



REGIONE MOLISE



COMUNE DI ISERNIA

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE PISCINA COMUNALE IN LOCALITA' LE PIANE

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO RELAZIONI SPECIALISTICHE: RAPPORTO DELLE INDAGINI STRUTTURALI E PROVE ESEGUITE SULLE STRUTTURE IN C.A. ESISTENTI		DATA 08.2019	ALLEGATO: 3.3
I PROGETTISTI: dott. ing. Giuseppe Cutone geom. Giulio de Simone		IL R.U.P. dott. ing. Antonio Ricchiuti	L'ASSESSORE ALLO SPORT ED ALL'EDILIZIA SPORTIVA: dott.ssa Antonella Matticoli

COMUNE DI ISERNIA



Indagini e Prove finalizzate al raggiungimento del “Livello di conoscenza accurato LC3” (Circolare C.8A delle NTC 2008) per le strutture in c.a. della Piscina Comunale di Isernia in località Le Piane



RAPPORTO DELLE INDAGINI E PROVE ESEGUITE

Isernia, lì 03.05.2017



SERVIZI DI INGEGNERIA E DIAGNOSTICA STRUTTURALE

Sede operativa: P.I.P. Macchia d'Isernia - S.S. 85 Venafrana – tel/fax 0865 451828

Sede legale: Via Umbria - Centro Direzionale - 86170 Isernia

email: majalab@libero.it – PEC: majasrlisernia@pec.it

C.F. e P.IVA 00873490940

INDICE

1. PREMESSA	2
2. PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE DI CLS	3
3. PROVA DI TRAZIONE SU BARRE DI ACCIAIO.....	5
4. INDAGINE PACOMETRICA.....	6
4.1 Attrezzatura utilizzata.....	6
4.2 Premessa.....	6
4.3 Descrizione del metodo	6
4.4 Risultati	7
5. PROVA DI CARBONATAZIONE	7
6. RELAZIONE SUI RISULTATI DELLE INDAGINI	8

ALLEGATO 1: Restituzione grafica rilievo e ubicazione indagini;
ALLEGATO 2: Certificato prove di compressione su carote di cls;
ALLEGATO 3: Certificato prove di trazione e piegamento su barre;
ALLEGATO 4: Indagini pacometriche;
ALLEGATO 5: CarbonTest;
ALLEGATO 6: Rilievo delle criticità.

1. PREMESSA

L'Amministrazione comunale di Isernia, con Determinazione Dirigenziale Sett. N° 100 del 02/03/2017 ha affidato al Laboratorio MAJA S.r.l. – Servizi di ingegneria e diagnostica strutturale - l'esecuzione di indagini e prove per le strutture in c.a. della piscina comunale di Isernia.

Le stesse sono finalizzate al raggiungimento di un "Livello di conoscenza accurato LC3, ai sensi della Circolare C.8 delle NTC 2008 per le strutture in c.a., finalizzate alla redazione del progetto di fattibilità dei lavori di adeguamento e potenziamento della piscina comunale ubicata in località Le Piane.

La tipologia, le quantità e le procedure di prova stabilite al fine di ottenere un livello di conoscenza esaustivo LC3 sono così riportate nel seguito:

- Prelievo di carote in cls dagli elementi strutturali: n° 9;
- Sondaggio in fondazione con estrazione di n° 1 carota in cls compreso scavo e ripristino;
- Prelievo di barre di acciaio dalle strutture in c.a. per prove di trazione: n° 3;
- Prova di rottura a compressione su carote di cls;
- Prova di rottura a trazione su barre d'armatura;
- Prove di Carbonatazione su n. 20 elementi strutturali;
- Indagini pacometriche su n. 38 elementi strutturali;
- Analisi di eventuali difetti strutturali sull'intero fabbricato compreso il solaio di copertura, le tamponature e tramezzature oltre alla verifica geometrica.

E' stata acquisita copia degli elaborati strutturali a firma degli Ingg. Dino Buccini e Mario Castrataro depositati presso il Genio Civile di Isernia, ai sensi della Legge 05/11/1971, n. 1086, giusta attestazione in data 25/06/1976.

I rilievi geometrici e dei materiali consentiranno uno screening dell'edificio in modo da rilasciare la fotografia delle macro-famiglie di elementi edilizi strutturali e non strutturali di cui è composto e quindi con l'obiettivo di fornire tutte le informazioni utili per migliorare la conoscenza dell'edificio stesso e costruire la memoria storica.

2. PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE DI CLS

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo costituente l'opera, è stata ottenuta prelevando N. 9 Campioni in sito (secondo UNI EN 12504/1-2002 unitamente alla UNI 6131-2002), successivamente sottoposti alla prova di compressione in Laboratorio (secondo UNI EN 12390/3- 2003).

L'estrazione dei campioni di calcestruzzo indurito (carote) è avvenuta attraverso l'impiego di una carotatrice, in grado di estrarre provini cilindrici di diametro costante 94 mm e profondità variabili da 95 mm a 98mm.

Il prelevamento è stato condotto in modo da ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione, utilizzando una carotatrice elettrica con l'ausilio di acqua iniettata nella stessa con prelievo di n° 9 carote.

Le carote sono state inviate al Laboratorio Sperimentale GEOTECNA Srl di Novi Velia (SA), dove sono state sottoposte a prove di rottura a compressione previa cappatura con miscela di zolfo sulle due facce.

In Allegato 1 è riportata l'ubicazione in pianta dei prelievi, in Allegato 2 i Certificati relativi alle prove di rottura.

La posizione dei prelievi è stata definita in punti lontano da giunti o bordi dell'elemento di calcestruzzo evitando il carotaggio attraverso l'armatura la cui disposizione dei ferri di armatura è stata effettuata con rilevamento pacometrico, come illustrato nel successivo Punto 4 e determinata la profondità di carbonatazione mediante trattamento con fenolftaleina, di cui al successivo Punto 5; la profondità rilevata della carbonatazione delle carote estratte è stata riportata sulla Certificazione rilasciata dal Laboratorio Sperimentale Geotecnica srl.

Le prove condotte hanno evidenziato che il conglomerato cementizio, dall'aspetto visivo, per quanto risulti in discreto stato di conservazione e confezionato con una curva granulometrica degli inerti ben organizzata, non sempre ha fornito risultati soddisfacenti per quanto concerne la resistenza unitaria e ciò particolarmente per il setto scala esterna, per la trave di fondazione e per alcuni pilastri di piccola dimensione portanti il solaio della Galleria-Tribuna, come risulta dalla seguente Tabella riepilogativa.

Tabella 1

SIGLA CAMPIONE	DIMENSIONI (mm)		MASSA	RESISTENZA CILINDRICA RCAROTA	RESISTENZA CARATTERISTICA CUBICA Rck	CARBONATAZIONE
	[diam]	[h]	[gr]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[cm]
C1 Pilastro n° 55	94	97	1551	31,83	32,02	0
C2 Pilastro n° 51	94	96	1154	30,99	31,15	0
C3 Pilastro n° 50	94	98	1592	35,41	35,69	0
C4 Pilastro n° 29	94	98	1483	17,18	17,32	1
C5 Trave di fondazione	94	95	1537	18,45	18,49	0
C6 Pilastro n° 7	94	96	1487	19,26	19,36	1,2
C7 Setto scala esterna	94	96	1473	12,28	12,34	3
C8 Trave di copertura	94	98	1528	34,74	35,02	1
C9 Pilastro n° 16	94	95	1559	25,22	25,27	2

Per ottenere il valore della resistenza caratteristica cubica a partire dalla tensione di rottura della carota, bisogna passare per una formulazione più o meno empirica, derivante da uno studio condotto su base sperimentale. A tal fine esistono varie formulazioni per operare tale corrispondenza che, con modalità differenti, tengono in conto i vari fattori che possono condizionare la conversione.

Tra i fattori più richiamati si ricordano:

- la snellezza del provino;
- il verso di prelievo rispetto alla direzione del getto;
- le dimensioni della carota;
- il disturbo operato dal carotaggio sul materiale campionato durante la fase di prelievo.

Confrontando le varie formule desumibili da testi tecnici, circolari e normative varie, appare evidente l'eterogeneità con cui tali metodi di conversione tengano in conto tali fattori utilizzando coefficienti di differente natura e peso. A ciò va aggiunto che le formule considerano tali elementi in diversa misura, trascurandone alcuni e considerandone altri, traducendo il tutto in una disparità di trattamento del dato originario (R_{carota}) ed una più articolata confrontabilità con il dato progettuale (R_{ck}).

Premesso ciò, la normativa prevede che le resistenze desunte con le predette formulazioni possano risultare inferiori alla resistenza cubica di progetto.

Infatti le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14 Gennaio 2008), al paragrafo *11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera*, citano testualmente: "Il valor

medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici”.

Di seguito si riporta la formulazione prevista dalle NTC 2008, par. 11.2.6 – Circolare par. C11.2.6, secondo la quale si sono riportati i valori in tabella:

$$R_{ct} = \frac{R_{carota}}{\left(\frac{h}{d} - 1\right) - 0,83 - \left(\frac{h}{d} - 2\right)}$$

dove:

d = diametro del provino;

h = altezza del provino.

Per tutti i dettagli si rinvia all'Allegato 1

3. PROVA DI TRAZIONE SU BARRE DI ACCIAIO

Le caratteristiche tipologiche e meccaniche degli acciai sono state determinate attraverso il prelievo di n° 3 barre di armatura sottoposte a prove di trazione, piegamento e allungamento denominate:

Prel. N.1 (φ 12) prelevata dal setto centrale della scala esterna in direzione verticale;

Prel. N.2 (φ 14) prelevata dalla soletta a sbalzo della copertura in direzione dello sbalzo;

Prel. N. 3 (φ 16) prelevata dalla trave della copertura tra i pilastri n. 12 e n. 13 in direzione orizzontale.

Le barre sono state inviate al Laboratorio Sperimentale autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti GEOTECNA S.r.l. di Nova Velia (SA) e sottoposte a prove di rottura a trazione.

Nella Tabella 2 sono riportati i risultati della prova di rottura a trazione sulla barra d'acciaio

Tabella 2

N°	TIPO DI BARRA	DIAM. BARRA	TENSIONE SNERVAMENTO (fy)	TENSIONE DI ROTTURA (ft)	ft/fy	ALLUNGAMENTO A ROTTURA (Agt)
		[mm]	[N/mm2]	[N/mm2]		[%]
1	Aderenza Migliorata	φ 12	548,83	809,86	1,22	8,3
1	Aderenza Migliorata	φ 14	484,46	724,18	1,08	9,3
1	Aderenza Migliorata	φ 16	581,85	686,59	1,29	15,3

In Allegato 1 è riportata l'ubicazione in pianta dei prelievi, in Allegato 3 i Certificati delle prove.

Secondo le disposizioni del D.M. 14/01/2008, la resistenza di calcolo si valuta a partire dalla resistenza media, ridotta del Fattore di Confidenza, in funzione del Livello di conoscenza raggiunto e dei coefficienti parziali sui materiali in funzione del tipo di analisi e dell'elemento – meccanismo considerato.

4. INDAGINE PACOMETRICA

4.1 Attrezzatura utilizzata

Per l'esecuzione delle prove pacometriche è stata utilizzata la seguente attrezzatura:

- Pacometro "Novascan - R800" prodotto da NOVATEST, calibrato e certificato.

4.2 Premessa

L'indagine Pacometrica è stata eseguita per la determinazione della posizione delle barre d'armatura, degli spessori di copriferro e per la stima dei diametri sugli elementi strutturali riportati nelle **N. 8 Tabelle allegate**, riunite per gruppi omogenei di sezioni.

In Allegato 1 è riportata l'ubicazione in pianta delle indagini, in Allegato 4 i Report delle prove.

4.3 Descrizione del metodo

La prova è stata eseguita generando nell'elemento in c.a. investigato un campo elettromagnetico e rilevando la distorsione nelle linee di forza, provocata dalla presenza delle armature.

Le misure sono state effettuate mediante strumentazione costituita da un'unità elettronica collegata con un cavo ad una sonda.

Essa ha la capacità di:

Localizzare le barre d'armatura;

Determinare lo spessore del copriferro;

Stimare il diametro delle barre.

La determinazione del diametro delle barre viene rilevata con un errore massimo di ± 2 mm.

4.4 Risultati

Sono riportati nelle N. 8 Tabelle allegate la sintesi dei risultati ottenuti.

Per l'individuazione in pianta degli elementi strutturali indagati e per il posizionamento delle barre d'armatura rilevate si fa riferimento all'Allegato 4.

Da osservare che, nelle Tabelle riepilogative, per i pilastri viene riportata sia l'armatura longitudinale rilevata che quella ipotizzabile come risultante dai disegni di progetto, stante la conferma dell'utilizzo ottenuto attraverso le numerose indagini eseguite.

5. PROVA DI CARBONATAZIONE

In sede di indagine dello stato di conservazione delle armature di una struttura in calcestruzzo armato, risulta di fondamentale importanza la determinazione della profondità di carbonatazione.

La carbonatazione degli strati superficiali crea, infatti, le condizioni favorevoli al processo di corrosione delle armature da parte dell'ossigeno e dell'umidità, attraverso la diminuzione del pH dell'impasto e la conseguente perdita di impermeabilità del film di ossido ferrico sulla superficie delle barre in acciaio.

Le indagini sono state eseguite per ricavare elementi di giudizio sul comportamento nel tempo delle armature presenti.

La determinazione della profondità di carbonatazione è stata condotta seguendo le istruzioni delle UNI 9944-1992.

Il metodo innovativo di analisi della profondità di carbonatazione seguito "CARBONTEST", conforme alla norma UNI 9944:1992, elimina le principali difficoltà legate ai metodi tradizionali e ha consentito l'esecuzione di numerosi prelievi, ottimizzando tempistica e costi, con la possibilità di un utilizzo versatile per tutte le tipologie strutturali.

Il metodo CARBONTEST consiste nel raccogliere con continuità le polveri prodotte durante la perforazione di una struttura in calcestruzzo effettuata mediante un trapano a percussione con punte idonee per muratura: il risultato del prelievo è un campione di polvere ordinato all'interno di una provetta.

Nella provetta, dotata di un sottile taglio longitudinale, subito dopo l'estrazione, si lascia filtrare la soluzione alcolica di fenolftaleina; il calcestruzzo carbonatato non modifica il suo colore, mentre quello non ancora raggiunto dalla carbonatazione assume il tipico colore rosso magenta.

I risultati della prova sono stati idoneamente decodificati mediante software dedicato e compendati nei report di cui all'Allegato 5.

In generale dalla prova condotta sulle N. 9 carote estratte è stato riscontrato che in presenza di elementi strutturali in fondazione e/o protetti da intonaco, la carbonatazione è poco profonda, mentre per le strutture non protette da intonaco ed esposte all'azione degli agenti atmosferici quali ad esempio la scala esterna, le strutture portanti, le solette e vellee in copertura, la carbonatazione è risultata in generale maggiormente profonda.

Vedi Foto e report in Allegato n. 5 e relativa ubicazione delle prove in Allegato n. 1.

6. RELAZIONE SUI RISULTATI DELLE INDAGINI

In conseguenza dei risultati ottenuti dalle indagini strutturali effettuate, è emerso che l'opera risulta essere in "discreto stato di conservazione"; stante l'epoca della sua realizzazione ed in considerazione dei metodi di calcolo utilizzati, la struttura, ai fini di un opportuno adeguamento sismico, presenta alcune criticità che dovranno essere affrontate in sede di progettazione.

L'aspetto che a giudizio degli scriventi deve essere tenuto in debita considerazione è relativo al deficit di armatura a taglio, risultato evidente in corrispondenza del nodo Pilastri - Travi di copertura che presentano, per la quasi totalità, evidenti microlesioni passanti da taglio, dovute a deficit di armatura per la presenza di ferri sagomati ed insufficiente presenza di staffe nella considerazione che le stesse travi, di notevole luce risultano portanti sia il solaio di sottotetto che quello di copertura, entrambi realizzati con travetti precompressi e laterizi); ulteriore considerazione da farsi è che in quelle "zone", e cioè tra le travi perimetrali dei due solai di sottotetto e tetto, ed i pilastri portanti, si è in presenza di nodi strutturali ove nascono notevoli sollecitazioni taglienti.

Sarà compito del professionista strutturista, in sede di valutazione della vulnerabilità sismica dell'opera, individuare, progettare ed eventualmente utilizzare gli interventi strutturali opportuni ed adeguati per ovviare a tali rilevate circostanze.

Visivamente non si evidenziano segni di dissesti o cedimenti sia nel perimetro esterno che all'interno dell'impianto sportivo, per cui si ritiene l'opera ben dimensionata dal punto di vista fondazionale.

Dal carotaggio eseguito sulla trave di fondazione, si è rilevato che il cls risulta essere in buono stato di conservazione, poco carbonatato e dalla Pacometria effettuata, risulta la presenza di armatura pari a quella dei disegni di progetto acquisiti dall'Ente.

Per quanto riguarda i Pilastri portanti i solai di sottotetto e copertura, tutti di dimensione 30 x 130, gli stessi risultano essere protetti da intonaco cementizio dello spessore medio di 2,5 cm e pertanto il calcestruzzo risulta essere abbastanza protetto sotto il profilo della carbonatazione e con ottimo risultato ottenuto dalle prove di schiacciamento delle carote estratte dagli stessi, in linea con quanto dichiarato nei calcoli depositati (calcestruzzo cementizio classe 350).

Dalle Pacometrie effettuate, invece, si è rilevato un copriferro medio di cm 2-2,5 ed armature come da progetto in termini di area "Af", ma con uno dei ferri ($\Phi 40$) posizionato in doppio registro su entrambi i lati corti del pilastro, atteso che le ridotte dimensioni (cm 30) non avrebbero consentito un interferro adeguato stante il loro numero (4) ed il diametro utilizzato per l'armatura ($\Phi 40$); il tutto è testimoniato anche dalla prova ad armatura scoperta effettuata sul pilastro d'angolo N. 55; sui lati lunghi dei pilastri sono presenti altri 2 ferri $\Phi 20$, come da progetto.

Le staffe in questi pilastri sono del $\Phi 8$ e risultano collocate con un passo variabile tra 15 e 20 cm.

Sono state analizzate N. 2 travi portanti i solai di sottotetto e copertura, delle dimensioni 30 x 170, direttamente dal solaio della Galleria-Tribuna; le stesse hanno fatto rilevare la presenza di armatura metallica inferiore, in prossimità dell'incastro come da report allegato.

Sono presenti zone di intonaco distaccato dall'intradosso delle travi che, ospitando n. 2 ferri inferiori, posti come distanziatori della gabbia di armatura in fase di getto, hanno provocato la espulsione dell'intonaco sottostante, per assoluta mancanza di copriferro. Andrà effettuato un risanamento puntuale delle travi per tutta la lunghezza, eliminando i ferri distanziatori ossidati, in quanto non hanno alcuna funzione strutturale (vedi foto Allegato n. 4 e Allegato n. 6), ripristinando l'intonaco nell'intradosso e provvedendo alla verifica allo sfondellamento dell'intero solaio.

Ulteriore considerazione è relativa ai ferri di armatura di tali travi, che, ospitando diversi registri, risultano di difficile analisi pacometrica, unitamente alla non conoscenza delle

sovrapposizioni e/o saldature delle barre di armatura in quanto riportate in progetto per la loro lunghezza globale (ml 21,60 circa).

I pilastri portanti la Galleria-Tribuna, a copertura dei locali spogliatoi e servizi, risultano essere di dimensioni 30 x 30 ed armati con 4 Φ 16 e staffe Φ 6 con passo variabile 15 - 20 cm, come da progetto.

Dalle prove effettuate è però risultato che le caratteristiche di resistenza non hanno dato i risultati attesi, nel confronto con il progetto depositato, e quindi dovranno essere oggetto di attenta valutazione da parte del tecnico strutturista.

Anche per quanto concerne la loro carbonatazione, si è riscontrato che i pilastri non protetti presentano un dato significativo variabile tra 2 e 4 cm, mentre per quelli protetti risulta un dato contenuto tra 0 e 1 cm.

Considerazione a parte va espressa per la scala esterna che presenta sia caratteristiche di resistenza del cls modeste che una carbonatazione della profondità di cm 3.

Tutti i cornicioni, le velette di copertura e le solette a sbalzo, presentano diffusi segni di distacco (vedi Allegato n. 6) e ossidazione delle armature inferiori delle solette; il tutto dovuto essenzialmente ai modesti spessori del copriferro che in alcuni casi risulta essere del tutto inesistente.

Tali elementi necessitano di un ripristino previa passivazione delle armature, stante l'accertata profondità di carbonatazione che in alcuni casi si è rivelata abbastanza profonda e dell'ordine di cm 2,5 - 3, onde definire un intervento di ripristino strutturale che dovrà, a giudizio degli scriventi, essere accompagnato anche da dedicate ed idonee vernici protettive.

Per le travi centrali dei locali spogliatoi e docce, va osservato che le stesse sono già state oggetto di intervento di ripristino, ma realizzato non correttamente secondo le regole dell'arte, tanto che si presentano cavillate e con ripristini completamente distaccati dalle armature ossidate, con alcuni elementi pericolanti, tanto che in due casi documentati (vedi Allegato 6) sono stati raccolti e fotografati i residui delle demolizioni che mostrano un intervento mal eseguito; si nota sia il prodotto passivante utilizzato per l'acciaio di armatura che le malte di ripristino del copriferro, con inserimento di angolari metallici. Il difetto di esecuzione è ascrivibile alla mancata messa a nudo dell'acciaio di armatura ed alla mancata determinazione della profondità di carbonatazione puntuale.

L'intervento consigliato è quello di sostituire o ricostruire parzialmente gli elementi corrosi, rimuovendo completamente lo strato di calcestruzzo residuo avvolgente le barre aggredite dalla corrosione, in modo da incrementare l'adesione del calcestruzzo esistente con la nuova

malta tissotropica da utilizzare nella fase di ripristino, pulendo accuratamente le armature corrose mediante sabbiatura e ricostruendo il copriferro fino al raggiungimento dello spessore previsto in virtù della classe di esposizione dettata dalle direttive UNI EN206 (almeno 3 cm). Ultima considerazione da sottolineare riguarda l'intonaco del solaio di sottotetto che presenta vistosi segni di distacco in corrispondenza sia delle travi portanti che in alcune localizzate zone del solaio, per cui andrebbe eseguita una verifica allo sfondellamento e quindi un dedicato intervento di riparazione e ripristino (vedi Foto Allegato n. 6); questo fenomeno è da ricondursi anche allo stress termico tra l'ambiente natatorio riscaldato e saturo di umidità relativa ed il sottotetto ospitante la componente impiantistica elettrica e di riscaldamento nella quale vi è una abbondante circolazione di aria a temperatura decisamente inferiore, stante le numerose aperture laterali esistenti sul lato ovest dell'impianto.

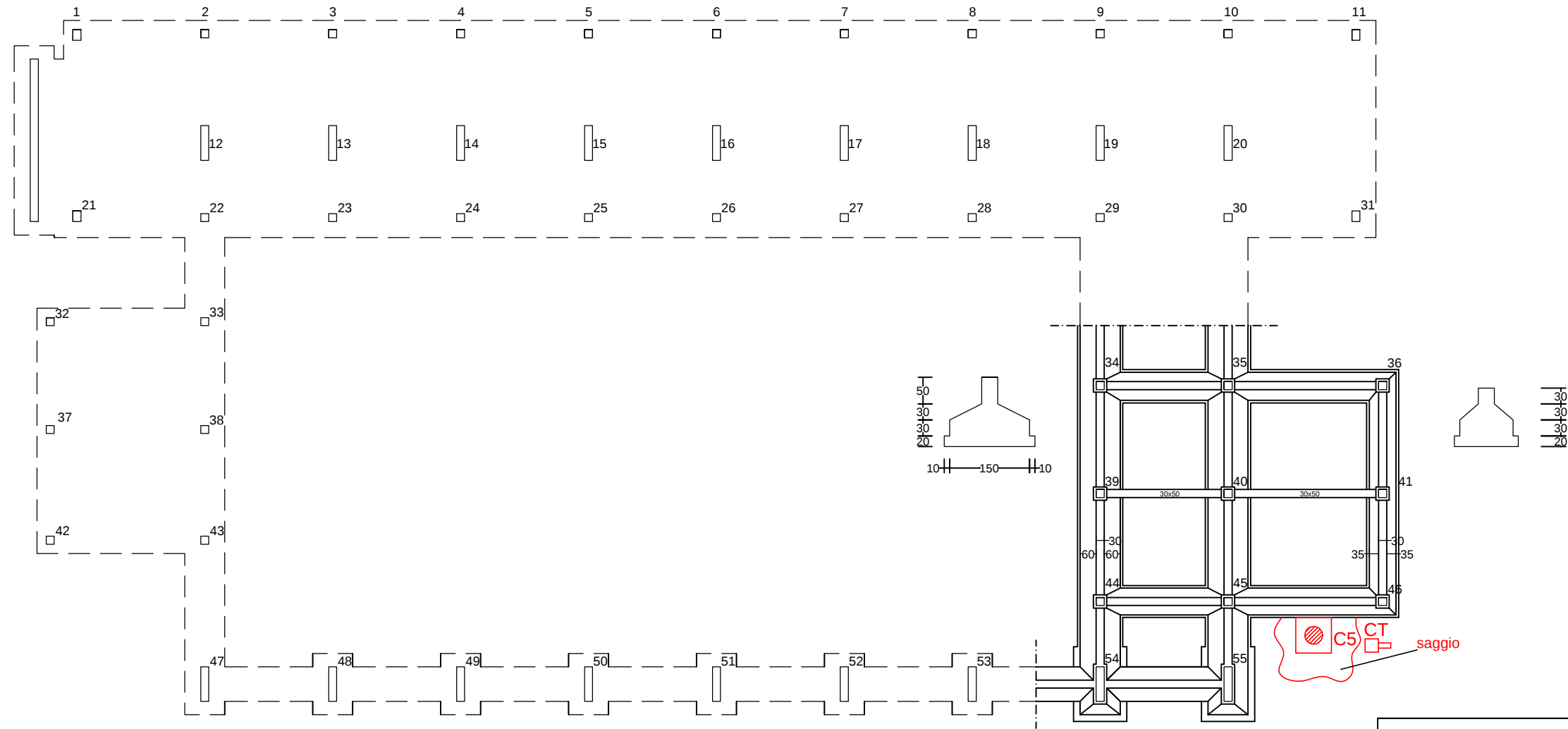
Isernia, lì 03.05.2017

MAJA srl

Ing. Manlio Iadanza Lanzaro

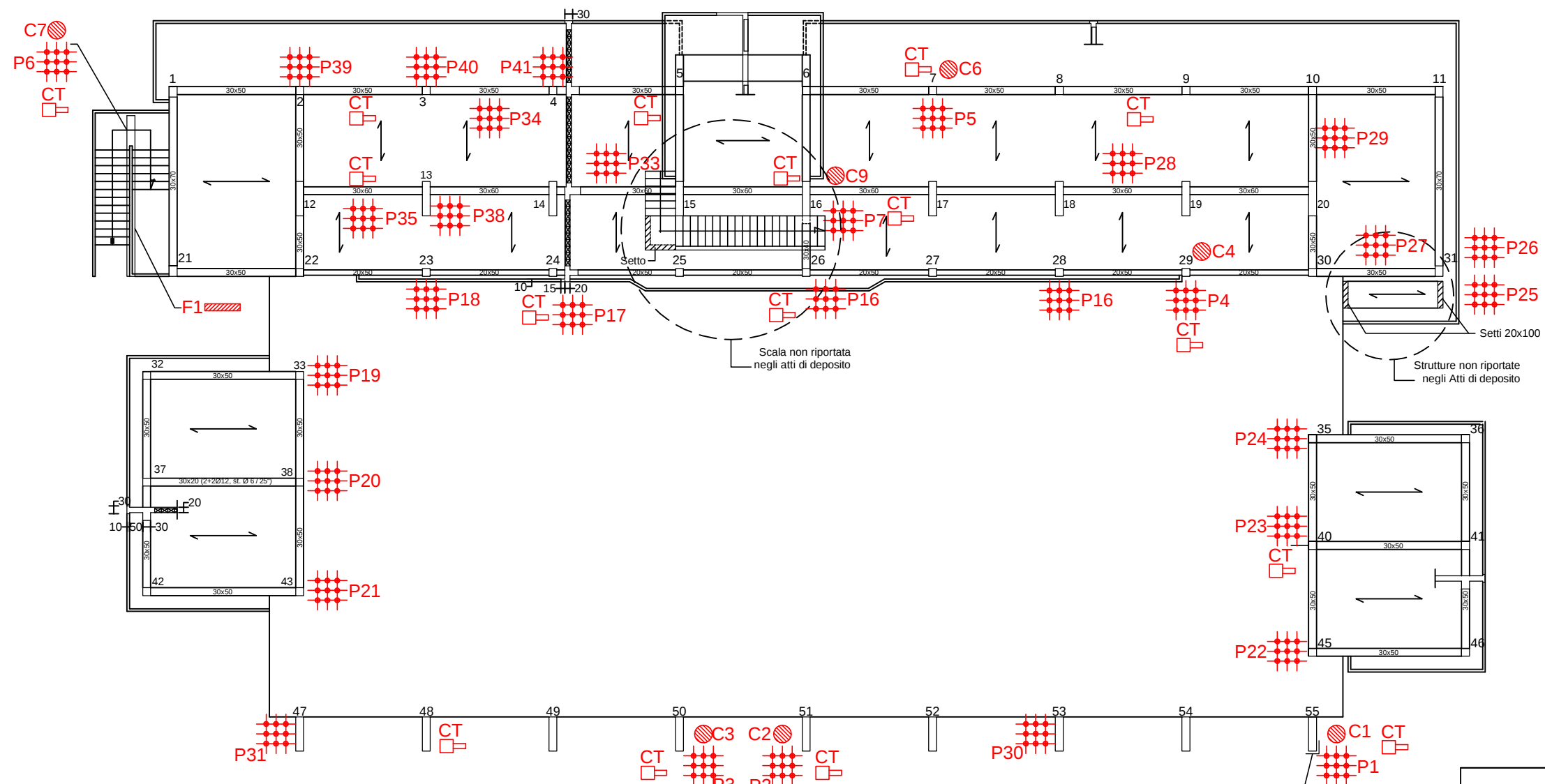
Ing. Aldo Iadanza Lanzaro

Allegato n. 1
Restituzione grafica rilievo e
ubicazione indagini



CARPENTERIA DI FONDAZIONE
Scala 1:200

LEGENDA PROVE	
	CAROTAGGIO IN FONDAZIONE CON CARBONTEST
	CAROTAGGI STRUTTURE CON CARBONTEST
	CARBONTEST
	PRELIEVI BARRE D'ACCIAIO
	INDAGINI PACOMETRICHE

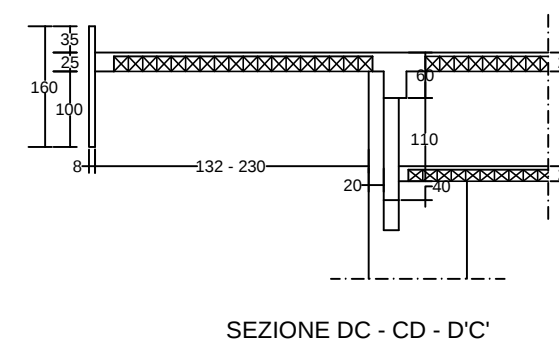
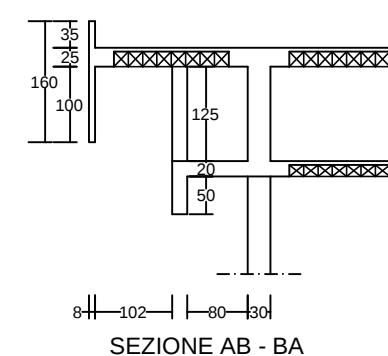
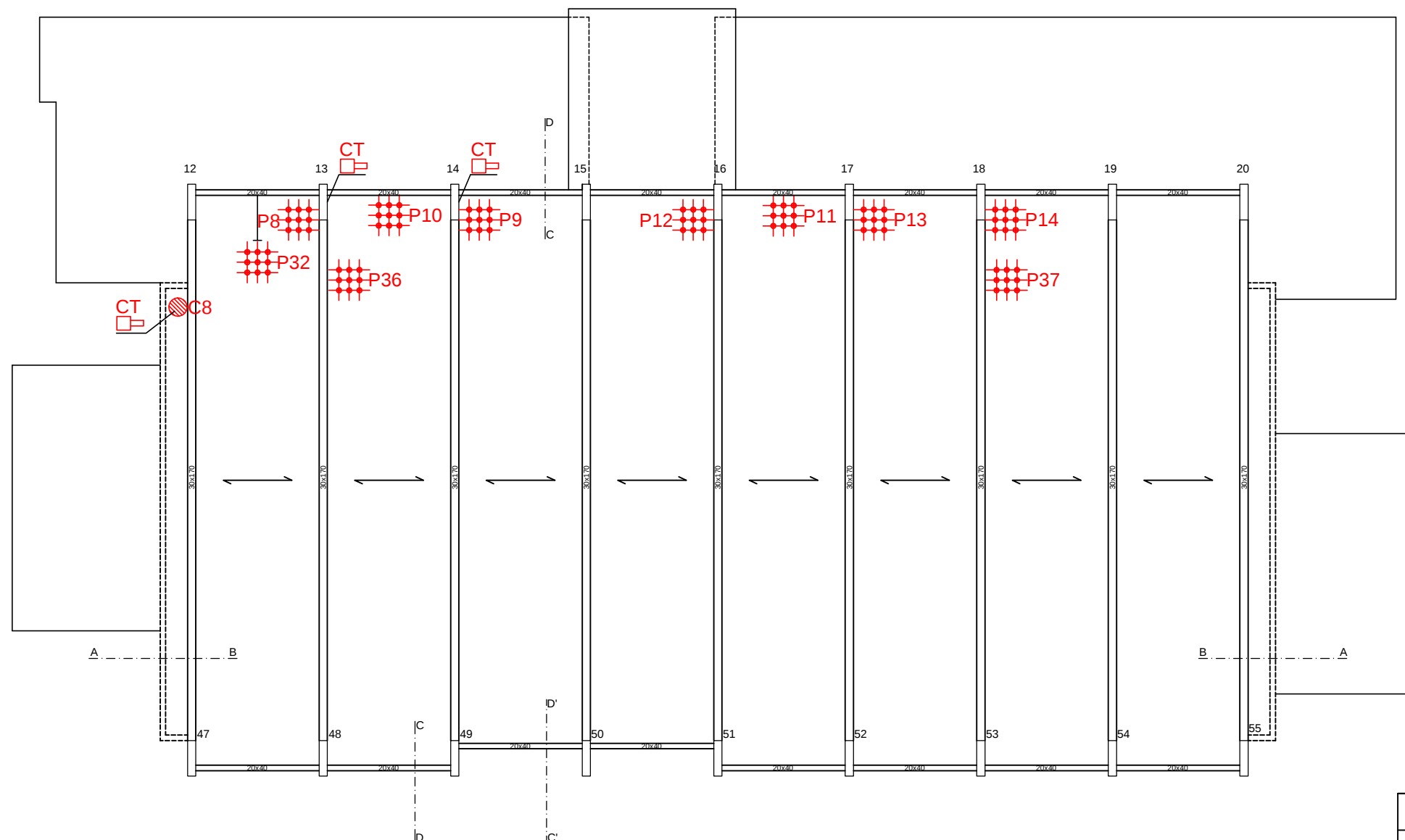


CARPENTERIA SOLAIO INTERMEDIO
Scala 1:200

LEGENDA PROVE	
	CAROTAGGIO IN FONDAZIONE CON CARBONTEST
	CAROTAGGI STRUTTURE CON CARBONTEST
	CARBONTEST
	PRELIEVI BARRE D'ACCIAIO
	INDAGINI PACOMETRICHE

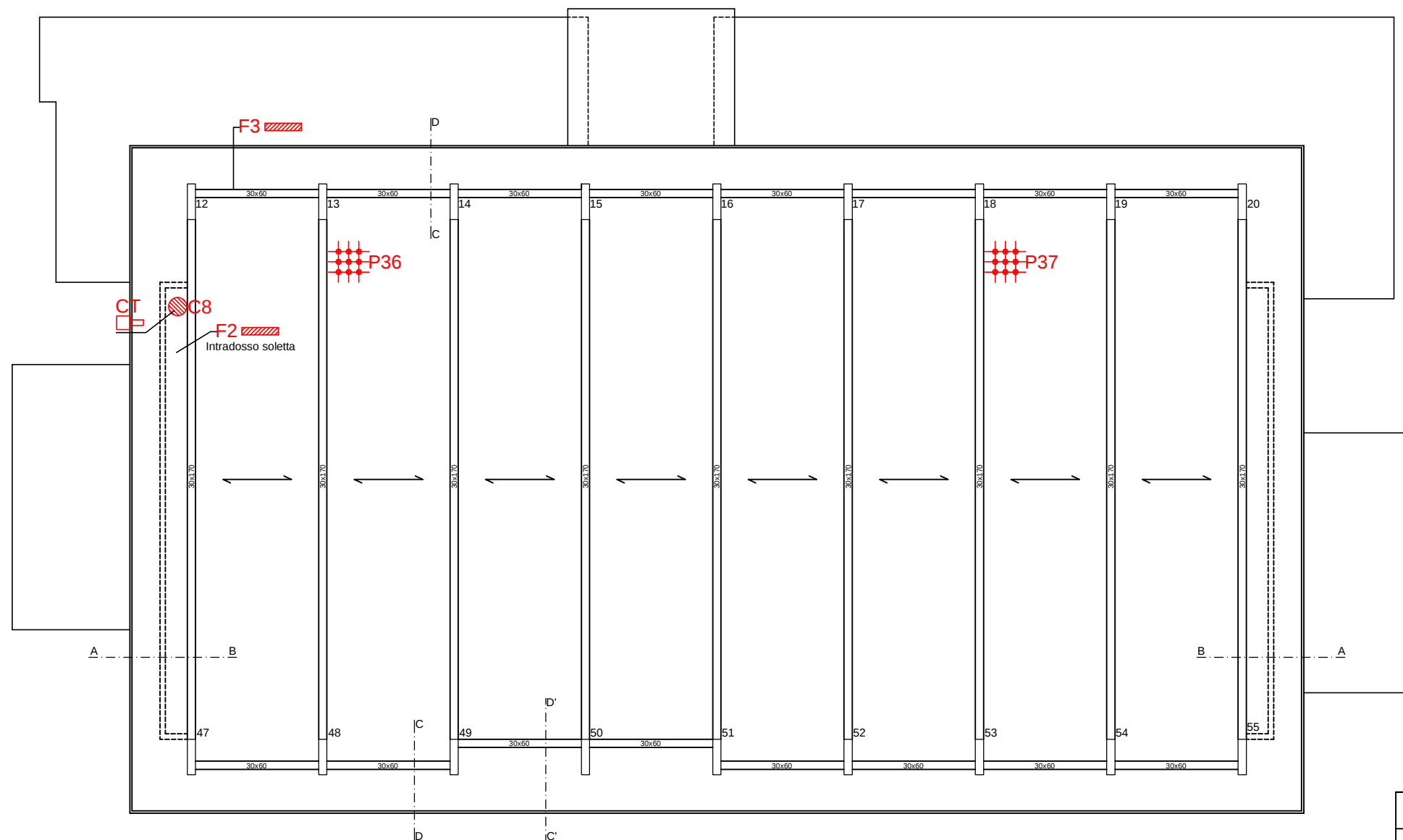


SERVIZI DI INGEGNERIA E DIAGNOSTICA STRUTTURALE



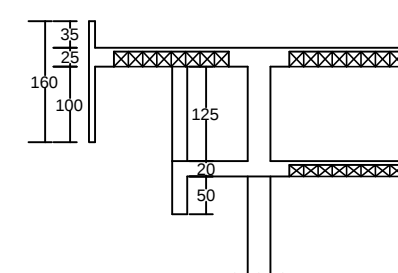
CARPENTERIA DI COPERTURA VANO VASCA
Scala 1:200

LEGENDA PROVE	
	CAROTAGGIO IN FONDAZIONE CON CARBONTEST
	CAROTAGGI STRUTTURE CON CARBONTEST
	CARBONTEST
	PRELIEVI BARRE D'ACCIAIO
	INDAGINI PACOMETRICHE

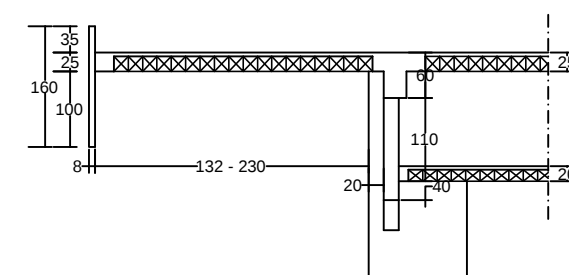


CARPENTERIA DI COPERTURA

Scala 1:200



SEZIONE AB - BA



SEZIONE DC - CD - D'C'

LEGENDA PROVE

	CAROTAGGIO IN FONDAZIONE CON CARBONTEST
	CAROTAGGI STRUTTURE CON CARBONTEST
	CARBONTEST
	PRELIEVI BARRE D'ACCIAIO
	INDAGINI PACOMETRICHE



SERVIZI DI INGEGNERIA E DIAGNOSTICA STRUTTURALE

Allegato n. 2
Certificato prove di compressione
su carote di cls

CERTIFICATO N° 335C/17

Novi Velia li 23/03/2017

Verbale di Accettazione n° 3039 Data

22/03/2017

SETTORE CALCESTRUZZI
CERTIFICATO DELLE PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE
(D.M. 14/01/2008; UNI EN 12390-3)



Dati Dichiarati dal richiedente le prove

Richiedente: Ing. Jadanza Manlio (tecnico).

Committente: Amministrazione Comunale di Isernia (IS).

Impresa: -----

Cantiere Piscina Comunale.

Materiale prelevato : Pilastro n° 55 (C1) ; Pilastro n° 51 (C2) ; Pilastro n° 50 (C3) ; Pilastro n° 29 (C4) ;
Trave di fondazione (C5) ; Pilastro n° 7 (C6) ; Setto Scala Esterna (C7) ; Trave di copertura (C8).

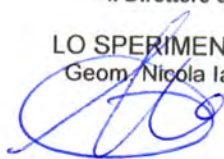
RISULTATI DELLE PROVE

Sigla	Dimensioni (mm) diam h		N° Verbale di Prelievo	Data Prelievo	Data della Prova	Massa (gr.)	Massa Volumica Kg/m ³	Rettifica (*)	Resistenza Unitaria (N/mm ²)	Tipo di Rottura (**)	Carbonatazione (cm.)
C1	94	97	170	20/03/2017	23/03/2017	1551	2305	SI	31,83	S	0
C2	94	96	170	20/03/2017	23/03/2017	1554	2334	SI	30,99	S	0
C3	94	98	170	20/03/2017	23/03/2017	1592	2342	SI	35,41	S	0
C4	94	98	170	20/03/2017	23/03/2017	1483	2182	SI	17,18	S	1
C5	94	95	170	20/03/2017	23/03/2017	1537	2333	SI	18,45	S	0
C6	94	96	170	20/03/2017	23/03/2017	1487	2233	SI	19,26	S	1,2
C7	94	98	170	20/03/2017	23/03/2017	1473	2167	SI	12,28	S	3
C8	94	95	170	20/03/2017	23/03/2017	1528	2319	SI	34,74	S	1

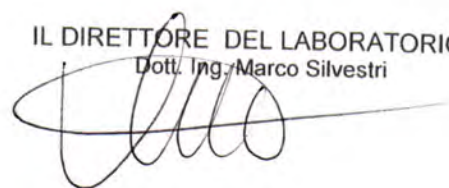
Note:

- (*) SI = Provino Rettificato NO = Provino Conforme
- (**) S = Soddisfacente NS = Non Soddisfacente UNI EN 12390-3:2003
- Il Direttore dei Lavori ha firmato la richiesta ☒ SI ☐ NO

LO SPERIMENTATORE
Geom. Nicola Iannuzzi




IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. Marco Silvestri



Mod.IP-CLS-03,rev.2

CERTIFICATO N° 336C/17

Novi Velia li 23/03/2017

Verbale di Accettazione n° 3039 Data

22/03/2017

SETTORE CALCESTRUZZI
CERTIFICATO DELLE PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE
(D.M. 14/01/2008; UNI EN 12390-3)

Dati Dichiarati dal richiedente le prove

Richiedente: Ing. Jadanza Manlio (tecnico).

Committente: Amministrazione Comunale di Isernia (IS).

Impresa:

Cantiere Piscina Comunale.

Materiale prelevato: Pilastro n° 16 (C9).



RISULTATI DELLE PROVE

Sigla	Dimensioni (mm)		N° Verbale di Prelievo	Data Prelievo	Data della Prova	Massa (gr.)	Massa Volumica Kg/m ³	Rettifica (*)	Resistenza Unitaria (N/mm ²)	Tipo di Rottura (**)	Carbonatazione (cm.)
C9	94	98	170	20/03/2017	23/03/2017	1559	2293	SI	25,22	S	2

Note:

- (*) SI = Provino Rettificato NO = Provino Conforme
- (**) S = Soddisfacente NS = Non Soddisfacente UNI EN 12390-3:2003
- Il Direttore dei Lavori ha firmato la richiesta: SI ☐ ; NO ☒

LO SPERIMENTATORE
Geom. Nicola Iannuzzi

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. Marco Silvestri

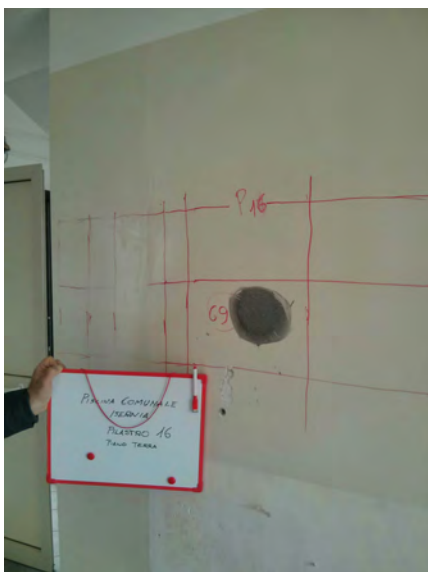
Mod. IP-CLS-03, rev. 2



PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTAGGI





Allegato n. 3
Certificato prove di trazione e
piegamento su barre

CERTIFICATO N° 476F/17

Novi Velia Li 03/05/2017

Verbale di Accettazione n° 3097

Data 28/04/2017

SETTORE ACCIAI

**CERTIFICATO DI PROVE DI TRAZIONE E PIEGAMENTO SU BARRE
(UNI EN ISO 15630-1 ; D.M. 14/01/2008)**

Dati dichiarati dal richiedente delle prove



Richiedente : Ing. Manlio Iadanza Lanzaro (Dir. Lav.).
Committente: Comune di Isernia.
Impresa: MAJA S.r.l.
Cantiere: Indagini Strutturali Piscina Comunale - Isernia.
Natura dei campioni : Acciai ad A.M. (data prelievo : f12 f14 f16 20/04/17).
Tipo di Acciaio(*): -----

RISULTATI DELLE PROVE

Sigla	Diametro nominale (mm)	Diam. barra equipesante (mm)	N° verbale di prelievo	Tensione di snervamento (fy) (N/mm²)	Tensione di rottura (ft) (N/mm²)	fy / fyk	Marchio (*)	Allungamento a rottura Agt(%)	Mandrino utilizzato (mm)	Piegamento e/o raddrizzamento	Data Prova
1	12	11,06	N.D.	548,83	809,86	1,22	Non Identificato	8,3	12	-----	03/05/17
1	14	14,17	N.D.	484,46	724,18	1,08	Non Identificato	9,3	70	-----	03/05/17
1	16	16,18	N.D.	581,85	686,59	1,29	Non Identificato	15,3	80	-----	03/05/17

-(*) Il marchio di identificazione è riportato sul retro

- Il Direttore dei Lavori ha firmato la richiesta : ☒ SI ☐ NO

Note:

LO SPERIMENTATORE
Geom. Nicola Iannuzzi

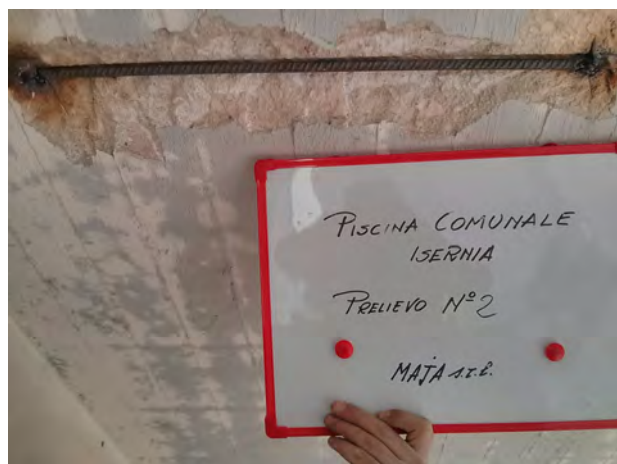
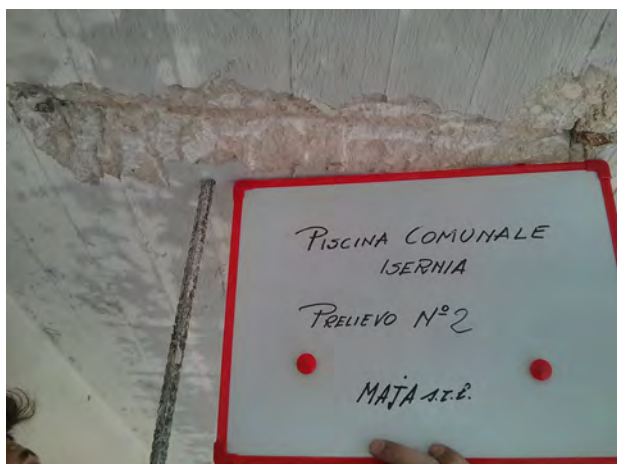


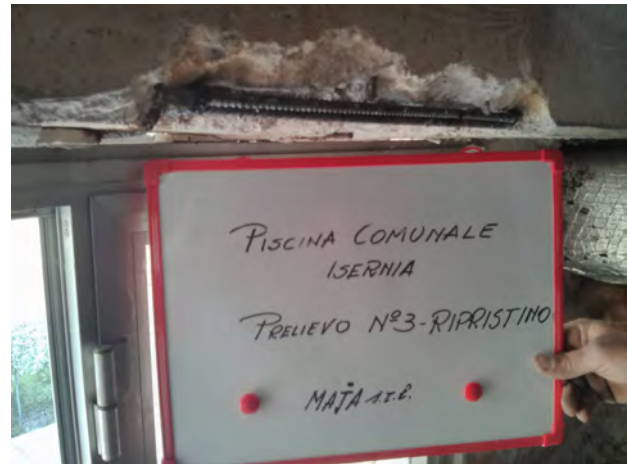
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Ing. Marco Silvestri

PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PRELIEVO BARRE D'ARMATURA

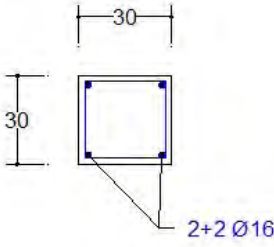




Allegato n. 4
Indagini pacometriche

PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

Pilastro indagato n°	Altezza d'indagine (m)	Piano	Pacometria N°	Sezione ed Armatura	Staffe (φ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
28	1,60 ÷ 2,00	Terra	P15		6/15÷20	20÷25
26	1,60 ÷ 2,00	Terra	P16		6/15÷20	20÷25
24	1,60 ÷ 2,00	Terra	P17		6/15÷20	20÷25
23	1,60 ÷ 2,00	Terra	P18		6/15÷20	20÷25
33	1,60 ÷ 2,00	Terra	P19		6/15÷20	20÷25
38	1,60 ÷ 2,00	Terra	P20		6/15÷20	20÷25
43	1,60 ÷ 2,00	Terra	P21		6/15÷20	20÷25
45	1,60 ÷ 2,00	Terra	P22		6/15÷20	20÷25
40	1,60 ÷ 2,00	Terra	P23		6/15÷20	20÷25
35	1,60 ÷ 2,00	Terra	P24		6/15÷20	20÷25
2	1,60 ÷ 2,00	Terra	P39		6/15÷20	20÷25
3	1,60 ÷ 2,00	Terra	P40		6/15÷20	20÷25
4	1,60 ÷ 2,00	Terra	P41		6/15÷20	20÷25
7	1,60 ÷ 2,00	Terra	P5		6/15÷20	20÷25
29	1,60 ÷ 2,00	Terra	P4		6/15÷20	20÷25

Note:

Per i pilastri n° 33 – 38 – 43 – 45 – 35 il rilievo pacometrico è stato eseguito su listellatura di rivestimento in laterizio (Vedi documentazione fotografica).

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI PACOMETRICHE

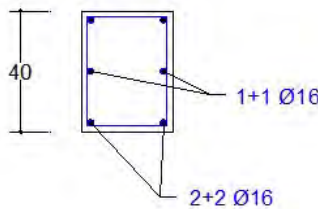






PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

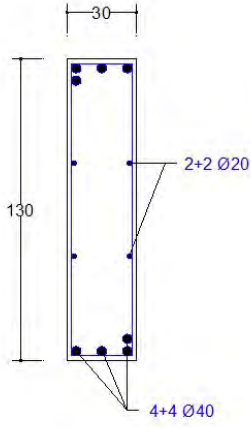
Pilastro indagato n°	Altezza d'indagine (m)	Piano	Pacometri a N°	Sezione ed Armatura	Staffe (ϕ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
31	1,60 ÷ 2,00	Terra	P26		6 / 15÷20	20÷25

Note:



PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

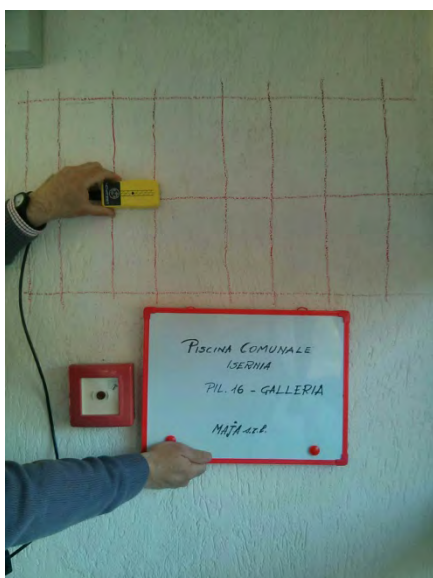
RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

N° Pilastro indagato	Altezza indagine (m)	Piano	Pacometria N°	Sezione ed Armatura	Staffe (ϕ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
13	1,60 $\div$ 2,00	Galleria	P8		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
14	1,60 $\div$ 2,00	Galleria	P9		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
16	1,60 $\div$ 2,00	Galleria	P12		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
17	1,60 $\div$ 2,00	Galleria	P13		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
18	1,60 $\div$ 2,00	Galleria	P14		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
53	1,60 $\div$ 2,00	Terra	P30		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
47	1,60 $\div$ 2,00	Terra	P31		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
55	1,60 $\div$ 2,00	Terra	P1		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25
50	1,60 $\div$ 2,00	Terra	P3		8/15 $\div$ 20	20 $\div$ 25

Note:

Un ferro di armatura dei pilastri, sul lato corto, ϕ 40 risulta posizionato in doppio registro. Si è rilevato sia con pacometria che con indagine a ferri scoperti sul Pilastro n. 55

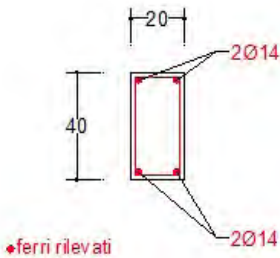
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI PACOMETRICHE





PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

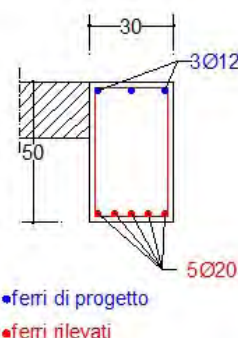
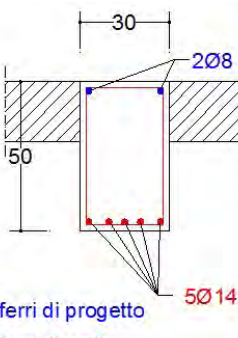
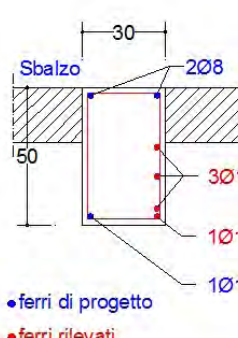
Trave indagata n°	Punto d' indagine	Piano	Pacometria N°	Sezione ed Armatura rilevata	Staffe (φ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
12 - 13	Mezzeria	Sottotet	P32		6 / 15÷20	20÷25
13 - 14	Mezzeria	Sottotet	P10		6 / 15÷20	20÷25
16 - 17	Mezzeria	Sottotet	P11		6 / 15÷20	20÷25

Note:



PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

Trave indagata n°	Punto d' indagine	Piano	Pacometria N°	Sezione ed Armatura rilevata	Staffe (ϕ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
30-31	Mezzeria	Terra	P27	 •ferri di progetto •ferri rilevati	6 / 15÷20	20÷25
10-20	Mezzeria	Terra	P29	 •ferri di progetto •ferri rilevati	6 / 15÷20	20÷25
3 - 4	Mezzeria	Terra	P34	 •ferri di progetto •ferri rilevati	6 / 15÷20	20÷25

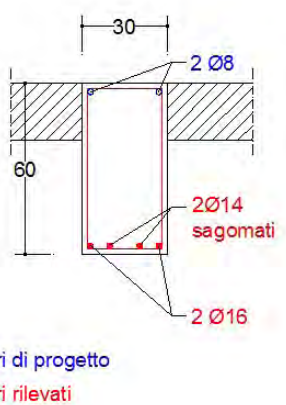
Note:

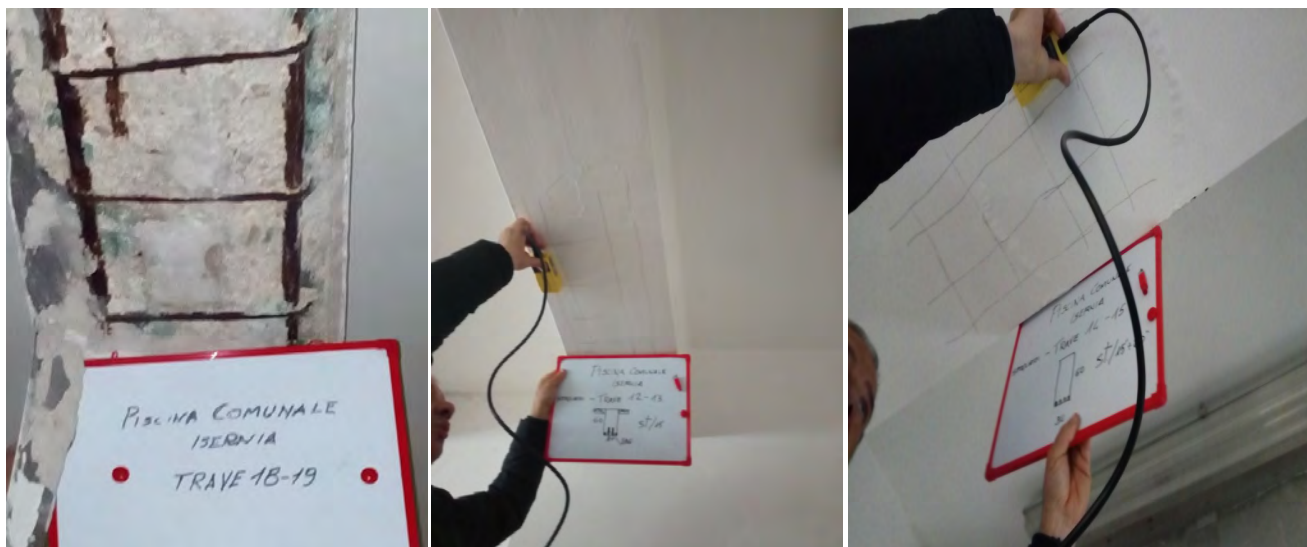
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI PACOMETRICHE



PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

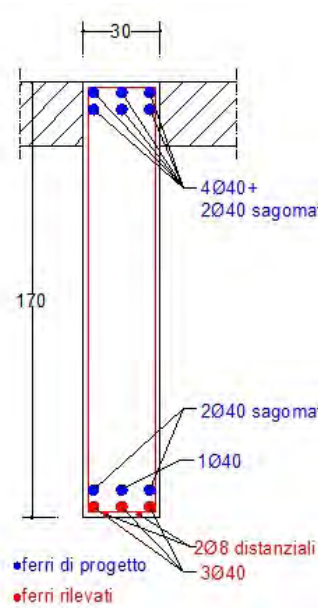
RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

Trave indagata n°	Punto d' indagine	Piano	Pacometria N°	Sezione ed Armatura rilevata	Staffe (ϕ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
18 – 19	Mezzeria	Cop.	P28	 •ferri di progetto •ferri rilevati	6 / 15÷20	20÷25
14 – 15	Mezzeria	Cop.	P33		6 / 15÷20	20÷25
12 – 13	Mezzeria	Cop.	P35		6 / 15÷20	20÷25

Note:


PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

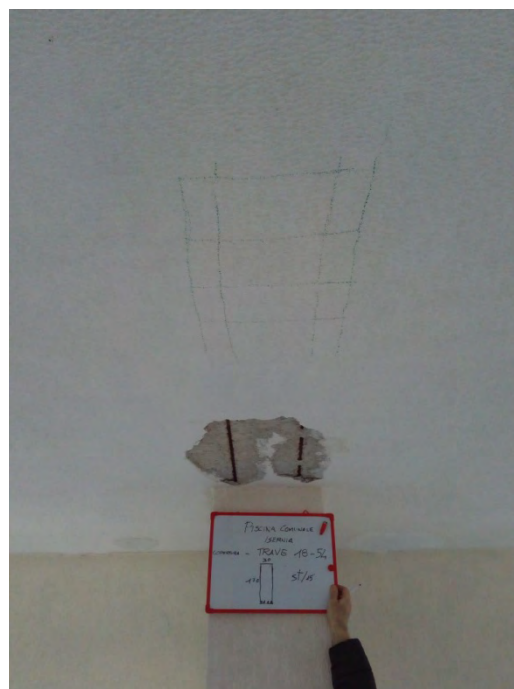
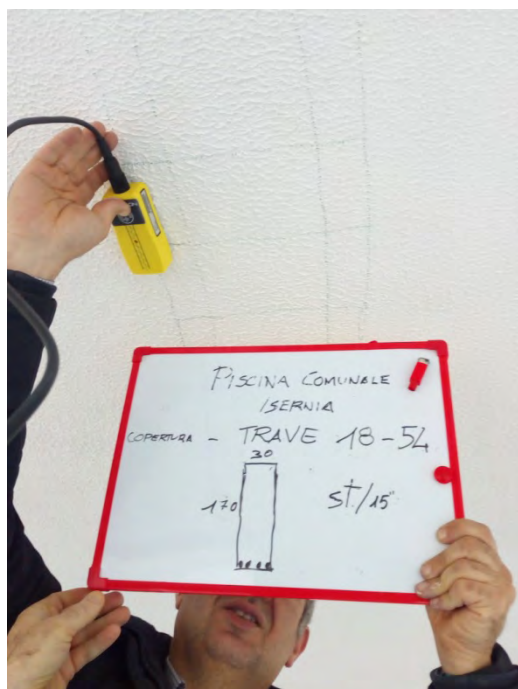
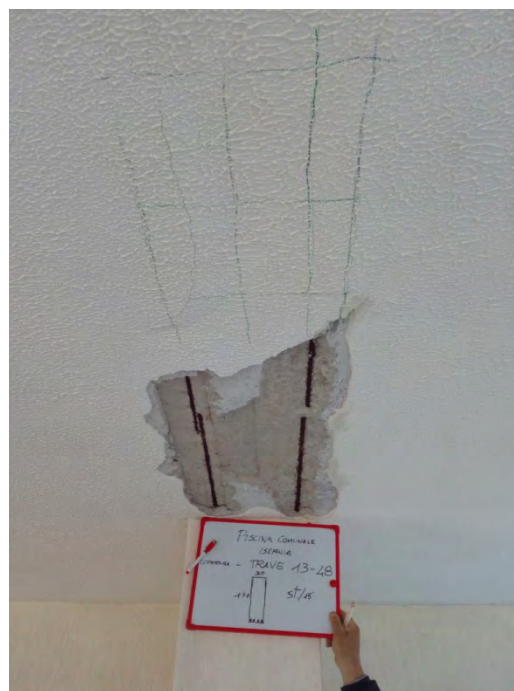
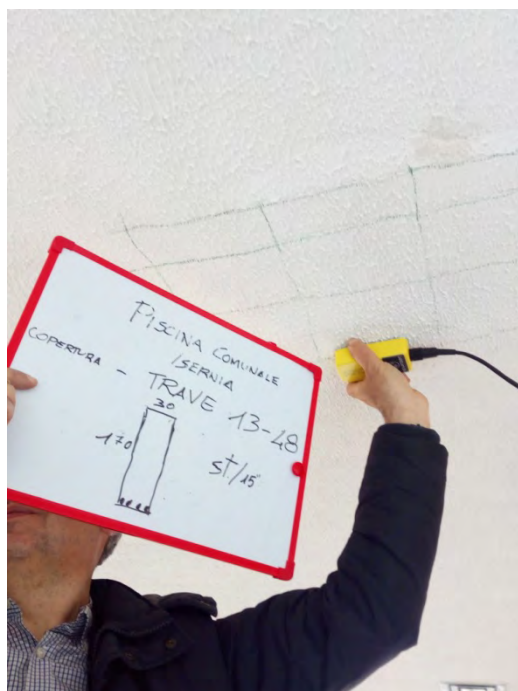
RAPPORTO DI INDAGINE PACOMETRICA

Trave indagata n°	Punto d' indagine	Piano	Pacometria N°	Sezione ed Armatura rilevata	Staffe (φ) e passo (cm)	Copriferro medio (mm)
13-48	2,00-2,50 m dal pilastro n.13	Cop.	P36		8 / 10÷20	20÷25
18 - 53	2,00-2,50 m dal pilastro n.18	Cop.	P37		8 / 10÷20	20÷25

Note:

i ferri distanziatori sono ben visibili nelle foto allegate

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI PACOMETRICHE



Allegato n. 5

CarbonTest

INDAGINE DIAGNOSTICA **CARBONTEST[®]** PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

Cantiere:

Piscina Comunale
Località Le Piane
86170 Isernia (isernia)



Committente:

Comune di Isernia
Settore 3° Tecnico - R.U.P. Ing. Antonio Ricchiuti
Piazzale Michelangelo, 2
86170 Isernia (IS)

IDENTIFICAZIONE GENERALE

Committente: COMUNE DI ISERNIA
SETTORE 3° TECNICO - R.U.P. ING. ANTONIO
RICCHIUTI
PIAZZALE MICHELANGELO, 2
86170 ISERNIA

Cantiere: PISCINA COMUNALE
1976
LOCALITÀ LE PIANE
86170 ISERNIA

Data di esecuzione: 11/04/2017
11/04/2017

Operatori: ING. MANLIO IADANZA LANZARO
ING. ALDO IADANZA LANZARO

Presenti ai rilievi:

Lista di distribuzione:	COMUNE DI ISERNIA	N° Copie:	2
		N° Copie:	0
		N° Copie:	0

INDICE

1. PREMESSA

2. ANALISI PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE

2.1 METODOLOGIA DI RILIEVO

2.2 CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE

3. SCHEDA DI RILIEVO

4. ELABORAZIONE DATI E RISULTATI

ALLEGATI

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito si è proceduto ad una analisi diagnostica per rilevare le condizioni dei cementi armati strutturali e di facciata nell'edificio che ospita la Piscina Comunale in Località Le Piane a Isernia.

Il monitoraggio è finalizzato all'accertamento dello stato di danneggiamento e di degrado degli elementi strutturali in cemento armato utilizzando le più idonee tecniche di indagine non distruttive. L'esigenza di seguire l'evoluzione nel tempo dei fenomeni che interessano gli edifici richiede l'esecuzione di un rilievo adeguato.

Nel caso specifico è stata richiesta l'esecuzione di prove strumentali per determinare l'evoluzione del fronte di carbonatazione nelle strutture in cemento armato a vista per ricavare le informazioni necessarie alla pianificazione di un piano di gestione e manutenzione dell'edificio.

Per emettere una corretta diagnosi sul degrado di strutture in conglomerato cementizio armato si può eseguire l'indagine secondo le seguenti fasi:

- raccolta dati
- esame della documentazione esistente (ove presente)
- esame visivo in sito
- prove di perforazione mediante Carbondent®
- rielaborazione ed analisi dei risultati

L'esame visivo e la raccolta dei dati storici se ben eseguite forniscono già un numero sufficiente di informazioni per indirizzare l'esecuzione delle indagini non distruttive. Tale procedura consente di ottimizzare il numero delle prove da eseguire ed i tempi di esecuzione.

I risultati delle prove vengono elaborati ed utilizzati per la compilazione delle schede di rilievo, mentre la documentazione fotografica raccolta permette di completare le informazioni. L'insieme dei valori misurati durante i prelievi e l'analisi consente, infine, la costruzione del grafico della propagazione della carbonatazione, fondamentale per prevedere la vita residua della struttura.

2. ANALISI PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

Il procedimento previsto dalla norma UNI 9944:1992 inerente alla “Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo. Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo” prevede di determinare le caratteristiche sullo stato di conservazione delle armature mediante il prelievo e l'analisi di campioni di calcestruzzo.

Il *prelievo dei campioni* può essere effettuato secondo tre differenti metodologie:

- tramite carotaggio, conforme alla norma UNI 6131:2002, di profondità e dimensione stabilita in funzione dello scopo dell'indagine;
- tramite prelievo di frammenti di calcestruzzo, nel caso di copriferri già visibilmente danneggiati o distaccati dall'armatura;
- tramite prelievo di polveri per mezzo di un trapano a percussione.

La misura della *profondità di carbonatazione* viene svolta utilizzando una soluzione di fenoltaleina all'1% in alcol etilico, che vira al rosa se a contatto con materiali il cui pH è maggiore di 8,3÷10 e rimane incolore per valori di pH inferiori.

Il calcestruzzo che riveste le armature, in genere caratterizzato da un pH compreso tra 13÷13,80, ha delle caratteristiche protettive nei confronti del ferro che si ricopre di un film di ossido di pochi nanometri di spessore. L'alcalinità del calcestruzzo si riduce progressivamente al contatto con l'anidride carbonica presente nell'atmosfera, per cui il pH si riduce a valori 9. In queste nuove condizioni il film di ossido viene distrutto e si annullano le condizioni di passività delle armature.

L'aggressione procede fino a ridurre considerevolmente la sezione resistente delle armature, la cui collaborazione con il calcestruzzo risulta per di più limitata dal decadimento dell'aderenza. I prodotti della corrosione, inoltre, occupano un volume maggiore rispetto allo strato metallico aggredito. L'aumento di volume all'interfaccia metallo-calcestruzzo viene a generare elevate tensioni puntuali di trazione nel calcestruzzo che ne provocano la fessurazione (fenomeni di “spalling”).

La penetrazione della carbonatazione dipende, oltre che dalle caratteristiche intrinseche del getto di calcestruzzo (tipo di cemento, rapporto a/c, porosità, messa in opera, compattazione, stagionatura, fessurazione, copriferro) anche dalle condizioni ambientali (umidità, temperatura, concentrazione CO₂ nell'aria, esposizione). In particolare la presenza di temperature superiori a 15°÷20°C e umidità relative dell'aria intorno al 60% costituiscono condizioni tali da permettere il verificarsi delle reazioni ma da impedire

l'intasamento da parte dell'acqua liquida dei pori del calcestruzzo, fatto che ostacolerebbe il trasporto della anidride carbonica in fase gassosa.

La presenza di alternanza di condizioni di bagnato e asciutto, come quelle provocate dalla pioggia sulle facciate degli edifici, riduce leggermente i tempi di avanzamento del fronte di carbonatazione ma costituisce le condizioni migliori per la corrosione delle armature.

Le differenze di esposizione costituiscono le principali variabili nell'avanzamento della propagazione della carbonatazione a parità di caratteristiche intrinseche dell'edificio.

La Norma UNI EN 206, infatti, suddivide i livelli delle condizioni di aggressività ambientale definendo 4 livelli XC per la corrosione da Carbonatazione.

Dove il calcestruzzo armato è esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione viene classificata come segue:

- XC1 – Secco o saturo
- XC2 – Umido, raramente secco
- XC3 – Moderatamente umido
- XC4 – Cicli di bagnamento e asciugamento

La conoscenza approfondita delle cause perturbatrici della carbonatazione permette la scelta dei punti di prova, prediligendo quelli più sensibili o in cui l'evoluzione del fenomeno appare più avanzata.

2.1 METODOLOGIA DI RILIEVO

La procedura di indagine Carbontest[®], utilizzata per l'esecuzione dell'analisi della profondità di carbonatazione, rispetta le prescrizioni normative utilizzando la metodologia del prelievo di polveri, ma introduce un sistema di raccolta innovativo in grado di rendere poco invasivo il prelievo ed accelerare notevolmente i tempi di prova rispetto a quelli necessari nel metodo tradizionale.

Una volta individuate le zone in grado di fornire i risultati più significativi si procede con la prova. Sul punto prescelto, in aderenza con il manufatto da analizzare, si posiziona il dispositivo di raccolta corredato della provetta di accumulo. Utilizzando un comune trapano a percussione si esegue la penetrazione del calcestruzzo procedendo con velocità costante per tutta la durata dell'operazione. La prima polvere in uscita viene raccolta sul fondo della provetta e l'ultima sulla sommità della stessa. L'impiego di un contenitore trasparente consente di verificare il regolare afflusso di polvere durante la perforazione ed il risultato è un campione ordinato all'interno della provetta.

Al termine della perforazione si determina con precisione la lunghezza del campione di polvere prelevato e lo si rapporta alla misurazione dell'effettiva profondità del foro nel manufatto, considerato che la polvere, per quanto costipata, occupa un volume superiore all'elemento di origine.

Utilizzando una pipetta pasteur si stende un velo di fenolftaleina lungo il taglio longitudinale svasato presente sulla provetta in modo da far penetrare il liquido all'interno della polvere del campione. La reazione chimica del reagente avviene immediatamente. Il calcestruzzo carbonatato non modifica il suo colore, mentre quello non ancora raggiunto dalla carbonatazione assume il tipico colore rosa. Dopo breve asciugatura del campione si misura con precisione millimetrica la lunghezza della parte carbonatata distinguendola dalla parte non degradata. Il rapporto di scala determinato in precedenza permette di calcolare il valore reale del fronte di carbonatazione nel punto del manufatto analizzato.

L'utilizzo di un apposito stucco per cemento consente la chiusura del foro prodotto durante il prelievo e restituisce l'aspetto estetico originario all'elemento provato, annullando la possibilità di aggressione degli agenti esterni che potrebbero accelerarne localmente il degrado.

2.2 CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE

Oltre al trapano a percussione, i principali componenti che consentono l'esecuzione del prelievo e dell'analisi mediante Carbontest® sono:

- *Picker per la raccolta della polvere* costituito da testina anulare di intercettazione dotata di elemento di tenuta. La parte inferiore dell'anello si conclude con un condotto ad imbuto per il convoglio della polvere nell'apposita provetta.
- *Provetta in stiroloacrilonitrile* della lunghezza di 18 cm, e diametro interno da 9 mm. Il contenitore trasparente è dotato di un apposito taglio sottile lungo la generatrice che consente il passaggio del reagente liquido ma impedisce la fuoriuscita della polvere.
- *Righello di misurazione* con tacche graduate per l'inserimento nel foro e per la misurazione della polvere raccolta nella provetta.
- *Soluzione alcolica all'1% di Fenolftaleina*, caratterizzata da un range di reazione compreso tra pH 8,3 e pH 10,0 che determina il viraggio al rosa della polvere non interessata dalla carbonatazione.
- *Pipetta Pasteur* dosatrice da 3 ml per la disposizione della fenolftaleina lungo il taglio sottile della provetta

3. SCHEDE DI RILIEVO

Nella parte conclusiva della norma UNI 9944:1992 è riportata l'indicazione delle informazioni minime che devono essere contenute nel resoconto di una prova di carbonatazione. Per ordinare le informazioni inerenti la prova è stata predisposta un'apposita scheda di rilievo che organizza le misurazioni effettuate e consente una rapida lettura di sintesi di ogni prova. La scheda di rilievo, oltre ad indicare la data del prelievo ed i dati della struttura oggetto di analisi, riporta le principali indicazioni relative all'identificazione della prova e all'esito del rilievo.

L'Identificazione della prova riassume le informazioni necessarie alla localizzazione univoca del punto di prelievo, alla descrizione delle principali caratteristiche del calcestruzzo nonché delle condizioni ambientali riscontrate.

In particolare è riportata la classe di esposizione ai sensi della Norma UNI EN 206, l'orientamento della superficie e l'ambiente in cui si trova il manufatto. La definizione della tipologia di elemento, infine, consente il raggruppamento dei dati anche per omogeneità strutturali.

L'Esito del rilievo riporta le principali grandezze misurate nelle diverse fasi della procedura Carbondest®. La determinazione del rapporto di scala tra la profondità del foro e la quantità di polvere contenuta nella provetta consente il calcolo della profondità di carbonatazione con precisione millimetrica.

La documentazione fotografica a completamento della scheda di rilievo consente l'individuazione del punto di prova e l'osservazione dell'esito del rilievo attraverso la misurazione della carbonatazione direttamente dalla provetta del campione prelevato.

Note e commenti completano l'analisi e forniscono ulteriori indicazioni su quanto emerso durante il sopralluogo.

PROVA N°	1
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	---------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Pilastro	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	Parte mediana
------------------------------	---------------

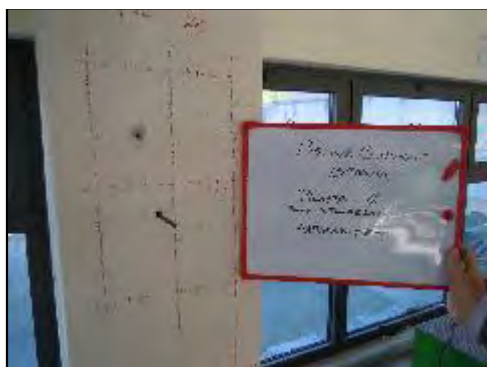


Foto 1.1 - Pilastro X



Foto 1.2 - Particolare carbonatazione

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	70 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	15 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	130 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.54 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	8 mm
--	-------------

NOTE

Pilastro N. 14 GALLERIA

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	2
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Pilastro	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	ESTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	PIANO INTERMEDIO
------------------------------	------------------

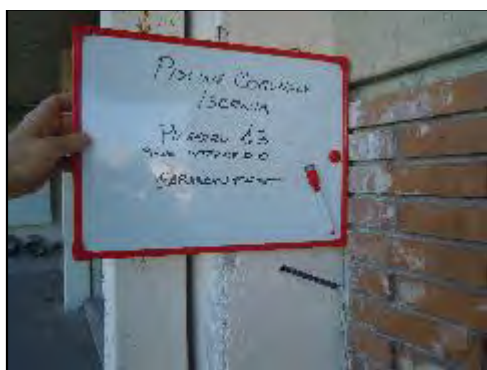


Foto 2.1 -



Foto 2.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	50 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	65 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	85 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.47 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	38 mm
--	--------------

NOTE

PILASTRO n. 13 PIANO INTERMEDIO

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	3
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Pilastro	<i>Orientamento superficie</i>	SE
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	
----------------------------	--

<i>Individuazione punto:</i>	
------------------------------	--



Foto 3.1 -



Foto 3.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	75 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	0 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	130 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.58 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	0 mm
--	-------------

NOTE

PILASTRO 51 PIANO TERRA

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	4
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Pilastro	<i>Orientamento superficie</i>	SE
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	PIANO TERRA
------------------------------	-------------



Foto 4.1 -



Foto 4.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	50 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	0 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	110 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.45 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	0 mm
--	-------------

NOTE

PILASTRO 48 PIANO TERRA

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	5
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Pilastro	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	PIANO TERRA
------------------------------	-------------



Foto 5.1 -



Foto 5.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	70 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	30 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	120 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.58 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	18 mm
--	--------------

NOTE

--

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	6
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Pilastro	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	
----------------------------	--

<i>Individuazione punto:</i>	PIANO TERRA
------------------------------	-------------

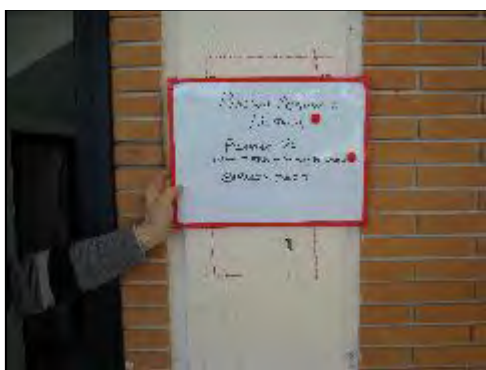


Foto 6.1 -



Foto 6.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	75 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	45 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	140 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.54 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	24 mm
--	--------------

NOTE

PILASTRO 26 PIANO TERRA

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	7
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Trave	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	
----------------------------	--

<i>Individuazione punto:</i>	TRAVERE 12-13 SPOGLIATOI
------------------------------	--------------------------

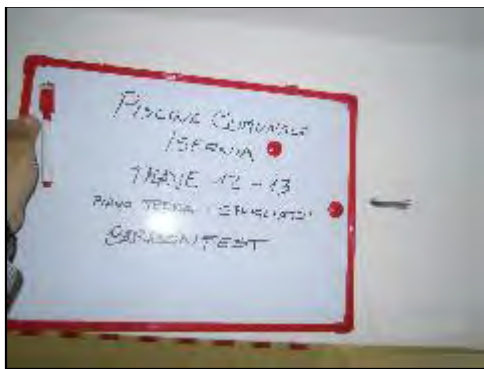


Foto 7.1 -



Foto 7.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	75 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	80 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	140 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.54 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	43 mm
--	--------------

NOTE

--

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	8
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Trave	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	TRAVERE 2-3 SPOGLIATOIO
------------------------------	-------------------------



Foto 8.1 -



Foto 8.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	75 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	45 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	145 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.52 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	23 mm
--	--------------

NOTE

TRAVERE 2-3 SPOGLIATOIO

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	9
-----------------	----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Trave	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	TRAVE 4-5 INGRESSO
------------------------------	--------------------

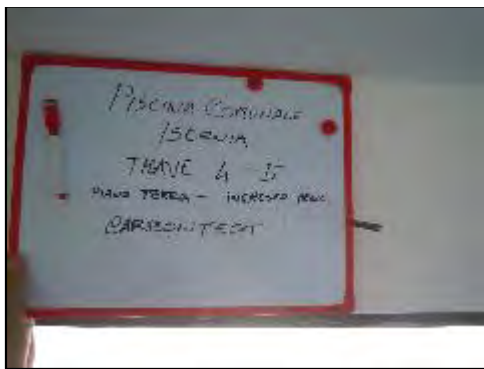


Foto 9.1 -



Foto 9.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	60 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	70 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	140 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.43 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	30 mm
--	--------------

NOTE

TRAVE 4-5 INGRESSO

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	10
-----------------	-----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Trave	<i>Orientamento superficie</i>	NE
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	TRAVERE 16-17 PIANO TERRA
------------------------------	---------------------------



Foto 10.1 -



Foto 10.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	70 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	85 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	140 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.5 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	43 mm
--	--------------

NOTE

TRAVERE 16-17 LOCALE QUADRO ELETTRICO

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

PROVA N°	11
-----------------	-----------

<i>Operatore</i>	Ing. Aldo Iadanza Lanzaro	<i>Data Prelievo</i>	27/04/2017
------------------	------------------------------	----------------------	------------

IDENTIFICAZIONE PROVA

<i>Elemento Prova:</i>	Trave	<i>Orientamento superficie</i>	NO
<i>Ambiente:</i>	INTERNO	<i>Tipo Esposizione</i>	XC3

<i>Stato calcestruzzo:</i>	INTEGRO
----------------------------	---------

<i>Individuazione punto:</i>	TRAVE 8-9 PIANO TERRA
------------------------------	-----------------------

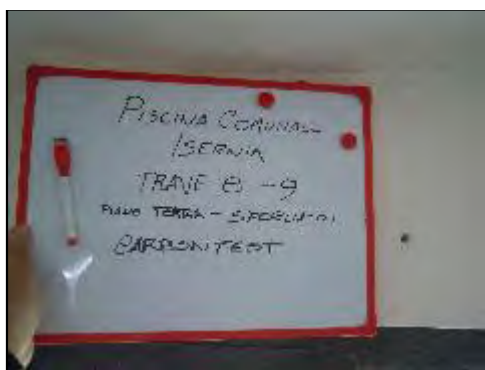


Foto 11.1 -



Foto 11.2 -

ESITO PRELIEVO

<i>Profondità del foro:</i>	75 mm	<i>Carbonatazione misurata:</i>	20 mm
<i>Quantità polvere in provetta:</i>	135 mm	<i>Rapporto di scala:</i>	0.56 mm

Profondità di Carbonatazione reale:	11 mm
--	--------------

NOTE

TRAVE 8-9 PIANO TERRA SPOGLIATOIO

Rilievo eseguito in ottemperanza alla norma di riferimento UNI 9944:1992

4.ELABORAZIONE DATI E RISULTATI

L'organizzazione dei rilievi svolti durante il sopralluogo richiede la scelta di criteri per confrontare i valori di profondità di carbonatazione tra elementi strutturali omogenei.

Oltre alla tabella di riepilogo contenente le misurazioni di tutte le prove eseguite, per ogni criterio di confronto scelto si riporta una scheda di sintesi contenente il grafico della propagazione della carbonatazione, riferito al valore medio delle profondità di carbonatazione misurate, utile per la previsione della vita residua della struttura.

L'attendibilità della previsione della propagazione della carbonatazione dipende dall'affidabilità dei parametri utilizzati e dalle misure effettuate. Anche in condizioni apparentemente omogenee di calcestruzzo ed esposizione, le grandezze misurate possono variare da punto a punto, pertanto in presenza di opere di grande rilevanza è opportuno effettuare un numero notevole di misure e impostare una stima di tipo probabilistico.

La carbonatazione inizia sulla superficie esterna del calcestruzzo e successivamente interessa le regioni più interne. La sua penetrazione nel tempo segue una legge del tipo $s = K t^{1/n}$ dove nel tempo (t) lo spessore dello strato carbonatato (s), avanza in funzione di un coefficiente K, indice della velocità di penetrazione. Nella maggior parte dei calcestruzzi l'esponente n vale circa 2 pertanto si ottiene un andamento parabolico. Nel caso di strutture esistenti è possibile misurare nelle diverse parti dell'opera la penetrazione della carbonatazione e quindi, nota l'età della struttura, determinare sperimentalmente il coefficiente K prevedendo con precisione l'andamento futuro della carbonatazione.

Il diagramma, ricostruito risalendo al valore del coefficiente di propagazione (K), rispecchia l'andamento reale nell'ipotesi di:

- assenza di variazioni di esposizione rispetto al passato;
- omogeneità del calcestruzzo su tutto lo spessore;
- umidità relativa costante (U.R.=65%)

La presenza di precipitazioni maggiori di 2,5 mm, convenzionalmente individua periodi di momentaneo arresto del processo di carbonatazione a seguito dell'impossibilità per l'anidride carbonica di diffondere attraverso i pori capillari saturi d'acqua. La presenza di questa condizione, pertanto, tende a sovrastimare la penetrazione nel calcestruzzo.

In ogni caso, noto lo spessore di copriferro e la legge di penetrazione della carbonatazione, è possibile valutare il tempo residuo per raggiungere le armature.

CRITERIO N°	1	Valutazione unica su tutti gli elementi indagati
--------------------	----------	---

N° PRELIEVO	ELEMENTO	ESPOSIZ.	AMBIENTE	ORIENT.	CARBONATAZIONE [mm]
1	Pilastro	XC2	INTERNO	NO	8
2	Pilastro	XC3	ESTERNO	NO	38
3	Pilastro	XC3	INTERNO	SE	0
4	Pilastro	XC3	INTERNO	SE	0
5	Pilastro	XC3	INTERNO	NO	18
6	Pilastro	XC3	INTERNO	NO	24
7	Trave	XC3	INTERNO	NO	43
8	Trave	XC3	INTERNO	NO	23
9	Trave	XC3	INTERNO	NO	30
10	Trave	XC3	INTERNO	NE	43
11	Trave	XC3	INTERNO	NO	11

VALUTAZIONE DELLA PROFONDITA DI CARBONATAZIONE

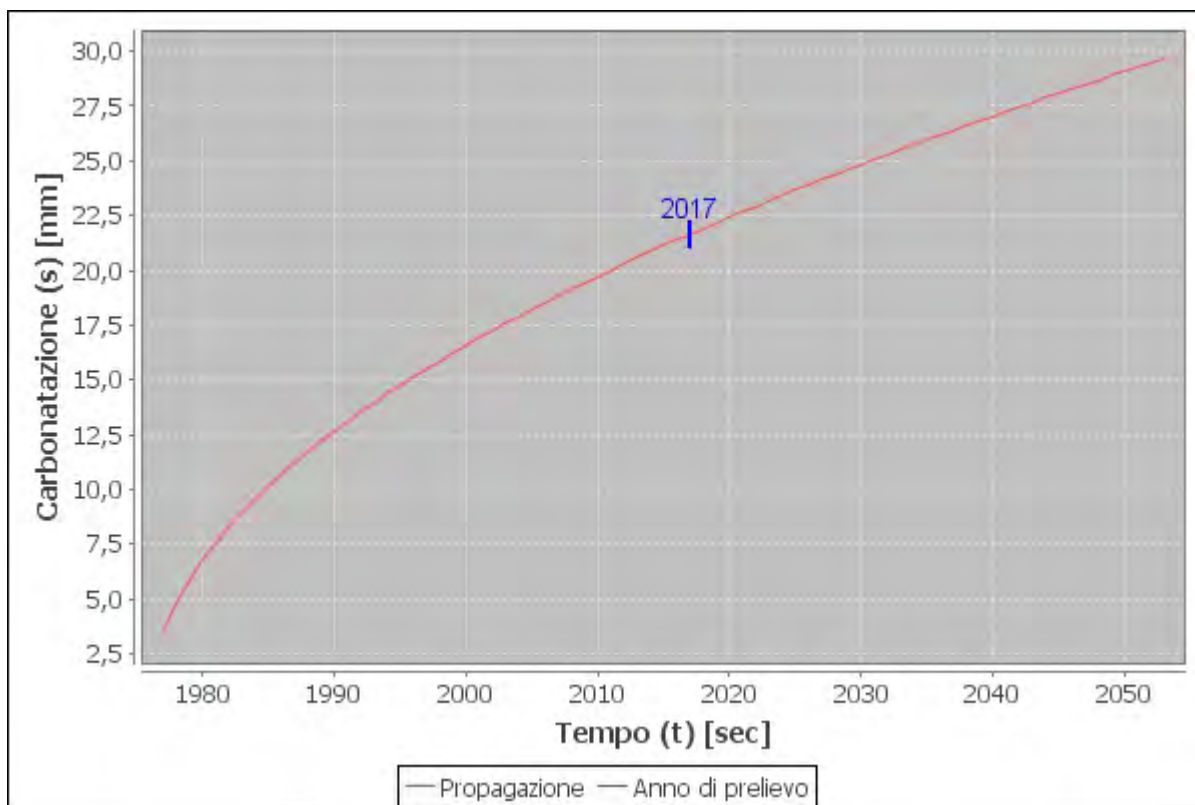
Edificio di 41 anni Coefficiente velocità di propagazione $K = 3,38$

Min = 0,00mm

Med = 21,64mm

Max = 43,00mm

S.Q.M. = 15,10



NOTE:

I test di carbonatazione sono stati effettuati anche su N. 9 Carote di cls estratte - vedi Report nella Certificazione Geotecna srl.

Allegato n. 6
Rilievo delle criticità

PISCINA COMUNALE DI ISERNIA IN LOCALITA' LE PIANE

RILIEVO FOTOGRAFICO CRITICITA' RISCONTRATE



Condizione attuale delle solette a sbalzo in c.a.
Mancanza di copriferro e carbonatazione del c.a.



Solette e Velette di copertura in c.a.
Piccoli spessori delle velette e conseguente ossidazione
delle armature per mancanza di copriferro



Solette di copertura a sbalzo in c.a.



Cornicioni in c.a.



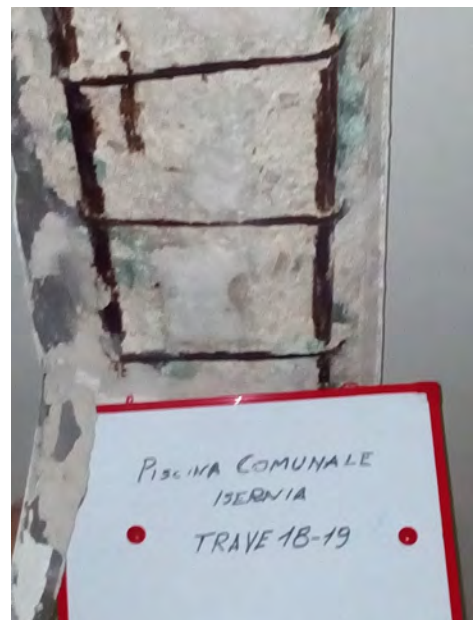
Velette in c.a. di copertura



Scala esterna in c.a.



Lesione sul rivestimento di un pilastro in c.a.



Trave in c.a. negli spogliaioi con espulsioni avvenute



Trave spogliatoio con ripristini mal eseguiti
Sono evidenti le lesioni di espulsioni



Trave spogliatoio con ripristini mal eseguiti
Sono evidenti le lesioni di espulsioni



Trave spogliatoio con lavori di ripristino mal eseguiti
Sono evidenti le lesioni delle espulsioni



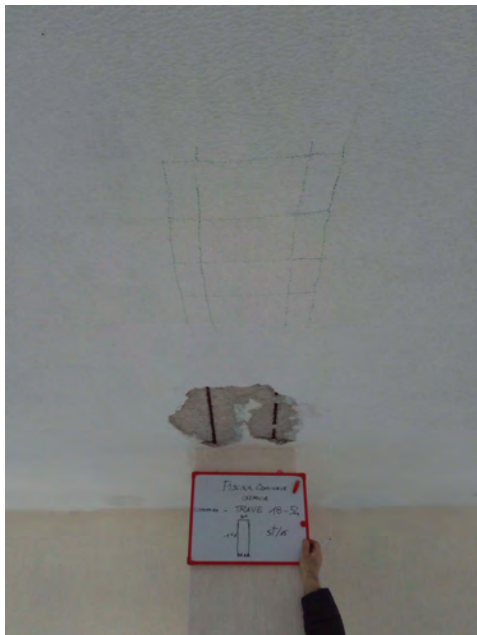
Residui di demolizione di una trave " mal riparata"
Evidente passivazione dell'acciaio e malta tissotropica espulsa



Trave spogliatoio con riparazione mal eseguita e ossidazione del ferro di armatura e carbonatazione del c.a.



Residui intonaco trave di copertura carbonatata per presenza di ferri distanziatori ossidati



Trave di copertura carbonatata per presenza di ferri distanziatori ossidati ed espulsione dell'intonaco



Residui di intonaco trave di copertura carbonatata per presenza di ferri distanziatori ossidati