

COMMITTENTE:



PROVINCIA  
DI COSENZA

**“GARA EUROPEA A PROCEDURA TELEMATICA APERTA , SUDDIVISA IN 9 LOTTI, PER L’AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA RELATIVI AGLI INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA PER ADEGUAMENTO / MIGLIORAMENTO SISMICO DEI SEGUENTI EDIFICI SCOLASTICI: INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA PER ADEGUAMENTO SISMICO DELL’ I.T.A. “ TOMMASI” - CORPO C+D - COSENZA”**

CIG: 9021778EB6 CUP: F82E20000030001

CAPOGRUPPO:



MANDANTI:



Ing.  
Francesco Molé

ING.  
PIETRO LAPPANO

## PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Dott. Ing. Vincenzo Jesta

RESPONSABILE PROGETTAZIONE  
STRUTTURALE

Dott. Ing. Francesco Molé

COORDINAMENTO UNITA' DI PROGETTAZIONE

OPERE STRUTTURALI  
ARCHITETTURA  
GEOLOGIA  
GEOTECNICA  
RILIEVI  
INDAGINI GEOGNOSTICHE  
INDAGINI STRUTTURALI  
INTERFERENZE E CANTIERIZZAZIONE  
IMPIANTI ELETTRICI  
IMPIANTO ANTINCENDIO  
IMPIANTI MECCANICI  
IMPIANTI IDRICI  
STIME E CAPITOLATI  
SISTEMAZIONI ESTERNE  
CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Ing. Francesco Molé  
Ing. Pietro Lappano  
Geol. G. Cerchiaro (HYpro)  
Ing. M. Vena (ENG-Work)  
Ing. R. Nucci (HYpro)  
Geol. G. Cerchiaro (HYpro)  
Ing. M. Caruso (HYpro)  
Ing. F. Conte (HYpro)  
Ing. M. Vena (ENG-Work)  
Ing. M. Sisinno (HYpro)  
Ing. M. Caruso (HYpro)  
Ing. O. Caruso (HYpro)  
Ing. V. Ferreri (HYpro)  
Ing. R. Nucci (HYpro)  
Ing. M. Caruso (HYpro)

GEOLOGO:  
Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro

CSP:  
Dott. Ing. Pietro Lappano

RESPONSABILE UNITA' DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Maurizio Caruso

## PIANO DI INDAGINI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	06-10-2022	PRIMA EMISSIONE	MOLE'	CARUSO	SECRETI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: DOTT. ING. GIULIA ASSUNTA MORRONE

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEL COMPLESSO SCOLASTICO .....</b>	<b>3</b>
2.1	DATI GENERALI DELL'IMMOBILE – CONOSCENZA DEL FABBRICATO .....	3
<b>3</b>	<b>ANALISI STORICO CRITICA .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE.....</b>	<b>6</b>
4.1	RILIEVO FOTOGRAFICO .....	6
<b>5</b>	<b>LIVELLI DI CONOSCENZA – PIANO DI INDAGINI .....</b>	<b>6</b>
5.1	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI .....	7
5.2	QUANTIFICAZIONE DELLE PROVE.....	7
5.3	CAROTAGGI E PRELIEVI DI BARRE DI ARMATURA – PROVE A COMPRESSIONE TRAZIONE .....	9
5.3.1	CAROTAGGI.....	9
5.3.2	PRELIEVO DI BARRE DI ARMATURA.....	10
5.3.3	SONREB.....	10
5.3.4	PROVA DUROMETRICA .....	11
5.4	INDAGINI SU STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO.....	11
5.5	QUANTIFICAZIONE DELLE INDAGINI.....	12
5.5.1	ANALISI MAGNETOMETRICA (PACOMETRICA) E ISPEZIONI VISIVE.....	12
5.5.2	ANALISI VIDEOENDOSCOPICA PER LA DEFINIZIONE STRATIGRAFICA DI PARETI E SOLAI .....	13
5.5.3	PROVE DI CARICO SU SOLAI.....	13
5.5.4	QUADRO SINOTTICO PROVE ED INDAGINI STRUTTURALI .....	14
5.6	RIPRISTINI .....	14
5.6.1	PIANO DI INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	14
5.6.2	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	15
5.6.3	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	15
5.6.4	PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA (HVSr) .....	16
5.6.5	PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W. ....	18
<b>6</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DELLE INDAGINI .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>PLANIMETRIE CON INDIVIDUAZIONE DELLE PROVE ED INDAGINI STRUTTURALI E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>19</b>



PROVINCIA  
DI COSENZA

"GARA EUROPEA A PROCEDURA TELEMATICA APERTA , SUDDIVISA IN 9 LOTTI,  
PER L'AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA RELATIVI  
AGLI INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA PER ADEGUAMENTO /  
MIGLIORAMENTO SISMICO DEI SEGUENTI EDIFICI SCOLASTICI: INTERVENTO DI  
RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA PER ADEGUAMENTO SISMICO DELL' I.T.A. "  
TOMMASI" – CORPO C+D – COSENZA"

CIG: 9021778EB6

CUP: F82E20000030001

PIANO DI INDAGINI



ING. PIETRO LAPPANO



Ing.  
Francesco Molé

## 1 PREMESSA

L’edificio oggetto di intervento, denominato “I.T.A. Tommasi” è di proprietà della Provincia di Cosenza (CS) ed è ubicato in **Via Tommasi, snc**.

La presente relazione metodologica comprende:

- Individuazione della scuola nel suo contesto urbanistico e dei singoli fabbricati che costituiscono il complesso con particolare riferimento a quelli oggetto di questo studio;
- Operazioni di analisi storico critica del fabbricato sulla scorta della documentazione progettuale originaria reperita presso la SA e gli Enti di riferimento ed eventuali sue varianti nel corso del tempo;
- Metodologia di rilievo strutturale;
- Definizione dei livelli di conoscenza ricercati per il fabbricato ai sensi e per gli effetti dell’Aggiornamento alle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, alla relativa Circolare esplicativa n. 7/2019. Redazione del Piano di Indagini e prove strutturali e indagini geognostiche (Piano di indagini) per il raggiungimento dei suddetti livelli di conoscenza con individuazione planimetrica della loro posizione (quest’ultima riportata in allegato);
- Cronoprogramma delle operazioni di rilievo, di prove ed indagini;

## 2 INDIVIDUAZIONE DEL COMPLESSO SCOLASTICO

### 2.1 DATI GENERALI DELL’IMMOBILE – CONOSCENZA DEL FABBRICATO

Il complesso scolastico si affaccia a Nord-Ovest su Via Giuseppe Tommasi, mentre nelle altre direzioni sull’aperta campagna. L’immobile è posizionato nella periferia Nord della Città di Cosenza.

E’ costituito da quattro fabbricati architettonicamente interconnessi ma strutturalmente indipendenti. Tali edifici si dimostrano tutti irregolari sia in pianta che in elevazione.

DATI GENERALI	
CORPO	DESCRIZIONE
<b>A</b>	Non oggetto di questo studio
<b>B</b>	Non oggetto di questo studio
<b>C</b>	Edificio adibito ad aule, laboratori, archivio ed aula magna
<b>D</b>	Edificio adibito a uffici, servizi e locali tecnici

Tab. 2-1: Identificazione dei fabbricati

Il complesso è localizzabile alle seguenti coordinate geografiche:

Latitudine: 39,313396°

Longitudine: 16,241445°



PROVINCIA  
DI COSENZA

"GARA EUROPEA A PROCEDURA TELEMATICA APERTA , SUDDIVISA IN 9 LOTTI, PER L'AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA RELATIVI AGLI INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA PER ADEGUAMENTO / MIGLIORAMENTO SISMICO DEI SEGUENTI EDIFICI SCOLASTICI: INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA PER ADEGUAMENTO SISMICO DELL' I.T.A. " TOMMASI" - CORPO C+D - COSENZA"

CIG: 9021778EB6

CUP: F82E20000030001

PIANO DI INDAGINI

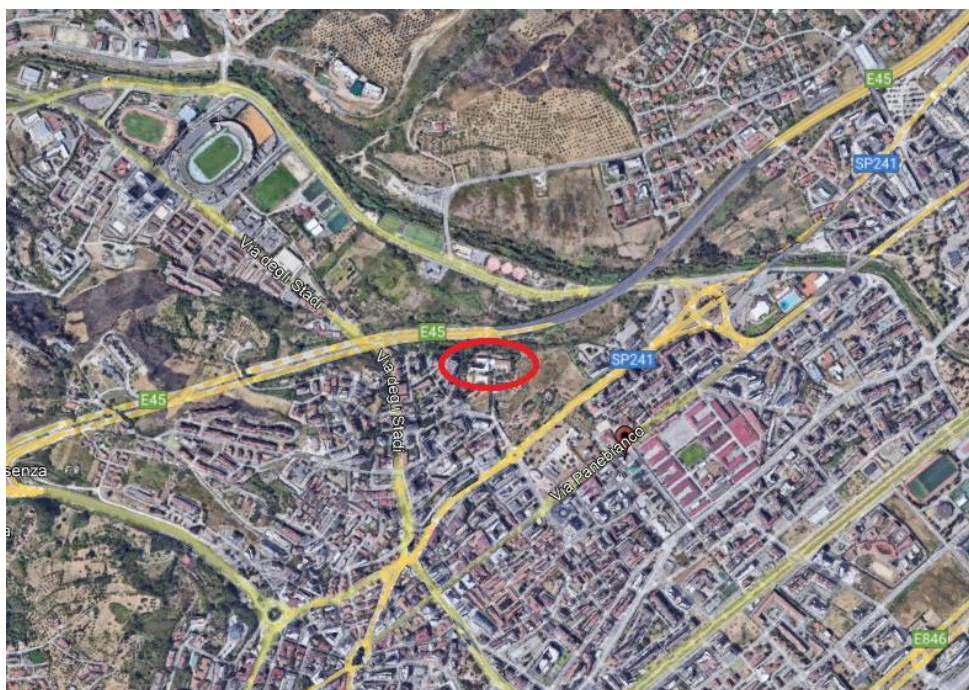


Figura 2-1: Localizzazione della scuola da satellite.



Figura 2-2: Identificazione dei fabbricati C e D della scuola.

### 3 ANALISI STORICO CRITICA

Ai fini della redazione del presente piano indagini, si è tenuto conto, in relazione alla necessità del raggiungimento del livello di conoscenza **LC2**, della documentazione storica inerente l'immobile in oggetto, con lo scopo di rintracciare, ai sensi del § C8.5.1 "Analisi Storico-Critica" delle NTC 2018, i dati peculiari inerenti l'epoca di costruzione, le tecniche e regole costruttive, la forma originaria ed eventuali modifiche; le alterazioni delle condizioni al contorno, le deformazioni ed i dissesti, gli interventi di consolidamento pregressi, gli aspetti storici ed urbanistici, la Normativa afferente l'epoca di costruzione.

Dai dati recuperati progettazione e realizzazione dell'opera possono essere collocati fra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60, in particolare:

- Epoca di progettazione della struttura: anno 1957;
- Epoca (presunta) di costruzione: anno 1962;
- Numero 3 edifici progettati: Corpi A, B e C (attualmente ulteriormente suddivisi in Corpo A, B, C e D);
- Struttura portante: telaio in calcestruzzo armato su fondazioni dirette su travi rovesce;

Non è stato possibile recuperare alcun elaborato progettuale originario relativo a calcolazioni e carpenterie.

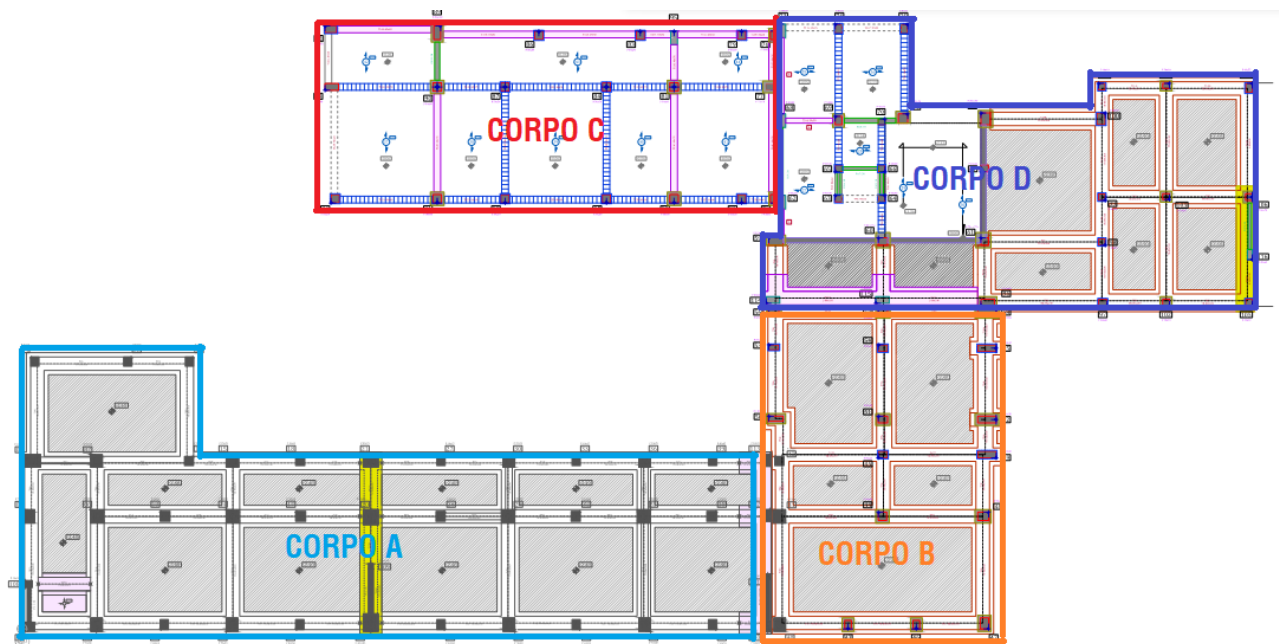


Figura 3-1: Stato attuale del complesso scolastico

## 4 RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE

Il rilievo è finalizzato alla definizione sia della geometria esterna, sia dei dettagli di tutti gli elementi costruttivi effettivamente raggiungibili, con funzione strutturale o meno. La campagna di indagini che viene approntata mira, in primo luogo, alla restituzione di un rilievo, quanto più possibile, rispondente allo stato dei luoghi, effettuato tramite opportuna strumentazione.

La rappresentazione dei risultati avviene attraverso la restituzione vettoriale di piante, prospetti e sezioni delle carpenterie.

Viene inoltre individuato il quadro fessurativo significativo ai fini delle verifiche sismiche e all'individuazione di eventuali problematiche strutturali presenti nell'edificio.

Completata questa operazione, si procede, all'interno del rilievo geometrico complessivo, alla identificazione dello schema strutturale resistente sulla scorta dei risultati ottenuti dal rilievo stesso.

### 4.1 RILIEVO FOTOGRAFICO

Viene eseguita in loco una opportuna catalogazione di tutte le superfici da documentare in modo da costruire una banca dati fotografica che, attraverso viste generali e di dettaglio, costituisce lo strumento utile alla caratterizzazione geometrica dell'immobile e delle diverse morfologie di degrado.

Viene eseguito il rilievo fotografico su tutti i manufatti oggetto di studio e di tutti i particolari costruttivi salienti. Le foto sono disposte su una planimetria, precedentemente ricostruita, con l'indicazione dei punti di vista delle fotografie allegate.

## 5 LIVELLI DI CONOSCENZA – PIANO DI INDAGINI

La campagna di indagine è approntata ai sensi delle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. del 17/01/2018 e della Circolare esplicativa n.7 C.S.LL.PP. 21/01/2019. **Il livello di conoscenza che si intende raggiungere è pari a LC2 con relativo fattore di confidenza pari a 1,20** (cfr. circolare esplicativa alle NTC 2018 n.7 del 21/01/2019 del C.S.LL.PP.).

Per le strutture in calcestruzzo armato, quale quelle in esame, il § C8.5.4.2 della Circolare esplicativa alle NTC 2018, prevede tre livelli di conoscenza con livello di approfondimento crescente ai quali vengono assegnati fattori di confidenza decrescenti.

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

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"

La quantità e il tipo di informazioni richieste per conseguire uno dei tre livelli di conoscenza previsti, sono, a titolo esclusivamente orientativo, ulteriormente precisati nel seguito.

## 5.1 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Il § 8.5.3 delle NTC tratta della conoscenza delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei materiali con i quali è realizzato un fabbricato.

Nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI si lega il livello (limitato, esteso, esaustivo) delle indagini alla quantità di rilievi dei dettagli costruttivi e di prove per la valutazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi)	Prove (sui materiali)
	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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

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

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, 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 geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.
- Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

## 5.2 QUANTIFICAZIONE DELLE PROVE

Di seguito sono indicate il numero di prove distruttive e non distruttive in sostituzione come previsto nei limiti concessi dalla vigente normativa. Le prove sono distribuite sulla superficie di ciascun impalcato e si distinguono in:

**Carote (Par. 5.3.1):** estrazione di provini di calcestruzzo per la determinazione della resistenza a compressione;

**Barre di armatura (Par. 5.3.2):** estrazione di campioni di barre di armatura ai fini della prova di trazione;





**SONREB (Par. 5.3.3):** prove ultrasoniche e sclerometriche combinate, in sostituzione delle carote, per la determinazione indiretta della resistenza a compressione del calcestruzzo;

**Durezza (Par. 5.3.4):** prova durometrica sulle barre di armatura, in sostituzione dell'estrazione di barre di armatura, per la determinazione della resistenza dell'acciaio;

ITA "TOMMASI" - LC2 - PROVE E INDAGINI ESTESE							
NESSUNA DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO							
CORPO C							
Liv.	Superficie	Prove sui materiali - pilastri					
	(mq)	Carote	Barre di armatura	Sostituzione Carote 50% (con triplo CDN)	SONREB per sostituzione carote	Sostituzione Barre 50% (con triplo CDN)	DUREZZA per sostituzione barre
-1	298	2	2	1	3	1	3
0	298	2	2	1	3	1	3
1	298	2	2	1	3	1	3
		TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
		6	6	3	9	3	9

ITA "TOMMASI" - LC2 - PROVE E INDAGINI ESTESE							
NESSUNA DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO							
CORPO C							
Liv.	Superficie	Prove sui materiali - Travi					
	(mq)	Carote	Barre di armatura	Sostituzione Carote 50% (con triplo CDN)	SONREB per sostituzione carote	Sostituzione Barre 50% (con triplo CDN)	DUREZZA per sostituzione barre
-1	298	2	2	1	3	1	3
0	298	2	2	1	3	1	3
1	298	2	2	1	3	1	3
		TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
		6	6	3	9	3	9

Figura 5-1: Quantificazione prove per la caratterizzazione meccanica dei materiali Corpo C.

ITA "TOMMASI" - LC2 - PROVE E INDAGINI ESTESE							
NESSUNA DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO							
CORPO D							
Liv.	Superficie	Prove sui materiali - pilastri					
	(mq)	Carote	Barre di armatura	Sostituzione Carote 50% (con triplo CDN)	SONREB per sostituzione carote	Sostituzione Barre 50% (con triplo CDN)	DUREZZA per sostituzione barre
-1	135,51	2	2	1	3	1	3
0	347,22	4	2	2	6	1	3
1	347,22	4	2	2	6	1	3
2	179,13	2	2	1	3	1	3
Torrino	14	2	2	1	3	1	3
		TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
		14	10	7	21	5	15

ITA "TOMMASI" - LC2 - PROVE E INDAGINI ESTESE							
NESSUNA DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO							
CORPO D							
Liv.	Superficie	Prove sui materiali - Travi					
	(mq)	Carote	Barre di armatura	Sostituzione Carote 50% (con triplo CDN)	SONREB per sostituzione carote	Sostituzione Barre 50% (con triplo CDN)	DUREZZA per sostituzione barre
-1	135,51	2	2	1	3	1	3
0	347,22	4	2	2	6	1	3
1	347,22	4	2	2	6	1	3
2	179,13	2	2	1	3	1	3
Torrino	14	2	2	1	3	1	3
		TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
		14	10	7	21	5	15

Figura 5-2: Quantificazione prove per la caratterizzazione meccanica dei materiali Corpo D.

### 5.3 CAROTAGGI E PRELIEVI DI BARRE DI ARMATURA – PROVE A COMPRESSIONE TRAZIONE

#### 5.3.1 CAROTAGGI

Il carotaggio consiste nel prelievo di una carota dall'elemento strutturale da sottoporre a prove di Laboratorio, per misurare il valore della rottura a compressione del provino ( $R_{car}$ ) ed è regolata dalla UNI 6131 e dalla UNI 6132.

I risultati forniti dal carotaggio non coincidono con quelli che si otterrebbero con prove condotte su cubi confezionati durante il getto delle strutture, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione e dei danni prodotti dall'estrazione. I valori della resistenza del conglomerato sono influenzati dal diametro, dall'altezza della carota e dalla dimensione massima dell'inerte.

A causa dei fattori perturbativi sopra esposti, il valore  $f_c$  della "resistenza a compressione" indicato nel rapporto di prova del laboratorio non coincide con quello che si otterrebbe da prove condotte su cubi confezionati durante il getto delle strutture (resistenza cubica convenzionale).

I fattori più importanti che concorrono a determinare il valore di resistenza delle carote sono:

K1 = Direzione di perforazione dei getti

K2 = Rapporto lunghezza/diametro

K3 = Dimensioni del campione

Con riferimento ai valori riportati nelle principali normative internazionali, si può assumere:

K1 -Perforazione parallela al getto:  $K1 = 0,920$  Perforazione ortogonale al getto:  $K1 = 1,000$ ;

$K2 = 2/(1.5+D/H)$  dove  $K2 = 0,800$  se  $H=D$  e  $K2 = 1,000$  se  $H=2D$ ;

$K3 = 1,07$  per  $D = 50$  mm con aggregato max di 20 mm ai sensi della Norma UNI 12504-1:2002, Appendice A: Incidenza della dimensione dell'aggregato e del diametro della carota sulla sua resistenza a compressione.

In alternativa, ai sensi della Norma ACI 214.4R-03 (American Concrete Institute), si possono considerare i seguenti valori:

$K3 = 1,06$  per  $D = 50$  mm  $K3 = 1,00$  per  $D = 100$  mm  $K3 = 0,98$  per  $D = 150$  mm

Con riferimento alla simbologia introdotta dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n.7 ed alle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" emanate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, attraverso i suddetti coefficienti correttivi, si può determinare la resistenza cilindrica in opera dell' $i$ -esimo campione ed i valori medio e minimo della resistenza strutturale cilindrica in opera:

$$f_{opera,i} = K_{1,i} \cdot K_{2,i} \cdot K_{3,i} \cdot f_{c,i}$$

$f_c$  Resistenza a compressione del campione di calcestruzzo, ossia resistenza misurata dalla rottura della carota. Il valore viene fornito dalla prova a compressione in laboratorio dividendo il carico massimo per l'area della sezione trasversale, calcolata dal diametro medio [N/mm<sup>2</sup>].

$f_{opera}$  Resistenza cilindrica di un provino cilindrico standard, ossia avente rapporto di snellezza  $H/D=2$  e diametro pari a 100 mm. Si ottiene dal calcestruzzo in opera tramite coefficienti correttivi che consentono di depurare il valore di resistenza  $f_c$  da fattori

perturbativi: eventuale disturbo causato dalle operazioni di prelievo, rapporto di snellezza  $\neq 2$ , direzione di perforazione, presenza di barre d'armatura [N/mm<sup>2</sup>].

**Riferimenti normativi:** UNI EN 12504-1, UNI EN 13791, BS 1881-120, ASTM C39/C39M-05E1.

### 5.3.2 PRELIEVO DI BARRE DI ARMATURA

La prova consiste nel prelevare dalle strutture in c.a. un campione di acciaio di lunghezza adeguata (50/60 cm) allo svolgimento della prova di allungamento della barra prelevata o dalle strutture in acciaio una porzione di profilo metallico. Previa spicconatura di una piccola porzione di intonaco sulla struttura in c.a. da sodare, verrà eseguito il taglio di una porzione di armatura mediante smerigliatrice con disco diamantato.

La prova ha la finalità di stimare la tensione di rottura, la tensione di snervamento, ovvero del valore corrispondente allo 0,2% e dell'allungamento, secondo la norma UNI EN ISO 15630-1:2004 del campione prelevato.

### 5.3.3 SONREB

Il metodo SONREB (unione delle parole SONic REBound) è un metodo di indagine non distruttivo (PND) sul calcestruzzo indurito. Questo metodo consente di stimare la resistenza  $R_c$  di un calcestruzzo in opera correlandolo con la velocità ultrasonica  $V$ , ottenuta con prove ultrasoniche e con l'indice di rimbalzo  $S$  ottenuto con prove sclerometriche.

Le prove devono essere effettuate nelle stesse zone di indagine.

Tale metodo combinato consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico.

Infatti questi metodi sono influenzati da diversi fattori quali ad esempio:

- l'età del calcestruzzo e il suo contenuto di umidità: si è notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, inoltre all'aumentare dell'età del calcestruzzo l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce;
- la composizione del calcestruzzo che influenza il metodo ultrasonico;
- la carbonatazione del calcestruzzo che influenza il metodo sclerometrico;
- la diversa consistenza tra calcestruzzo corticale e quello interno che invece influenza il metodo sclerometrico.

Mediante formule matematiche sperimentali è possibile mettere in correlazione la resistenza del materiale con l'indice di rimbalzo  $S$  ottenuto dalla prova sclerometrica e la velocità di propagazione  $V$  delle onde ultrasoniche. L'espressione generale delle formule sperimentali è la seguente:

$$R_c = a S^b V^c$$

dove:

**a, b, c** sono i coefficienti che consentono di correlare al meglio i dati sperimentali diretti.

Tarando il metodo SONREB mediante lo schiacciamento di alcune carote di calcestruzzo prelevate in aree sottoposte a indagine, si può calibrare la formula con riferimento ad uno specifico calcestruzzo.

Note diverse terne di valori sperimentali ( $R_{ci}$ ,  $V_i$ ,  $S_i$ ) si possono determinare i coefficienti  $a$ ,  $b$ ,  $c$  per la calibrazione ai minimi quadrati.

I valori di  $R_{ci}$  per la calibrazione della formula si ottengono da prove distruttive (PD) mediante prove di schiacciamento di campioni cilindrici estratte dal calcestruzzo indurito mediante carotaggio,[1].

I valori di  $V_i$  e  $S_i$  da rapportare a  $R_{ci}$  si devono ottenere da misurazioni effettuate sugli stessi elementi strutturali da cui si sono prelevate le carote.

Calibrata la formula è possibile ottenere il valore di  $R_c$  in ogni punto del calcestruzzo, senza effettuare ulteriori prove distruttive, noti solamente i relativi valori di  $S$  e  $V$ .

Pertanto ottenuta la formula di riferimento si individua l'area di prova e su questa viene ricavata la velocità  $V$  di propagazione degli impulsi ultrasonici (come valore medio di 3 misure) e l'indice di rimbalzo  $S$ , (come valore medio di 10 misure); dai due valori sostituiti nella formula opportunamente calibrata si ottiene  $R_c$  cercato.

#### **5.3.4 PROVA DUROMETRICA**

Lo scopo delle indagini consiste nel misurare la resistenza che un materiale oppone ad una deformazione permanente della sua superficie, provocata dalla penetrazione di un corpo.

I duometri portatili utilizzano il metodo a "rimbalzo in cui una penna di misura rilascia un penetratore che impatta con una determinata forza e velocità il pezzo da misurare. La durezza misurata è funzione della velocità di rimbalzo del penetratore ( $V_b$ ) e della velocità di impatto ( $V_a$ ). Il valore calcolato viene convertito in tutte le scale Rockwell, Brinell, Vickers.

Tale prova consentirà, inoltre, di acquisire dettaglio costruttivo del punto di indagine (diametro barra, passo staffe, ferri longitudinali).

#### **5.4 INDAGINI SU STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO**

Con riferimento alla Tab. C.8.5.IV della Circolare esplicativa alle NTC 2018, la presenza degli elaborati di progetto originari relativamente alla parte strutturale consente, per il raggiungimento del livello di conoscenza LC3, relativamente al rilievo dei dettagli strutturali, consente di eseguire indagini limitate.



Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi)	Prove (sui materiali)
	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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

## 5.5 QUANTIFICAZIONE DELLE INDAGINI

ITA "TOMMASI" - LC2 - PROVE E INDAGINI ESTESE											
NESSUNA DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO											
CORPO C											
Liv.	Superficie (mq)	Elementi strutturali primari Pilastri	Elementi strutturali primari Travi	Totale elementi Pilastro da indagare (35%)	Totale elementi Trave da indagare (35%)	Indagini					
						ENDOPARETE	ENDO SOLAIO	PROVA DI CARICO SOLAIO	MAGNETOMETRICA	TASSELLI ISPETTIVI	POZZETTI ISPETTIVI FONDAZIONI
-1	298	20	30	7	11	1	1	0	18	3	2
0	298	20	30	7	11	1	1	1	18	3	0
1	298	20	30	7	11	1	1	0	18	3	0
TOT						TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
						3	3	1	54	9	2

Figura 5-3: Quantificazione indagini per il rilievo dei dettagli costruttivi Corpo C.

ITA "TOMMASI" - LC2 - PROVE E INDAGINI ESTESE											
NESSUNA DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO											
CORPO D											
Liv.	Superficie (mq)	Elementi strutturali primari Pilastri	Elementi strutturali primari Travi	Totale elementi Pilastro da indagare (35%)	Totale elementi Trave da indagare (50%)	Indagini					
						ENDOPARETE	ENDO SOLAIO	PROVA DI CARICO SOLAIO	MAGNETOMETRICA	TASSELLI ISPETTIVI	POZZETTI ISPETTIVI FONDAZIONI
-1	135,51	15	24	6	9	1	1	0	15	3	2
0	347,22	32	45	12	16	1	1	0	28	3	0
1	347,22	32	45	12	16	1	1	1	28	3	0
2	179,13	19	25	7	9	1	1	0	16	3	0
Torrino	14	4	4	2	2	1	1	0	4	1	0
TOT						TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
						5	5	1	91	13	2

Figura 5-4: Quantificazione indagini per il rilievo dei dettagli costruttivi Corpo D.

### 5.5.1 ANALISI MAGNETOMETRICA (PACOMETRICA) E ISPEZIONI VISIVE

Il rilievo delle armature, mediante analisi magnetometrica è una prova non distruttiva per l'identificazione delle armature all'interno dei getti di calcestruzzo: mediante tale strumentazione di tipo magnetico è possibile rilevare con buona precisione la posizione di barre di armatura presenti nelle membrature di calcestruzzo armato, la loro profondità (copriferro) ed il loro diametro. Tali prove consentono di individuare la posizione delle armature, una stima della misura dell'interfero e del copriferro delle armature

longitudinali e del passo delle staffe. La prova pacometrica consente anche di individuare le zone dell'elemento prive di armatura nelle quali eseguire le indagini finalizzate alla conoscenza delle caratteristiche del calcestruzzo, quali, ad esempio, il prelievo di carote e le prove sclerometriche. Ne consegue che l'indagine pacometrica deve essere preliminare a qualsiasi altro tipo di indagine, distruttiva e non, condotta su elementi in cemento armato. In funzione del tipo di strumento, noto il copriferro, e anche determinabile il diametro delle barre di armatura. **Sulla base di quanto indicato dalla Circolare C.S.LL.PP n.617 nella tabella C8A.1.3a su ciascun elemento in cemento armato si prevede di verificare la posizione geometrica delle barre d'armatura ed il loro quantitativo all'interno di un numero di elementi "primari" (plinti, travi, pilastri, pareti) che sia almeno pari al 15% del numero totale di suddetti elementi per ciascun piano coperto dell'edificio.**

### 5.5.2 ANALISI VIDEOENDOSCOPICA PER LA DEFINIZIONE STRATIGRAFICA DI PARETI E SOLAI

Tale analisi è eseguita per ottenere informazioni circa la stratigrafia di murature o solai. Il rilievo endoscopico è eseguito per mezzo di apparecchiatura rigida a fibre ottiche da eseguirsi su apposite forature già predisposte (diametro 12-24 mm). L'acquisizione avviene mediante fotocamera digitale di filmato o di immagini digitali. La restituzione avviene con documentazione fotografica e descrizione dei particolari osservati, secondo Raccomandazione ICR-CNR Normal 42/93.

L'endoscopio è uno strumento che consente l'osservazione della natura e della consistenza interna di manufatti attraverso un foro di opportuno diametro, appositamente praticato. L'indagine è nella sostanza non invasiva dal momento che richiede solamente l'esecuzione di una perforazione che, a seconda del tipo di strumento, può variare da qualche centimetro a pochi millimetri.

### 5.5.3 PROVE DI CARICO SU SOLAI

La prova di carico viene effettuata su elementi strutturali con lo scopo di verificarne sperimentalmente il loro comportamento sotto le azioni di esercizio, in termini di deformabilità (freccia).

La prova di carico su solaio permette di determinare la resistenza e la risposta elastica mediante la valutazione degli abbassamenti sotto carico, sottoponendolo alle massime sollecitazioni possibili/ammissibili in accordo con i propri carichi di esercizio.

La prova viene eseguita mediante l'applicazione di un carico distribuito generato con serbatoi riempiti d'acqua. Il carico viene disposto in maniera uniforme e graduale rendendo possibile la sua quantificazione esatta attraverso un contatore in entrata ed in uscita. La misurazione degli spostamenti delle strutture caricate avviene mediante il posizionamento di trasduttori potenziometrici sotto l'intradosso del solaio oggetto di prova, collegati ad apposite centraline che acquisiscono ed elaborano il segnale. Tali centraline permettono di registrare le misure effettuate anche secondo cicli temporali programmati consentendo in tempo reale di monitorare l'andamento carico-deformazione della struttura sottoposta a verifica.

I risultati delle prove ed il comportamento elastico delle strutture vengono rappresentati da curve di isteresi. In una struttura perfettamente elastica la curva risulta una retta; in realtà essendo presenti nella struttura deformazioni permanenti dovute al peso proprio e ad eventuali carichi permanenti che incrementano l'entità delle frecce, la curva assume la forma di una spezzata.

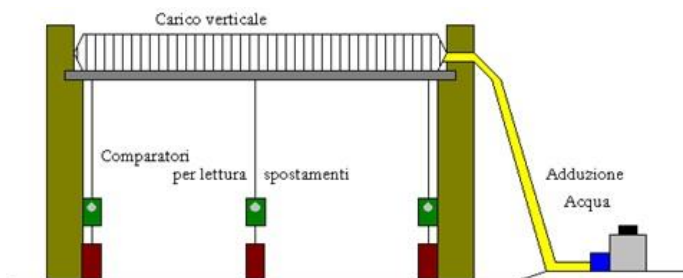


Figura 5-5: Schema semplificato della prova di carico attraverso l'applicazione di un carico distribuito

#### 5.5.4 QUADRO SINOTTICO PROVE ED INDAGINI STRUTTURALI

ITA TOMMASI - LC2 - PROVE ESTESE										
DISPONIBILITA' DI SPECIFICHE ORIGINALI DI PROGETTO										
CORPI C - D										
QUASRO SINOTTICO PROVE PER LA CAMPAGNA INDAGINI										
CORPO	CAROTE	BARRE ARMATURA	SONREB-PROBE	DUREZZE	ENDOPARETE	ENDOSOLAIO	PROVE DI CARICO	MAGNETOMETRICHE	TASSELLI ISPETTIVI	POZZETTI FONDAZIONI
CORPO C	6	6	18	18	3	3	1	54	9	2
CORPO D	14	10	42	30	5	5	1	91	13	2
TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT	TOT
	20	16	60	48	8	8	2	145	22	4

## 5.6 RIPRISTINI

Le indagini di cui al presente piano dovranno essere seguite da tutti i necessari ripristini sia delle finiture che delle strutture verticali/orizzontali volti a ripristinare il completo stato dei luoghi nei punti di indagine indicati.

- Ripristino carotaggi su elementi in calcestruzzo:  
Ripristino foro carotaggio con malta a ritiro compensato classificazione **EN 1504-3 - malta strutturale di classe R4.**
- Ripristino armature estratte per prova di trazione:  
Il ripristino delle aree di indagine deve essere eseguito con malta espansiva (malta tixotropica) e la sostituzione della barra estratta ai sensi della **UNI EN ISO 6892:2009.**
- Ripristino di intonaci per prove semidistruttive o indagini visive che prevedono scarifica del copriferro:  
Il ripristino delle aree di indagine deve essere eseguito mediante la pulitura delle aree e l'applicazione di malte e intonaci

### 5.6.1 PIANO DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

Lo scopo della campagna di indagini geognostica, descritta in dettaglio nei paragrafi successivi, è quello di investigare l'area in esame ed ottenere tutte le informazioni necessarie per la definizione del modello geologico di riferimento (MGR), in base al quale

saranno condotte le modellizzazioni geomorfologiche geotecniche e sismiche. In particolare, poiché nel precedente studio redatto nel 2014 verranno ripetute esclusivamente le HVSR (prospezione sismica passiva) e le prospezioni sismiche MASW in quanto eseguite a suo tempo secondo le indicazioni della vecchia normativa (NTC2008).

### **5.6.2 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

D.M. del 11/03/88 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

Circolare ministeriale LL.PP. del 24/09/88 n. 30483 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali. UNI;

Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);

Eurocodice 7.2 (2002) - Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio;

Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI;

D.M. del 17/01/2018 - "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";

Circolare Ministero dei LL.PP. del 02/02/09 n. 617 - Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

C8A.1 – Stima dei livelli di conoscenza e dei fattori di confidenza

Regolamento della Regione Calabria – "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica" pubblicato sul B.U.R.C. Parte I n. 1 del 04 gennaio 2021.

### **5.6.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Ai fini dell'Analisi della Vulnerabilità Sismica (AVS) oggetto di questo studio, affinché sia possibile valutare la Risposta Sismica Locale della zona in oggetto è necessaria l'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche:

N. 2 Prospezioni sismiche passive tipo HVSR;

N. 2 Prospezioni sismiche tipo MASW;

Tutte le altre informazioni per la redazione degli elaborati geologici si desumeranno dalle indagini già eseguite.



#### **5.6.4 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA (HVSR)**

Questa tecnica si basa essenzialmente sul rapporto spettrale H/V (rapporto di ampiezza fra le componenti spettrali del rumore sismico misurate sul piano orizzontale e verticale) di rumore ambientale (seismic noise) e permette di valutare la frequenza di risonanza di un sito. La tecnica proposta da Nakamura assume che i microtremiti (rumore ambientale a corto periodo, registrabile in qualunque momento posizionando un sensore sismico sul terreno) consistano principalmente di un tipo di onde superficiali, le onde di Rayleigh, che si propagano in un singolo strato sovrastante su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione al sito. Attraverso un sistema di acquisizione composto da un sensore a tre componenti, da un convertitore analogico digitale e da un GPS, si registrano finestre di rumore ambientale dalle quali è possibile elaborare i rapporti H/V; tali rapporti presentano valori differenti a seconda del sito considerato, mostrando a seconda dei casi un picco di amplificazione in corrispondenza della frequenza fondamentale del sito (esso dipende da alcune caratteristiche dei litotipi di indagine, tra le quali le più importanti sono lo spessore delle coltri di copertura e i differenti parametri geotecnici e geofisici che definiscono il contrasto tra i diversi litotipi).

#### **Modalità esecutive**

- La strumentazione di acquisizione presenta le seguenti specifiche:
- trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (< 1-2 Hz);
- amplificatori;
- digitalizzatore;
- frequenza di campionamento: > 50 Hz;
- convertitore A/D (analogico digitale) a 16 o 24 bit;
- durata registrazione: >30 minuti;
- collegamento al tempo GPS per la referenziazione temporale.

Lo strumento di misura composto da geofoni a tre componenti orientati secondo una terna di assi cartesiani (si assume la convenzione descritta nelle linee guida del Progetto SESAME secondo la quale l'asse Z corrisponde al geofono verticale, l'asse X e l'asse Y corrispondono rispettivamente al geofono orizzontale

orientato nella direzione Est-Ovest e al geofono orizzontale orientato nella direzione Nord-Sud) dovrà essere dotato di bolla sferica per il posizionamento, mentre l'accoppiamento con la superficie dovrà essere diretto assicurato con piedini o puntazze in terreni morbidi. E' altresì indispensabile prestare attenzione alla presenza di radici, sottoservizi, vicinanza edifici, vento ecc., in quanto possono creare disturbo nell'effettuazione delle misure, inducendo una forte perturbazione a bassa frequenza. Si dovrà specificare il tipo di apparecchiatura utilizzata e documentare le condizioni in cui viene registrato il rumore ambientale. Per uno studio di risposta di sito si dovranno effettuare almeno tre misure, ognuna di almeno 30 minuti per punto, da cui derivare il valore di frequenza di risonanza. Per l'elaborazione dei dati si dovrà impiegare un software in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2005). Il metodo non è utilizzabile per la ricostruzione del modello

sismostratigrafico del sottosuolo, a meno di una elaborazione congiunta con i risultati di indagini sismiche attive e in presenza di specifiche tarature stratigrafiche.

I principali passi del processing dovranno essere i seguenti:

- suddivisione della finestra di registrazione completa in sotto-finestre di almeno 120 sec.;
- eliminazione delle sotto-finestre eventualmente contenenti transienti;
- FFT (Fast Fourier Transform) incluso il tapering;
- operatore di smoothing (Konno & Ohmachi valida per frequenze <1Hz e Hanning valida per frequenze >1Hz);
- merging dei componenti orizzontali;
- H/V Spectral Ratio per ogni sotto-finestra utilizzata ;
- media della curva H/V;
- valutazione della deviazione standard.

Le risultanze dell'elaborazione dovranno essere presentate mediante graficizzazione dei rapporti spettrali H/V delle varie componenti, indicando il massimo del rapporto HVSR nel valore di "fr" (frequenza fondamentale di risonanza) e la sua deviazione standard. I risultati forniti devono essere comprensivi anche degli spettri iniziali non processati, in modo da rendere possibile la valutazione, anche a posteriori, dell'effettiva qualità del rapporto spettrale. E' consigliato un confronto dei risultati ottenuti tramite rumore ambientale con le funzioni di trasferimento derivate attraverso l'applicazione di tecniche a singola stazione (H/V) o a stazione di riferimento basate sull'analisi di terremoti, nel caso in cui questi siano disponibili.

### **Documenti da consegnare**

La documentazione deve contenere:

- descrizione delle procedure eseguite (frequenza di campionamento, durata della registrazione);
- planimetria su base CTR con ubicazione della prova e posizionamento dello strumento;
- criteri di attendibilità della misura;
- criteri di validità del picco di fr;
- valori di soglia delle condizioni di stabilità;
- curve H/V con deviazione standard in tutto l'intervallo di frequenze considerato;
- indicazione dei vari picchi ottenuti e deviazione standard in ampiezza e frequenza;
- tabella con i parametri di qualità secondo le linee guida del progetto europeo SESAME;
- verifica dell'assenza di rumore elettromagnetico ;
- interpretazione di "fr" e dello spettro H/V nei termini di caratteristiche del sito;
- valutazione dell'omogeneità del sito rispetto alle frequenze di risonanza;
- spessori della coltre di copertura;
- informazioni aggiuntive riguardanti la stazionarietà del segnale durante la registrazione e la direzionalità.

### 5.6.5 PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

Il metodo **M.A.S.W.** (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo delle velocità delle onde di taglio Vs sulla base della misura delle onde superficiali. La metodologia consiste nel generare artificialmente onde elastiche in un punto della superficie e misurare il tempo impiegato delle onde prodotte a raggiungere i diversi sensori (geofoni) disposti in superficie a distanze crescenti dal punto di energizzazione.

Con la suddetta tecnica è possibile ottenere risultati particolarmente precisi ed affidabili per la ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, identificare le caratteristiche dinamiche dei suoli, il profilo di velocità delle onde di taglio Vs e la stima del Vs30 e delle Vseq, quindi assegnare la corrispondente categoria di suolo di fondazione in ottemperanza al D.M.17/01/2018. La suddetta metodologia consentirà, inoltre, l’analisi dell’attenuazione per la determinazione dello smorzamento e l’analisi della risposta sismica locale, al fine di progettare e/o prevedere il comportamento delle opere soggette ad azioni dinamiche (azioni sismiche, vento, vibrazioni, etc.).

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano ad una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle stesse. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con bassa lunghezza d’onda si propagano negli strati superficiali e forniscono informazioni sugli orizzonti più superficiali; al contrario, onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e forniscono informazioni sugli orizzonti situati a maggiore profondità.

Le prospezioni sismiche sono realizzate a 24 canali d’acquisizione, adottando una spaziatura tra i geofoni di 3 metri, e viene eseguita un’elaborazione sui sismogrammi ottenuti da punti di energizzazione posti a distanza prefissata dai primi geofoni.

## 6 CRONOPROGRAMMA DELLE INDAGINI

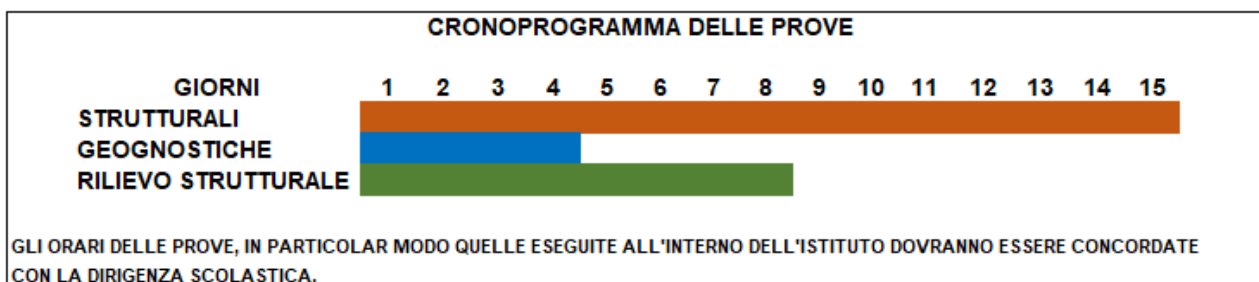


Figura 6-1: Cronoprogramma della campagna indagini.



## 7 PLANIMETRIE CON INDIVIDUAZIONE DELLE PROVE ED INDAGINI STRUTTURALI E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



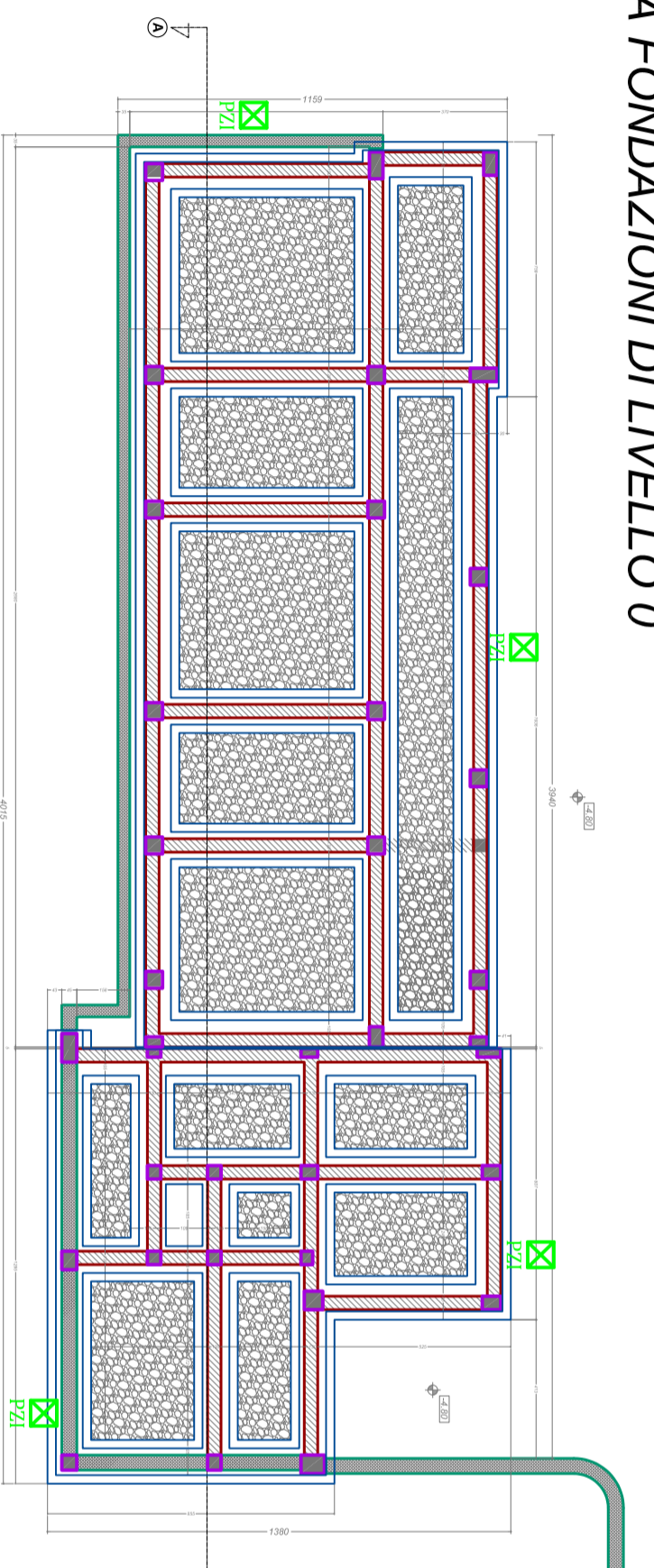
Figura 7-1: Individuazione indagini geognostiche

In allegato alla presente relazione metodologica vengono riportare le planimetrie del complesso di strutture con l'individuazione della posizione delle prove sui materiali da costruzione da eseguire in fase di campagna indagini.

**La posizione di prove ed indagini potrà essere modificata in fase di esecuzione dal responsabile delle indagini strutturali, dal progettista o personale da essi delegati.**

CODICE	DESCRIZIONE PRESTAZIONE E/O PROVA	U.M.	Quantità	Prezzo unitario	Importo
01	<p>Prelievo di campioni cilindrici in calcestruzzo (UNI EN 12504-1) di lunghezza massima 25 cm, eseguiti mediante carotiere elettrico a rotazione di diametro nominale Ø100 mm munito di corona diamantata raffreddata ad acqua.</p> <p>Compreso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le spese del personale tecnico;</li> <li>- il ricavo del campione;</li> <li>- la rettifica delle facce;</li> <li>- la prova di rottura per compressione UNI EN12390-3;</li> <li>- Il rapporto di prova;</li> <li>- Il ripristino dei fori di carotaggio;</li> <li>- Lo scavo, il rinterro e quanto altro necessario per consentire l'eventuale prelievo delle carote nelle travi di fondazione.</li> </ul>	cad	20	€ 130,00	€ 2 600,00
02	<p>Prova di resistenza a trazione (UNI EN 10002) su barre di armatura metallica da prelevare, con la determinazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- del diametro reale del tendino;</li> <li>- della resistenza a snervamento fy;</li> <li>- della resistenza a rottura ft;</li> <li>- dell'allungamento percentuale a rottura;</li> <li>- dell'identificazione del marchio (quando possibile).</li> </ul> <p>Compreso: il prelievo delle barre, la saldatura di barre sostitutive di quelle prelevate, il ripristino delle parti demolite per la estrazione, rifacimento intonaco e pittura, la certificazione/rapporto di prova.</p>	cad	16	€ 150,00	€ 2 400,00
03	Prova di resistenza di calcestruzzo indurito mediante Metodo SONREB	cad	60	€ 50,00	€ 3 000,00
04	Indagine durometrica su acciai da c.a., inclusa la messa a nudo delle barre ed il successivo ripristino. Per ogni punto investigato con un minimo di 5 prove a punto	cad	48	€ 50,00	€ 2 400,00
05	<p>Prove pacometriche finalizzate all'individuazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- del numero e disposizione delle armature lungo lo sviluppo della struttura;</li> </ul> <p>Compreso :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le spese del personale tecnico;</li> <li>- Il rapporto di prova.</li> </ul>	cad	145	€ 35,00	€ 5 075,00
06	Saggio esplorativo mediante indagine endoscopica all'intradosso del solaio per il rilievo della stratigrafia strutturale esistente (spessori, materiali eventuale armatura, ecc...)	cad	8	€ 50,00	€ 400,00
07	Saggio esplorativo mediante indagine endoscopica su parete per il rilievo della stratigrafia strutturale esistente (spessori, materiali eventuale armatura, ecc...)	cad	8	€ 50,00	€ 400,00
08	Prova di carico su solaio o trave, a carico uniformemente distribuito eseguita con 5 comparatori analogici centesimali (precisione di 0.01 mm) e serbatoio flessibile riempibile con acqua, per luci massime fino a 6,00 m, escluse eventuali strutture di contenimento da compensarsi a parte. Prova eseguita fino quattro gradini di carico per la durata massima di sei ore compresa la fase di scarico.D.M.14/01/08; 3) Con carico di collaudo fino a 600 kg/m2 – per ogni prova	cad	2	€ 1 000,00	€ 2 000,00
09	<p>Pozzetti di fondazione da effettuarsi con scavo con mezzo meccanico e messa a nudo della fondazione per consentire il rilievo diretto della stessa, la successiva prova pacometrica, il prelievo della carota e della barra di armatura.</p> <p>Sono compresi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il ripristino dello stato dei luoghi con materiali adeguati;</li> <li>- l'onere per il carico in alto;</li> <li>- la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dagli scavi ed il relativo carico su automezzo meccanico;</li> <li>- le eventuali opere di protezione (sbatacchiature, ecc.) il trasporto a discarica con i relativi oneri;</li> </ul>	cad	4	€ 750,00	€ 3 000,00
10	<p>Saggi diretti finalizzati all'individuazione (tasselli ispettivi):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- del numero e disposizione delle armature lungo lo sviluppo longitudinale della struttura;</li> </ul> <p>Compreso :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messa a nudo previa rimozione del copriferro, per elementi a vista;</li> <li>- Utilizzo di trabattello o qualunque altro mezzo necessario per lavorare in sicurezza;</li> <li>- Le spese del personale tecnico;</li> <li>- Il rapporto di prova.</li> </ul>	cad	22	€ 350,00	€ 7 700,00
11	Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh generate con idonei sistemi e registrate con 12 - 24 geofoni verticali aventi diverso periodo di oscillazione (10 Hz, 4.5 Hz) disposti secondo geometria lineare ed "offset" non inferiore a 3 volte il G-spacing e collegati ad un sismografo multicanale a memoria incrementale. Compreso l'analisi dei dati nel dominio F-K (frequencywave number) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh redatti in grafici Vfase – Hz, l'inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino a raggiungimento del miglior "fitting" tra i dati sperimentali e teorici, la relazione riepilogativa contenente: le procedure di esecuzione della prova, grafici di acquisizione (serie temporali), Vfase – Hz, restituzione di profili Vs del sottosuolo: approntamento ed installazione della attrezzatura in ciascuna linea di sondaggio sismico MASW	cad	2	€ 600,00	€ 1 200,00
12	Misure di rumore a stazione singola (HVSR) mediante l'utilizzo di sismometri triassiali, con una sensibilità tra 0.1 e 20 Hz Tempo minimo di acquisizione: 30 min	cad	2	€ 600,00	€ 1 200,00
<b>TOTALE</b>					<b>€ 31 375,00</b>

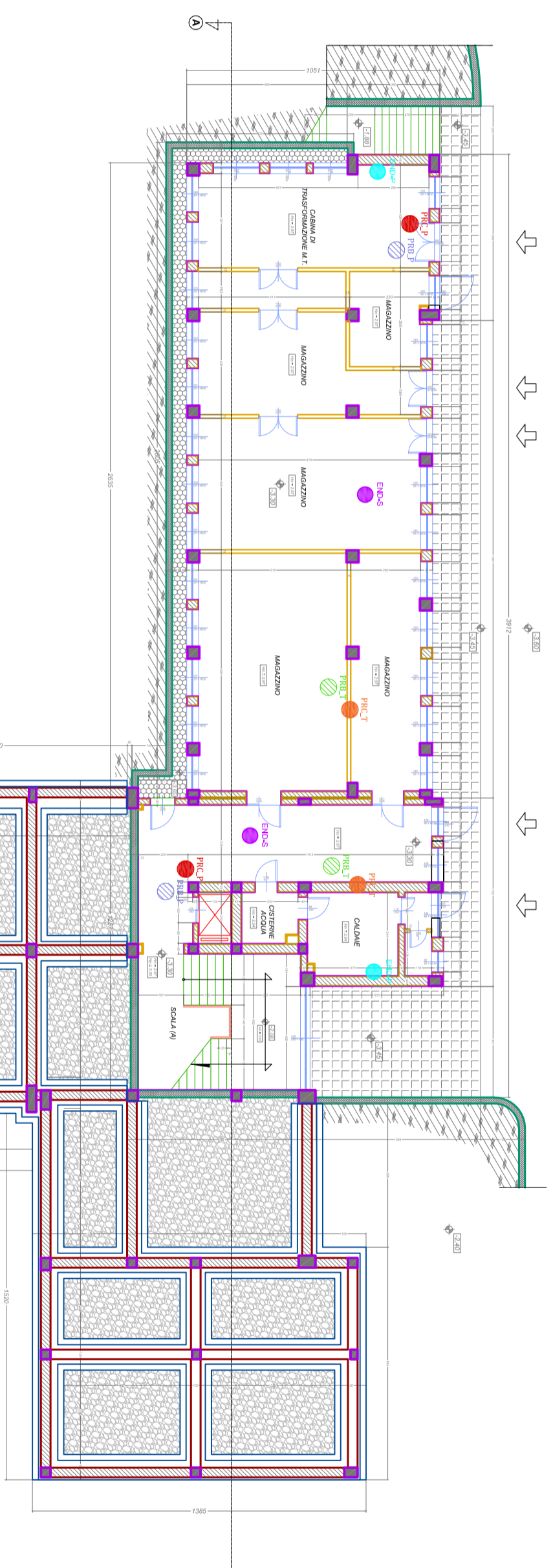
# PIANTA FONDAZIONI DI LIVELLO 0



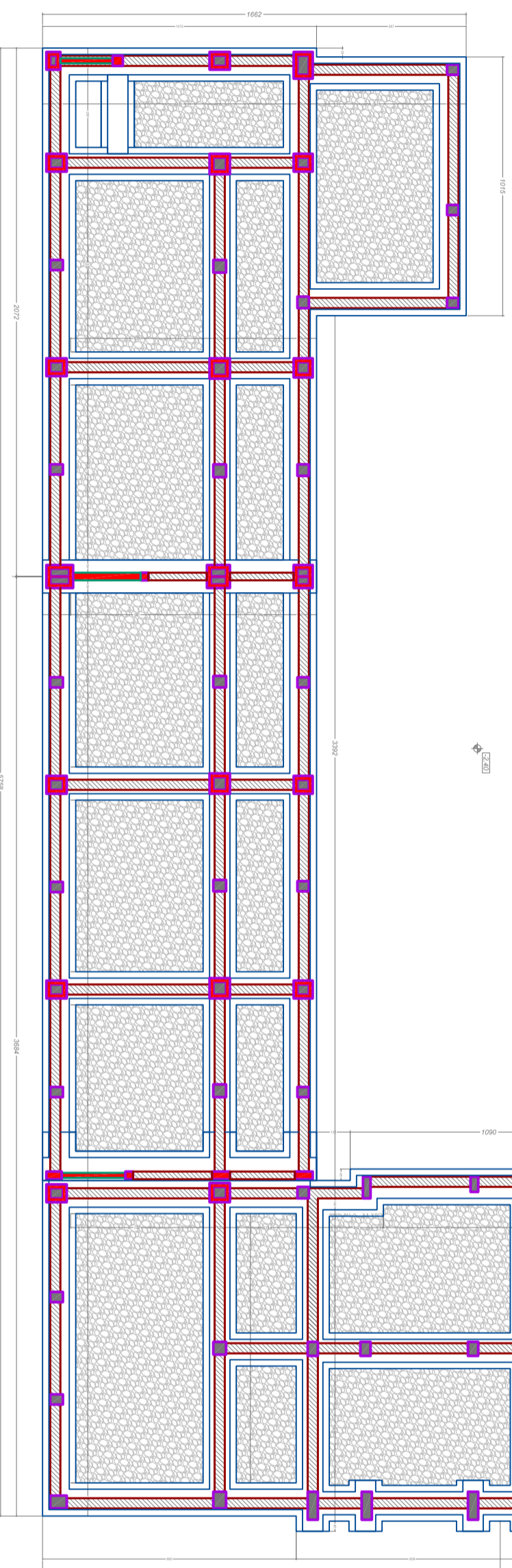
- **PRC.P** ESTRAZIONE BARRE DA PILASTRO
- **PRC.T** ESTRAZIONE BARRE DA TRAVE
- **PRC.P** ESTRAZIONE CAROTE DA PILASTRO
- **PRC.T** ESTRAZIONE CAROTE DA TRAVE
- **END.S** ENDOSCOPIA SOLAIO
- **END.P** ENDOSCOPIA PARETE
- **PRO.S** PROVA DI CARICO SU SOLAIO
- **PZ1** POZZETTO ISPETTIVO IN FONDAZIONE



# PIANTA PIANO 0: SEMINTERRATO E FONDAZIONI DI LIVELLO 1



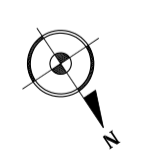
- **PRC.P** ESTRAZIONE BARRE DA PILASTRO
- **PRC.T** ESTRAZIONE BARRE DA TRAVE
- **PRC.P** ESTRAZIONE CAROTE DA PILASTRO
- **PRC.T** ESTRAZIONE CAROTE DA TRAVE
- **END.S** ENDOSCOPIA SOLAIO
- **END.P** ENDOSCOPIA PARETE
- **PRO.S** PROVA DI CARICO SU SOLAIO
- **PZ1** POZZETTO ISPETTIVO IN FONDAZIONE





PIANTA PIANO 1°: LIVELLO DI TERRA

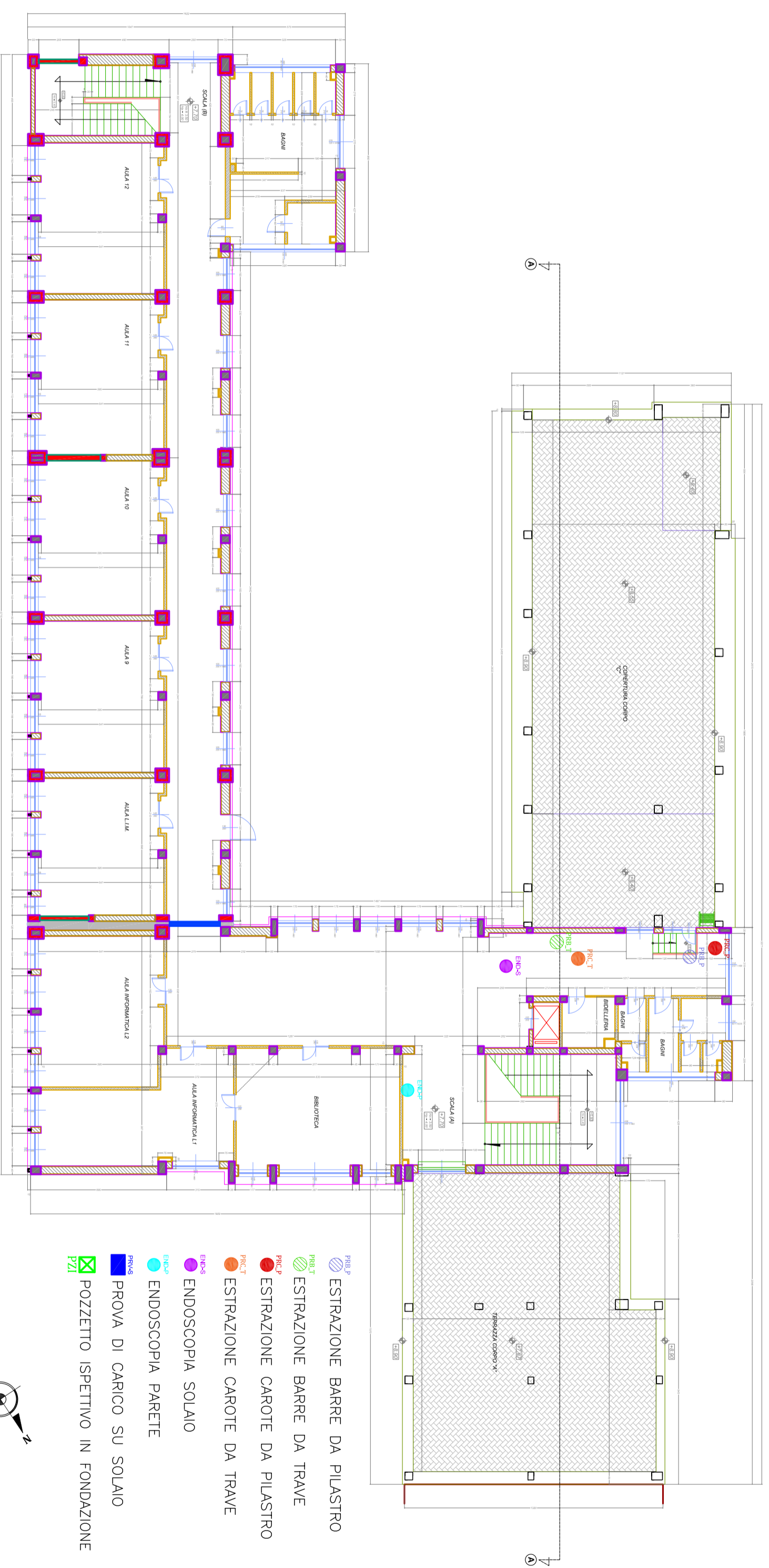
- ESTRAZIONE BARRE DA PIASTRO
- ESTRAZIONE BARRE DA TRAVE
- ESTRAZIONE CAROTE DA PIASTRO
- ESTRAZIONE CAROTE DA TRAVE
- ENDOSCOPIA SOLAIO
- ENDOSCOPIA PARETE
- PROVA DI CARICO SU SOLAIO
- POZZETTO ISPETTIVO IN FONDAZIONE



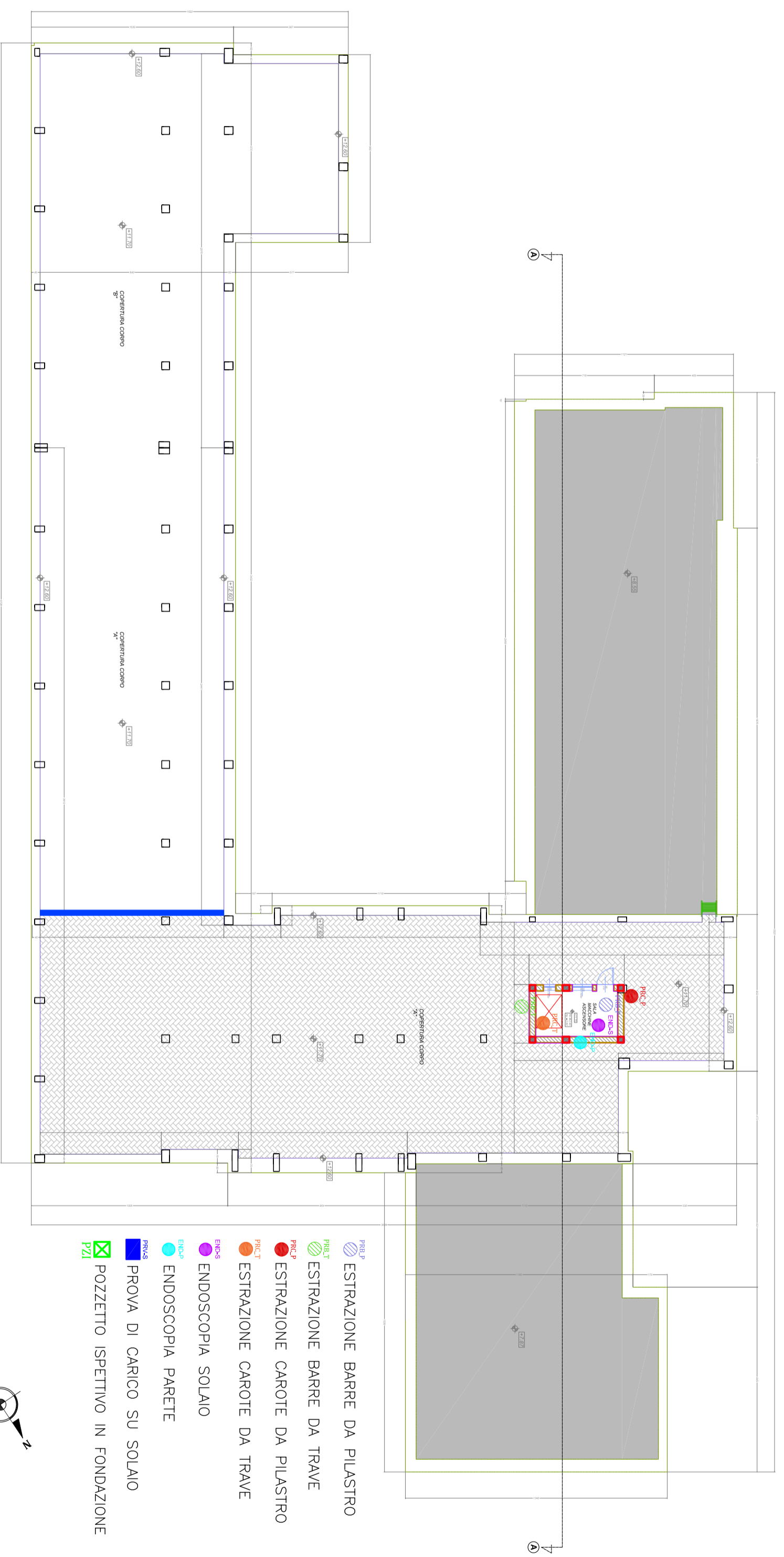


PIANTA PIANO 2°





PIANTA PIANO 3°



PIANTA PIANO 4°

- PRBLP ● ESTRAZIONE BARRE DA PILASTRO
- PRBLT ● ESTRAZIONE BARRE DA TRAVE
- PRCP ● ESTRAZIONE CAROTE DA PILASTRO
- PRCT ● ESTRAZIONE CAROTE DA TRAVE
- ENDS ● ENDOSCOPIA SOLAIO
- ENDP ● ENDOSCOPIA PARETE
- PRMS ■ PROVA DI CARICO SU SOLAIO
- PZI ■ POZZETTO ISPETTIVO IN FONDAZIONE

