37
7	ULTERIORI INDAGINI	38
7.1	GENERALITÀ.....	38
7.2	RISULTATI DELLE PROVE	39
7.2.1	<i>Piano Interrato.....</i>	<i>40</i>
7.2.2	<i>Piano terra</i>	<i>43</i>
7.2.3	<i>Primo Piano.....</i>	<i>44</i>
7.2.4	<i>Secondo Piano.....</i>	<i>46</i>

1 INTRODUZIONE

Il presente Rapporto di Prova ha per oggetto le indagini strutturali eseguite sul plesso scolastico Centrale del I.C. 61° Sauro - Errico Pascoli, ubicato a Napoli, nella Traversa Maglione n. 35 nel quartiere di Secondigliano (fig. 1).

L'edificio sorge nella stessa area in cui si trova il plesso Piantedosi che è speculare e della stessa tipologia strutturale ed è oggetto anch'esso di verifica di vulnerabilità nell'ambito del presente servizio e i cui risultati delle indagini sono riportati un report a parte.

La similitudine con il plesso "Piantedosi" ha permesso in alcuni casi di ridurre le prove una volta accertata la stessa natura degli elementi. Per una lettura completa si rimanda comunque ai risultati delle indagini conseguiti nel plesso "Piantedosi".

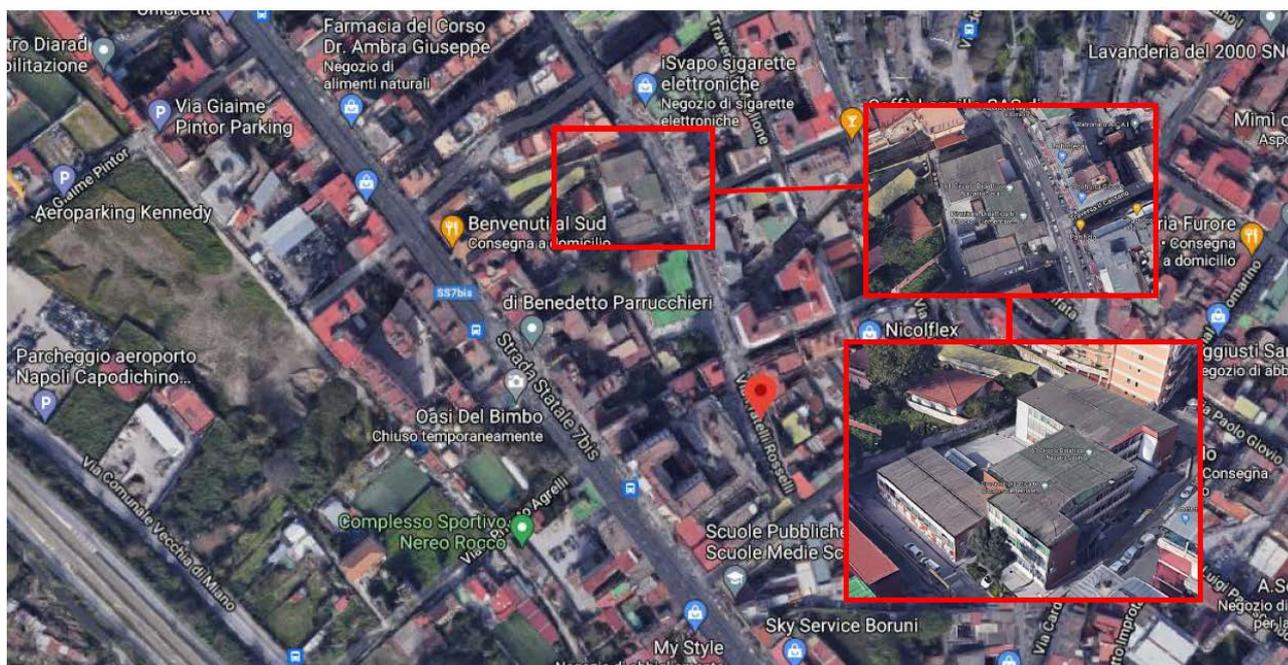


fig. 1: edificio oggetto delle indagini

Il complesso si compone di diversi corpi di fabbrica con differente tipologia strutturale. La tipologia strutturale prevalente è "acciaio" ma in minima parte si riscontrano parti in c.a. Per la suddivisione dei vari corpi strutturali, per una più agevole comparazione, si è scelta la stessa effettuata per il plesso "gemello" Piantedosi.

In particolare, con riferimento alla fig. 2 si riscontrano i seguenti corpi di fabbrica:

- Corpo A: realizzato su 2 piani completamente fuori terra con struttura in acciaio, superficie lorda per piano di circa 330 mq e altezza totale di circa 6.20 m.
- Corpo B e B': realizzato su 3 piani di cui uno interrato presenta per le parti fuori terra una struttura in acciaio con superficie lorda per piano di circa 390 mq e altezza totale di circa 6.20 m. Per una piccola porzione ospita il corpo B' che occupa un'area di circa 66 mq, è completamente interrato e presenta una struttura in c.a. L'ingresso a tale porzione di fabbricato è solamente dall'esterno.
- Corpo C: ospita la palestra, è realizzato su di un solo livello totalmente fuori terra con struttura in acciaio, occupa un'area lorda di circa 250 mq e un'altezza al colmo di circa 5.8 m.
- Corpo D: si tratta del corpo scale che collegano i due livelli dell'edificio. È realizzato in c.a. e occupa un'area di circa 75 mq.



fig. 2: individuazione dei corpi di fabbrica

CORPO A: edificio in cemento armato con destinazione uffici/residenza a 2 elevazioni fuori terra

CORPO B: edificio in cemento armato con destinazione autorimessa ad 1 elevazione fuori terra

I vari corpi strutturali, ad eccezione di B e B' si presentano disgiunti come hanno permesso di accertare le indagini sebbene il corpo in c.a. si presenta realizzato in adiacenza ai corpi in acciaio al livello dei solai.

Gli accertamenti strutturali di che trattasi, sono stati affidati alla scrivente L&R Laboratori e Ricerche s.r.l. con sede in via Pablo Picasso 2 – San Giovanni La Punta (CT), in qualità di impresa facente parte del gruppo aggiudicatario della gara e sono stati eseguiti in cantiere dal 05 al 09 luglio 2021 dai tecnici L&R sotto la supervisione dell'Ing. Claudia Maccarrone.

1.1 TIPOLOGIE E CONSISTENZA DEGLI ACCERTAMENTI ESEGUITI

Sono state eseguite indagini magnetotermiche con pacometro, saggi sui solai, carotaggi su calcestruzzo, prelievi di armatura, di carpenteria metallica e di bulloni, saggi visivi su muratura e altri saggi visivi di cui si rimanda ai dettagli nei paragrafi successivi.

Dai primi saggi eseguiti, visti i primi risultati che emergevano, del tutto simili a quanto riscontrato sull'edificio gemello "plesso Piantedosi" si è deciso in accordo con i progettisti di ridurre il numero degli accertamenti per quanto riguardava gli accertamenti visivi. Ulteriori informazioni sulla geometria degli elementi potranno essere dunque mutuati da quanto osservato sul plesso Piantedosi.

1.2 ALLEGATI

Formano parte integrante della presente relazione le tavole allegate che riportano le ubicazioni delle indagini eseguite di cui di seguito in elenco:

- FASE2_RRI02 – Ubicazione indagini piano interrato
- FASE2_RRI03 - Ubicazione indagini piano terra
- FASE2_RRI04 - Ubicazione indagini primo piano
- FASE2_RRI05 - Ubicazione indagini secondo piano

e i seguenti certificati di laboratorio

- 998/21/i – prove di compressione sul calcestruzzo
- 998/21/j – prove di trazione sulle barre di armature
- 998/21/p – prove di trazione sui profilati in acciaio
- 998/21/o – prove di trazione sui bulloni

2 INDAGINI PACOMETRICHE

2.1 GENERALITÀ

Per approfondire la conoscenza di alcuni elementi strutturali ed eseguire un rilievo geometrico e strutturale del singolo elemento, sono state eseguite delle indagini pacometriche corredati, in alcuni casi, da saggi diretti su alcuni elementi. Complessivamente sono state eseguite n. 17 pacometrie e nel dettaglio:

1. P _B	Pacometria Pilastro B, Piano Interrato - corpo B'
2. P _D	Pacometria Pilastro D, Piano Interrato - corpo B'
3. P _E	Pacometria Pilastro E, Piano Interrato - corpo B'
4. P _{C-C'}	Pacometria Trave C-C', Piano Interrato - corpo B'
5. P _{parete A-B}	Pacometria Parete A-B, Piano Interrato - corpo B'
6. P _{M1}	Pacometria Parete M1, Piano interrato – corpo B'
7. P _{M2}	Pacometria Parete M2, Piano interrato – corpo B'
8. P _H	Pacometria Pilastro H, Piano Terra - corpo D
9. P _O	Pacometria Pilastro O, Piano Terra - corpo D
10. P _{P'}	Pacometria Pilastro P', Piano Terra - corpo D
11. P _{G-P'}	Pacometria Trave G-P', Piano Terra - corpo D
12. P _{I-M}	Pacometria Trave I-M, Piano Terra - corpo D
13. P _{RAMPA}	Pacometria Rampa scala, Piano Terra - corpo D
14. P _M	Pacometria Pilastro M, Primo Piano - corpo D
15. P _{G-P'}	Pacometria Trave P-G', Primo Piano - corpo D
16. P _H	Pacometria Pilastro H, Secondo Piano - corpo D
17. P _{L-M}	Pacometria Trave L-M, Secondo Piano – corpo D

Le pacometrie sono state eseguite mediante l'impiego di:

- Pacometro ELCOMETER P331-H

I saggi di armatura e i rilievi geometrici sono stati eseguiti mediante l'impiego di:

- Martello demolitore HILTI mod. TE50;
- Calibro centesimale.
- trapano

2.1 RISULTATI DELLE PROVE

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle indagini pacometriche e dei saggi strutturali eseguiti sui vari elementi.

I risultati delle prove P_{M1} e P_{M2} sono riportati nel capitolo 7 all'interno delle indagini M1 e M2.

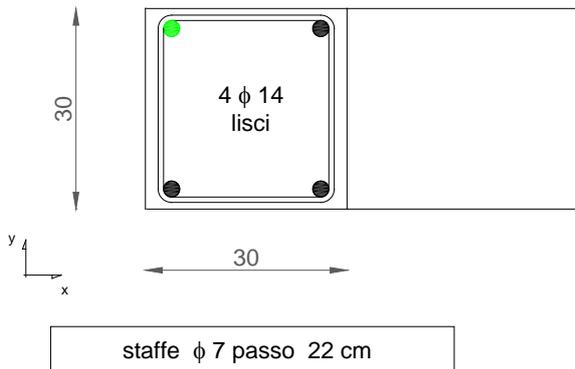
Nelle schede i vari elementi sono riportati in sezione trasversale dove sono indicate le barre di armatura individuate nell'indagine. Per quanto riguarda la simbologia adottata si faccia riferimento a quanto segue:

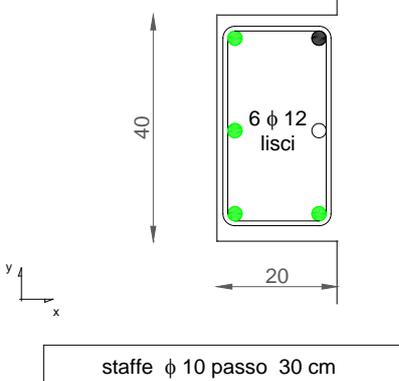
LEGENDA INDAGINI PACOMETRICHE	
●	BARRA DI ARMATURA RILEVATA DALL'INDAGINE STRUMENTALE
○	BARRA DI ARMATURA CON PRESENZA IPOTIZZATA
●	BARRA DI ARMATURA RISCONTRATA DA SAGGIO VISIVO
●	BARRA DI ARMATURA PRELEVATA PER INDAGINE DI LABORATORIO

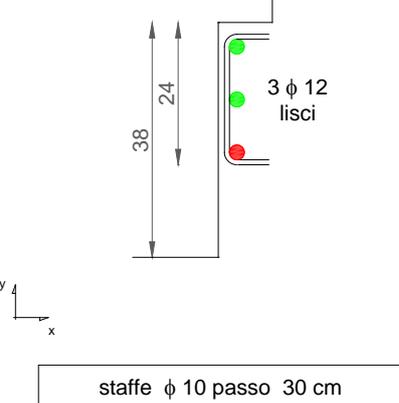
Tabella 1: Legenda delle prove pacometriche

Il passo delle staffe è riportato come valore medio su almeno 5 staffe.

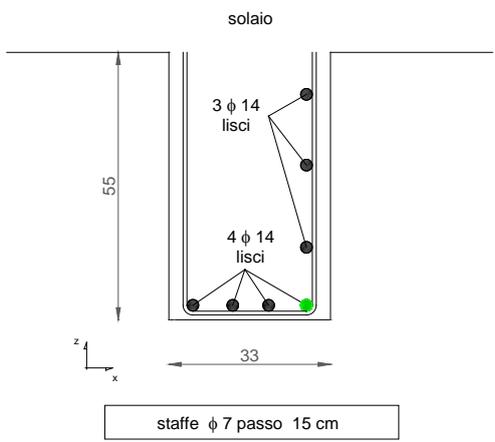
2.1.1 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL PIANO INTERRATO

codice	P B	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
	 <p>4 ϕ 14 lisci</p> <p>30</p> <p>30</p> <p>staffe ϕ 7 passo 22 cm</p>				

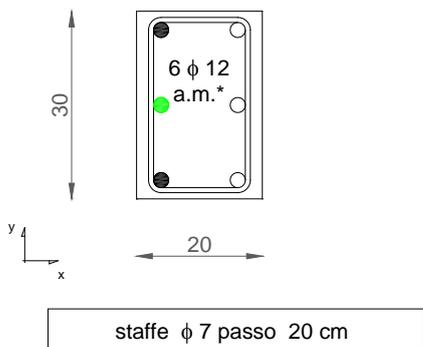
codice	P D	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
	 <p>40</p> <p>20</p> <p>6 ϕ 12 lisci</p> <p>staffe ϕ 10 passo 30 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: CP D CANT</p>				

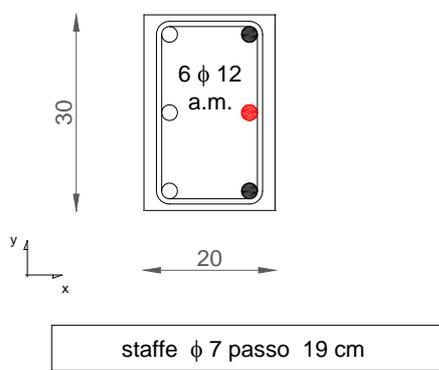
codice	P E	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
	 <p>38</p> <p>24</p> <p>3 ϕ 12 lisci</p> <p>staffe ϕ 10 passo 30 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: BP E CANT</p> <p>NOTA: sebbene il pilastro presenti dimensioni di circa 40 cm su un lato, l'armatura risulta concentrata su un solo lato</p>				

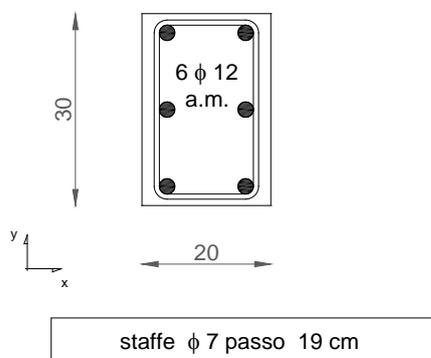
codice	Parete A-B (P90)	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
	Non è stata riscontrata armatura, sebbene la parete sia realizzata in cls.				

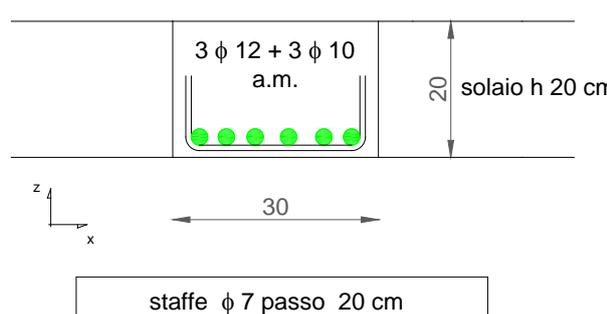
codice	PC-C'	Piano/livello	scantinato	corpo	B'
	 <p>staffe ϕ 7 passo 15 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: CT C-C' CANT</p>				

2.1.2 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL PIANO TERRA

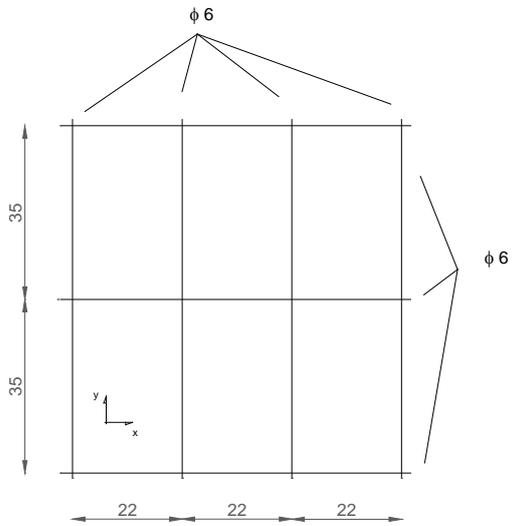
codice	P H	Piano/livello	terra	corpo	D
	 <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Cp H</p> <p>* I ferri longitudinali hanno una sezione a stella</p>				

codice	P O	Piano/livello	terra	corpo	D
	 <p>staffe ϕ 7 passo 19 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bp O</p> <p>* I ferri longitudinali hanno una sezione a stella</p>				

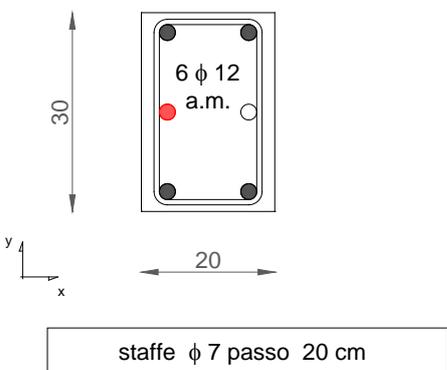
codice	P P'	Piano/livello	terra	corpo	D
 <p>staffe ϕ 7 passo 19 cm</p>					
<p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bp O</p>					

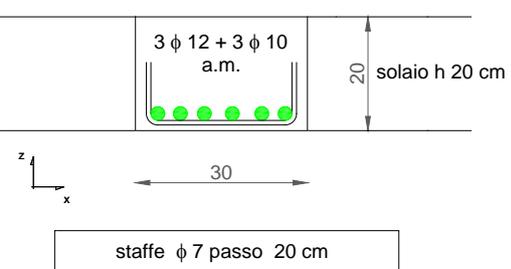
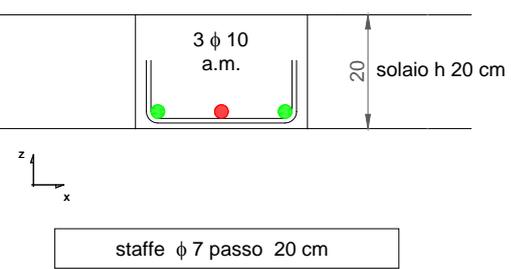
codice	P G-P'	Piano/livello	terra	corpo	D
 <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p>					

codice	P I-M	Piano/livello	terra	corpo	D	
		MEZZERIA INTRADOSSO				
		giunto corpo A				
		 <p>3 ϕ 12 + 3 ϕ 10 a.m.</p> <p>20 solaio h 20 cm</p> <p>30</p> <p>z x</p> <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p>				
		APPOGGIO INTRADOSSO				
		giunto corpo A				
		 <p>2 ϕ 10 a.m.</p> <p>20 solaio h 20 cm</p> <p>30</p> <p>z x</p> <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p>				
						

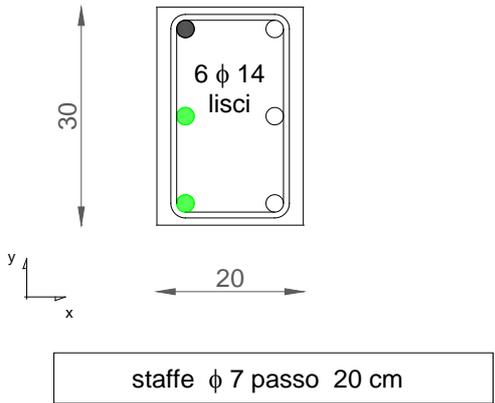
codice	PRAMPA	Piano/livello	terra	corpo	D	
		 <p>ϕ 6</p> <p>35</p> <p>35</p> <p>22 22 22</p> <p>y x</p> <p>ϕ 6</p>				
		<p>Prova eseguita sulla prima rampa della scala. Il passo delle armature rappresenta una media.</p>				

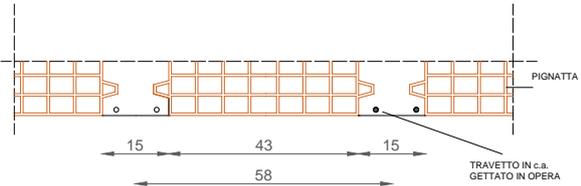
2.1.3 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL PRIMO PIANO

codice	PM	Piano/livello	primo	corpo	D
	 <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bp M</p>				

codice	P G-P'	Piano/livello	primo	corpo	D
	<p>MEZZERIA INTRADOSSO</p>  <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p> <p>APPOGGIO INTRADOSSO</p>  <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p> <p>ULTERIORI PROVE ESEGUITE SULLO STESSO ELEMENTO: Bt G-P' 1°P</p>		 		

2.1.4 DETTAGLIO DELLE INDAGINI PACOMETRICHE ESEGUITE AL SECONDO PIANO

codice	P H	Piano/livello	Secondo	corpo	D
	 <p>30</p> <p>6 ϕ 14 lisci</p> <p>20</p> <p>staffe ϕ 7 passo 20 cm</p>				

codice	P L-M	Piano/livello	Secondo	corpo	D
	 <p>15 43 15 58</p> <p>PIGNATTA</p> <p>TRAVETTO IN c.a. GETTATO IN OPERA</p> <p>Non è stata riscontrata trave ma solaio in travetti gettato in opera.</p>				

3 SAGGI SUI SOLAI

3.1 GENERALITÀ

Sono stati eseguiti saggi diretti sui solai mediante l'impiego di tecniche distruttive e non al fine di individuarne la tipologia strutturale e ricostruirne una sezione trasversale. In alcuni casi sono stati eseguiti fori con trapano o carotatrice accompagnati da indagini endoscopiche. Complessivamente sono stati eseguiti 6 saggi come di seguito dettagliato:

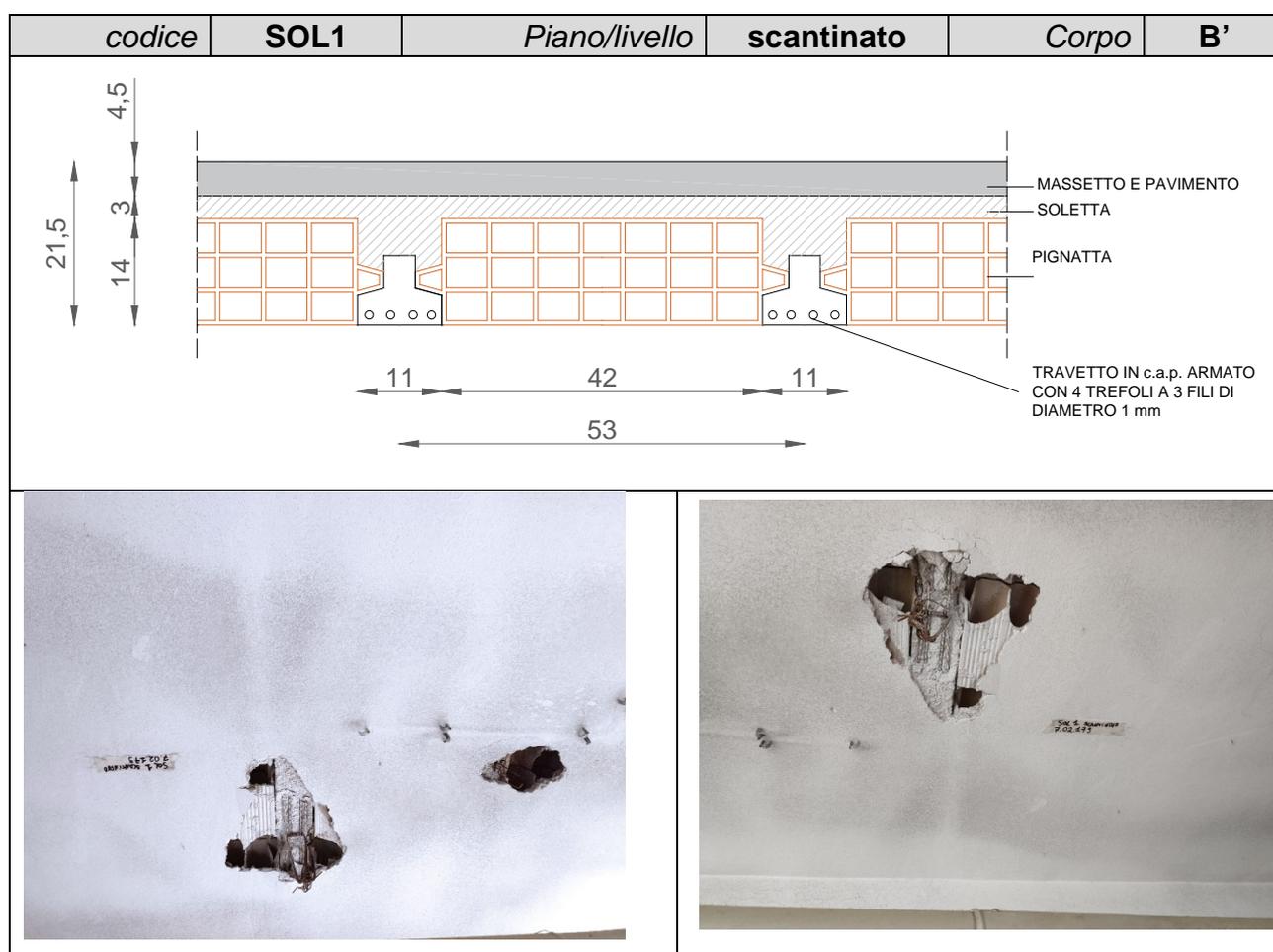
1. SOL1 Saggio su solaio di piano al piano interrato – Corpo B'

2. SOL2 Saggio su solaio di piano al piano terra – Corpo D
3. SOL_{PIANEROTTOLO} Saggio su solaio del pianerottolo delle scale – Corpo D
4. SOL3 Saggio su solaio al primo piano – Corpo A
5. SOL4 Saggio su solaio al secondo piano – Corpo B

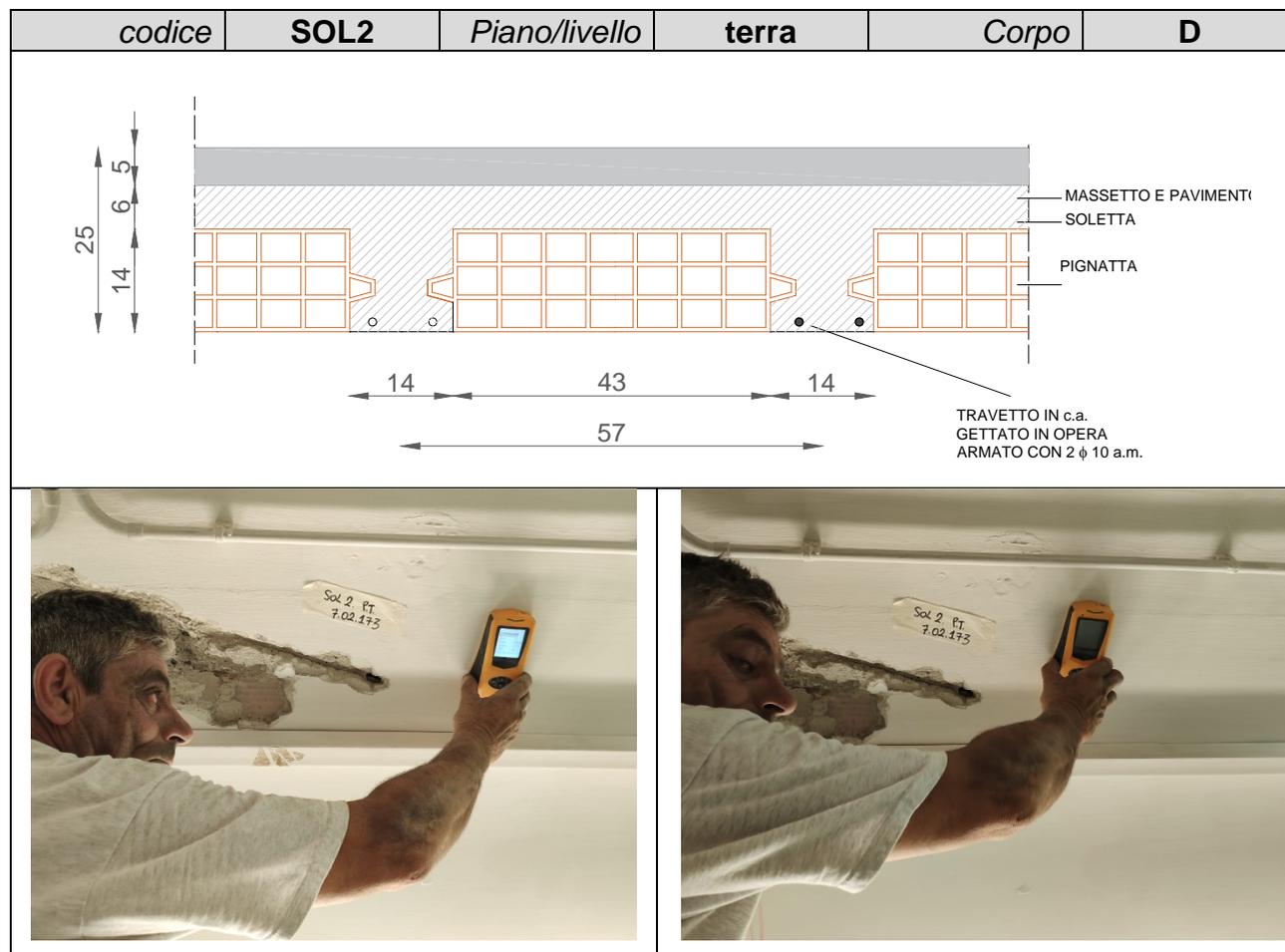
3.2 RISULTATI DELLE PROVE

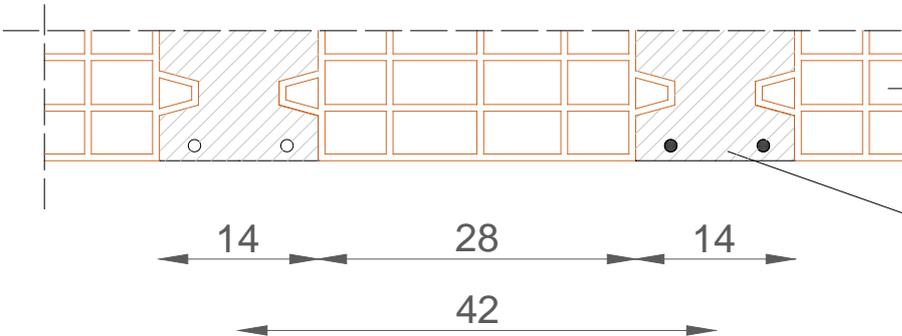
Di seguito si riportano, in schede monografiche i risultati conseguiti dalle indagini. Per la simbologia adottata per le armature si faccia riferimento a quanto indicato nella Tabella 1.

3.2.1 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL PIANO INTERRATO

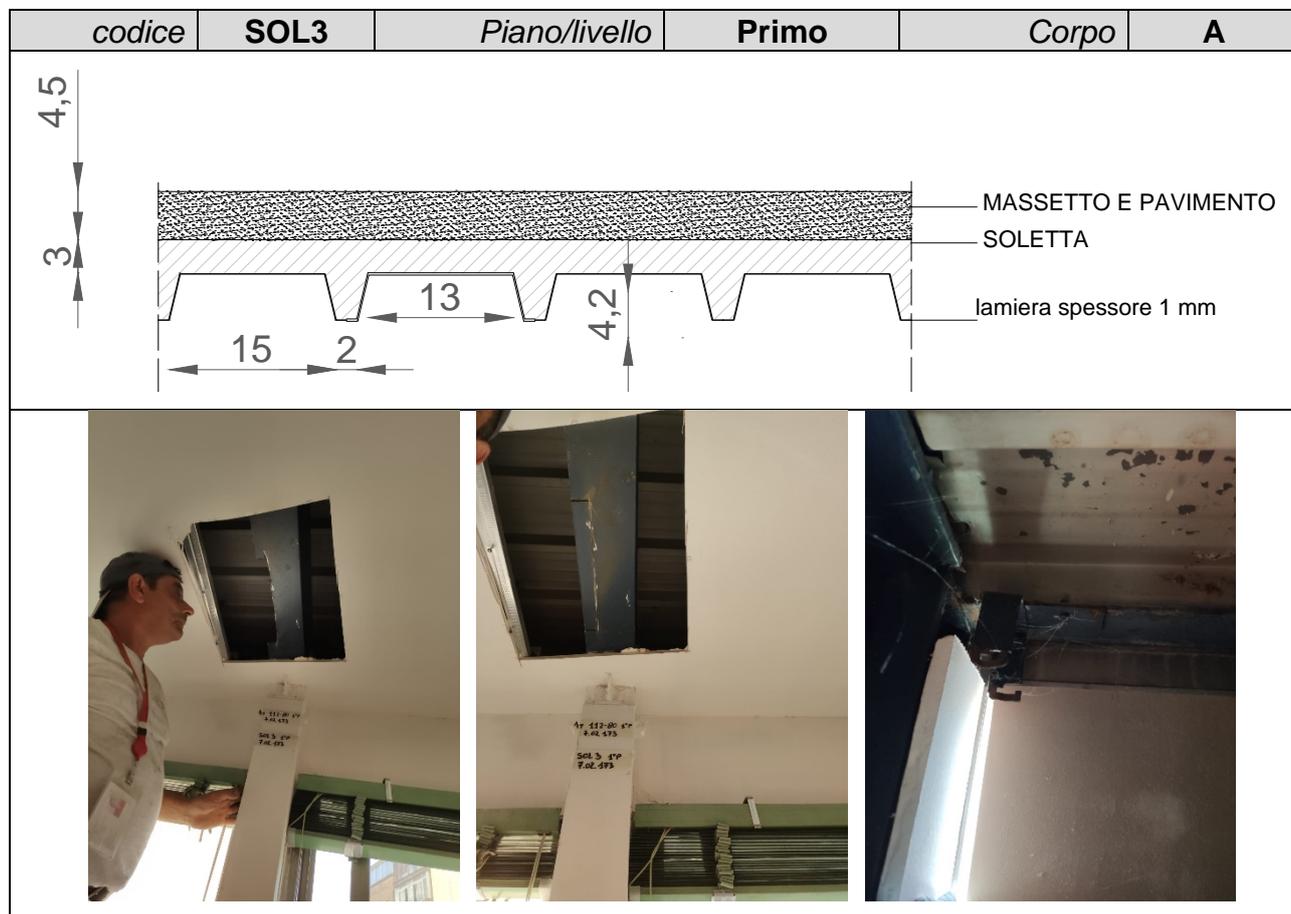


3.2.2 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL PIANO TERRA

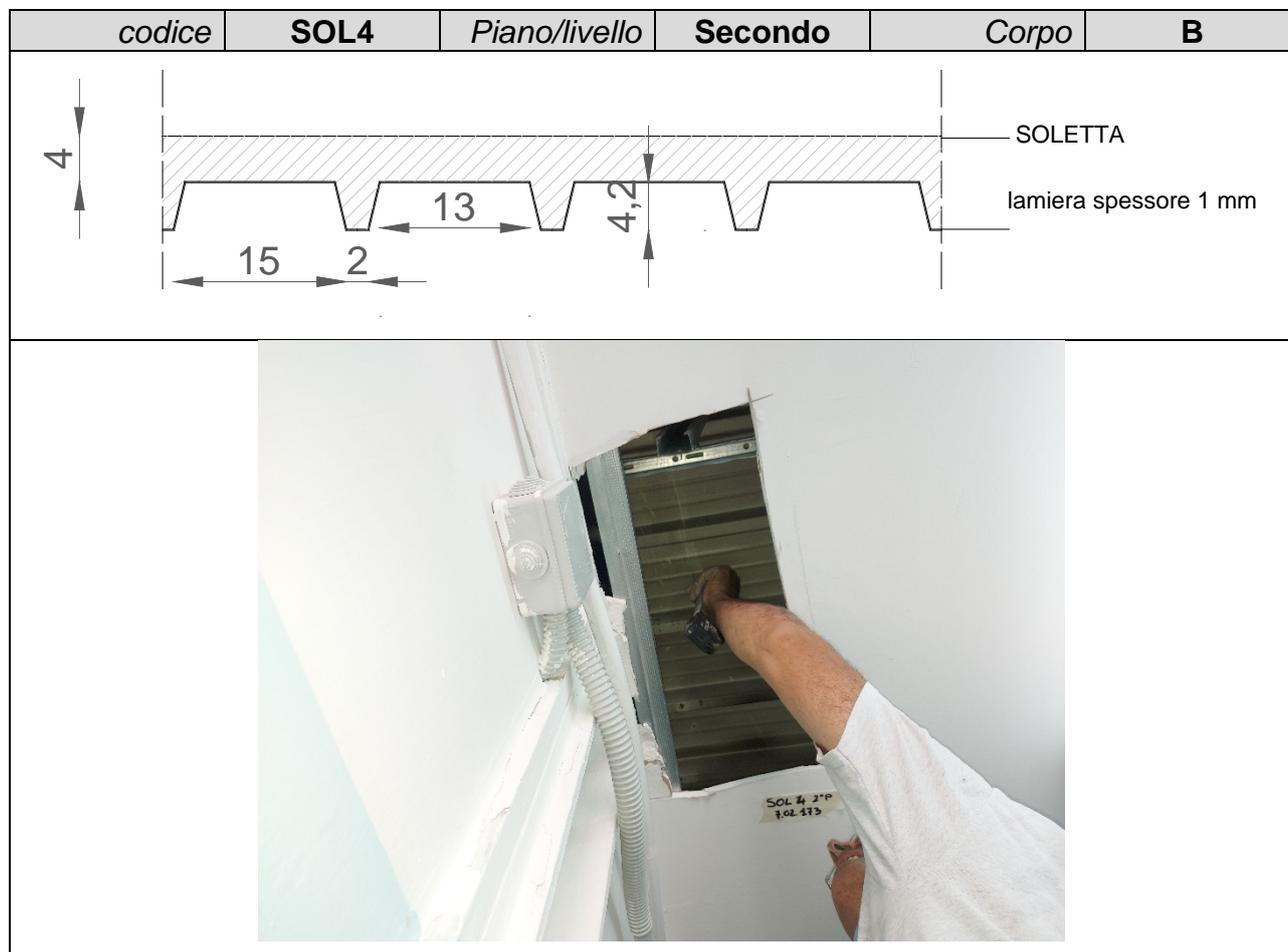


codice	SOLPIANEROTTOLO	Piano/livello	terra	Corpo	D
					
					PIGNATTA H= 14 cm
					TRAVETTO IN c.a. GETTATO IN OPERA ARMATO (rinvenuti 2 ϕ 5 a.m.)
					
					

3.2.3 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL PRIMO PIANO



3.2.4 DETTAGLIO DEI SAGGI SUI SOLAI ESEGUITE AL SECONDO PIANO



4 PROVE SU CALCESTRUZZO

4.1 GENERALITÀ

Per la valutazione dello stato di conservazione e delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono stati effettuati, tramite carotaggio, prelievi di campioni dai vari elementi strutturali (travi e pilastri).

Complessivamente sono state eseguiti n°8 carotaggi con corona di diametro pari 100 mm, sugli elementi strutturali indicati nelle planimetrie, prelevando da ciascuno di essi una carota su cui sono state effettuate le successive indagini per la valutazione dello stato di conservazione (prove di carbonatazione) e della resistenza meccanica allo schiacciamento (prove di compressione in laboratorio).

Effettuato il prelievo, a completamento delle indagini, tutti i fori sono stati ripristinati con malta tissotropica premiscelata antiritiro per il ripristino del cls e finitura superficiale con intonaco pronto.

4.2 PRELIEVO DI CAMPIONI E PROVE DI CARBONATAZIONE

Le prove di carbonatazione vengono eseguite per la determinazione dello spessore carbonatato di sezioni in calcestruzzo, direttamente in situ oppure su campioni estratti. Si tratta di una prova colorimetrica eseguibile ricoprendo la superficie con una soluzione chimica, detta *fenolftaleina*. La soluzione di fenolftaleina subisce un cambiamento di colore, passando dal bianco trasparente al rosso violetto quando la superficie risulta non carbonatata (materiali il cui pH è maggiore di circa 9,2); contrariamente nella superficie carbonatata la soluzione non varia, mantenendo il colore trasparente (valori di pH minori di 9,2).

La verifica della presenza di uno spessore carbonatato su campioni estratti dalle strutture è stata eseguita secondo le prescrizioni fornite dalla norma UNI 9944/92, con l'utilizzazione come indicatore chimico di una soluzione acquosa di fenolftaleina all'1% in alcool etilico.

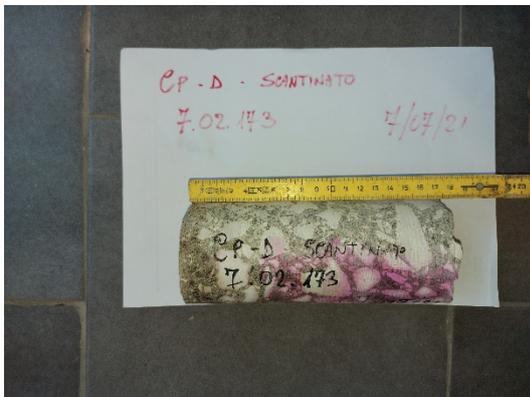
La soluzione è stata applicata direttamente su tutti i campioni di cls prelevati, secondo i piani normali alla superficie esposta all'aria.

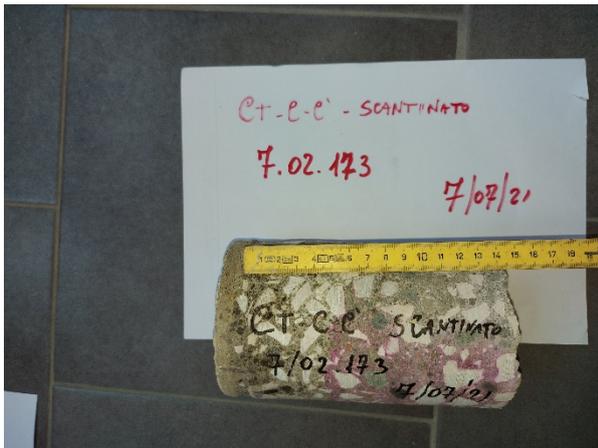
Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei campioni di cls prelevati con l'indicazione della profondità di carbonatazione misurata.

SIGLA CAMPIONE	DATA PRELIEVO	UBICAZIONE	LUNGHEZZA DELLA CAROTA (cm)	DIAMETRO CAROTA (mm)	PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE (cm)
CP D CANT	07/07/2021	Pilastro E Piano interrato	19	80	6.0
CT C-C'	07/07/2021	Trave C-C' Piano interrato	15	100	5.0
CP H PT	08/07/2021	Pilastro H Piano terra	15	80	3.5
CT L-O PT	08/07/2021	Trave L-O Piano terra	16	80	6.0
CP L 1°P	08/07/2021	Pilastro L Primo piano	15	80	0.5
CT L-O 1°P	08/07/2021	Trave L-O Primo Piano	13	80	0.0

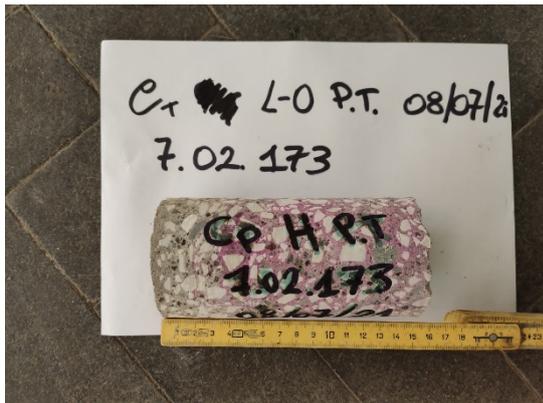
CP L 2°P *	08/07/2021	Pilastro L Secondo Piano	17	80	Interamente carbonatato
CP N 2°P	08/07/2021	Pilastro N Secondo Piano	17	80	Interamente carbonatato

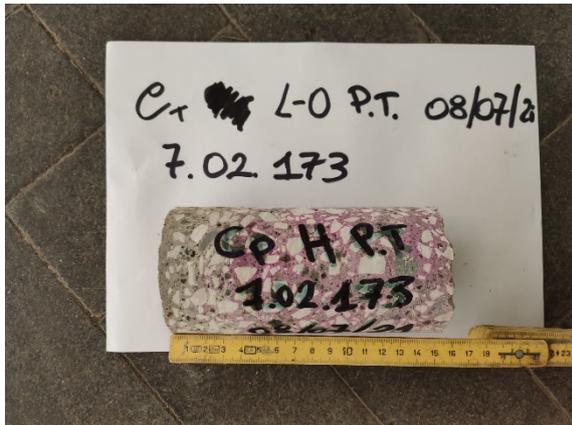
4.2.1 DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL PIANO INTERRATO

codice	CP D	Piano/livello	Interrato	Corpo	B'
					
		<i>carbonatazione</i>	6 cm		

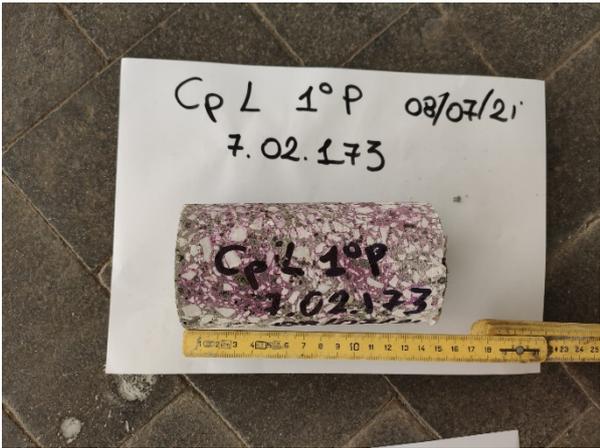
codice	CT C-C'	Piano/livello	Interrato	Corpo	B'
					
		<i>carbonatazione</i>	5.0 cm		

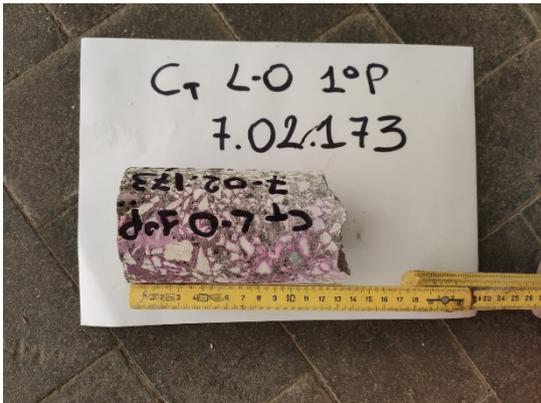
4.2.2 DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL PIANO TERRA

codice	CP H	Piano/livello	Terra	Corpo	D
					
	<i>carbonatazione</i>		3.5 cm		

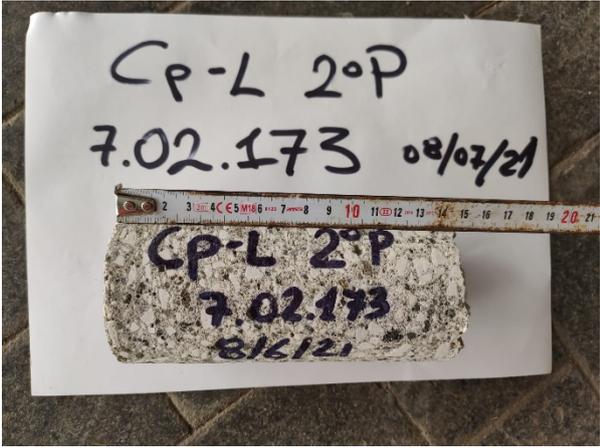
codice	CT L-O	Piano/livello	Terra	Corpo	D
					
	<i>carbonatazione</i>		6.0 cm		

4.2.3 DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL PRIMO PIANO

codice	CP L	Piano/livello	Primo	Corpo	D
					
		<i>carbonatazione</i>		0.5 cm	

codice	CT L-O	Piano/livello	Primo	Corpo	D
					
		<i>carbonatazione</i>		assente	

4.2.4 DETTAGLI DEI CAROTAGGI E DELLE PROVE DI CARBONATAZIONE ESEGUITI AL SECONDO PIANO

codice	CP L	Piano/livello	Secondo	Corpo	D
					
		<i>carbonatazione</i>	Interamente carbonatata		

codice	CP N	Piano/livello	Secondo	Corpo	D
					
		<i>carbonatazione</i>	Interamente carbonatata		

4.3 PROVE DI COMPRESSIONE IN LABORATORIO

La prova su carote di calcestruzzo è un metodo distruttivo che consente di stimare il valore della resistenza a compressione di un conglomerato cementizio attraverso prove di compressione effettuate in laboratorio su provini cilindrici (carote) prelevati in sito mediante macchina carotatrice.

Le carote estratte sono state trasferite presso il laboratorio L&R di Catenanuova, autorizzato ai sensi dell'ex art 59 del D.P.R. n° 380/01 per l'effettuazione di prove su materiali da costruzione con decreto n° 0000160 del 02/08/2016 – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – STC, per essere sottoposte a prove di rottura a compressione semplice.

A tal fine da tutte le carote estratte è stato ricavato, mediante taglio con sega circolare con disco diamantato, n.1 provino cilindrico con rapporto h/d = 1 per ciascuna carota.

Tali campioni sono stati successivamente sottoposti a prova di rottura a compressione per la determinazione della resistenza del conglomerato cementizio.

I risultati ottenuti in laboratorio sulle carote di cls sono riportati nel Cert. n° 998/21-i del 31/08/2021 rilasciato dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l. e vengono riepilogati nella seguente tabella:

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIAMETRO PROVINO (mm)	ALTEZZA PROVINO (mm)	MASSA VOLUMICA (Kg/m ³)	RESIST. A COMPR. (N/mm ²)
CP D CANT	Pilastro D Piano interrato	74	74	2160	26.9
CT C-C' CANT	Trave C-C' Piano interrato	100	100	2158	21.8
CP H PT	Pilastro H Piano terra	74	74	2043	17.3
CT L-O PT	Trave L-O Piano terra	74	74	2188	17.4
CP L 1°P	Pilastro L Primo Piano	74	74	2100	14.2
CT L-O 1°P	Trave L-O Primo Piano	74	74	2100	14.0
CP L 2°P	Pilastro L Secondo Piano	74	74	1981	11.1
CP N 2°P	Pilastro N Secondo Piano	74	74	2021	10.1

5 ESTRAZIONE DI BARRE D'ARMATURA

5.1 GENERALITÀ

Al fine di verificare lo stato di conservazione ed il mantenimento delle originarie caratteristiche meccaniche sono state estratte n°8 barre di armatura da diversi elementi strutturali, delle quali si esplicitano le caratteristiche nella seguente tabella:

SIGLA CAMPIONE	DATA PRELIEVO	UBICAZIONE	DIAMETRO PROVINO (mm)
BP E CANT	07/07/2021	Pilastro E - Piano Interrato	12
BM 2 CANT	09/07/2021	Parete - Piano Interrato	8
BP O PT	08/07/2021	Pilastro O - Piano Terra	12
BT L-O PT	09/07/2021	Trave L-O - Piano Terra	8
BP M 1°P	08/07/2021	Pilastro M - Primo Piano	12
BT G-P' 1°P	08/07/2021	Trave G-P' - Primo Piano	10
BP O 2°P	08/07/2021	Pilastro O - Secondo Piano	14
BT F-E 2°P	08/07/2021	Trave F-E - Secondo Piano	8

Il prelievo di barre d'armatura è stato eseguito mediante l'impiego di:

- Martello demolitore per frantumazione cls;
- Smerigliatrice elettrica con disco per taglio acciaio;
- Saldatrice elettrica a resistenza per ripristino della barra estratta.

5.1.1 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL PIANO INTERRATO

codice	BP E CANT	Piano/livello	Interrato	corpo	B'
					
	Diametro		12 mm liscio		

codice	BM2 CANT	Piano/livello	Interrato	corpo	B'
					
	Diametro		8 mm liscio		

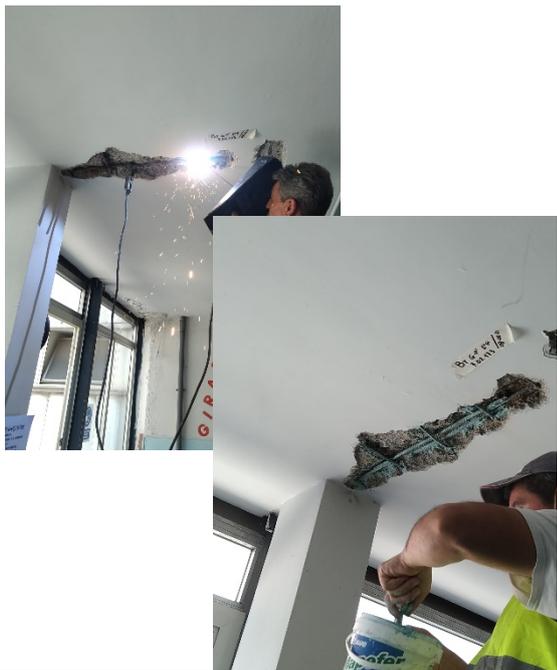
5.1.2 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL PIANO TERRA

codice	BP O PT	Piano/livello	Terra	corpo	D
					
Diametro			12 mm a.m. a forma di stella		

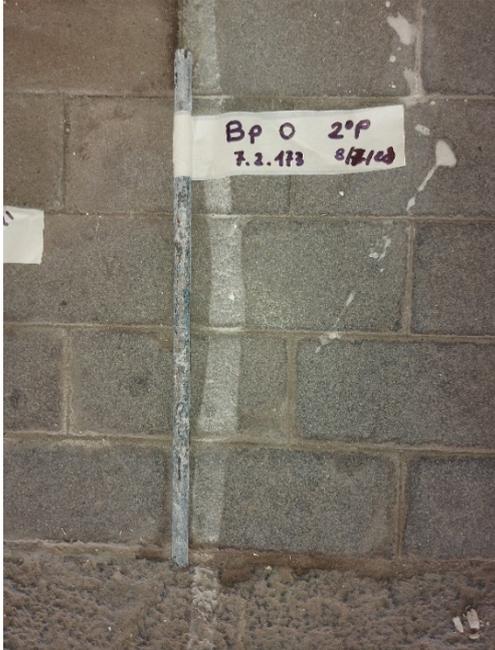
codice	BT L-O PT	Piano/livello	Terra	corpo	D
					
Diametro			7 mm a.m		

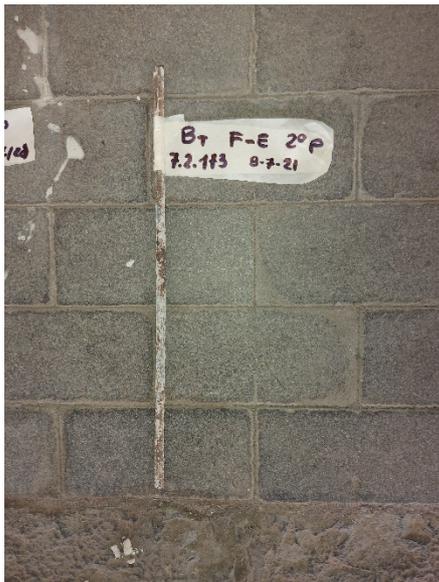
5.1.3 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL PRIMO PIANO

codice	BP M 1°P	Piano/livello	Primo	corpo	D
					
		Diametro			12 mm a.m.

codice	BT G-P' 1°P	Piano/livello	Primo	corpo	D
					
		Diametro			10 mm a.m.

5.1.4 DETTAGLI DEI PRELIEVI DI BARRA ESEGUITI AL SECONDO PIANO

codice	BP O 2°P	Piano/livello	Secondo	corpo	D
					
		Diametro	14 mm liscio		

codice	BT F-E 2°P	Piano/livello	Secondo	corpo	D
					
		Diametro	8 mm a.m.		

5.2 RISULTATI DI LABORATORIO

Le barre di armatura estratte sono state trasferite presso il laboratorio L&R di Catenanuova, autorizzato ai sensi dell'ex art 59 del D.P.R. n° 380/01 per l'effettuazione di prove su materiali da costruzione con decreto n° 0000160 del 02/08/2016 – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – STC, per essere sottoposte a prova di rottura a trazione semplice.

I risultati ottenuti in laboratorio sono riportati nei Cert. n° 998/21/j del 31/08/2021 rilasciati dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l. vengono riepilogati nella seguente tabella:

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIAMETRO PROVINO (mm)	TENSIONE DI SNERVAMENTO (N/mm ²)	TENSIONE DI ROTTURA (N/mm ²)
BP E CANT	Pilastro E Piano Interrato	12	414.80	553.32
BM 2 CANT	Parete Piano Interrato	8	415.90	561.07
BP O PT	Pilastro O Piano Terra	12	520.90	647.48
BT L-O PT	Trave L-O Piano Terra	7	423.70	531.67
BP M 1°P	Pilastro M Primo Piano	12	520.80	634.12
BT G-P' 1°P	Trave G-P' Primo Piano	10	530.20	641.93
BP O 2°P	Pilastro O Secondo Piano	14	432.30	536.41
BT F-E 2°P	Trave F-E Primo Piano	8	475.70	583.23

6 PROVE SULLA CARPENTERIA METALLICA

6.1 GENERALITÀ

Sulle strutture metalliche sono state effettuate prove atte a caratterizzarne la resistenza meccanica sia con prove distruttive consistenti in prelievi di carpenteria da cui sono stati estratti campioni per prove di trazione in laboratorio sia prove non distruttive per la misura della durezza Brinell (metodo HB) da cui stimare la resistenza a trazione. Inoltre sono stati effettuati prelievi di bulloni su cui sono stati eseguite prove di trazione in laboratorio. I campioni estratti sono stati ripristinati tramite saldatura (prelievi di carpenteria) e con bulloni di analoga classe di resistenza e serrati con chiave dinamometrica. Nello specifico sono state eseguite le seguenti prove:

1. AP₃₀ PT Prelievo di acciaio sul pilastro 30 al piano terra – corpo D
2. AT₈₀₋₁₁₂ 1°P Prelievo di acciaio sulla trave 80-112 al primo piano
3. AP₄₈ 2°P Prelievo di acciaio sul pilastro 48 al secondo piano

4. VT 30-48 PT Prova di durezza sulla trave 30-48 al piano terra corpo B
5. VT 48-49 PT Prova di durezza sulla trave 48-49 al piano terra corpo B
6. VT 45-46 PT Prova di durezza sulla trave 45-46 al piano terra corpo B
7. VP104 1°P Prova di durezza sul pilastro 104 al piano terra corpo A
8. VP106 1°P Prova di durezza sul pilastro 106 al piano terra corpo A
9. VP115 1°P Prova di durezza sul pilastro 115 al piano terra corpo A
10. VT 45-46 1°P Prova di durezza sulla trave 45-46 al primo piano corpo B
11. VT 83-100 1°P Prova di durezza sulla trave 83-100 al primo piano corpo B
12. VT 105-107 1°P Prova di durezza sulla trave 105-107 al primo piano corpo B

13. CB₄₅ PT Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 45 al piano terra
14. CB₄₈ PT Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 48 al piano terra
15. CB₅₀ 1°P Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 50 al primo piano
16. CB₈₀ 1°P Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 80 al primo piano
17. CB₄₅ 2°P Prelievo di bullone sul pilastro/nodo 45 al primo piano
18. CB₁₀₅₋₁₀₇ 2°P Prelievo di bullone sulla trave 105-107 al secondo piano

Le prove di durezza sono state eseguite con un durometro portatile mod. ARW-220

6.2 PRELIEVI DI CAMPIONI DI CARPENTERIA METALLICA

6.2.1 DETTAGLI DELLE INDAGINI ESEGUITE

Di seguito si riportano i dettagli delle varie indagini eseguite:

codice	AP30 PT	Piano/livello	Terra	corpo	B
					

codice	AT111-80 1°P	Piano/livello	1°P	corpo	A
					

codice	AP 48 2°P	Piano/livello	2°P	corpo	B
					

6.2.2 RISULTATI DELLE PROVE DI TRAZIONE SU CARPENTERIA METALLICA

Di seguito si riepilogano i risultati delle prove di trazione eseguite sui campioni di carpenteria metallica e riportati nei Cert. n° 998/21/o del 31/08/2021 rilasciati dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIMENSIONI PROVINO (mm)	TENSIONE DI SNERVAMENTO (N/mm ²)	TENSIONE DI ROTTURA (N/mm ²)
AP 30 PT	Pilastro 30 Piano Terra	35x10	307.17	498.14
AT 80-112 1°P	Trave 80-112 Primo Piano	35x10	317.66	434.00
AP 48 2°P	Pilastro 48 Secondo Piano	30x9	340.51	477.41

6.3 PROVE DI DUREZZA SU PROFILATI IN ACCIAIO

6.3.1 GENERALITÀ

La durezza di un materiale è definita come la resistenza alla deformazione permanente generata dalla penetrazione di un altro materiale.

E' quindi un valore numerico che da indicazione sulla deformabilità plastica di un materiale legata alla resistenza offerta alla penetrazione.

Esistono diverse scale di misura (Brinell, Vickers, Rockwell, Mohs) e diversi penetrometri che utilizzano svariate metodologie per la determinazione dei valori di durezza.

Nel nostro caso le misurazioni sono state fatte con un durometro dinamico portatile, dove un corpo d'impatto con una punta in metallo duro azionata da una molla colpisce la superficie del pezzo di prova che si deforma.

Questa deformazione può essere tradotta in perdita di energia cinetica calcolata dalla variazione tra la velocità di impatto con quella di rimbalzo.

La velocità di rimbalzo (e quindi la perdita di energia cinetica) è strettamente legata alla durezza del materiale infatti materiali più duri producono una velocità di rimbalzo superiore rispetto a quelli meno duri.

Lo strumento in questo caso elabora la variazione di energia cinetica (quella di impatto è nota perché sono note le caratteristiche del maglio battente, della molla che genera l'impatto e del percorso fatto dal maglio) e la trasforma in valore di durezza (preimpostando preventivamente il tipo di materiale da testare).

Sono state eseguite 3 prove per piano le cui ubicazioni sono indicate nelle planimetrie allegate.

6.3.2 APPARECCHIATURA DI PROVA

Le prove di durezza sono state eseguite mediante l'impiego di:

- Durometro dinamico portatile ARW mod. 220 con dispositivo d'impatto tipo D.

6.3.3 MODALITÀ ESECUTIVE E RISULTATI DELLA PROVA

Le prove di durezza Brinnel sono state eseguite facendo per ogni prova 5 battute col dispositivo d'impatto; dei valori ottenuti è stata successivamente effettuata la media.

Riepilogando i risultati per tutte le prove si ha:

SIGLA PROVA	DATA ESECUZIONE	UBICAZIONE	DIREZIONE DI IMPATTO	Valori HB	HB medio	Resistenza rottura σ (N/mm ²)	foto
VT 48-49 PT	09/07/2021	Trave 48-49 Piano terra	↑	120	126	423	
				128			
				132			
				116			
				137			
VT 30-48 PT	09/07/2021	Trave 30-48 Piano terra	→	131	105	350	
				119			
				87			
				119			
				84			

VT 45-46 PT	09/07/2021	Trave 45-46 Piano terra	↑	138	128	430	
				103			
				111			
				125			
				162			
VP 104 1°P	09/07/2021	Pilastro 104 Primo Piano	→	120	125	419	
				131			
				129			
				137			
				110			
VP106 1°P	09/07/2021	Pilastro 106 Primo Piano	→	110	124	415	
				129			
				126			
				120			
				139			
VP 115 1°P	09/07/2021	Pilastro 115 Primo Piano	→	138	126	423	
				139			
				108			
				125			
				122			
VT 45-46 2°P	08/07/2021	Trave 45-46 Secondo Piano	→	125	142	477	
				109			
				178			
				151			
				147			
VT 83-100 2°P	08/07/2021	Trave 83-100 Secondo Piano	↑	104	104	347	
				102			
				113			
				93			
				112			
VT 105-107 2°P	08/07/2021	Trave 105-107 Secondo Piano	↑	110	107	360	
				95			
				117			
				107			
				108			

6.4 PROVE DI TRAZIONE SU BULLONI

Di seguito si riepilogano i risultati delle prove di trazione eseguite sui bulloni prelevati e riportati nei Cert. n° 998/21/p del 31/08/2021 rilasciati dalla scrivente L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

SIGLA CAMPIONE	UBICAZIONE	DIAMETRO BULLONE (mm)	CARICO DI ROTTURA (KN)	FOTO
CB 48 PT	Nodo 48 Piano Terra	M18	203.400	
CB 45-46 PT	Trave 45-46 Piano Terra	M18	206.900	
CB 50 1°P	Nodo 50 Primo Piano	M18	205570	

CB 80-112 1°P	Trave 80-112 Primo Piano	M18	203.950	
CB 45 2°P	Nodo 45 Secondo Piano	M18	204.010	
CB 105-107 2°P	Trave 105-107 Secondo Piano	M18	205.620	

7 ULTERIORI INDAGINI

7.1 GENERALITÀ

Sono stati eseguiti ulteriori saggi diretti su elementi strutturali e non al fine di accertare dettagli costruttivi della struttura. In particolare sono eseguiti:

- N. 4 rilievi sulle murature per accertarne la consistenza;
- N. 7 rilievi geometrici di alcuni elementi strutturali in acciaio (travi e pilastri, nodi e particolari dei collegamenti alla base delle strutture metalliche);

Complessivamente sono stati eseguiti 11 saggi e rilievi come di seguito dettagliato:

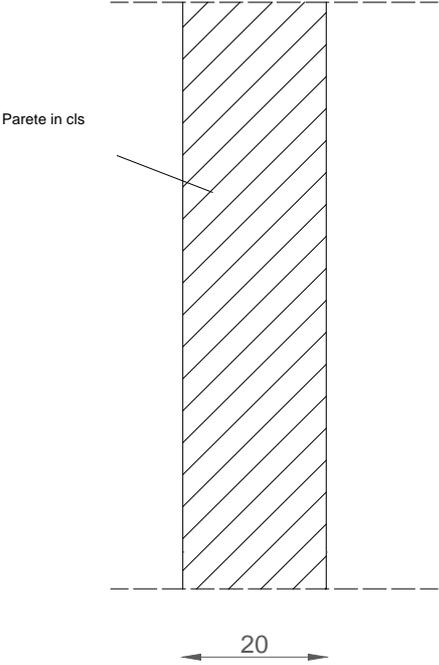
1. M1 Saggio sulla muratura, piano interrato – Corpo B'
2. M2 Saggio sulla muratura, piano interrato – Corpo B'
3. M3 Saggio sulla muratura, piano interrato – Corpo B'

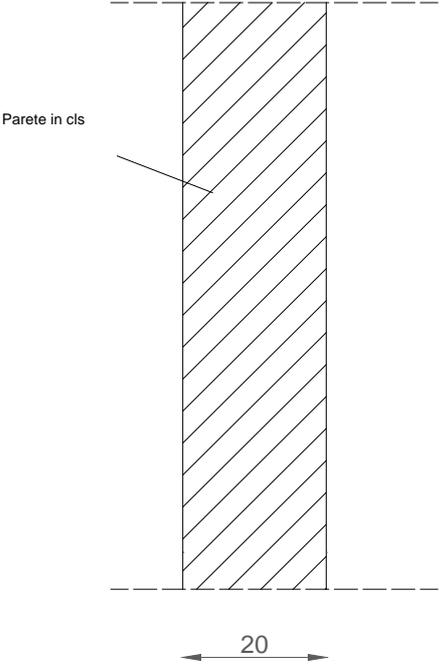
- | | |
|-------------|--|
| 4. M4 | Saggio sulla muratura, primo piano – Corpo A |
| 5. RP30 | Rilievo geometria pilastro 30, piano terra – corpo B |
| 6. RN48 | Rilievo geometria nodo 48, piano terra – corpo B |
| 7. RP106 | Rilievo geometria pilastro 106, primo piano – corpo A |
| 8. RN50 | Rilievo geometria nodo 50, primo piano – corpo B |
| 9. RT80-112 | Rilievo geometria trave 80-112, primo piano – corpo A |
| 10. RP48 | Rilievo geometria pilastro 48, secondo piano – corpo B |
| 11. RT45-46 | Rilievo geometria trave 45-46, secondo piano – corpo B |

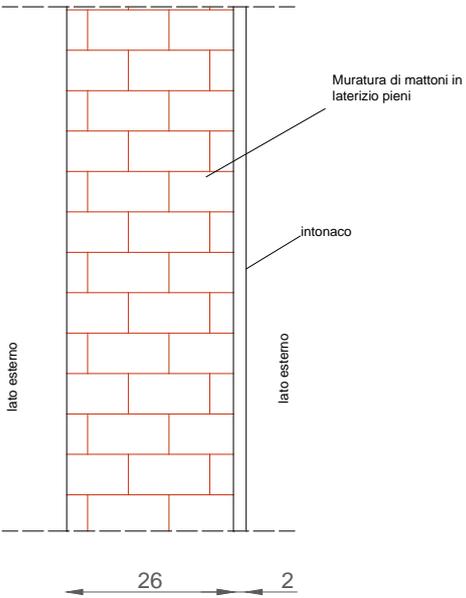
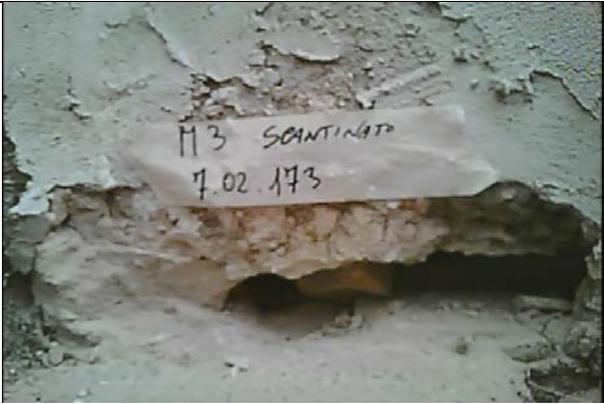
7.2 RISULTATI DELLE PROVE

Di seguito si riportano, in schede monografiche i risultati conseguiti dalle indagini.

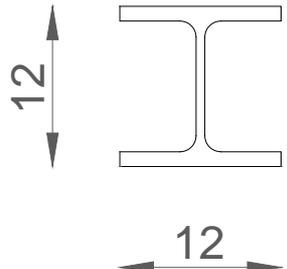
7.2.1 PIANO INTERRATO

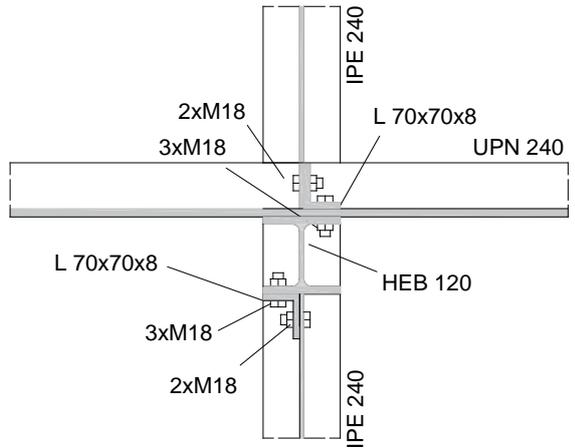
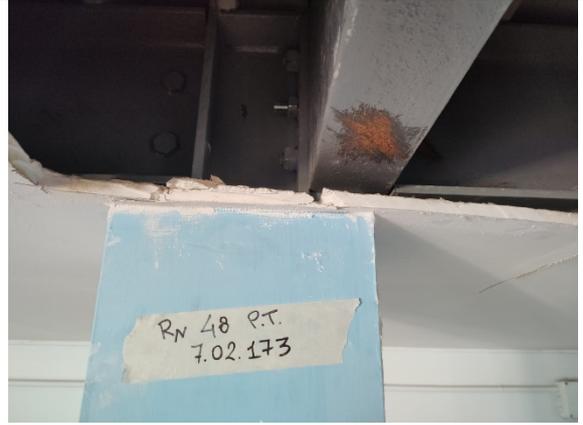
codice	M1	Piano/livello	interrato	corpo	B'
 <p data-bbox="172 1279 788 1350">La parete risulta armata con ferri verticali e orizzontali diam. 8 mm a passo 15 cm.</p>					
					
0 cm		10 cm			

codice	M2	Piano/livello	interrato	corpo	B'
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p data-bbox="252 616 343 638">Parete in cls</p> <p data-bbox="486 1137 518 1160">20</p> <p data-bbox="172 1234 790 1301">La parete risulta armata con ferri verticali e orizzontali diam. 8 mm a passo 15 cm.</p> </div> <div style="width: 50%;">  </div> </div>					
					
0 cm			10 cm		

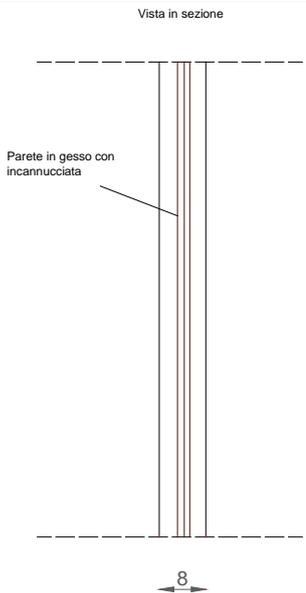
codice	M3	Piano/livello	interrato	corpo	B'
<p>Vista in sezione</p> 					
					
0 cm		10 cm			

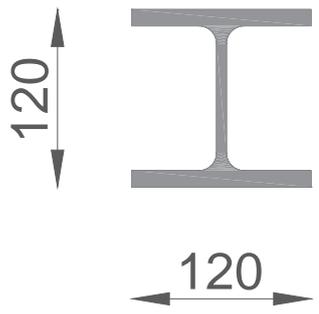
7.2.2 PIANO TERRA

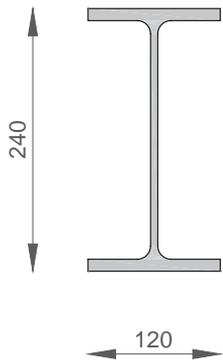
codice	RP30	Piano/livello	terra	corpo	B
<p>profilo HEB 120</p>  					

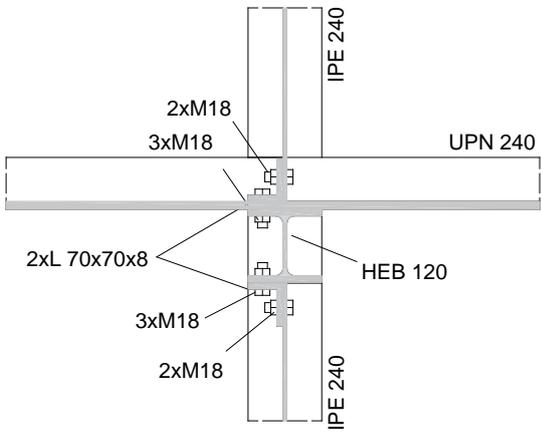
codice	RN 48	Piano/livello	Terra	corpo	B
 <p style="text-align: center;"><i>Vista in sezione piana</i></p>					
				 <p style="color: red;">Profili L 70x70x8 saldata</p>	
					

7.2.3 PRIMO PIANO

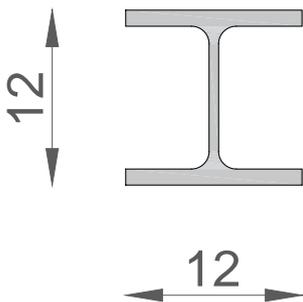
codice	M4	Piano/livello	Primo	corpo	A
<p>Vista in sezione</p> 					

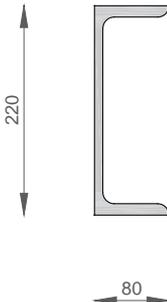
codice	RP 106	Piano/livello	Primo	corpo	A
<p>profilo HEB 120</p> 					

codice	RT 80-112	Piano/livello	Primo	corpo	A
<p>profilo IPE 240</p> 					

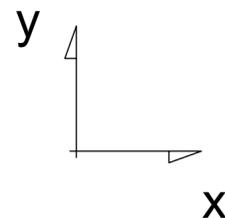
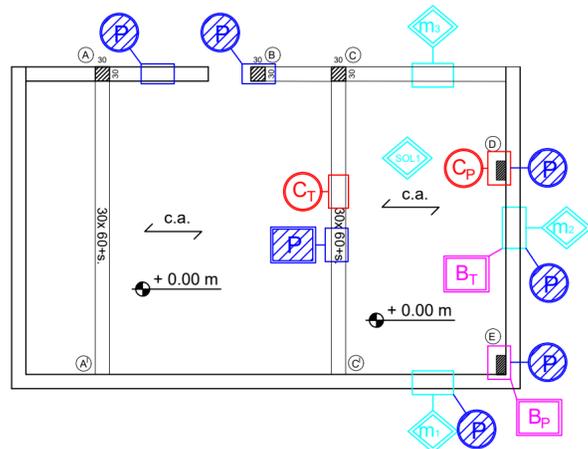
codice	RN 50	Piano/livello	Primo	corpo	B
 <p>Vista in sezione piana</p>		 <p>Profilo L 70x70x8 saldato</p>			

7.2.4 SECONDO PIANO

codice	RP48	Piano/livello	Secondo	corpo	B
profilo HEB 120					
					
					

codice	RT45-46	Piano/livello	Secondo	corpo	B
profilo UPN 220					
					
					

Carpenteria piano cantinato
Quota: + 0.00 m



CLS

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Impalcato terra	+ 0.00 m	66 mq
CAROTAGGI		
PIL n.carote: 1		
TRV n.carote:1		
PRELIEVI BARRE		
PIL n.prelievi: 2		
PACOMETRIE E SAGGI		
PIL tot pacom: 3		
PAR tot pacom: 3		
TRV tot pacom: 2		
INDAGINI VISIVE		
solai	n.1	
tampon. esterna	n.3	



geol. Sergio Dolfin
ing. Andrea De Maio



COMUNE DI NAPOLI

Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità

VII Municipalità

Lotto 7

CIG: B6511700050001

CUP: 7882655CAD



► ELABORATO: Fase2_RRI02

► OGGETTO: Ubicazione delle indagini al piano interrato

► SCALA:

► DATA: 11/10/21

► REV: [0]

► RTP

Capogruppo e coordinatore scientifico:
Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)

PROGEN s.r.l.
Amministratore unico
Ing. FABIO NERI

**Professionisti responsabili strutturali e della
calcolazione delle strutture:**

Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)

**Professionista responsabile delle attività di
predisposizione della relazione geologica:**

Geol. Sergio Dolfin

Professionisti collaboratori tecnici:

Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)

**Professionisti responsabili della fase
dell'esecuzione delle indagini strutturali:**

Ing. Andrea De Maio
Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)

► STAZIONE APPALTANTE

D.E.C.
Ing. Marianna Vanacore

Esecuzione indagini strutturali geonostiche:

Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
Geol. Sergio Dolfin

**Professionista responsabile dell'attuazione degli
interventi sugli edifici sottoposti a tutela:**

Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)

**Indagini per analisi storico-critica su edifici
(inclusi quelli sottoposti a tutela):**

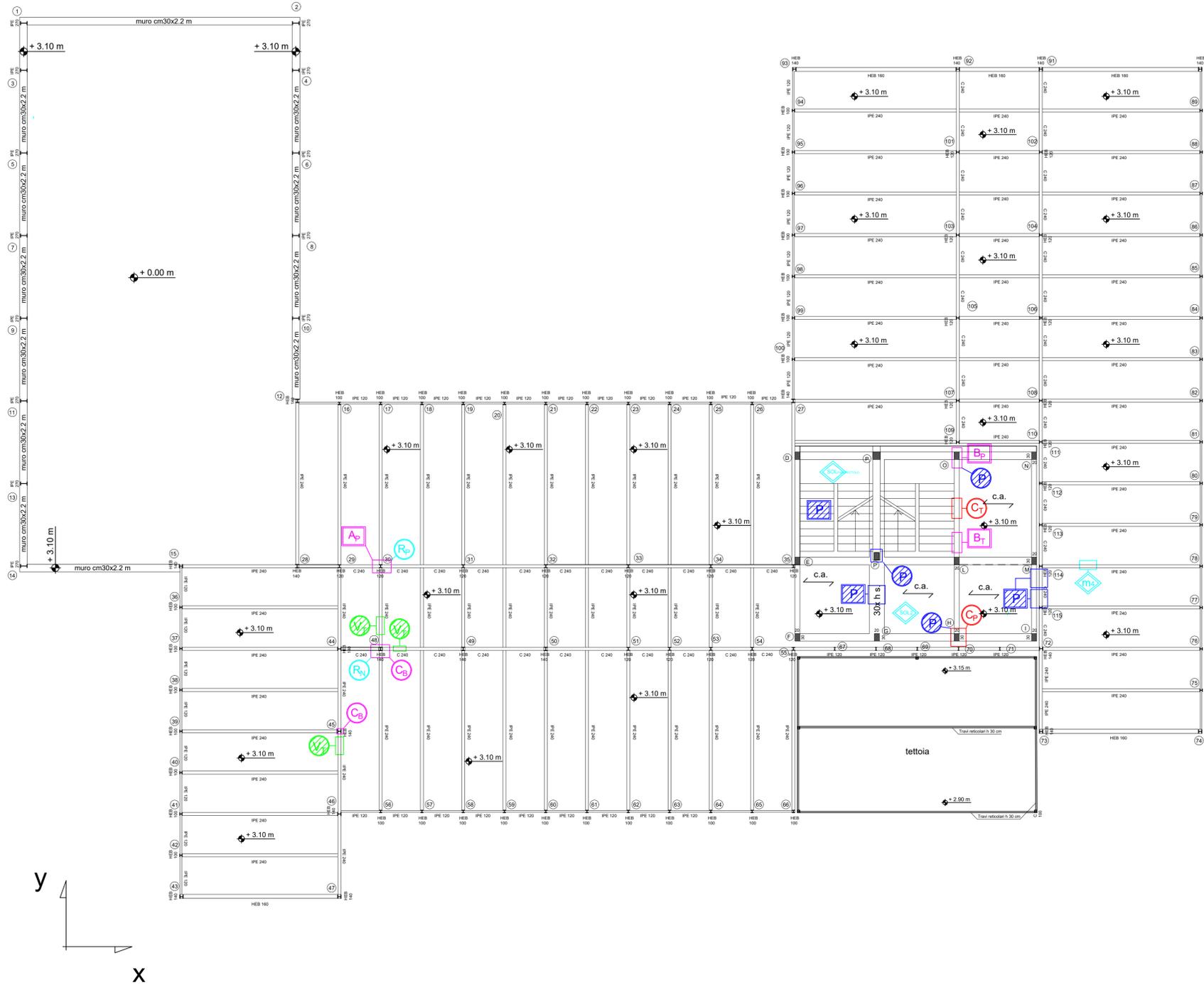
Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)

Gestione informativa del servizio:

Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)

R.U.P.
Arch. Alfonso Ghezzi

Carpenteria primo impalcato
Quota : + 3.10 m



CARPENTERIA METALLICA

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Primo impalcato	+ 3.10 m	724 mq
PRELIEVI ACCIAIO		
A _p PIL n.prelievi: 1	(30)	
PROVE DI DUREZZA		
TRV n.prove: 3	(30) (48) (45) (46) (48) (49)	
CAMPIONE BULLONI		
C _p n.prove: 2	(45) (48)	
INDAGINI VISIVE		
solai	n.2	(s)
tampon.	n.1	(m)
RILIEVO GEOMETRICO NODI/TRAVI/PILASTRI		
R _n N.1	(48)	
R _p N.1	(30)	

CLS

PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Impalcato terra	+ 3.10 m	80 mq
CAROTAGGI		
C _p PIL n.carote: 1	(H)	
C _t TRV n.carote:1	(L) (O)	
PRELIEVI BARRE		
B _p PIL n.prelievi: 1	(O)	
B _t TRV n.prelievi: 1	(L) (O)	
PACOMETRIE E SAGGI		
PIL tot pacom: 3	(H) (O) (P')	
TRV tot pacom: 3	(P) (G') (I) (M) n.1 rampa mezzeria appoggio + mezzeria	
INDAGINI VISIVE		
solai	n.2	(s)



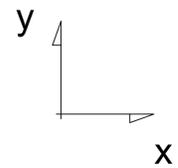
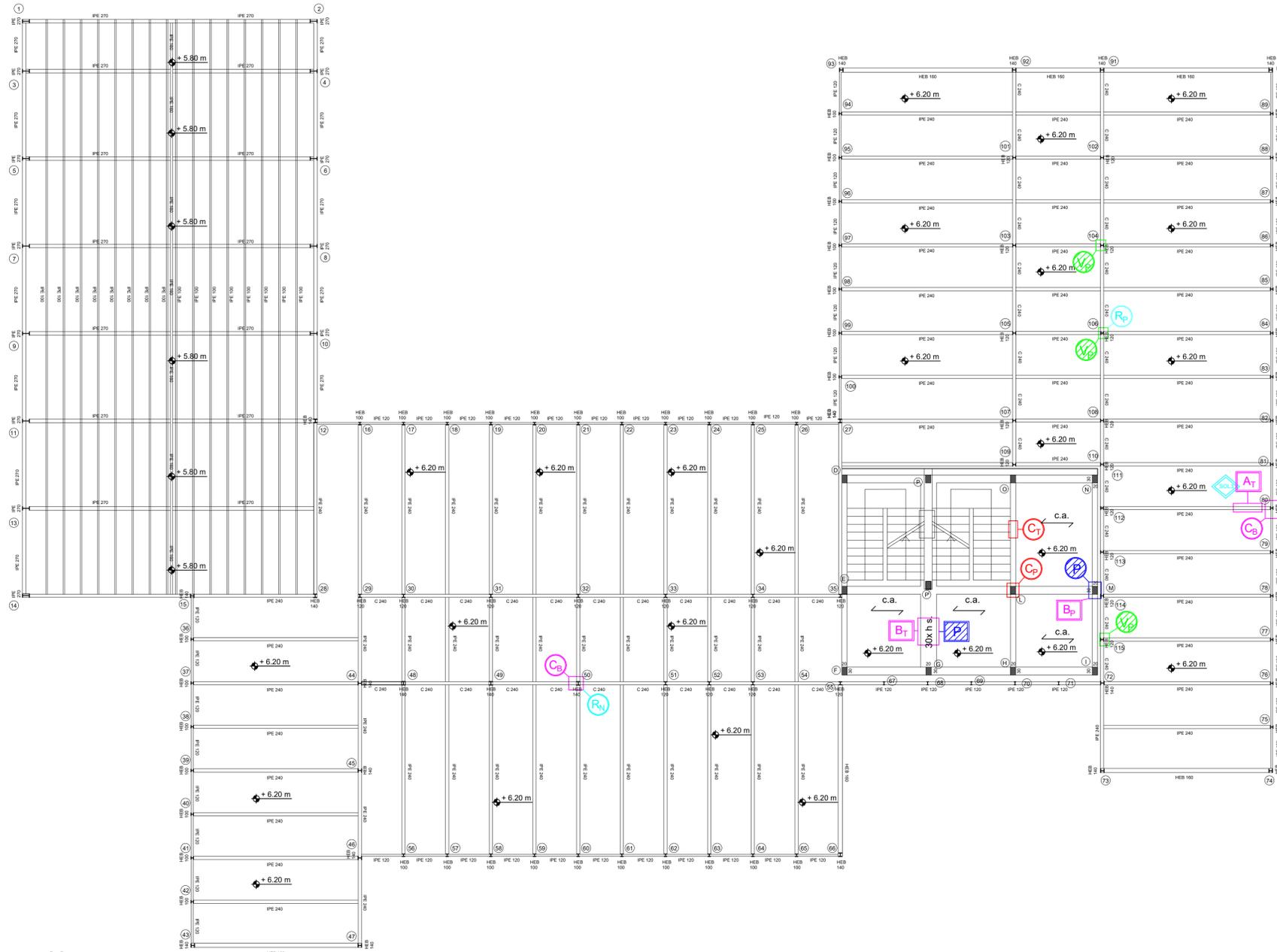
COMUNE DI NAPOLI
Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD



ELABORATO: Fase2_RRI03 OGGETTO: Ubicazione delle indagini al piano terra
SCALA: DATA: 11/10/21 REV: [0]

- RTP**
Capogruppo e coordinatore scientifico: Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)
Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture: Ing. Marco Muratore (TECHNOSIDE srl), Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)
Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica: Geol. Sergio Dolfin
Professionisti collaboratori tecnici: Ing. Filippo Di Mauro (TECHNOSIDE srl), Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)
Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali: Ing. Andrea De Maio, Ing. Pierluca Lombardo (TECHNOSIDE srl)
STAZIONE APPALTANTE: D.E.C. Ing. Marianna Vanacore
Esecuzione indagini strutturali, geonostiche: Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl), Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl), Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti), Ing. Salvatore Caruso (L&R srl), Geol. Sergio Dolfin
Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela: Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)
Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela): Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)
Gestione informativa del servizio: Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)
R.U.P.: Arch. Alfonso Ghezzi

Carpenteria secondo impalcato
Quota : + 6.20 m; Palestra: + 5.80 m



CARPENTERIA METALLICA			CLS		
PIANO	QUOTA	SUP (mq)	PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Primo impalcato	+ 3.10 m	724 mq	Impalcato terra	+ 3.10 m	80 mq
PRELIEVI ACCIAIO			CAROTAGGI		
A _T TRV n.prelievi: 1	(80) (112)		C _p PIL n.carote: 1	(L)	
PROVE DI DUREZZA			PRELIEVI BARRE		
PIL n.prove: 3	(5) (21) (117)		C _t TRV n.carote: 1	(L) (O)	
CAMPIONE BULLONI			PRELIEVI BARRE		
C _p n.prove: 2	(80) (50)		B _p PIL n.prelievi: 1	(M)	
INDAGINI VISIVE			PACOMETRIE E SAGGI		
S solai n.1	(S)		B _t TRV n.prelievi: 1	(G) (P')	
RILIEVO GEOMETRICO NODI/TRAVI / PILASTRI			PACOMETRIE E SAGGI		
R _w N.2	(50) (117)		PIL tot pacom: 1	(M)	
R _t N. 4	(49) (52) (117) (118)		TRV tot pacom: 1	(G) (P')	
R _c N.2	(1) (15)				



COMUNE DI NAPOLI
Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD

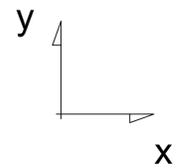
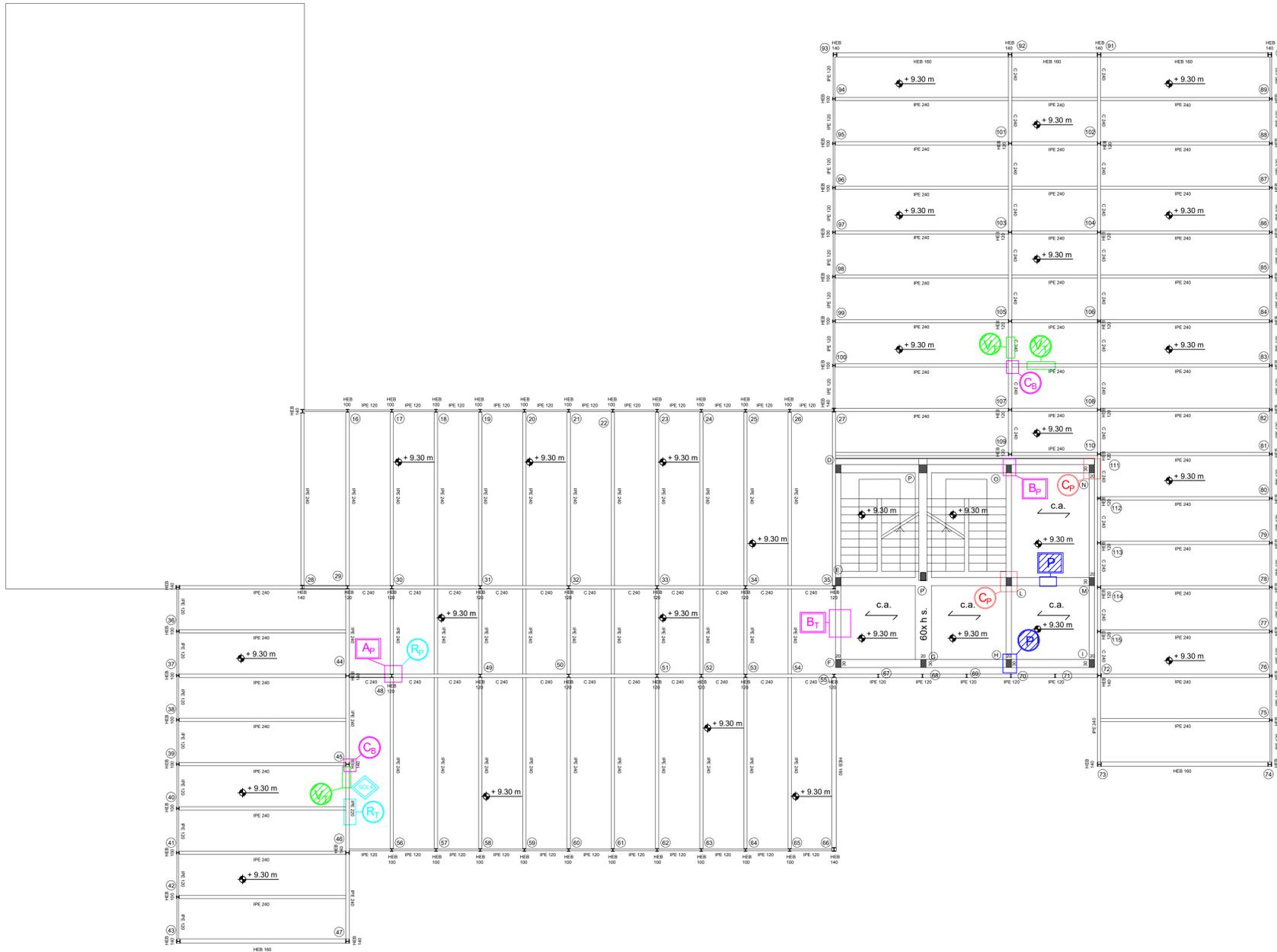


ELABORATO: Fase2_RRI04 OGGETTO: Ubicazione delle indagini al primo piano
SCALA: DATA: 11/10/21 REV: [0]

RTP
Capogruppo e coordinatore scientifico:
 Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)
Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:
 Ing. Marco Muratore (TECHNOSIDE srl)
 Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)
Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:
 Geol. Sergio Dolfin
Professionisti collaboratori tecnici:
 Ing. Filippo Di Mauro (TECHNOSIDE srl)
 Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)
Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:
 Ing. Andrea De Maio
 Ing. Pierluca Lombardo (TECHNOSIDE srl)
STAZIONE APPALTANTE
 D.E.C.
 Ing. Marianna Vanacore
Esecuzione indagini strutturali, geognostiche:
 Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
 Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
 Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
 Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
 Geol. Sergio Dolfin
Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:
 Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)
Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):
 Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)
Gestione informativa dei servizi:
 Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)
R.U.P.
 Arch. Alfonso Ghezzi

Carpenteria terzo impalcato (copertura)

Quota : + 9.30 m



CARPENTERIA METALLICA			CLS		
PIANO	QUOTA	SUP (mq)	PIANO	QUOTA	SUP (mq)
Primo impalcato	+ 3.10 m	724 mq	Impalcato terra	+ 3.10 m	80 mq
PRELIEVI ACCIAIO			CAROTAGGI		
A _p PIL n.prelevi: 1	(86)		C _p PIL n.carote: 2	(L) (N)	
PROVE DI DUREZZA			PRELIEVI BARRE		
TRV n.prove: 3	(15) (18) (18) (49) (19) (51)		B _p PIL n.prelevi: 1	(O)	
CAMPIONE BULLONI			B _t TRV n.prelevi: 1		
C _p n.prove: 1	(49) (52)		PACOMETRIE E SAGGI		
INDAGINI VISIVE			PIL tot pacom: 1		
S solai n.1	(S)		TRV tot pacom: 1		
RILIEVO GEOMETRICO NODI/TRAVI /PILASTRI			(H)		
R _w N.3	(86) (24) (27) (93)		(L) (M)		
R _t N. 1	(52) (53)				
R _c N.2	(86) (117)				



COMUNE DI NAPOLI
 Procedura aperta per l'affidamento di servizi professionali finalizzati alle verifiche di vulnerabilità sismica di n. 333 edifici scolastici di proprietà comunale ubicati nel territorio delle dieci municipalità VII Municipalità Lotto 7 CIG: B6511700050001 CUP: 7882655CAD



ELABORATO: Fase2_RRI05 OGGETTO: Ubicazione delle indagini al secondo piano
 SCALA: DATA: 11/10/21 REV: [0]

RTP
Capogruppo e coordinatore scientifico:
 Ing. Fabio Neri (PROGEN srl)
Professionisti responsabili strutturali e della calcolo delle strutture:
 Ing. Marco Muratore (TECNOSIDE srl)
 Ing. Placido Impollonia (PLANIR srl)
Professionista responsabile delle attività di predisposizione della relazione geologica:
 Geol. Sergio Dolfin
Professionisti collaboratori tecnici:
 Ing. Filippo Di Mauro (TECNOSIDE srl)
 Ing. Antonio Principato Trosso (PROGEN srl)
Professionisti responsabili della fase dell'esecuzione delle indagini strutturali:
 Ing. Andrea De Maio
 Ing. Pierluca Lombardo (TECNOSIDE srl)
STAZIONE APPALTANTE
 D.E.C.
 Ing. Marianna Vanacore
R.U.P.
 Arch. Alfonso Ghezzi
Esecuzione indagini strutturali, geonostiche:
 Ing. Massimiliano Rinaldi (PROGEN srl)
 Ing. Salvatore Ognibene (L&R srl)
 Dott. Filippo Furia (Consorzio LR Laboratori Riuniti)
 Ing. Salvatore Caruso (L&R srl)
 Geol. Sergio Dolfin
Professionista responsabile dell'attuazione degli interventi sugli edifici sottoposti a tutela:
 Arch. Mario La Guzza (PROGEN srl)
Indagini per analisi storico-critica su edifici (inclusi quelli sottoposti a tutela):
 Arch. Concetta Borgia (PLANIR srl)
Gestione informativa del servizio:
 Arch. Annamaria Ciabatta (PLANIR srl)