

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

MIGLIORAMENTO SISMICO, FUNZIONALE, ARCHITETTONICO DEL FABBRICATO VIAGGIATORI DELLA STAZIONE DI MATERA LA MARTELLA

OPERE CIVILI

FABBRICATO VIAGGIATORI

Relazione Generale: Analisi storico-critica e Indagini strutturali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 5 F 0 2 D 0 9 H F F V 0 2 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Auto. Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	S.Magliano <i>SM</i>	Febbraio 2019	S.Di Spigno <i>SDS</i>	Febbraio 2019	F. Gernone	Febbraio 2019	A. Vitozzi Febbraio 2019

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vitozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

INDICE

1. PREMESSA	3
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
3.2 ELABORATI DI PROGETTO DELLE STRUTTURE ESISTENTI.....	5
4. ANALISI STORICO-CRITICA.....	7
5. LIVELLO DI CONOSCENZA E DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE	12

1. PREMESSA

Nell'ambito della realizzazione della nuova Linea Ferrandina – Matera "La Martella" per il collegamento della città di Matera alla rete ferroviaria nazionale, in particolare con Salerno, per l'accesso al sistema AV/AC, e con Taranto, attraverso la linea Battipaglia-Potenza-Metaponto-Taranto, si prevede un intervento di adeguamento funzionale, architettonico e strutturale della Stazione di Matera "La Martella".

Il presente documento costituisce relazione relativa all'analisi storico critica e alla campagna di indagini svolta sul fabbricato oggetto di intervento.

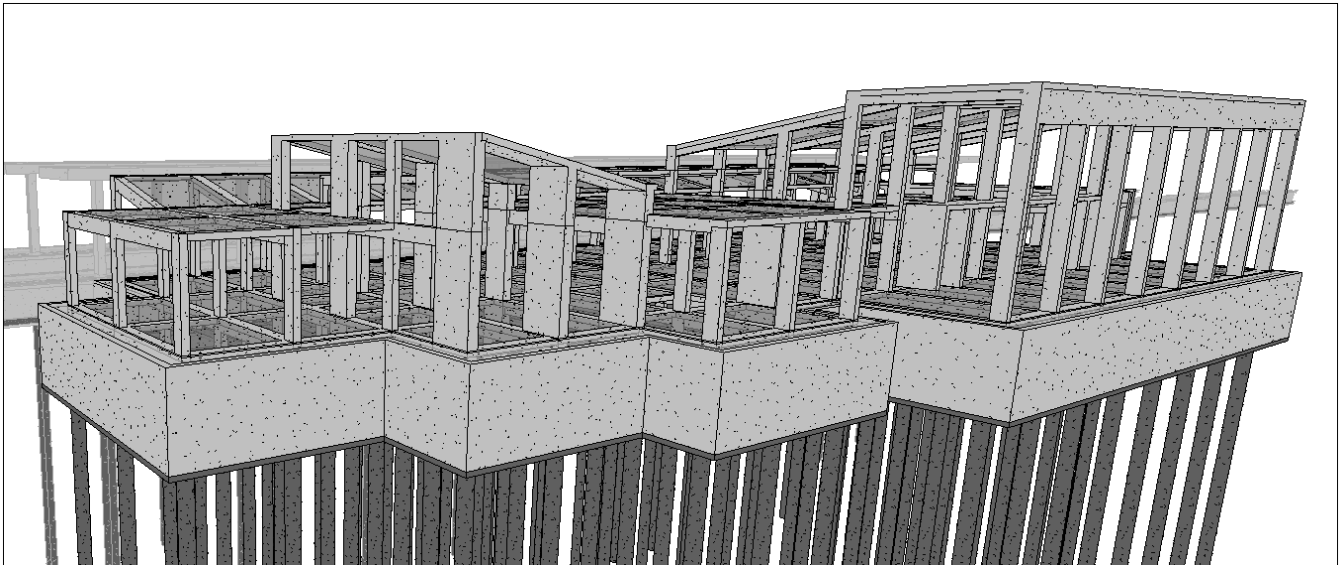


Vista del Fabbricato oggetto di intervento

Il progetto di adeguamento è stato sviluppato mediante l'utilizzo di una apposita piattaforma di gestione informativa tarata sulle esigenze riscontrate dalle analisi svolte.

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	4 di 30



Vista del modello del Fabbricato

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito dell'intervento di adeguamento funzionale e architettonico della Stazione di Matera "La Martella" sono previsti una serie di interventi necessari ad adeguare le strutture del Fabbricato Viaggiatori ai nuovi carichi derivanti dal cambio di destinazione d'uso di alcune delle aree del fabbricato esistenti. Nell'ambito dello stesso intervento, alla luce della rilevanza del fabbricato, dei risultati delle analisi relativi alla vulnerabilità sismica delle strutture, ai sensi del quadro normativo vigente, si rendono necessari interventi di adeguamento strutturale.

Il presente documento costituisce relazione relativa all'analisi storico critica e alla campagna di indagini svolta sul fabbricato oggetto di intervento, entrambe necessarie per una corretta valutazione del livello di conoscenza delle strutture, a sua volta propedeutica allo svolgimento delle analisi strutturali.

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Normative di riferimento

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018)
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
- RFI DTC-INC-PO SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- RFI DTC-INC-CS SP IFS 001 A – specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

3.2 Elaborati di progetto delle strutture esistenti

Per la definizione della geometria e delle caratteristiche meccaniche degli elementi strutturali sono stati presi a riferimento i seguenti elaborati relativi al progetto delle strutture esistenti.

BLOCCO A		
1	F.M.M.2.3	PIANTA FONDAZIONI
2	F.M.M.A7.E	Blocco A e B, Particolari costruttivi, Massetto e impermeabilizzazione
3	F.M.M.A10.E	Carpenteria ed armatura del piano caricatore
4	F.M.M.A6.E	Scala - Carpenteria ed armatura
5	F.M.M.A7.E	Carpenteria solaio primo
6	F.M.M.A8.E	Armatura travi solaio primo (Parte prima)
7	F.M.M.A9.E	Aramtura travi solaio primo (parte seconda)
8	F.M.M.A10.E	Carpenteria copertura
9	F.M.M.A11.E	Armatura travi copertura (parte prima)
10	F.M.M.A12.E	Armatura travi copertura (parte seconda)

BLOCCO B		
1	F.M.M.3.3	PIANTA FONDAZIONI
2	F.M.M.B9.1E	Carpenteria solaio primo

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	6 di 30

BLOCCO B

3	F.M.M.B10.E	Armatura travi solaio primo (parte prima)
4	F.M.M.B11.E	Armatura travi solaio primo (parte seconda)
5	F.M.M.B12.E	Carpenteria solaio secondo
6	F.M.M.B13.E	Armatuta travi secondo solaio (parte prima)
7	F.M.M.B14.E	Armatura travi secondo solaio (parte seconda)
8	F.M.M.B15.E	Scala Bar - Carpenteria ed armatura
9	F.M.M.B16.E	Carpenteria solaio copertura
10	F.M.M.B17.E	Armatura travi copertura (parte prima)
11	F.M.M.B18.E	Armatura travi copertura (parte seconda)

SOTTOPASSO

1	F.M.M.B7.E	Carpenteria sottopassaggio
2	F.M.M.B8.E	Armatura sottopassaggio

FONDAZIONI

1		STAZIONE DI MATERA LA MARTELLA - Prova di carico palo Φ 600
---	--	--

4. ANALISI STORICO-CRITICA

In merito a quanto definito al §8.5.1. delle NTC2018, si riporta di seguito l'analisi storico-critica del fabbricato. La progettazione del fabbricato risale agli anni '80. La realizzazione delle strutture si è conclusa nei primi anni '90. Il collaudo delle strutture è avvenuto nel 2006.

In riferimento agli elaborati progettuali disponibile e a quanto dichiarato nel certificato di collaudo delle strutture, la progettazione è stata condotta in riferimento alle seguenti normative:

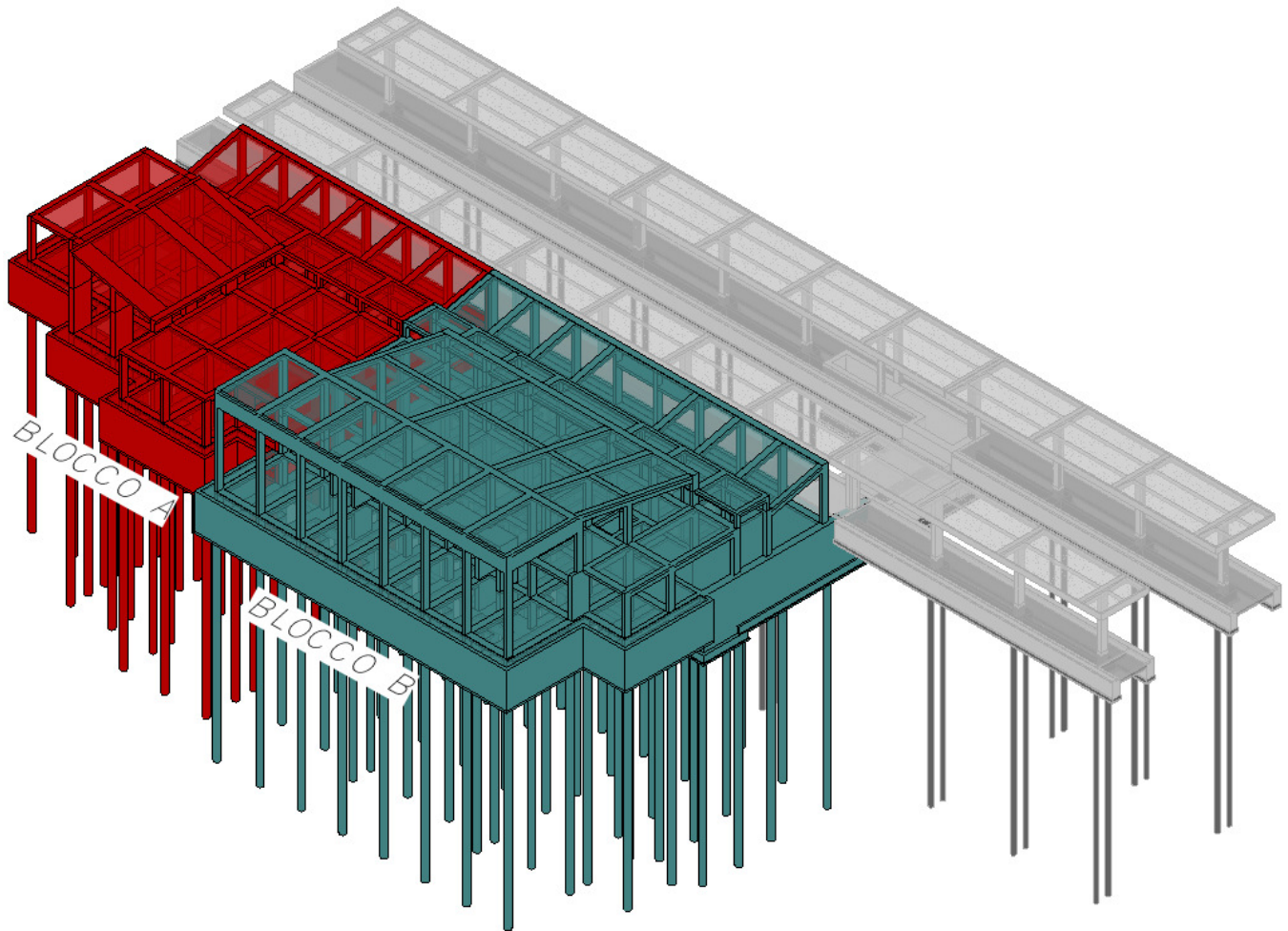
- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Decreto Ministeriale 21/01/1981 "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"
- D.M. LL.PP. 12/02/1982 "Adeguamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- CIRC. MIN. LL.PP. 24/05/1982, N. 22631 "Istruzioni relative ai carichi, sovraccarichi ed ai criteri per la verifica di sicurezza delle costruzioni".

Le strutture sono state ricostruite mediante, esame visivo, rilievo del fabbricato, campagna di indagine e mediante l'analisi della documentazione (relazioni di calcolo, carpenterie e -ove disponibili- armature) di progetto del fabbricato esistente. All'esame visivo la struttura si presenta in buono stato di conservazione.

Le strutture del fabbricato oggetto della presente relazione sono costituite da telai c.a. I solai sono realizzati con lastre in c.a. prefabbricato. La struttura presenta accentuate irregolarità sia in altezza che in pianta.

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	8 di 30



Vista assometrica del Fabbricato oggetto di intervento – Blocco A e Blocco B

Dal rilievo eseguito si può notare come la struttura in elevazione sia composta da due blocchi (nella figura precedente rispettivamente Blocco A (Rosso) e B (Verde) da sinistra verso destra) separati da un giunto strutturale di circa 7 cm e si sviluppa in altezza per circa 10 metri lungo tre differenti piani facilmente identificabili. Dall'analisi della documentazione si è stabilito che tale giunto non interessa invece le fondazioni, il cui impianto risulta quindi unico per entrambi i blocchi strutturali. La struttura di fondazione è caratterizzata da un graticcio di travi a sezione rettangolare, come meglio riportato negli elaborati di progetto. In corrispondenza dei nodi del graticcio di fondazione sono presenti pali in c.a. di diametro 600 mm

Il fabbricato presenta un livello interrato, circoscritto da un'intercapedine, a sua volta delimitata da setti perimetrali in c.a. Il piano Terra si sviluppa su un unico livello per entrambi i blocchi strutturali, mentre le coperture e i livelli mezzanini si sviluppano in modo molto articolato, per assecondare le esigenze funzionali e architettoniche dell'edificio. Il collegamento verticale tra i vari livelli è garantito da scale in c.a.

La configurazione del fabbricato è conforme a quanto previsto nel progetto originale e non ha subito interventi sostanziali sulle strutture successivi alla realizzazione.

Non si ha evidenza di eventi particolari che hanno portato a danneggiamenti delle strutture. Non si ha evidenza di interventi particolari che hanno portato a variazioni delle condizioni al contorno sulle strutture, ad esclusione della

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	9 di 30

realizzazione delle tamponature effettuata per impedire l'accesso a persone non autorizzate. Tali tamponature verranno comunque rimosse nel piano di interventi previsto.



Nel fabbricato non si rilevano fenomeni deformativi importanti. Il quadro fessurativo riscontrabile in alcuni elementi strutturali è riconducibile a fenomeni localizzati di ossidazione dell'armatura che hanno portato in alcuni casi all'ammaloramento e all'espulsione del copriferro. Tali fenomeni riguardano sostanzialmente i pilastri maggiormente esposti agli agenti atmosferici, con particolare riferimento a quei dettagli costruttivi che realizzano uno spessore ridotto dei getti (ad esempio per ospitare le tubazioni dei discendenti).



RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	10 di 30



Anche i quadri fessurativi riscontrati in alcune porzioni di solaio sono riconducibili ad un probabile ammaloramento dell'impermeabilizzazione con successive infiltrazioni ed efflorescenze riscontrate all'intradosso di limitati elementi, principalmente posizionati all'esterno del fabbricato o in copertura.



Alcune travi presentano segni di degrado dovuto sostanzialmente ad limitato spessore di copriferro, e ripristinabile mediante interventi superficiali, ove per l'elemento non sia già previsto l'intervento di incamiciatura previsto per l'adeguamento strutturale.

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	11 di 30



Alcuni danneggiamenti delle finiture sembrano essere riconducibili più a una non perfetta cura dei dettagli (es. assenza dei giunti a pavimento in prossimità del giunto strutturale) che a dissesti dovuti a importanti stati deformativi.



5. LIVELLO DI CONOSCENZA E DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE

In merito a quanto definito al §8.5.3. delle NTC2018, per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà sulla documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. I valori di progetto delle resistenze meccaniche dei materiali sono stati valutati sulla base delle indagini e delle prove effettuate sulla struttura, tenendo motivatamente conto dell'entità delle dispersioni nei valori registrati.

In riferimento alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC, il prelievo dei campioni della struttura e l'esecuzione delle prove stesse sono state effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001.

Sulla base di quanto definito al §8.5.4. delle NTC2018, è stato considerato il livello di conoscenza LC2 in merito al tipo di analisi e ai valori del fattore di confidenza FC adottato per le verifiche degli elementi strutturali. Gli oggetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- la geometria della struttura;
- i dettagli costruttivi;
- le proprietà dei materiali;
- le connessioni tra i vari elementi;
- le presumibili modalità di collasso;

Si riporta per completezza quanto illustrato al § C8.5.4.2 della Circolare Ministeriale 2019 in riferimento alle costruzioni in cemento armato o acciaio.

Il livello di conoscenza acquisito in base ai rilievi, alle indagini sui dettagli strutturali e alle prove sui materiali, determina i valori dei fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali, anche in maniera differenziata per elementi strutturali o gruppi di elementi, e suggerisce il metodo di analisi più appropriato.

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

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti per l'acciaio, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti,
- materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

In assenza di valutazioni specifiche, ci si può riferire alla Tabella C8.5. IV.

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	13 di 30

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 <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	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

In riferimento a quanto descritto nella Circolare ministeriale del 2019 si riporta quanto specificato per il livello di conoscenza considerato nelle analisi:

LC2: si intende raggiunto quando sia stata effettuata l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato (con riferimento al § C8.5.1), la geometria della struttura sia nota in base ai disegni originali (effettuando un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni) o a un rilievo, i dettagli costruttivi siano noti, o parzialmente dai disegni costruttivi originali integrati da indagini limitate in situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi più importanti, o (con riferimento al § C8.5.2) a seguito di una indagine estesa in situ (i dati raccolti devono essere tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare), le caratteristiche meccaniche dei materiali siano note in base ai disegni costruttivi, integrati da prove limitate in situ (se i valori ottenuti dalle prove in situ sono minori dei corrispondenti valori indicati nei disegni di progetto, si eseguono prove estese in situ), o con prove estese in situ (con riferimento al § C8.5.3); il corrispondente fattore di confidenza e $FC=1,2$. La valutazione della sicurezza è eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici; le informazioni raccolte sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelle riguardanti i dettagli strutturali, devono consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo.

Si riporta inoltre quanto specificato dalla norma in termini di:

C8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA

La conoscenza della storia di un fabbricato e elemento indispensabile, sia per la valutazione della sicurezza attuale, sia per la definizione degli interventi e la previsione della loro efficacia. L'analisi storica deve essere finalizzata a comprendere le vicende costruttive, i dissesti, i fenomeni di degrado, i cimenti subiti dall'edificio e, particolarmente frequenti nelle costruzioni in muratura, le trasformazioni operate dall'uomo che possono aver prodotto cambiamenti nell'assetto statico originario. In tal senso l'indagine storica diventa indagine critica e fonte, per eccellenza, di documentazione e conoscenza finalizzate all'interpretazione del comportamento strutturale. L'analisi inizia con il reperire tutti i documenti disponibili sulle origini del fabbricato quali, ad esempio, elaborati e relazioni progettuali della prima realizzazione della costruzione e di eventuali successivi interventi, elaborati e rilievi già prodotti, eventuali relazioni di collaudo e riguarda:

- l'epoca di costruzione;
- le tecniche, le regole costruttive e, se esistenti, le norme tecniche dell'epoca di costruzione;
- la forma originaria e le successive modifiche;

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	14 di 30

- i traumi subiti e le alterazioni delle condizioni al contorno;
- le deformazioni, i dissesti e i quadri fessurativi, con indicazioni, ove possibile, della loro evoluzione nel tempo;
- gli interventi di consolidamento pregressi;
- gli aspetti urbanistici e storici che hanno regolato lo sviluppo dell'aggregato edilizio di cui l'edificio e parte.

Risulta, in generale, utile anche la conoscenza delle patologie o delle carenze costruttive evidenziate da edifici simili per tipologia ed epoca di costruzione. In definitiva, questa fase deve permettere di interpretare la condizione attuale dell'edificio come risultato di una serie di vicende statiche e di trasformazioni che si sono sovrapposte nel tempo.

C8.5.2 RILIEVO

C8.5.2.2 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

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. 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. Particolarmente pericolose si sono rivelate, in occasione di eventi sismici, le pareti di tamponamento formate da più paramenti accostati e privi di adeguati collegamenti tra loro o/e separati da intercapedini isolanti, ancor più quando non sono contenute in riquadri strutturali.

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.

In particolare, per le costruzioni in acciaio, i dati raccolti devono includere anche:

- la forma originale dei profili e le loro dimensioni geometriche;
- la tipologia e morfologia delle unioni.

Nel caso in cui la geometria della struttura sia nota dai disegni originali, deve essere comunque eseguito il rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni di progetto. 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. Il progetto simulato, eseguito sulla base delle norme tecniche in vigore all'epoca della costruzione e della corrispondente pratica costruttiva, è utile per fornire informazioni su quantità e disposizione dell'armatura negli

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	15 di 30

elementi con funzione strutturale e sulle caratteristiche dei collegamenti. 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.

Al fine di determinare, in maniera opportuna, il numero e la localizzazione delle indagini in-situ da effettuare, e utile eseguire, a seguito del rilievo geometrico:

- una campagna preliminare di indagini in-situ volta alla conoscenza dei dettagli costruttivi ritenuti più significativi;
- un'analisi preliminare della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica dell'edificio, eseguita estendendo il risultato dei rilievi dei particolari costruttivi (sfruttando anche eventuali simmetrie o situazioni ripetitive della struttura) agli elementi simili per dimensioni e/o impegno statico, eventualmente utilizzando i risultati preliminari delle prove sui materiali come definite al § C8.5.3.2.

Dall'esito, in termini di impegno statico e ruolo delle diverse membrature nella sicurezza della struttura, fornito dall'analisi preliminare può scaturire la necessità di approfondimenti in termini di numero, tipologia e localizzazione delle indagini in-situ basate su saggi; il progetto delle indagini ne fornisce la misura, consentendo così di graduare quantitativamente il livello di approfondimento.

A titolo esemplificativo e quando realmente possibile, il rilievo dei dettagli costruttivi è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

Costruzioni di calcestruzzo armato

- 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 copriferrì;
- lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre e dei loro ancoraggi;

C8.5.3 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. La norma prevede che per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o integrazioni, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001. Ciò fa riferimento, esclusivamente, al prelievo dei campioni per le prove distruttive i cui esiti sono soggetti a certificazione ai sensi dello stesso articolo 59 del DPR 380/01. In tal senso le NTC hanno voluto ricondurre ad un modello unitario - in termini di qualità e responsabilità - l'intero loro processo costruttivo e, conseguentemente anche l'attività di prelievo, quale ad esempio il carotaggio, giacché le prove comprendono ogni fase: dal prelievo del materiale, alla verifica fisica, chimica e meccanica della carota stessa. Il carotaggio costituisce una prima analisi, almeno qualitativa, di resistenza fisica del campione che si sta prelevando; l'operazione di carotaggio stessa e, inoltre, in grado di influenzare in maniera determinante, essa stessa, la resistenza fisica del campione che si sta prelevando,

C8.5.3.2 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

I valori delle caratteristiche meccaniche dei materiali prescindono dalle classi discretizzate previste nelle NTC. Per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali è possibile riferirsi anche alle norme dell'epoca della costruzione.

Calcestruzzo: si fa riferimento alle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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.

Al fine di determinare in maniera opportuna il numero e la localizzazione delle prove sui materiali, è utile:

- eseguire un numero limitato di indagini preliminari sugli elementi individuati come rappresentativi a seguito dell'analisi storico-critica, della documentazione disponibile e del rilievo geometrico, al fine di definire un modello preliminare della struttura;
- eseguire un'analisi per la verifica preliminare della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica, utilizzando i dettagli costruttivi valutati nel corso della campagna di indagini preliminari (§ C8.5.2.2).

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	17 di 30

In base all'esito dell'analisi preliminare e valutata la necessita di approfondimenti della campagna di indagini in termini di numero e localizzazione, in relazione all'impegno statico delle diverse membrature, del loro ruolo riguardo alla sicurezza della struttura e del grado di omogeneita dei risultati delle prove preliminari, anche in relazione a quanto previsto dai documenti originari; il progetto delle prove ne fornisce la misura, consentendo cosi di graduare quantitativamente il livello di approfondimento.

Per l'identificazione delle caratteristiche dei materiali, i dati raccolti devono includere le seguenti caratteristiche:

- resistenza e, ove significativo, il modulo elastico E del calcestruzzo;
- tensione di snervamento, resistenza a rottura e allungamento dell'acciaio.

Per la definizione del livello di conoscenza si è fatto riferimento a quanto segue.

Geometria

- Documentazione di progetto delle strutture esistenti (relazioni di calcolo, carpenterie e dettagli costruttivi) – rif. § elaborati di riferimento
- Rilievi visivi
- Rilievo ex-novo geometrico del fabbricato

Dettagli strutturali

- Documentazione di progetto delle strutture esistenti (relazioni di calcolo, carpenterie e dettagli costruttivi) – rif. § elaborati di riferimento
- Limitata verifica *in Situ* (rif. elaborato Relazione indagini strutturali)

Proprietà dei materiali

- Specifiche originali del progetto
- Limitate verifiche *in Situ* (rif. elaborato Relazione indagini strutturali)

Si riporta di seguito quanto indicato dalla norma in termini di limitate verifiche *in Situ*

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

Inoltre, è stato tenuto conto di quanto indicato nelle NOTE ESPLICATIVE ALLA TABELLA C8.5. V in merito al numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza da effettuare per ogni tipologia di elementi:

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	18 di 30

NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI

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:

- (a) 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.
- (b) Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.

(c) 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.

(d) Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può essere 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 l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

In accordo con quanto specificato sopra, è stato sostituito il 50% delle prove distruttive con il triplo di quelle non distruttive al fine di gravare il meno possibile sullo stato complessivo del fabbricato.

Per completezza inoltre si riporta quanto indicato al §2.12.2.3. del *Manuale di Progettazione RFI – Parte II – Sez.2 – Ponti e strutture*.

2.12.2.3 DETTAGLI COSTRUTTIVI E PROPRIETÀ DEI MATERIALI

Il presente paragrafo individua la tipologia e l'ubicazione delle indagini in situ, le prove di laboratorio e le attività di rilievo geometrico-strutturale finalizzate all'individuazione delle caratteristiche geometriche e meccaniche occorrenti per l'esecuzione delle verifiche di vulnerabilità sismica su opere d'arte e fabbricati ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e s.m.i.

L'individuazione dei dettagli costruttivi necessari allo svolgimento di verifiche sugli elementi strutturali sarà ottenuta attraverso l'esecuzione di indagini in-situ il cui quantitativo è funzione del livello di informazione disponibile e del livello di conoscenza prescelto.

I metodi di prova non distruttivi, ammessi purché di documentata affidabilità, non possono essere impiegati in sostituzione dei metodi distruttivi, ma potranno essere impiegati insieme per ottenere una descrizione più completa dello stato dei materiali non ottenibile con l'uso di soli metodi distruttivi. A tal fine sarà possibile sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con il triplo di prove non distruttive di tipo combinato, i cui risultati vengano tarati sulla base di quelli ottenuti dalle prove distruttive.

Il piano di indagini standard è quello che prevede indagini in-situ estese, al fine di raggiungere il livello di conoscenza adeguata (livello di conoscenza LC2 ai sensi della Circolare Ministeriale 617/2009) per le seguenti tipologie di opere:

- Ponti ad arco in muratura;
- Ponti ad arco ibridi;
- Ponti ad arco in C.A.;
- Ponti ad impalcato in C.A., C.A.P. e acciaio;
- Fabbricati in C.A.;
- Fabbricati in muratura.

Piani di indagini differenti dovranno essere preventivamente autorizzati da FERROVIE.

Per ogni singola opera d'arte o fabbricato investigato, dovrà essere prodotta una relazione tecnica conclusiva denominata "Relazione tecnica conclusiva sulle indagini strutturali" nella quale saranno descritte le indagini eseguite. Per ogni opera dovranno risultare informazioni relative a dimensioni, spessori, materiali, quantitativi di armature etc. e dei principali parametri meccanici, nonché di grafici, tabelle e fotografie ritenute utili ai fini della completezza e della chiarezza di esposizione. La relazione sarà corredata da schemi grafici di sintesi che rappresentino l'esatta ubicazione delle prove e dei sondaggi eseguiti in pianta e prospetto/sezione con indicate tutte le informazioni necessarie (misure, angoli di inclinazione delle indagini, etc.) a consentire una corretta interpretazione.

R.F.I. si riserva la possibilità di far riferimento per le prove su un'opera ai risultati di prove già eseguite su altre opere della stessa tratta, tipologia e periodo di costruzione (le opere esaminate devono presentare

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	19 di 30

omogeneità anche nelle caratteristiche dei materiali e nei dettagli costruttivi oltre che nella geometria) come indicato dal punto CSA.1.A.3 della circolare applicativa del D.M. 2008.

In particolare non sarà possibile attuare questa procedura in caso di opere che presentano un diverso grado di mantenimento ad esempio possono esserci opere che presentano una corrispondenza tra tipologia costruttiva, dettaglio costruttivo e caratteristiche dei materiali, ma in esse si manifesta uno stato di degrado non omogeneo per esempio può esserci differente: mantenimento dei giunti, presenza di macchie d'umidità, efflorescenza, presenza di muschio o vegetazione, presenza di fessure o disgregazione ecc.

Nello specifico si riporta quanto indicato per i Fabbricati in cemento armato:

2.12.2.3.6 Fabbricati in cemento armato

Nel caso di fabbricati in C.A. si prevede:

- a) Esecuzione di rilievi strumentali mediante pacometro; ciascuna prova dovrà coprire una superficie non inferiore ad 1 metro quadrato. I rilievi strumentali mediante pacometro dovranno porre particolare attenzione nel rilevamento dell'armatura in corrispondenza dei nodi delle travi e dei pilastri. I rilievi saranno eseguiti secondo le seguenti indicazioni:
 - Per edifici con volumetria complessiva < 8000 mc: 8 prove ogni 100 mq di superficie di piano (minimo 8 indagini ogni piano);
 - Per edifici con volumetria compresa tra 8000 mc e 30000 mc: 6 prove ogni 100 mq di superficie di piano (minimo 6 indagini ogni piano);
 - Per edifici con volumetria complessiva > 30000 mc: 4 prove ogni 100 mq di superficie di piano (minimo 4 indagini ogni piano).
- b) Esecuzione di n. 2 prelievi e n. 2 prove di trazione su barra metallica per ogni piano dell'edificio;
- c) Esecuzione di n. 2 carotaggi di provini cilindrici di diametro D almeno pari a 100 mm, su calcestruzzo della lunghezza massima di 400 mm e relative prove di compressione e determinazione delle caratteristiche di resistenza ogni 300 mq di superficie dell'edificio (minimo n. 2 prove a piano);
- d) Esecuzione di n. 6 prove sclerometriche ogni 300 mq di superficie dell'edificio (minimo 6 prove ogni piano);
- e) Al fine di eseguire il riconoscimento morfologico del sistema di fondazione, esecuzione di n. 1 saggio a vista attraverso scavo a sezione obbligatoria fino al raggiungimento del piano di fondazione stessa;
- f) Rilievo strumentale mediante pacometro sulla fondazione in corrispondenza del saggio a vista (la prova dovrà coprire una superficie non inferiore ad 1 metro quadrato);
- g) Esecuzione di n. 1 saggio a vista (superficie minima 1 mq) per ogni piano dell'edificio al fine di determinare la tipologia del solaio;
- h) Esecuzione di n. 1 microcarotaggio verticale per ogni piano dell'edificio (esclusa la copertura) per la determinazione dello spessore del solaio.

Eventuali indagini e/o prove aggiuntive che si rendessero necessarie durante lo svolgimento della prestazione, dovranno essere concordate con FERROVIE.

Si riassume in tabella quanto indicato sopra:

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	20 di 30

 Da: **MdP -RFI - Parte II - Sez.2 - Ponti e strutture**

Nel caso di fabbricati in c.a. si prevede:

a	8 PACOMETRO ogni 100 mq per piano	MINIMO 8 PER PIANO attenzione ai nodi Tr-Pil
b	2 Prelevi barra metallica Prove di Trazione	PER PIANO
c	2 Carotaggi D100mm/400mm Prove di compressione	ogni 300 mq di piano MIN 2 A PIANO
d	6 Prove schelerometriche	ogni 300 mq MIN 6 PER PIANO
e	1 Saggio a vista scavo piano di fondazione	
f	1 PACOMETRO in corrispondenza dello scavo	SUPERFICIE MIN 1 mc
g	1 Saggio a vista individuare tipologia solaio	SUPERFICIE MIN 1 mc
h	1 Microcarotaggio verticale per spessore solaio	PER PIANO, escluso la copertura

Si riporta di seguito il riassunto di quanto evidenziato in precedenza in riferimento al numero di prove da prevedere per ciascuna tipologia di elemento riscontrata per il fabbricato in oggetto.

Numero di elementi per tipo							
	Piano	Pilastrri		Travi		Solai	
		Num	Tipi	Num	Tipi	Num	Tipi
Corpo A	0(*)	0	0	53	3	0	0
	1	33	6	53	2	21	1
	2	33	6	64	10	19	4
	Tot	66	10	170	10	40	5
Corpoo B	Piano						
	0(*)	0	0	79	4	0	0
	1	53	5	81	2	35	1
	2	51	6	107	4	32	1
	3	0	0				
Tot	104	10	267	10	67	1	

Superficie tot	Piano tipo	Tot	
Corpo A	470	950	m2
Corpo B	836	1200	m2

(*) livello piano fondazioni

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	21 di 30

In riferimento al numero e alla tipologia di elementi sopra riportati, nelle tabelle seguenti viene indicata la valutazione del numero minimo di indagini – suddivise per tipo – previste dalla normativa.

Corpo	Piano	Norma Circ. Min. 19						
		Rilievi arm. elementi n.d.		Prove sui materiali				
		Scler./Pacom.		Scler./Pacom.				
A	Piano Interrato Piano 1 + Copertura	Pilastrì	6	2	Provino cls	PER PIANO = 1 +	18	Rilievi arm. elementi n.d.
	Piano Interrato Piano 1 + Copertura	Travi	8	2	Provino cls	PER PIANO = 1 +	24	Rilievi arm. elementi n.d.
			10	2	Armatura		30	
	Piano Interrato Piano 1 + Copertura	Solai	4	2	Provino cls	PER PIANO = 1 +	12	Rilievi arm. elementi n.d.
			4	2	Armatura		12	

Corpo	Norma	Piano	Circ. Min. 19					
			Rilievi arm. elementi n.d.		Prove sui materiali			
			Scler./Pacom.		Scler./Pacom.			
B	Piano interrato Piano 1	Pilastrì	6	2	Provino cls	PER PIANO = 1 +	18	Rilievi arm. elementi n.d.
	Piano 2 + Copertura		10	2	Armatura		30	
	Piano fondazione Piano 1	Travi	12	2	Provino cls	PER PIANO = 1 +	36	Rilievi arm. elementi n.d.
	Piano 2 + Copertura		13	2	Armatura		0	
	Piano fondazione Piano 1	Solai	6	2	Provino cls	PER PIANO = 1 +	18	Rilievi arm. elementi n.d.
	Piano 2 + Copertura		5	2	Armatura		15	
			0	2	Armatura		0	

Mdp - Rfi - Parte II - Sez.2 - Ponti e strutture							
Rilievi arm. elementi n.d.			Prove sui materiali				
Pilastrì	3	Pacometriche	PER PIANO	2	Prelevi barra metallica	Prove di Trazione	Per piano ma non per tipo
	8	Sclerometriche	PER PIANO	4	Carotaggi D100mm/400mm	Prove di compressione	
Travi	3	Pacometriche	PER PIANO	2	Carotaggi D100mm/400mm	Prove di Trazione	Per piano ma non per tipo
	8	Sclerometriche	PER PIANO	4	Prove schelerometriche	Prove di compressione	
Solai	1	Saggio a vista individuare tipologia solaio	SUPERFICIE MIN 1 mq	1	Microcarotaggio verticale per spessore solaio	PER PIANO escluso la copertura	
Fondaz	1	Saggio a vista scavo piano di fondazione					
	1	PACOMETRO in corrispondenza dello scavo	SUPERFICIE MIN 1 mq				

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	22 di 30

Mdp - Rfi - Parte II - Sez.2 - Ponti e strutture

Rilievi arm. elementi n.d.		Prove sui materiali				
Pilastr i	6 7	Pacometro	2	Prelievi barra metallica	Prove di Trazione	Per piano ma non per tipo
	1 7	Sclerometriche	4	Carotaggi D100mm/400mm	Prove di compressione	
Travi	6 7	Pacometro	2	Carotaggi D100mm/400mm	Prove di Trazione	Per piano ma non per tipo
	1 7	Sclerometriche	4	Prove schelerometriche	Prove di compressione	
Solai	1	Saggio a vista individuare tipologia solaio	SUPERFICIE MIN 1 mq	1	Microcarotaggio verticale per spessore solaio	PER PIANO escluso la copertura
Fonda z.	1	Saggio a vista scavo piano di fondazione				
	1	PACOMETRO in corrispondenza dello scavo	SUPERFICIE MIN 1 mq			

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	23 di 30

Sulla base di quanto previsto dalle normative consideratesi riporta uno schema in formato tabellare e grafico di quanto descritto in precedenza.

TABELLA INDAGINI STRUTTURALI – TIPO DI INDAGINE					
Carotaggio	Ferro	Pacometro	Sclerometro	Tipo di indagine	Color Legend
SI	SI	SI	SI	A	
SI	NO	SI	SI	B	
NO	NO	SI	SI	D	
NO	NO	SI	NO	E	

TABELLA INDAGINI STRUTTURALI – PILASTRI							
N°:	TIPO	Carotaggio	Ferro	Pacometro	Sclerometro	Tipo di indagine	Livello
2	A	SI	SI	SI	SI	A	Interrato - Corpo A
14	B	SI	NO	SI	SI	B	Interrato - Corpo A
15	C	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo A
16	D	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo A
18	E	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo A
32	F	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo A

Interrato - Corpo A: 6

19	B	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo B
31	D	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo B
27	A	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo B
44	A	SI	SI	SI	SI	A	Interrato - Corpo B
49	A	SI	NO	SI	SI	B	Interrato - Corpo B
42	C	NO	NO	SI	SI	D	Interrato - Corpo B

Interrato - Corpo B: 6

14	G	SI	NO	SI	SI	B	Terra - Corpo A
15	H	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A
16	I	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A
18	L	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A
23	L	SI	NO	SI	SI	B	Terra - Corpo A
32	F	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A

Terra - Corpo A: 6

31	E	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
27	A	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
44	A	SI	NO	SI	SI	B	Terra - Corpo B
42	C	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
49	A	SI	SI	SI	SI	A	Terra - Corpo B
45	A	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B

Terra - Corpo B: 6

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	24 di 30

TABELLA INDAGINI STRUTTURALI – TRAVI

N°:	Tipo di Trave	Carotaggio	Ferro	Pacometro	Sclerometro	Tipo di Indagine	Livello
14 - 20	6A	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo A
15 - 21	5A	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo A
16 - 22	4A	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo A
17 - 23	7A	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo A
17 - 23	8A	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo A
20 - 21	10A	SI	NO	SI	SI	B	Copertura - Corpo A
27 - 33	7A	SI	SI	SI	SI	A	Copertura - Corpo A

Copertura - Corpo A: 7

19 - 28	9B	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo B
25 - 31	13B	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo B
31 - 31 bis	13B	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo B
38 - 44	8B	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo B
43 - 49	9B	SI	NO	SI	SI	B	Copertura - Corpo B
47 - 48	6B	SI	SI	SI	SI	A	Copertura - Corpo B
48 - 49	6B	NO	NO	SI	SI	D	Copertura - Corpo B

Copertura - Corpo B: 7

1 - 2	14A	SI	SI	SI	SI	A	Terra - Corpo A
8 - 14	7A	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A
10 - 15	7A	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A
11 - 16	7A	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A
19 - 25	7A	SI	NO	SI	SI	B	Terra - Corpo A
23 - 29	7A	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo A

Terra - Corpo A: 6

19 - 52	9B	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
20 - 21	11B	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
31 - 51	9B	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
43 - 49	7	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B
48 - 47	14	SI	NO	SI	SI	B	Terra - Corpo B
48 - 49	14	SI	SI	SI	SI	A	Terra - Corpo B
52 - 28	9B	NO	NO	SI	SI	D	Terra - Corpo B

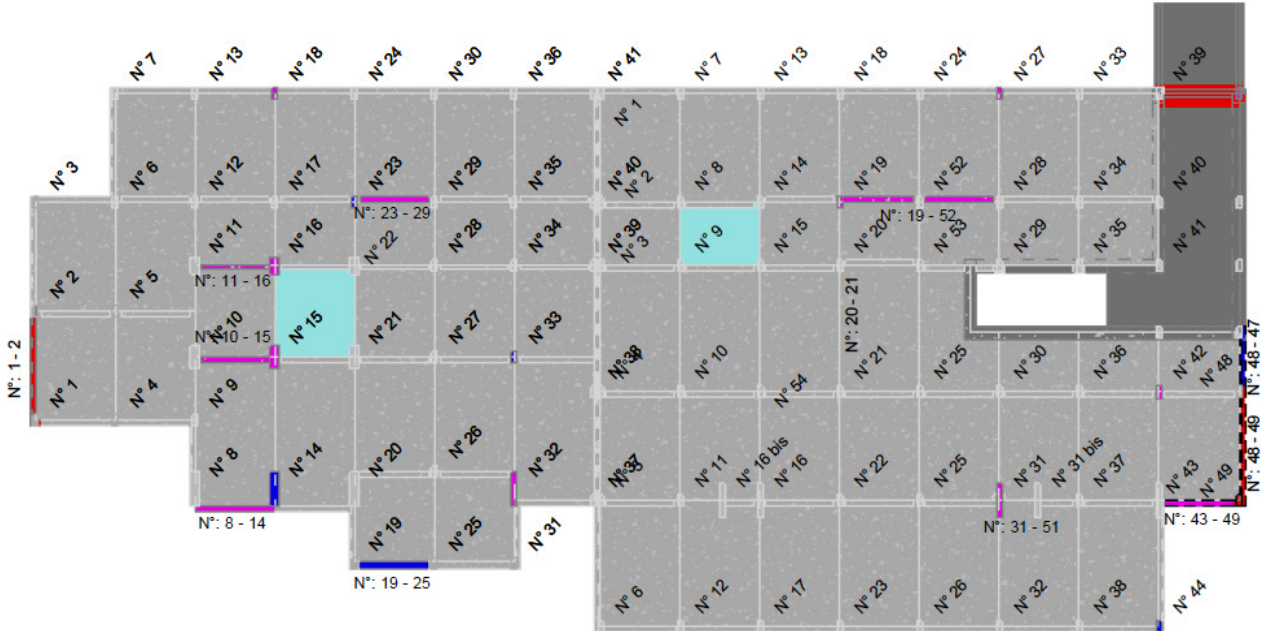
Terra - Corpo B: 7

TABELLA INDAGINI STRUTTURALI – SOLAI

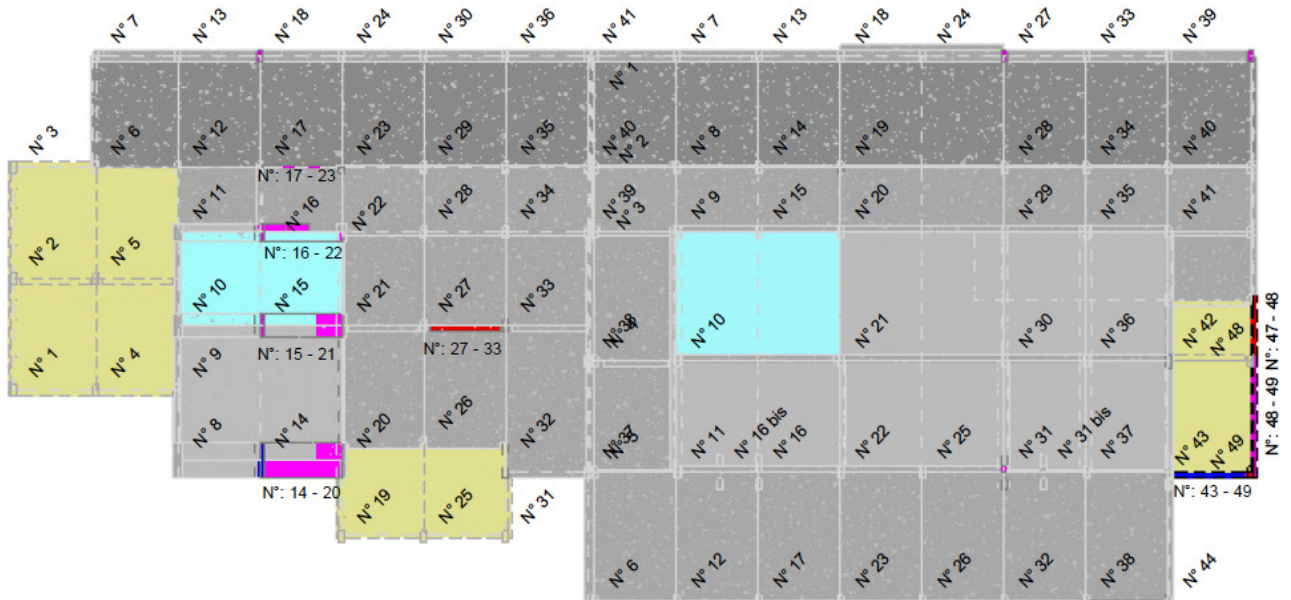
N°:	Tipo Solaio	Carotaggio	Ferro	Pacometro	Sclerometro	Indagini	Livello
9 - 10 - 21 - 20	F	NO	NO	SI	NO	E	Copertura - Corpo B
10 - 11 - 22 - 21	C	NO	NO	SI	NO	E	Copertura - Corpo A
16 - 22 - 17 - 23	F	NO	NO	SI	NO	E	Terra - Corpo A
8 - 9 - 15 - 14	F	NO	NO	SI	NO	E	Terra - Corpo B

RELAZIONE GENERALE

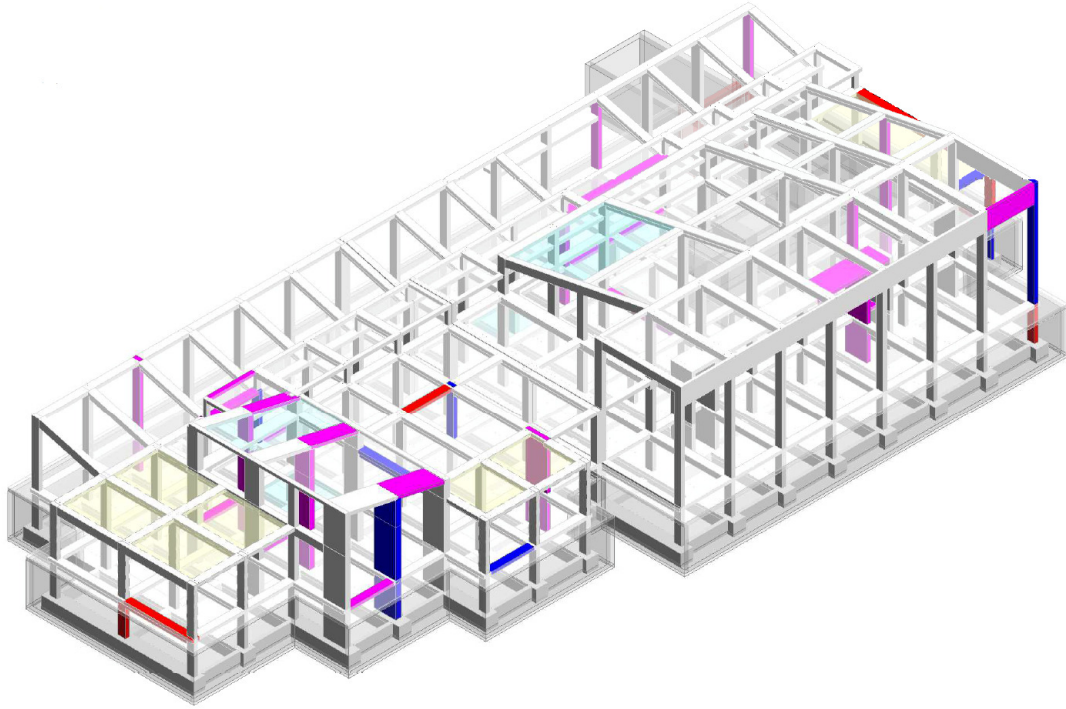
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	25 di 30



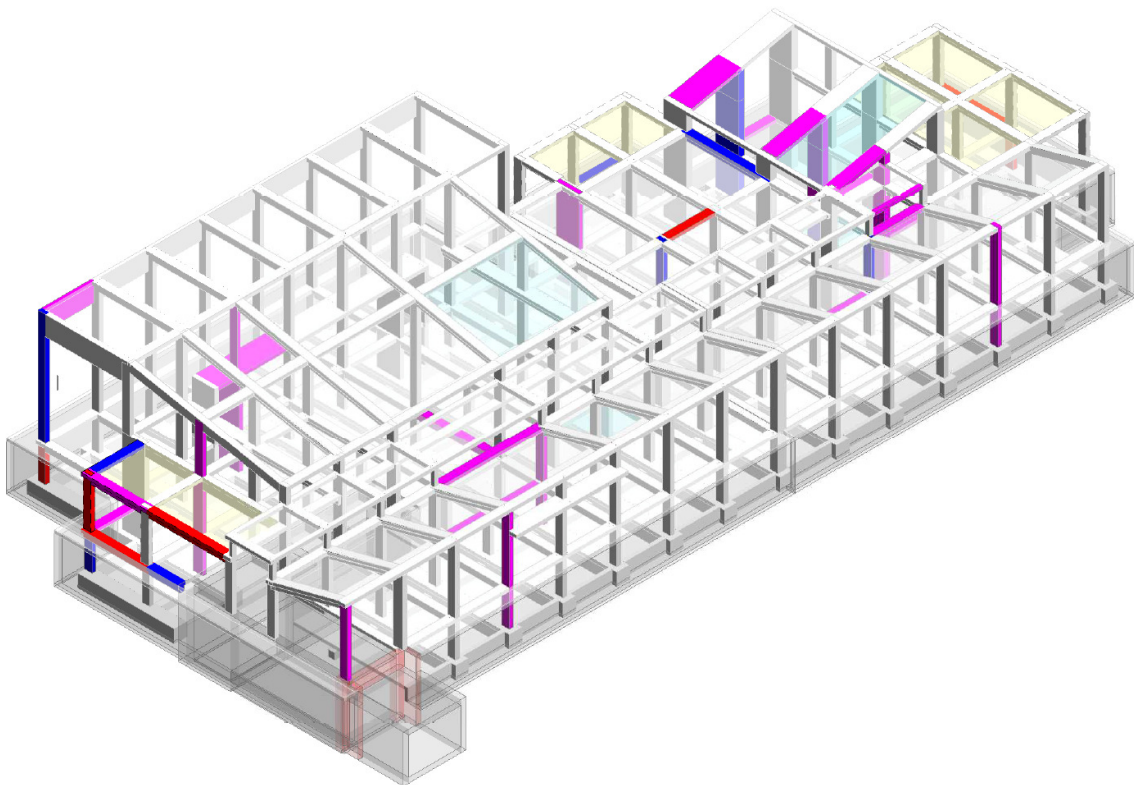
③ **Pianta - Tipologico indagini strutturali - Terra**
1 : 200



④ **Pianta - Tipologico indagini strutturali - Copertura**
1 : 200

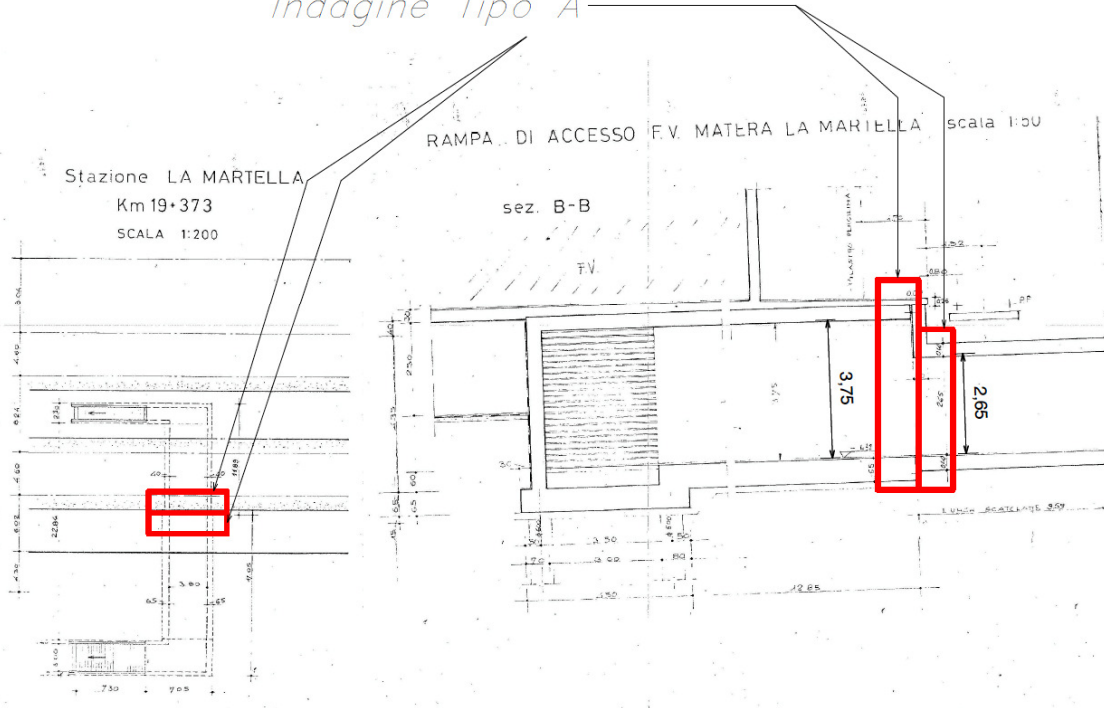


① Vista 3D - Tipologico indagini strutturali (Lato Piazza)

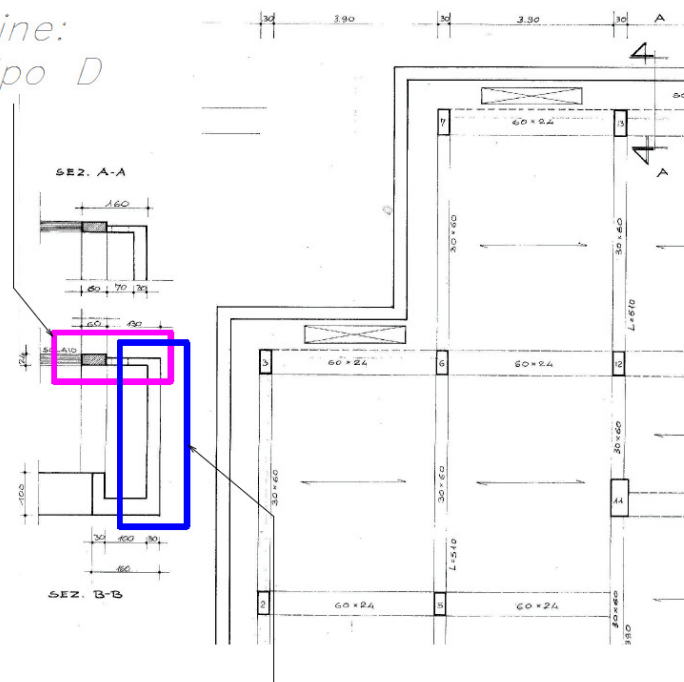


② Vista 3D - Tipologico indagini strutturali (Lato Banchina)

Zona di collegamento tra i setti del sottopasso – Indagine Tipo A



Zona di collegamento tra solai e setto intercapedine: Indagini Tipo D



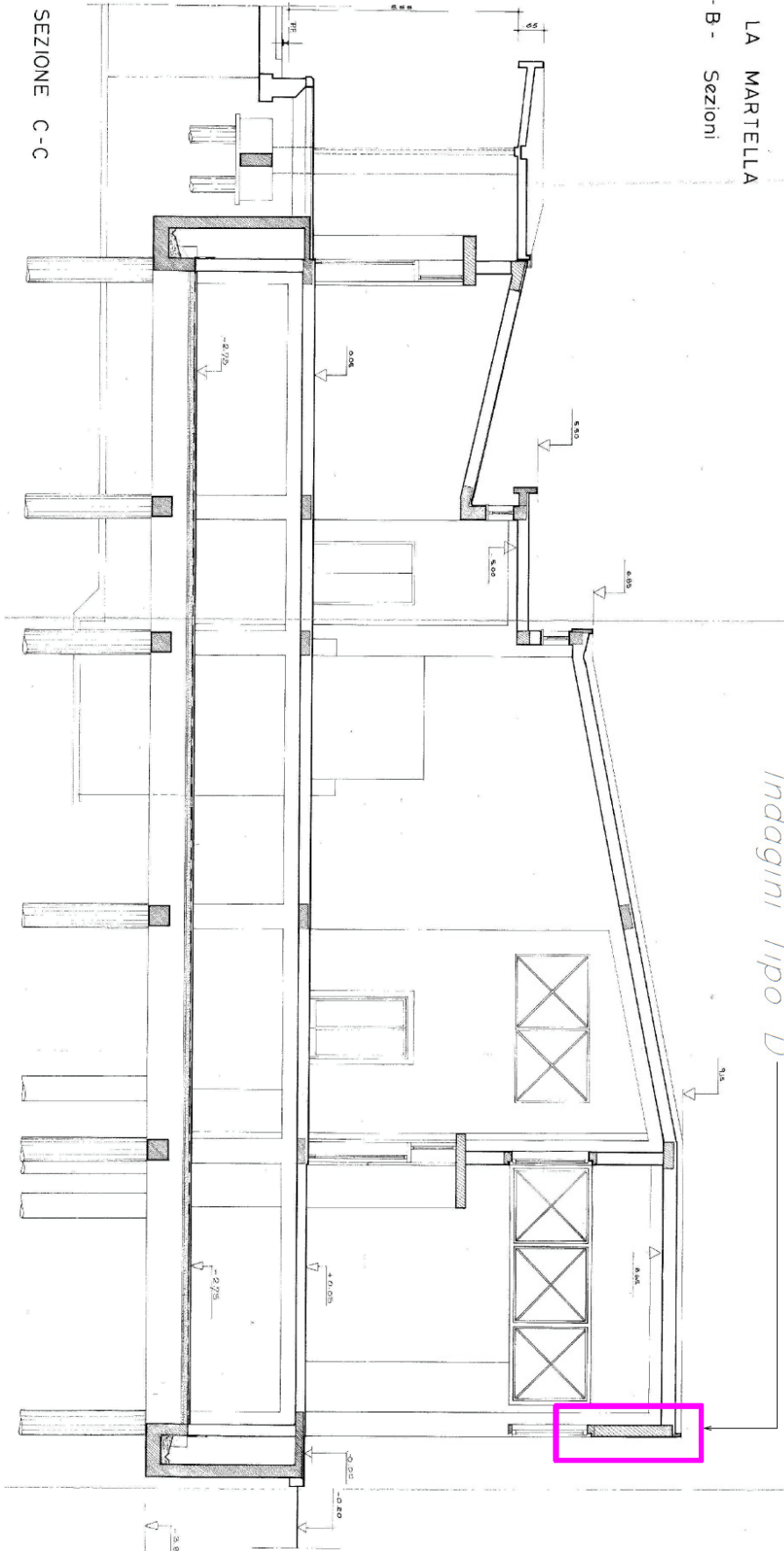
Setto intercapedine: Indagini Tipo B

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	28 di 30

MATERA LA MARTELLA
BLOCCO - B - Sezioni

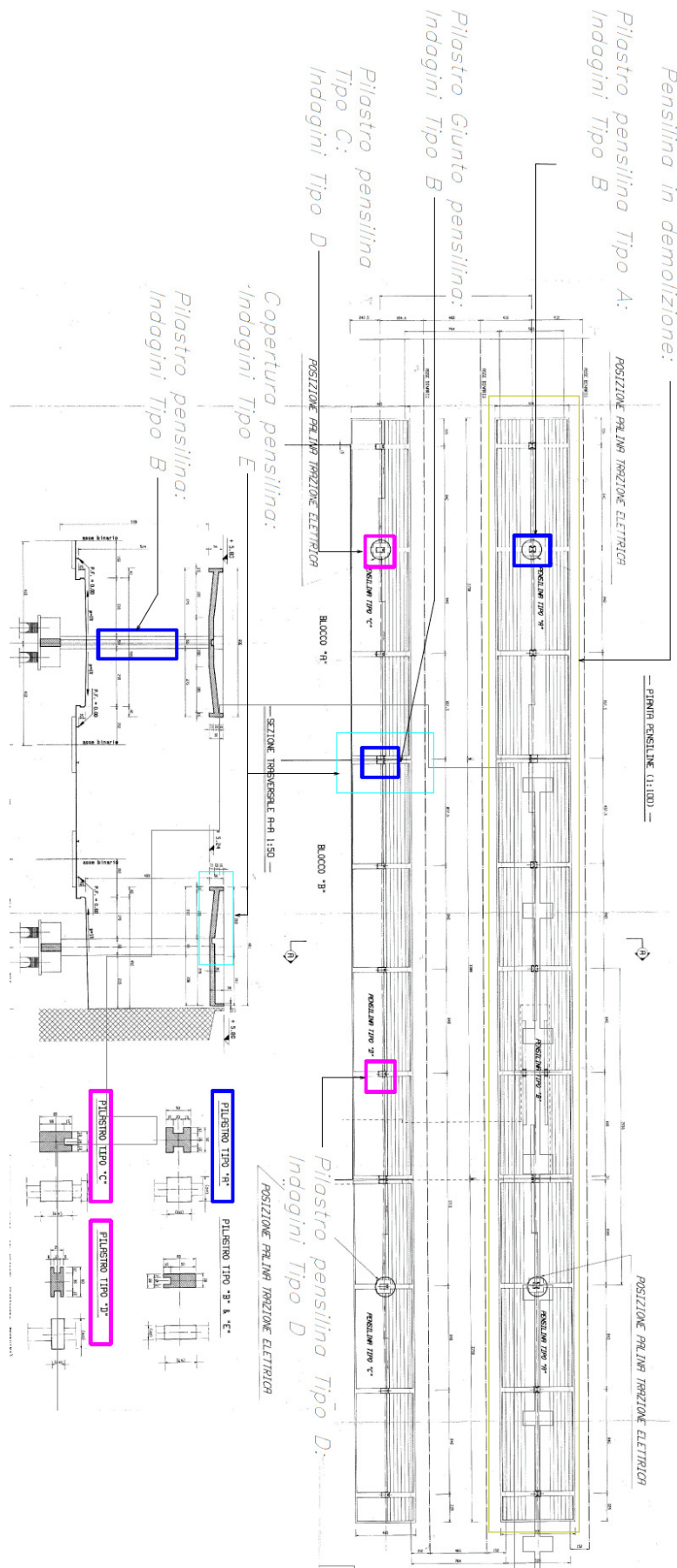
SEZIONE C-C



*Vela esterna piano copertura:
Indagini Tipo D*

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	29 di 30



RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	02	D09 HF	FV02 00001	A	30 di 30

Alla luce delle informazioni raccolte, si ritiene raggiunto un livello di conoscenza adeguata (LC2). Tale livello di conoscenza sarà preso a riferimento per la definizione del fattore di confidenza (FC) e la scelta dell'approccio progettuale e le modalità di analisi.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione – Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni – Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676



RELAZIONE 11265-ROPA/18_Rev.0 DEL 22/06/2018

(Rif. Commessa 11265-ROP/17)

OGGETTO: INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
STAZIONE RFI “LA MARTELLA”
MATERA (MT)



COMMITTENTE: ITALFERR S.p.A.

Via Marsala, 53/67

Roma

EXPERIMENTATIONS S.r.l.

Elaborazione dati

Dott. Ing. Riccardo Buratta

BUREAU VERITAS
Certification



EXPERIMENTATIONS SRL

Sede Legale:

Via Yurj Gagarin, 69 - Fraz. San Mariano – 06073 CORCIANO (PG)

Sede Operativa:

Via Yurj Gagarin, 69/71 - Fraz. San Mariano - 06073 CORCIANO (PG)

Bureau Veritas Italia spa certifica che il sistema di gestione dell'organizzazione sopra indicata è stato valutato e giudicato conforme ai requisiti della norma di sistema di gestione seguente

Norma

ISO 9001:2015

Campo di applicazione

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Sistema di gestione valutato secondo le prescrizioni del Regolamento Tecnico RT-05

Settore/i EA di attività: **28,34**

Data d'inizio del presente ciclo di certificazione: **27 aprile 2018**


Soggetto al continuo e soddisfacente mantenimento del sistema di gestione questo certificato è valido fino al: **27 aprile 2021**

Data della certificazione originale: **28 ottobre 2014**

Certificato N. **IT260359**

Rev. N. 1 del: **27 aprile 2018**

Copia


ANDREA PILIPPI - Local Technical Manager

Indirizzo dell'organismo di certificazione: Bureau Veritas Italia SpA Viale Monza, 347 - 20126 Milano, Italia

La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese di costruzione ai sensi dell'articolo 84 Del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. e Linee Guida Anac applicabili.

La validità del presente certificato è consultabile sul sito

<http://www.bureauveritas.it/certificate>

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega contattare l'indirizzo e-mail registro.certificati@it.bureauveritas



SGQ	N° 009A	SGE	N° 009M
SGA	N° 008D	EMAS	N° 004P
PRD	N° 009B	GHG	N° 008O
SCR	N° 008F	ISF	N° 006E
FSMS	N° 003I	SSI	N° 013G
PRS	N° 076C		

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA e IAF
Signatory of EA and IAF mutual Recognition Agreements

INDICE

INDICE	3
PREMESSA	4
1. INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE	5
1.1. SAGGI STRUTTURALI	5
1.2. INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
1.3. INDAGINI MAGNETOMETRICHE	5
1.4. PRELIEVI DI CAROTE IN CALCESTRUZZO PER ESECUZIONE DI PROVE DI LABORATORIO	6
1.5. PRELIEVI DI BARRE DI ARMATURA PER ESECUZIONE DI PROVE DI LABORATORIO	7
2. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE.....	8
ALLEGATO A. RAPPORTI DI PROVE DI LABORATORIO
ALLEGATO B. METODOLOGIA DELLE INDAGINI SPERIMENTALI.....
B.1. INDAGINI MAGNETOMETRICHE.....	II
B.2. PROVE DI COMPRESIONE SUI CALCESTRUZZI.....	III
B.3. PROVE DI TRAZIONE SU BARRE DI ACCIAIO	IV
B.4. ATTREZZATURE UTILIZZATE	VII

PREMESSA

La *EXPERIMENTATIONS S.r.l.* è stata incaricata dell'esecuzione di indagini sperimentali su materiali e strutture presso la Stazione RFI "La Martella", Strada Provinciale Papalione, località La Martella, a Matera.

Le indagini effettuate si articolano come indicato nella tabella seguente:

TIPOLOGIA INDAGINE	NUMEROSITÀ
Saggi strutturali su elementi in c.a.	12
Indagini magnetometriche	65
Indagini sclerometriche	57 zone – 684 battute
Prelievi di carote in calcestruzzo per esecuzione di prove di Laboratorio	20
Prelievi di barre di armatura per esecuzione di prove di Laboratorio	11

Tali indagini, effettuate per conto di ITALFERR S.p.A. – Via Marsala, 53/67 – Roma, sono state eseguite nei giorni 29, 30 e 31 Maggio 2018 dai seguenti Tecnici:

<i>Dott. Ing. Gianluca Primi</i>	<i>Responsabile e Sperimentatore prove esterne</i>
<i>T.I.M. Stefano Rondolini</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>

Alla relazione vengono allegati n.3 tavole contenenti le dislocazioni, gli schemi grafici delle indagini svolte e le immagini relative alle indagini magnetometriche. Tale materiale è parte integrante della seguente relazione.

1. INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

1.1. SAGGI STRUTTURALI

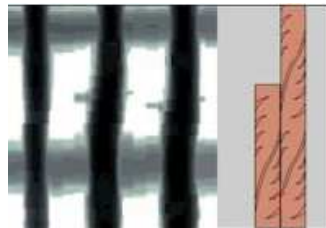
Sono stati eseguiti dei saggi su elementi in cemento armato per il rilievo diretto delle armature attraverso la rimozione, tramite scalpellatura, dell'eventuale intonaco e del copriferro presente.

1.2. INDAGINI MAGNETOMETRICHE

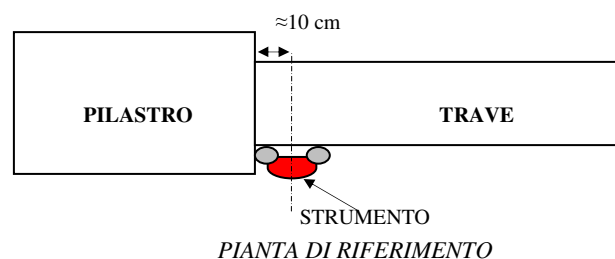
Tali indagini vengono eseguite sull'elemento strutturale indagato mediante scanner ad alta risoluzione per evidenziare la disposizione delle barre di armatura. La necessità di eseguire tale fase operativa è anche legata all'esigenza di evitare l'intercettamento delle barre durante l'esecuzione delle battute sclerometriche, delle letture ultrasoniche e durante l'operazione di carotaggio. Lo scanner utilizzato genera un campo magnetico tra i poli della sonda e quantifica, tramite lo strumento di misura, l'interferenza tra la sonda e un corpo magnetico (barra di armatura). In alcuni casi quando le barre di armatura sono particolarmente ravvicinate, diventa difficoltosa la loro corretta ubicazione. Lo scanner può essere utilizzato in due modalità:

- la modalità *quicksan* consente solo il rilievo della disposizione delle barre di armatura;
- la modalità *imagescan* consente oltre al rilievo anche l'acquisizione di immagini che, elaborate tramite apposito software, permettono di effettuare, in alcuni casi, la stima del diametro delle barre di armature.

Le barre di armatura che si trovano al di sotto dell'armatura superiore, non sempre possono essere localizzati; ugualmente accade per barre sovrapposte (vedi pagina seguente).



N.B. Data la configurazione dello scanner in casi particolari, come quello riportato nello schema sottostante, lo strumento non può rilevare l'eventuale presenza di armature nei primi 10 cm.



1.3. INDAGINI SCLEROMETRICHE

La battuta viene eseguita sulla superficie di calcestruzzo privata di sporgenze e resa uniforme dall'esecuzione di raschiatura della parte con strumenti idonei. Lo strumento, disposto in modo da formare un angolo pari a 90° rispetto all'elemento indagato, è appoggiato alla superficie da provare, con l'asta di percussione in posizione di massima estensione; l'asta di percussione viene pressata contro la superficie da provare. Nel momento in cui si raggiunge il fine corsa dell'asta, dentro il fusto dello sclerometro, si ha il colpo di martello della massa battente con l'indicazione su scala graduata del ritorno del martello.



1.4. PRELIEVI DI CAROTE IN CALCESTRUZZO PER ESECUZIONE DI PROVE DI LABORATORIO

L'estrazione di carote viene di regola eseguita mediante una carotatrice di tipo adatto alla durezza del calcestruzzo ed al tipo di aggregato in esso contenuto. Il criterio che viene seguito nel corso dei prelievi è di ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione. Nel movimento di avanzamento la carotatrice deve essere esente da vibrazioni, per assicurare che il diametro della carota sia costante ed il suo asse rettilineo; pertanto essa deve essere rigida e correttamente ancorata. Il prelievo viene eseguito in posizione centrale su una area prestabilita, in direzione ortogonale alla superficie. Le norme di riferimento per l'estrazione di campioni di calcestruzzo indurito e per l'esecuzione in Laboratorio delle prove di compressione sono la UNI EN 12504-1 e la UNI EN 12390-3; per l'esecuzione dei rilievi microsismici la UNI EN 12504-4.

Dalle prove di compressione si determina il valore della resistenza del provino f_c che chiamiamo f_{opera} ; dividendo il valore per 0,85 otteniamo la resistenza cilindrica f_{cm} , per ottenere la resistenza cubica a compressione R_c bisogna prendere in considerazione il rapporto altezza/diametro del campione sottoposto a prova e ricavare il coefficiente correttivo d , indicato al Paragrafo C.11.2.6 della Circolare Ministeriale n.617 del 02/02/2009 contenente Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008, con il quale dividere il valore della resistenza cilindrica f_{cm} .

Inoltre dalle prove di Laboratorio sono stati determinati, su ogni carota di calcestruzzo prelevata, il modulo elastico secante a compressione e la tensione di rottura a trazione.

1.5. PRELIEVI DI BARRE DI ARMATURA PER ESECUZIONE DI PROVE DI LABORATORIO

Tali indagini sono state eseguite su elementi in cemento armato nei quali si è provveduto ad individuare, tramite scanner per indagini magnetometriche, la barra interessata dal prelievo. Mediante trapano a percussione è stato asportato il calcestruzzo di copriferro, in modo da scoprire e permettere il prelievo del tratto di barra di acciaio sufficientemente lungo per l'esecuzione delle prove di Laboratorio. Successivamente al prelievo sono state ripristinate le condizioni iniziali dell'elemento strutturale indagato. Per l'esecuzione in Laboratorio della prova di trazione su barra in acciaio, la norma di riferimento è: UNI EN ISO 15630-1.

Nel “Rapporto di prova – Indagini sperimentali su materiali e strutture” sono riportate le elaborazioni delle prove eseguite e la documentazione fotografica.

In “Allegato A – Rapporti di prova del Laboratorio” sono riportati i rapporti di prova relativi alle prove eseguite in Laboratorio.

In “Allegato B – Metodologia delle indagini sperimentali” vengono riportate le metodologie delle indagini eseguite.


2. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

- CORPO A: pilastri Piano Interrato e travi e solai Piano Terra	Pag. 9
- CORPO A: pilastri Piano Terra e travi Piano Copertura	Pag. 20
- CORPO B: pilastri Piano Interrato e travi Piano Terra	Pag. 34
- CORPO B: pilastri Piano Terra e travi Piano Copertura	Pag. 46
- SOTTOPASSO: setti Piano Interrato	Pag. 59
- PENSILINE: pilastri Piano Terra	Pag. 63

INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

CORPO A:
pilastri Piano Interrato e travi e solai Piano Terra

INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 2 - PIANO INTERRATO - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	36	38	38	38	40	36	36	38	37	34	38	36	35,3

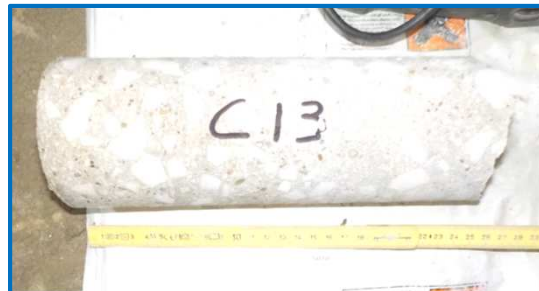
PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C13

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C13	94,4	187,4	2,0	18,9	22,2	26,7	3299
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C13						25770	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C13						2,3	[N/mm ²]

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A8

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A8	16	202,3	19,9	465,2	701,6	1,588	Non rilevabile Barra A.M.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 15 - PIANO INTERRATO - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	35	33	34	35	37	35	35	35	37	36	34	36	31,8

PILASTRO 14 - PIANO INTERRATO - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	34	35	35	35	36	34	38	35	36	34	35	34	31,8


PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C15

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C15	94,4	188,0	2,0	17,9	21,1	25,3	3381
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C15						25692	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C15						1,9	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 16 - PIANO INTERRATO - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA ISI	36	35	35	33	36	38	36	35	35	37	36	38	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 18 - PIANO INTERRATO - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	37	36	36	33	34	36	34	35	35	35	34	33	31,8


PILASTRO 32 - PIANO INTERRATO - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	36	34	35	37	34	34	35	33	37	34	38	38	31,8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 1-2 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	34	35	37	34	36	33	35	35	34	35	35	36	31,8

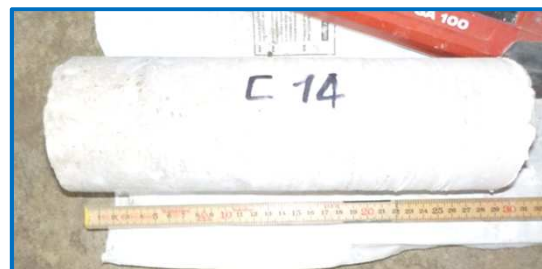
PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C14

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C14	94,4	188,2	2,0	16,8	19,8	23,8	3337
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C14						25345	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C14						1,9	[N/mm ²]


PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A9

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A9	8	50,2	26,3	573,9	647,6	0,394	Non rilevabile Barra A.M.


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 8-14 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)		
ZONA ISI	38	39	39	40	38	38	38	38	40	40	41	39	31,9


TRAVE 15-21 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)		
ZONA ISI	39	40	40	40	41	40	38	39	39	40	40	39	33,8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 11-16 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	41	40	42	40	40	40	41	40	41	39	39	40	33,8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 19-25 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
	INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)
ZONA ISI	40	42	40	41	39	37	38	37	41	40	41	38	33,8


TRAVE 14-15 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)
ZONA ISI	36	38	34	34	35	35	36	36	35	35	36	37	31,8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 21-27 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	38	37	39	39	39	37	36	35	37	36	34	35	35,3

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C16

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C16	94,4	188,4	2,0	26,6	31,3	37,7	3753
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C16						29115	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C16						2,9	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
SOLAIO 1A - PIANO TERRA - CORPO A
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

CORPO A:
pilastri Piano Terra e travi Piano Copertura

INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 14 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA ISI	37	35	36	36	36	38	37	37	34	35	38	35	33,6

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C7

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C7	94,4	188,5	2,0	21,2	24,9	30,0	3625
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C7						27492	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C7						2,5	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 15 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA ISI	40	38	38	37	38	34	35	35	39	38	35	36	35,3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



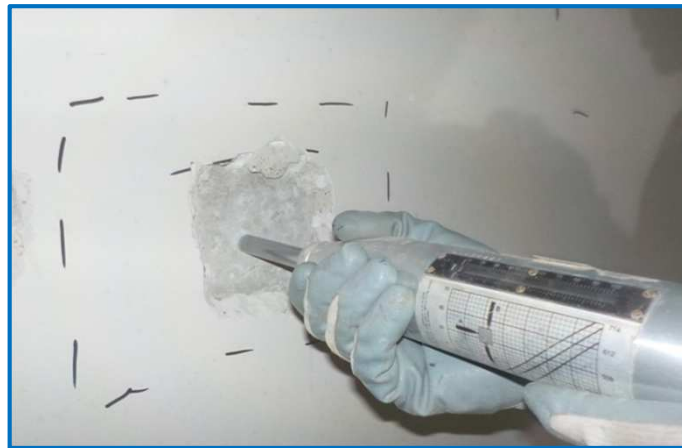
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 16 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	35	34	34	34	35	35	36	36	37	34	38	38	31,8

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C5

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C5	94,4	188,3	2,0	19,8	23,3	28,0	4058
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C5						29073	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C5						2,4	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 18 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Re (N/mm ²)		
ZONA IS1	35	35	37	35	35	35	34	38	38	37	38	37	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 23 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA ISI	38	37	34	37	36	37	36	37	35	38	35	36	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 32 - PIANO TERRA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA IS1	38	37	36	37	37	35	37	38	35	34	37	34	35,3

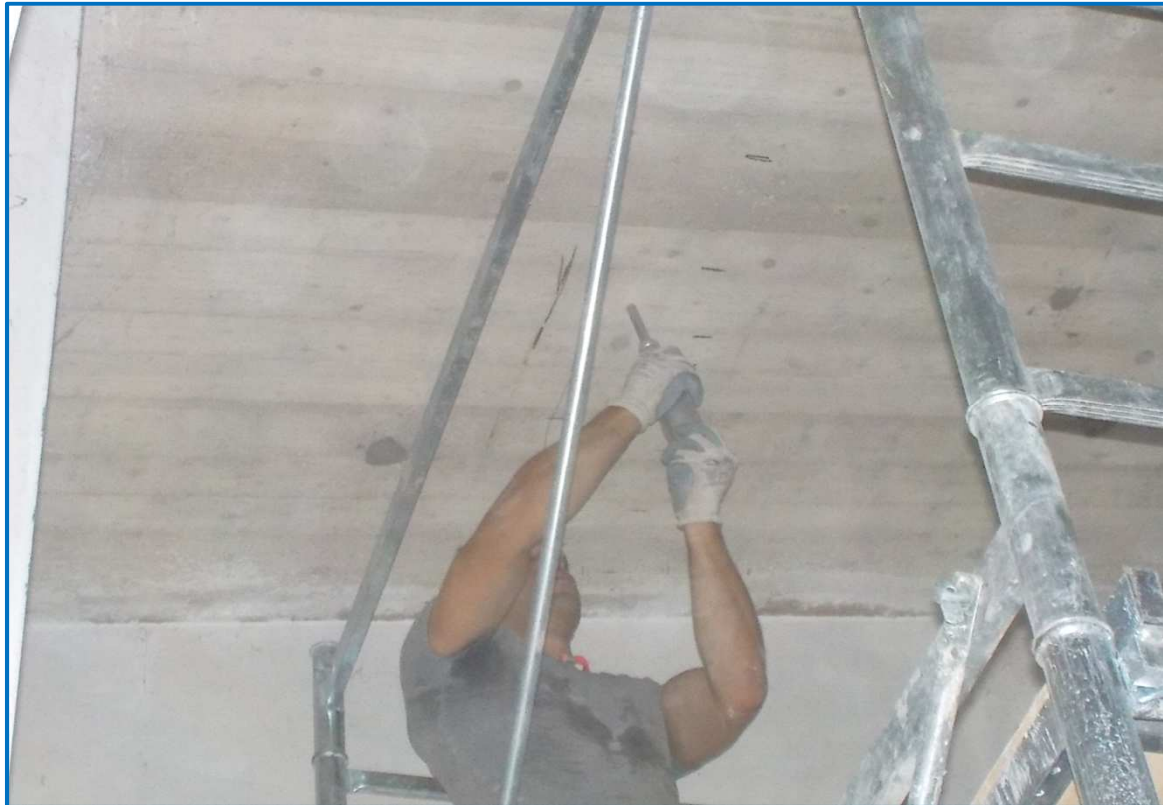
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 14-20 - PIANO COPERTURA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)		
ZONA ISI	38	38	39	39	40	40	40	39	39	38	39	40	31,9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 15-21 - PIANO COPERTURA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	38	38	39	40	37	37	40	39	40	40	37	38	29,9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 16-22 - PIANO COPERTURA - CORPO A


ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)		
ZONA ISI	41	41	41	42	41	38	38	41	40	41	38	38	35,3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 17-23 - PIANO COPERTURA - CORPO A

IS1 INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	38	35	37	35	39	35	38	35	38	38	34	34	33,6

IS2 INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS2	37	37	38	36	36	37	35	36	36	35	35	35	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 20-21 - PIANO COPERTURA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm^2)		
ZONA ISI	30	31	34	33	32	33	32	34	32	30	34	33	26,9

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C6

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [N/mm^2]	f_{cm} [N/mm^2]	Rc [N/mm^2]	Velocità ultrasonica [m/s]
C6	94,4	188,3	2,0	15,8	18,6	22,4	3736
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C6						26820	[N/mm^2]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C6						2,0	[N/mm^2]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 33-34 - PIANO COPERTURA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	36	36	38	37	38	35	35	38	38	39	35	38	35,3


PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C8

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C8	74,4	149,5	2,0	21,5	25,3	30,5	3934
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C8						28946	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C8						4,0	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 34-39 - PIANO COPERTURA - CORPO A

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontali													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA IS1	34	35	33	34	35	34	34	36	36	33	35	34	30,1

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A5

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm ²]	Tensione di rottura f_t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A5	14	153,3	20,1	465,6	693,9	1,204	Non rilevabile Barra A.M.

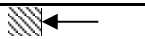
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

CORPO B:
pilastri Piano Interrato e travi Piano Terra

INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 6 - PIANO INTERRATO - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	44	42	44	42	48	41	47	45	48	46	50	48	49,7

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C17

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C17	94,4	188,8	2,0	32,6	38,4	46,2	4034
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C17						31537	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C17						3,5	[N/mm ²]


PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A10

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A10	16	202,1	16,0	464,5	696,6	1,587	Non rilevabile Barra A.M.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 19 - PIANO INTERRATO - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	40	40	42	44	42	42	38	40	42	39	41	40	40,5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



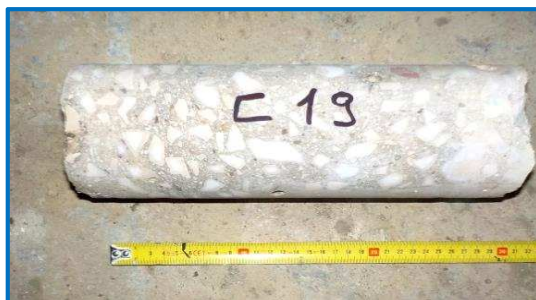
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 27 - PIANO INTERRATO - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	38	35	38	34	34	35	36	36	34	37	34	37	31,8

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C19

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C19	94,4	188,0	2,0	16,7	19,6	23,6	3298
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C19						25056	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C19						2,0	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 31 - PIANO INTERRATO - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale												←	
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	37	33	35	35	35	36	38	37	36	38	37	38	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 49 - PIANO INTERRATO - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	35	38	35	37	35	39	40	38	40	36	36	35	33,6


PILASTRO 42 - PIANO INTERRATO - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	35	37	34	35	35	34	37	35	33	34	36	36	31,8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



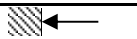
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 19-52 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Re (N/mm ²)	
ZONA IS1	42	42	43	40	41	44	44	44	44	42	42	45	37,3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 25-53 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm^2)		
ZONA ISI	35	35	36	35	35	37	35	34	36	37	34	36	31,8

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C18

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [N/mm^2]	f_{cm} [N/mm^2]	Rc [N/mm^2]	Velocità ultrasonica [m/s]
C18	94,4	188,8	2,0	24,5	28,8	34,7	3761
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C18						28687	[N/mm^2]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C18						3,0	[N/mm^2]


PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A11

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm^2]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm^2]	Tensione di rottura f_t [N/mm^2]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A11	8	53,7	22,8	435,8	664,8	0,422	Non rilevabile Barra A.M.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 31-31bis - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Re (N/mm ²)		
ZONA ISI	45	44	41	42	42	47	45	42	45	44	44	43	41,2


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



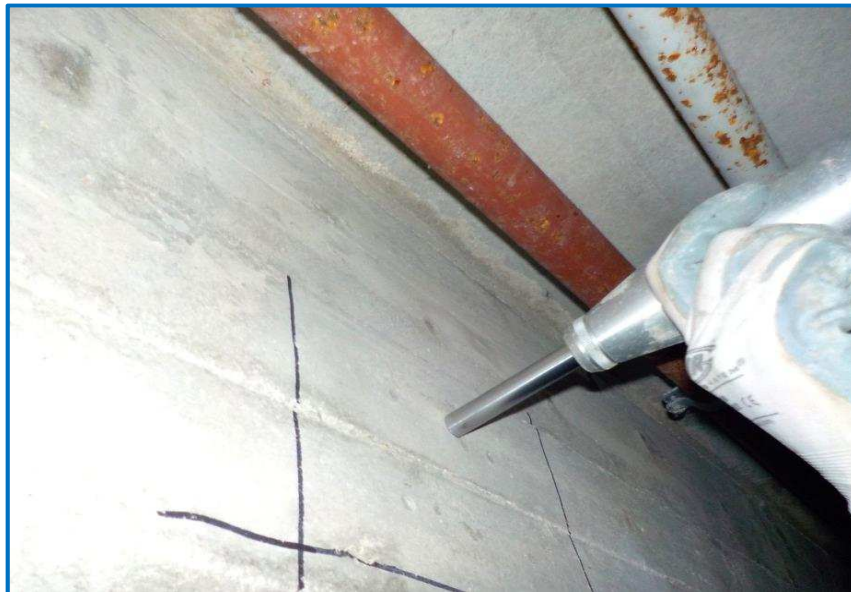
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 43-49 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	36	38	37	36	35	34	34	36	37	38	38	39	33,6

TRAVE 47-48 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	35	35	36	37	32	34	35	37	36	37	38	36	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 48-49 - PIANO TERRA - CORPO B**

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA ISI	41	37	39	39	37	42	42	37	40	39	40	41	38,7


PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C20

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C20	94,4	188,3	2,0	28,5	33,5	40,4	3859
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C20						30149	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C20						3,1	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 52-28 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)		
ZONA ISI	48	49	51	51	50	48	47	49	50	51	50	47	50,8


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

CORPO B:
pilastri Piano Terra e travi Piano Copertura

INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 24 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	40	38	38	40	40	40	41	38	39	35	37	40	38,7


INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 31 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	38	40	39	38	38	38	40	38	37	40	41	40	37,0

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 42 - PIANO TERRA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	37	38	37	38	37	36	37	37	38	38	36	39	35,3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 44 - PIANO TERRA - CORPO B**

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale												←	
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (<i>N/mm²</i>)	
ZONA ISI	43	44	43	42	44	43	43	42	42	42	44	42	46,0

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C1

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [<i>N/mm²</i>]	f_{cm} [<i>N/mm²</i>]	Rc [<i>N/mm²</i>]	Velocità ultrasonica [m/s]
C1	94,4	188,7	2,0	37,0	43,5	52,4	4388
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C1						34038	[<i>N/mm²</i>]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C1						4,4	[<i>N/mm²</i>]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 45 - PIANO TERRA - CORPO B**

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale											←		
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	40	40	41	38	38	40	39	37	40	38	40	38	38,7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 48 - PIANO TERRA - CORPO B**

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm^2)	
ZONA IS1	39	40	40	41	40	40	37	40	37	38	38	40	40,5

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C2

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [N/mm^2]	f_{cm} [N/mm^2]	Rc [N/mm^2]	Velocità ultrasonica [m/s]
C2	94,4	188,8	2,0	33,5	39,4	47,5	4069
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C2						32068	[N/mm^2]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C2						4,0	[N/mm^2]

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A1

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm^2]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm^2]	Tensione di rottura f_t [N/mm^2]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A1	16	164,9	18,6	544,1	886,8	1,294	Non rilevabile Barra A.M.

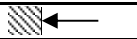
PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A2

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm^2]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm^2]	Tensione di rottura f_t [N/mm^2]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A2	8	49,7	21,3	443,0	644,4	0,390	Non rilevabile Barra A.M.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 19-28 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	40	40	41	38	37	39	39	37	40	40	40	38	38,7


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 25-31 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: verticale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	40	36	38	38	40	38	40	39	39	40	39	38	31,9

TRAVE 41-42 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	42	41	43	40	42	42	43	41	43	40	44	42	44,1


PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C4

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C4	94,4	189,3	2,0	33,3	39,2	47,3	4080
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C4						31955	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C4						4,0	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



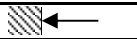
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 38-44 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	38	36	38	36	36	38	40	36	36	36	40	38	35,3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



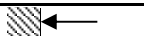
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 43-49 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	40	38	38	41	40	38	40	37	41	40	38	38	38,7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 48-49 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA IS1	40	37	38	37	36	39	40	40	37	39	38	40	37,0

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C3

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C3	94,4	189,1	2,0	33,7	39,6	47,8	4093
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C3						31977	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C3						3,5	[N/mm ²]

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A3

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A3	8	49,3	26,0	454,6	663,7	0,870	Non rilevabile Barra A.M.


PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A4

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A4	14	154,3	17,9	469,3	707,8	1,211	Non rilevabile Barra A.M.

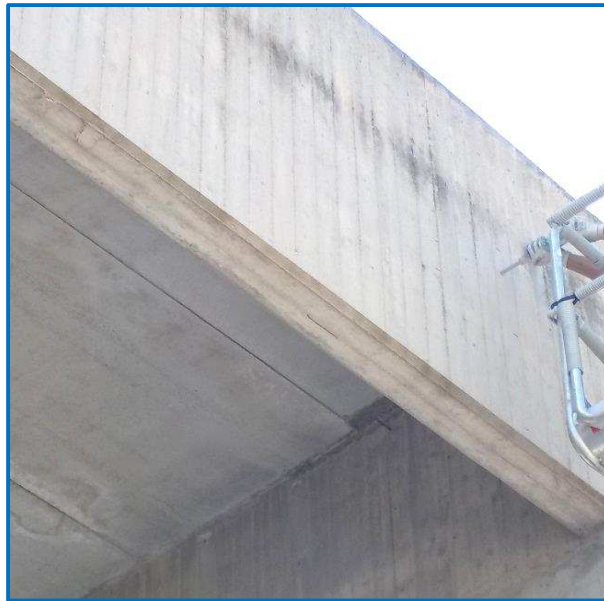
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
TRAVE 38-44 - PIANO COPERTURA - CORPO B

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	40	42	38	38	42	41	41	40	42	40	41	40	40,5


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

**SOTTOPASSO:
setti Piano Interrato**

INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
SETTO LATO STAZIONE - PIANO INTERRATO - SOTTOPASSO

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	38	40	36	34	38	40	38	40	36	38	38	40	37,0


PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C11

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	R _c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C11	94,4	188,4	2,0	25,0	29,4	35,4	4078
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C11						30598	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C11						3,1	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



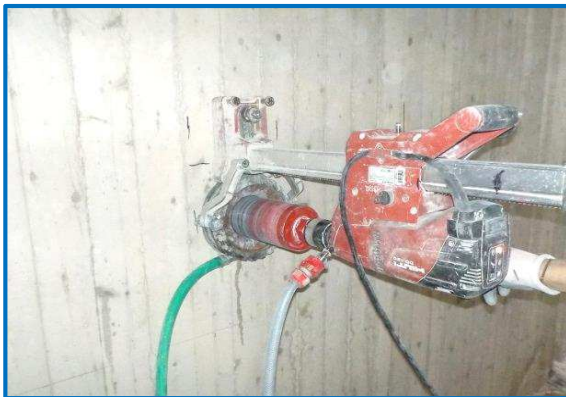
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
SETTO LATO BINARI - PIANO INTERRATO - SOTTOPASSO

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm ²)	
ZONA ISI	38	36	36	38	40	36	36	38	41	42	40	38	37,0

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C12

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C12	94,4	188,4	2,0	22,9	26,9	32,4	3623
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C12						27891	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C12						2,7	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
 SETTO LATO STAZIONE - PIANO INTERRATO - SOTTOPASSO

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A6

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A6	22	370,1	19,1	476,3	757,8	2,906	Non rilevabile Barra A.M.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



SETTO LATO BINARI - PIANO INTERRATO - SOTTOPASSO

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE IN ACCIAIO - A7

Contrassegno	Diametro nominale [mm]	Sezione resistente [mm ²]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Peso unitario [kg/m]	Marchio
A7	16	194,4	18,1	461,9	757,7	1,526	Non rilevabile Barra A.M.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE

**PENSILINE:
pilastri Piano Terra**

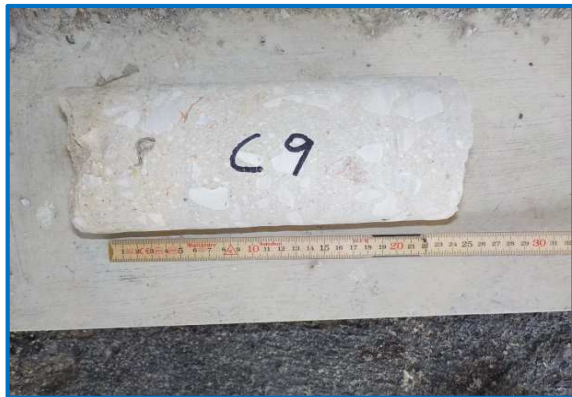
INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 1 - PIANO TERRA - PENSILINA

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale												←	
INDICE DI RIMBALZO												Stima indiretta della resistenza Rc (N/mm^2)	
ZONA ISI	35	33	33	32	35	35	34	30	32	32	32	34	28,5


PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C9

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [N/mm^2]	f_{cm} [N/mm^2]	Rc [N/mm^2]	Velocità ultrasonica [m/s]
C9	94,4	189,4	2,0	9,3	10,9	13,2	3199
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C9						22704	[N/mm^2]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C9						1,0	[N/mm^2]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 2 - PIANO TERRA - PENSILINA

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	32	34	34	32	30	35	34	34	34	35	35	36	30,1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 3 - PIANO TERRA - PENSILINA

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO											Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)	
ZONA ISI	36	35	37	36	35	35	34	35	36	36	36	36	33,6

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 4 - PIANO TERRA - PENSILINA

ISI INDAGINI SCLEROMETRICHE													
Direzione di esecuzione delle battute sclerometriche: orizzontale													
	INDICE DI RIMBALZO										Stima indiretta della resistenza R_c (N/mm ²)		
ZONA ISI	38	38	42	40	39	39	41	40	38	38	41	42	38,7

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI E STRUTTURE
PILASTRO 5 - PIANO TERRA - PENSILINA

PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE C10

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C10	74,4	150,0	2,0	15,3	18,0	21,8	3571
MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE C10						25963	[N/mm ²]
TENSIONE DI ROTTURA A TRAZIONE C10						2,8	[N/mm ²]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ALLEGATO A. RAPPORTI DI PROVE DI LABORATORIO

ALLEGATO B. METODOLOGIA DELLE INDAGINI SPERIMENTALI

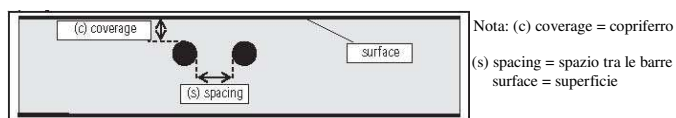
B.1. INDAGINI MAGNETOMETRICHE

B.1.1. Capacità di misurazione del sistema e condizioni

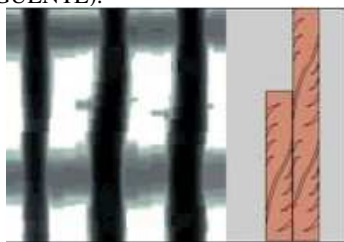
È necessario che siano soddisfatte le seguenti condizioni per ottenere valori di lettura affidabili:

- superficie del calcestruzzo liscia e piatta
- ferri d'armatura non corrosi
- armatura parallela alla superficie
- il calcestruzzo non deve contenere alcun tipo di materiale inerte o componenti con caratteristiche magnetiche
- i ferri d'armatura sono disposti verticalmente, con una precisione del $\pm 5^\circ$, rispetto al senso di scansione
- i ferri d'armatura non sono saldati
- i ferri contigui hanno un diametro simile
- i ferri contigui si trovano alla stessa profondità
- nessun effetto di disturbo proveniente da campi magnetici esterni o da oggetti, presenti nelle immediate vicinanze, dotati di proprietà magnetiche
- i ferri d'armatura hanno una permeabilità magnetica relativa di 85–105
- le ruote dello scanner sono pulite e non presentano tracce di sabbia o altro sporco simile
- tutte e 4 le ruote dello scanner scorrono sull'oggetto da misurare

Se una o più di queste condizioni non vengono soddisfatte, la precisione del rilevamento può risultarne compromessa. Il rapporto distanza ferri/copriferro (s/c) rappresenta spesso un limite nella individuazione dei ferri singoli.



Distanza minima barre 36 mm per l'individuazione di barre d'armatura singole, oppure distanza ferri/copriferro (s/c) 1,5 / 1, in base al valore superiore. Per una misurazione della profondità è necessaria una profondità minima di 10 mm. Le barre di armatura che si trovano al di sotto dell'armatura superiore, non sempre posso essere localizzati; ugualmente accade per barre sovrapposte (vedi schema PAGINA SEGUENTE).



B.1.2. Precisione nella stima del copriferro (profondità)

La precisione nella stima del copri ferro in funzione del diametro rilevato, è riporta nella tabella sottostante

Diametro rilevato	Misura rilevata del Copriferro (profondità)								
	[mm]								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180
6	±3	±3	±4	±6	±8	O	X	X	X
8	±3	±3	±4	±6	±8	O	O	X	X
10	±3	±3	±4	±6	±8	O	O	X	X
12	±3	±3	±4	±6	±8	±12	O	X	X
14	±3	±3	±4	±6	±8	±12	±14	X	X
16	±3	±3	±4	±6	±8	±12	±14	X	X
20	±3	±3	±4	±6	±8	±12	±14	X	X
25	±3	±3	±4	±6	±8	±12	±14	X	X
28	±3	±3	±4	±6	±8	±12	±14	X	X
30	±3	±3	±4	±6	±8	±12	±14	X	X

Il valore indica la precisione tipica della misurazione di profondità (scostamento dal valore effettivo) in mm.

O: a questa profondità è possibile individuare la barra di armatura, tuttavia non può essere stimata la profondità.

X: a questa profondità non è possibile individuare la barra di armatura.

B.1.3. Precisione nella stima del diametro delle barre di armatura

Diametro standard ± 1 mm, dove il rapporto distanza ferri/copriferro è $\geq 1,5 / 1$.

B.1.4. Precisione nella localizzazione delle barre di armatura

Misurazione relativa del centro della barra (tutte le modalità operative): standard ± 3 mm, dove il rapporto distanza ferri/copriferro è $\geq 1,5 / 1$.

B.1.5. Modalità di utilizzo dello strumento

Il pachometro può essere utilizzato in due modalità: la modalità quickscan e la modalità imagescan.

La modalità Quickscan può essere utilizzata per determinare velocemente la posizione dei ferri d'armatura, che verranno quindi segnati sulla superficie analizzata. Questo procedimento viene definito Rilevamento Quickscan (a scansione rapida). Lo scanner rileva solo le barre d'armatura che sono verticali rispetto al senso della scansione. Le barre che sono parallele rispetto al senso della scansione non vengono invece rilevate. Per questo motivo ci si deve accertare che la scansione dell'oggetto avvenga sia in senso orizzontale, sia verticale. Per barre d'armatura che si trovino in posizione obliqua rispetto al senso della scansione, potrebbe eventualmente essere calcolata una profondità errata.

La modalità Imagescan viene utilizzata per creare un'immagine della disposizione dei ferri d'armatura. La profondità ed il diametro dei ferri d'armatura possono essere determinati in un punto qualsiasi. Per ogni punto identificato sull'immagine scanner, si riporta:

- il numero di riferimento del punto identificativo,
- la stima del copriferro e del diametro della barra di armatura in quel punto,
- l'orientamento della barra di armatura.

B.2. PROVE DI COMPRESSIONE SUI CALCESTRUZZI

B.2.1. Prelievo di campioni per prove di compressione

B.2.1.1. Generalità

Il prelievo di campioni di calcestruzzo indurito è destinato a prove di laboratorio per la determinazione di massa volumica, per prove meccaniche, di permeabilità, di gelività, ecc.

Mediante una opportuna tecnica, è possibile estrarre dal getto di calcestruzzo dei campioni, che consentono di valutare le caratteristiche meccaniche del cemento armato, a condizione che i campioni estratti siano "non disturbati" e che siano stati prelevati in numero *statisticamente significativo*.

B.2.1.2. Metodo di estrazione

Il criterio che viene seguito nel corso dei prelievi è di ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione. Le operazioni di prelievo vengono pertanto eseguite quando il calcestruzzo è sufficientemente indurito, ossia quando la sua resistenza a compressione stimata è maggiore di 10 N/mm^2 , evitando inoltre, per quanto possibile, le zone armate ed i giunti.

L'estrazione di carote viene di regola eseguita mediante sonda a corona diamantata (carotatrice) di tipo adatto alla durezza del calcestruzzo ed al tipo di aggregato in esso contenuto. Viene adottato il criterio di utilizzare un diametro della corona non minore di 3 volte il diametro massimo dell'aggregato. Nel movimento di avanzamento la sonda deve essere esente da vibrazioni, per assicurare che il diametro della carota sia costante ed il suo asse rettilineo. La sonda pertanto deve essere rigida e correttamente ancorata.

Le carotatrici impiegate, in questo caso, utilizzano corone diamantate del diametro di 54 mm, con raffreddamento ad acqua a circuito chiuso. Tutti i provini sono stati prelevati conservando il medesimo asse, ortogonale al piano della parete di calcestruzzo da cui sono stati prelevati. I campioni prelevati non hanno presentato irregolarità vistose.

B.2.1.3. Identificazione e descrizione dei campioni

All'atto del prelievo, ogni campione viene identificato chiaramente, annotando il punto specifico di prelievo e l'orientamento nel getto di calcestruzzo, possibilmente con l'aiuto di uno schizzo della struttura.

Successivamente ogni campione viene esaminato attentamente, annotando le irregolarità (fessure, riprese di getto, nidi di ghiaia, segni di segregazione). Viene stimata la dimensione massima dell'aggregato, la forma dell'aggregato grosso ed il rapporto in volume fra aggregato grosso e aggregato fine. Viene rilevata l'eventuale presenza di vuoti dovuti ad incompleta compattazione (grandezza e distribuzione). Quando necessario, viene effettuato un rilievo fotografico.

B.2.1.4. Lavorazione dei campioni

I campioni vengono tagliati e lavorati secondo le tecniche impiegate per il taglio dei materiali litoidi fino ad ottenere provini rispondenti alle indicazioni delle norme UNI relative alle prove a cui gli stessi sono destinati.

Nella lavorazione dei campioni vengono scartati dagli stessi parti eventualmente danneggiate dalle operazioni di estrazione ovvero che contengano armature o corpi estranei. Vengono inoltre registrate posizioni ed orientamento dei provini rispetto ai campioni estratti.

B.2.1.5. Conservazione dei campioni

La conservazione dei campioni è effettuata in camera condizionata a 20 ± 2 °C e 50% di umidità relativa, salvo specifiche diverse condizioni richieste dalle prove a cui gli stessi sono destinati.

B.2.2. Provini

I provini sono stati ricavati da calcestruzzo già indurito, in genere mediante carotaggio. Sulle facce destinate a venire a contatto con i piani della pressa è ammessa una tolleranza di planarità di 0,05 mm. In caso contrario si provvede alla loro spianatura.

La spianatura viene fatta:

- a) mediante rettifica su apposita macchina, usando mole;
- b) mediante applicazione di pasta di cemento o gesso.

In quest'ultimo caso lo strato di spianatura, il più sottile possibile, viene realizzata in modo da risultare perfettamente aderente al calcestruzzo, sufficientemente resistente e indurito così da non frantumarsi durante la prova di compressione, né fessurarsi prima della prova stessa.

La spianatura viene ripetuta se, al momento della prova, la facce spianate presentano un errore di planarità maggiore di 0,05 mm e se gli angoli formati da due facce continue non sono di $90^\circ \pm 30'$.

B.2.2.1. Stagionatura

I provini ricevuti dal Laboratorio vengono conservati in ambiente analogo a quello della prima stagionatura. I provini ricavati da calcestruzzo già indurito vengono conservati in ambiente come sopra specificato, con permanenza di almeno 48 h prima della prova.

B.2.2.2. Apparecchiatura

Per la rottura dei provini si impiegano presse progettate espressamente per prove su materiali poco deformabili. Sono utilizzate presse CONTROLS da 3000 kN, classe 1.

L'apparecchio misuratore permette la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Nel caso in cui la rottura del provino avvenisse sotto un carico minore di 1/5 della portata della macchina, la prova è considerata attendibile.

B.2.2.3. Procedimento

Dopo il prelievo dall'ambiente di stagionatura, le dimensioni del provino sono misurate con precisione di 1 mm; il provino è inoltre pesato con precisione dell'1%.

Il provino, se cubico, è posto sul piatto della macchina in modo che il carico sia applicato normalmente alla direzione di costipamento durante il getto. Non è assolutamente realizzata alcuna interposizione di strati di materiale deformabile (cartone, feltro, piombo, ecc.) tra i piatti della macchina e la facce del provino.

Viene curata in particolare modo la centratura del provino sul piatto inferiore della macchina.

Il piatto superiore è quindi accostato al provino, e la completa aderenza è ottenuta sollevando lentamente il piatto inferiore, in modo da consentire l'assestamento dello snodo sferico.

Sin dall'inizio il carico è applicato gradualmente, senza urti, ed il gradiente di carico corrisponde a 5 ± 2 kgf/(cm² · a) pari a circa 50 ± 20 N/(cm² · a).

Il carico è aumentato sino alla completa rottura del provino, prendendo nota del carico massimo raggiunto. In base a tale carico si calcola la resistenza a compressione, che è espressa con arrotondamento a 5 kgf/cm² pari a circa 50 N/cm². Si prende nota del tipo di rottura.

B.3. PROVE DI TRAZIONE SU BARRE DI ACCIAIO

B.3.1. Prelievo dei provini

Il prelievo di barre di acciaio, da zone scarsamente sollecitate di elementi secondari, consente di sottoporre i provini a sforzi di trazione ed altri tipi di prova, allo scopo di determinarne le caratteristiche meccaniche.

La superficie del getto di calcestruzzo è stata intaccata mediante trapano ad elevato numero di giri, in modo da scoprire e prelevare un tratto di barra di acciaio di lunghezza opportuna.

La lunghezza libera della provetta fra i dispositivi di serraggio della macchina deve essere sufficiente per far sì che i riferimenti si trovino a opportuna distanza dai dispositivi di serraggio.

B.3.2. Lunghezza iniziale tra i riferimenti (L_0)

Di regola si usa la provetta che presenta la seguente relazione fra lunghezza iniziale tra i riferimenti (L_0) e l'area della sezione iniziale (S_0):

$$L_0 = k \sqrt{S_0}$$

dove k è uguale a 5,65. Tale valore per le provette a sezione circolare porta alla relazione $L_0 = 5d$.

Le estremità della lunghezza iniziale tra i riferimenti sono messi in evidenza o mediante segni o mediante piccole incisioni, ma non mediante intagli in grado di provocare rotture premature. Il valore calcolato della lunghezza iniziale tra i riferimenti può essere arrotondato al multiplo di 5 mm più vicino, a condizione che la differenza fra la lunghezza calcolata e quella marcata non sia maggiore del 10% di L_0 . La lunghezza iniziale tra i riferimenti deve essere marcata con una precisione pari a $\pm 1\%$.

B.3.3. Preparazione delle provette

Le tolleranze sulla lunghezza delle provette sono considerate pari a $100 \pm 1,0$ mm per barre $\phi 20$, $50 \pm 0,5$ mm per barre $\phi 10$, $25 \pm 0,25$ mm per barre $\phi 5$, con valori interpolati per gli altri diametri. Per quanto riguarda il diametro nominale, nessuna provetta deve presentare un diametro al di fuori dei valori fissati dalle tolleranze $20 \pm 0,150$ mm per barre $\phi 20$, $10 \pm 0,075$ mm per barre $\phi 10$, $5 \pm 0,040$ mm per barre $\phi 5$, con valori interpolati per gli altri diametri.

B.3.4. Determinazione dell'area della sezione iniziale (S_0)

Il diametro nominale è utilizzato nel calcolo dell'area della sezione iniziale delle provette a sezione circolare che rispettino le tolleranze indicate nel punto precedente. Per tutte le altre forme di provette, l'area della sezione iniziale è calcolata partendo da misurazioni delle dimensioni appropriate, con un errore non maggiore di $\pm 0,5\%$, su ogni dimensione.

B.3.5. Macchina di prova

Per la prova di trazione viene impiegata una macchina a trazione.

La velocità di deformazione della parte calibrata non è maggiore dello 0,008/s.

Le provette sono posizionate mediante dispositivo appropriati. Le provette sono fissate in modo che il carico sia applicato il più assialmente possibile.

B.3.6. Determinazione dell'allungamento percentuale dopo rottura (A)

La misurazione dell'allungamento percentuale dopo rottura viene effettuata come allungamento permanente della lunghezza fra i riferimenti dopo rottura ($L_U - L_0$), espresso in percento della lunghezza iniziale (L_0). A tale scopo, i due spezzoni della provetta vengono avvicinati con cura in modo che i loro assi rappresentino il prolungamento l'uno dell'altro.

L'allungamento permanente dopo rottura è determinato con una precisione dello 0,25 mm utilizzando un dispositivo di misura con risoluzione dello 0,1 mm e il valore dell'allungamento percentuale dopo rottura è arrotondato allo 0,5% più vicino.

B.3.7. Carico di rottura

Al termine della prova, viene determinato il carico massimo F_m che è il carico più elevato sopportato dalla provetta nel corso della prova dopo il superamento dello snervamento ed il carico unitario di rottura (resistenza a trazione) R_m , ovvero il carico unitario corrispondente al carico massimo F_m .

B.4. INDAGINI SCLEROMETRICHE

B.4.1. Generalità e principi di funzionamento

L'indice di rimbalzo della massa battente (Sclerometro), misura la durezza superficiale del materiale di prova. La sua determinazione può essere utilizzato per valutare l'omogeneità del calcestruzzo in sito, per delimitare regioni superficiali nelle strutture con calcestruzzo degradato e di qualità scadente e per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà del calcestruzzo, come per esempio quelle provocate dall'idratazione del cemento.

B.4.2. Attrezzatura impiegata

Il metodo consiste nel proiettare una massa calibrata con una determinata energia di percussione contro la superficie del calcestruzzo. La misura consiste nel rilievo di un numero indice, legato all'entità del rimbalzo della massa battente.

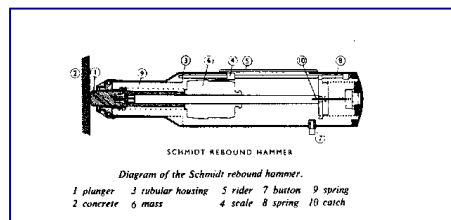


Figura 1

Lo strumento per l'esecuzione di tali prove è lo sclerometro, prodotto e diffuso nella configurazione ad esso data da E. Schmidt (Figura 1). Esso consiste in un contenitore cilindrico che regge un'asta guida lungo la quale scorre la massa battente (martello-hammer).

L'azionamento di questa, partendo dalla posizione di riposo con asta retratta, si svolge con le seguenti fasi:

1. spingendo leggermente l'asta di percussione contro la parete si provoca lo sganciamento dell'asta stessa e la sua completa estensione e, contemporaneamente, l'aggancio del nottolino al risalto del martello; lo strumento è così pronto all'uso;
2. si spinge con movimento lento ed uniforme l'asta di percussione contro la parete da esaminare fino al completo rientro della stessa; questo provoca l'estensione della molla di percussione e, a fine corsa, lo sgancio automatico del martello; quest'ultimo, richiamato dalla molla, batte sul risalto dell'asta che a sua volta trasmette l'energia alla parete;
3. la parte di energia restituita dal solido in prova provoca il rimbalzo del martello che trascina un indice lungo una scala graduata in percentuali dell'estensione iniziale della molla e sulla quale viene effettuata la lettura.

Il valore del rimbalzo della massa battente è misurato mediante un indice di lettura trascinato su una scala lineare alloggiata nella cassa dello strumento.

L'energia di impatto dello sclerometro prevista nella norma UNI è pari a 2,21 J (corrispondente a 0,225 kgm) con lo sclerometro in direzione verticale con il puntale rivolto verso il basso.

B.4.3. Superficie di prova

B.4.3.1. Scelta della superficie di prova

Le parti di calcestruzzo da sottoporre a prova devono avere spessore di almeno 150 mm. I campioni più sottili devono essere rigidamente fissati ad un sopporto.

Vengono evitate le zone che presentano nidi di ghiaia, scalfitture, tessitura superficiale grossolana, porosità elevata e zone con presenza di ferro.

Al fine di poter comparare i risultati, i calcestruzzi dovranno presentare approssimativamente la stessa composizione, età, ed analoghe condizioni di maturazione. Devono essere evitate le superfici intonacate, qualora non sia possibile la rimozione dell'intonaco.

B.4.3.2. Preparazione delle superficie di prova

La circonferenza ideale che delimita la superficie di prova ha diametro compreso fra 150 e 300 mm. Le superfici con tessitura ruvida (grossolana), poco resistenti o coperte di malta disgregata, vengono pulite con pietra abrasiva.

Vengono rimosse eventuali tracce di disarmanti sulle superficie di prova. Le superfici umide sono lasciate asciugare prima dell'esecuzione della prova.

B.4.4. Metodologia di prova

Lo strumento è posizionato perpendicolarmente alla superficie di prova. Si aumenta gradualmente la pressione sul martello fino a produrre l'urto. Dopo l'urto si legge l'indice sclerometrico sulla scala graduata.

Normalmente vengono effettuate almeno 9 misure in ogni superficie di prova. Le impronte dell'urto non risultano sovrapposte e sono situate almeno a 30 mm dai bordi.

La temperatura del calcestruzzo deve essere maggiore di 0 °C per eliminare risultati anomali dovuti all'azione del gelo.

La temperatura dello sclerometro è maggiore di 10 °C per eliminare attriti anomali sul cursore dello sclerometro. Per poter comparare i risultati, l'angolo di battuta dello sclerometro (orizzontale, verticale o inclinata) è sempre il medesimo.

Si intuisce che la possibilità di stabilire una correlazione teorica tra indice sclerometrico e proprietà del materiale è possibile solo per materiali omogenei, dei quali si conoscano le capacità di smorzamento. Non è questo il caso del calcestruzzo.

La valutazione della resistenza meccanica in base all'indice sclerometrico può trarsi solo in modo empirico, calibrando lo strumento su serie di provini realizzati con calcestruzzo avente la stessa composizione di quello in prova. Tale taratura va effettuata secondo modalità prestabilite e porta, attraverso la elaborazione dei dati sperimentali, ad una curva di correlazione. Quando non è possibile eseguire la taratura dello strumento, si fa fede in genere alle curve di taratura fornite dal costruttore dello strumento, Controls, qui di seguito riportate (fig. 2).

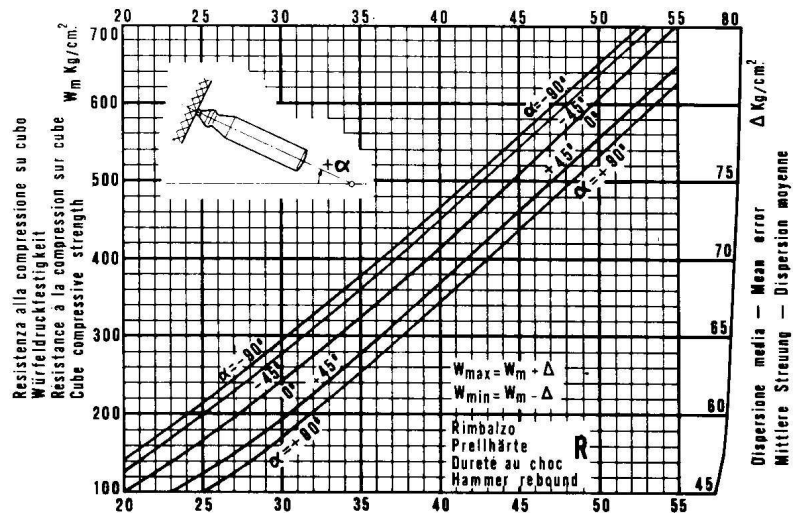


Figura 2

Nel diagramma di correlazione sono preseti diverse curve corrispondenti a diversi angoli di battuta ($\alpha = 0^\circ$, battuta orizzontale). Le curve si riferiscono a calcestruzzi maturi confezionati con cemento Portland, sabbie e inerti di buona qualità, superfici lisce e asciutte.

B.5. ATTREZZATURE UTILIZZATE

B.5.1. Generalità

La Società *EXPERIMENTATIONS S.r.l.*, operante secondo il Sistema Qualità UNI EN ISO 9001, certificato Bureau Veritas. n.IT260359, ha adottato una serie di procedure operative per la taratura delle sue apparecchiature.

B.5.2. Attrezzatura per indagini magnetometriche

Per l'esecuzione di tali indagini è stata utilizzata l'apparecchiatura portatile della Hilti denominata "Ferrosan", codice interno **PE F196**.

B.5.3. Attrezzatura per prelievi di carote in calcestruzzo

Il prelievo di carote in calcestruzzo è stato eseguito mediante la carotatrice Hilti DD 120 TPS, codice interno **INV 005**.

B.5.4. Attrezzatura per esecuzione battute sclerometriche

Le misure sono state eseguite con sclerometro, codice interno **PE F770**. La verifica di taratura è stata eseguita ad ogni inizio di giornata su incudine di taratura 58-C184 della Controls, codice interno **LAB A123**, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12504-2.

B.5.5. Attrezzatura per rilievi

Le misure sono state rilevate in sito e in laboratorio, tramite un metro codice interno **LAB A87** e un calibro di alta precisione codice interno **LAB A47**, le cui tarature sono documentate dalle rispettive verifiche di taratura *EXPERIMENTATIONS*.