

Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Orientale
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n° 1949

Componenti di intervento nel progetto di ammmodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII nel porto di Trieste

CIG: 9192064b2b - CUP: C94E21000270001

PROGETTISTA:



F&M Ingegneria Spa
Via Belvedere 8/10
30035 - Mirano (VE)



Haskoning-DHV Nederland B.V
P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands



HMR srl
Piazzale della Stazione 7
35131 - Padova (PD)



SQS srl
Viale della Terza Armata 7
34123 - Trieste (TS)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Eric Marcone

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

NOME FILE: 1949_PFTE_L1_STR_r003_02_00.doc

SCALA: -

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE SULLE INDAGINI STRUTTURALI

ELABORATO:

L1_STR_r003

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	05/05/2023	PRIMA EMISSIONE PER COMMENTI	IN SITU	IN SITU	IN SITU



Campagna di indagini 2020

INDAGINI E CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE DELL'AREA 3 MOLO VII DEL PORTO DI TRIESTE



Rapporto Tecnico: 2367 MIC

Opera: pali e impalcato

Località: Area 3 molo VII Porto di Trieste – 34123 Trieste (TS)

Data esecuzione dei controlli: dal 18 agosto 2020 al 7 settembre 2020

Committente: Trieste Marine Terminal Spa

Il Tecnico:

dott. Massimiliano La Porta

IN SITU s.r.l.
Via Carlo Errera 14
34147 TRIESTE TS
P. IVA 01133420321
REA TS 127217

1.	GENERALITÀ	3
2.	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	3
3.	METODOLOGIE DI PROVA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	4
	METODO ELETTROMAGNETICO	4
	PRELIEVO DI CAMPIONI CILINDRICI DI CLS	7
	PROVA COLORIMETRICA	8
	DETERMINAZIONE DELLA PENETRAZIONE DEGLI IONI CLORURO	9
	PRELIEVO DI BARRE D'ARMATURA	11
	DETERMINAZIONE DEL POTENZIALE DI CORROSIONE (UNI 10174:2020)	12
4.	ACQUISIZIONE DATI	14
	PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE	15
	RIEPILOGO DELLE PROVE ESEGUITE	26
5.	RISULTATI SPERIMENTALI	27
	CALCESTRUZZI - RISULTATI INDAGINI	27
	ACCIAI - RISULTATI PRELIEVI ED INDAGINI	35
6.	CERTIFICAZIONE PERSONALE	49
7.	CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO	50
8.	SCHEDE MATERIALI PER RIPRISTINO STRUTTURALE	56
9.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	59

1. GENERALITÀ

Trieste Marine Terminal Spa ha incaricato la società IN SITU s.r.l. - SERVIZI TECNICI PER L'INGEGNERIA - di eseguire una campagna di indagini multidisciplinari per la verifica dei pali e delle piastre prefabbricate in c.a del Molo VII, Area 3 del Porto di Trieste.

Le indagini in cantiere sono state eseguite dal 18 agosto al 7 settembre 2020.

2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

Le specifiche attività per lo svolgimento delle indagini in oggetto sono state le seguenti:

- identificazione delle strutture da indagare;
- preparazione delle aree di prova;
- preparazione dell'attrezzatura;
- numerazione zone di prova;
- effettuazione delle prove e dei rilievi;
- analisi dei risultati;
- redazione della relazione tecnica.

La Committenza, allo scopo di valutare le caratteristiche costruttive degli elementi strutturali del manufatto, ha richiesto una campagna conoscitiva multidisciplinare di indagini.

Per l'individuazione dei ferri d'armatura negli elementi in c.a. (controllo richiesto per la verifica delle armature e propedeutico all'esecuzione delle verifiche) è stata utilizzata l'**indagine pacometrica** (metodologia d'indagine elettromagnetica in conformità alle normative BS 1881-204:1988 e ASTM C 876:2009).

Per i controlli della resistenza delle strutture in c.a. e acciaio, del loro stato di fatto, si sono utilizzate le seguenti metodologie:

- **Prelievo di campione cilindrico di cls** al fine di ottenere un'indicazione sul valore medio della resistenza a compressione e del modulo elastico del calcestruzzo in opera - in conformità alle norme UNI EN 12390-3:2019 e UNI EN 12504- 1:2019
- **Prova colorimetrica** per la verifica della profondità di carbonatazione.
- **Determinazione della penetrazione degli ioni di cloruro.**
- **Prelievo barra d'armatura** per prova a trazione in Laboratorio in conformità alle norme UNI EN ISO 6892-1:2020.
- **Determinazione del potenziale di corrosione** (UNI 10174:2020).
- **Microscasso localizzato** per ispezione del sistema di protezione (guaina+iniezione) delle barre di precompressione.
- **Martellatura** sulle travi secondarie per il controllo della compattezza del calcestruzzo.

Per la ricostruzione geometrica delle strutture e la determinazione dei rapporti tra esse, si è eseguita una campagna di **misure, rilievi visivi e fotografici**.

3. METODOLOGIE DI PROVA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

METODO ELETTROMAGNETICO

Il Pacometro è uno strumento utilizzato per localizzare in modo rapido ed accurato la presenza e l'orientamento delle barre nel calcestruzzo armato e misurare, con buona precisione, lo spessore di copriferro ed il diametro dei ferri d'armatura.

Tale metodologia di prova è regolamentata dalle seguenti normative: BS1881-204:1988 e ASTM C 876.



Il rilievo dei ferri d'armatura con il metodo elettromagnetico risulta l'indispensabile ed imprescindibile fase preliminare per qualunque altra tipologia di controllo su strutture in c.a. in quanto evita che la prova che venga eseguita a ridosso della carpenteria di una struttura.

Indagini sclerometriche, ultrasuoni, pull-out, carotaggi, etc., eseguite senza una precedente indagine pachometrica non possono essere ritenute valide considerato che i risultati possono essere stati influenzati dalla presenza delle armature.

Il rilievo dei ferri d'armatura nelle strutture in C.A. (barre e staffe) viene quindi utilizzato

sia per l'individuazione di zone libere utili all'esecuzione delle prove non invasive (metodo microsismico) e semi-distruttive (pull out, carotaggi, ...), sia per verificare la geometria della carpenteria metallica all'interno di una struttura in cls. Spesso, infatti, si opera su manufatti per i quali non si hanno dati sulla disposizione delle armature, sull'esecuzione delle strutture e sulle caratteristiche dei materiali impiegati ed il quesito che, il più delle volte viene posto agli specialisti del settore, è quello di conoscere l'effettiva disposizione delle barre di armatura, il loro numero, il loro diametro e la misura dello spessore



del copriferro senza danneggiare la struttura in esame.

Lo strumento sfrutta il principio delle *correnti passive*: un conduttore massiccio, come può essere un'armatura, sottoposto ad un campo d'induzione magnetica dissipa una certa quantità di potenza in funzione della sua resistività e geometria. Tale metodologia d'indagine si avvale del principio della misurazione dell'assorbimento del campo magnetico, prodotto dalla stessa apparecchiatura.

La posizione dei ferri è determinata muovendo la sonda sulla superficie in

esame, fino ad individuare la direzione di massimo assorbimento elettromagnetico che corrisponde all'andamento longitudinale della barra.

Un sistema d'informazione direzionale indica se la sonda si avvicina o si allontana dalla barra permettendo di raggiungere precisioni molto elevate, dell'ordine del millimetro.

La posizione delle barre viene sempre individuata con estrema precisione e rapidità grazie alla presenza di dispositivi ottici (LED ultra-luminoso e barra di intensità del segnale) e spie audio a frequenza variabile, distinguibili in modo chiaro anche in ambienti rumorosi.

L'individuazione delle barre d'armatura sugli elementi in c.a. è stata eseguita con un Pacometro Multifunzione Elcometer Covermaster P331-H.

In alternativa alla strumentazione sopra descritta, per una ricostruzione di maggiore dettaglio delle strutture indagate è stato utilizzato il Ferroskan FS200 S della Hilti.

Il Ferroskan di Hilti, a differenza della maggior parte degli altri pachometri che si basano indifferentemente o sul principio delle correnti parassite (eddy currents) o su quello dell'induzione magnetica (magnetic induction), li sfrutta entrambi risultando così immune da interferenze elettriche, magnetiche, termiche e non subendo condizionamenti dovuti ad effetti ionici dell'umidità nel calcestruzzo stagionato.



Pacometro Ferroskan HILTI PS 200 S

Come conseguenza di ciò, durante il rilievo e nella successiva elaborazione, si ha una buona precisione e riproducibilità dei dati.

Lo strumento è in grado di effettuare una rapida analisi in sito, consentendo di determinare diversi parametri legati alla struttura stessa, come la direzione, la distanza tra ferri, la posizione, il diametro e lo spessore del copriferro. La profondità massima di rilevamento del copriferro è di 160 mm con una precisione di ± 3 mm, mentre per la definizione dei diametri delle armature la profondità massima si riduce a 60 mm (il range del diametro ferro min-max rilevabile va da 6 - 36 mm).

Lo strumento restituisce sostanzialmente una immagine simile ad una rappresentazione radiografica. Il software di elaborazione dedicato, a seguito di analisi del segnale relativo all'immagine acquisita, permette di visualizzare la disposizione, il diametro delle barre di armatura e lo spessore di copriferro direttamente in cantiere, per mezzo di apposito pc portatile dotato di display, che oltre ad elaborare in sito i dati acquisiti, ha anche la funzione di immagazzinare numerose scansioni su scheda di memoria.

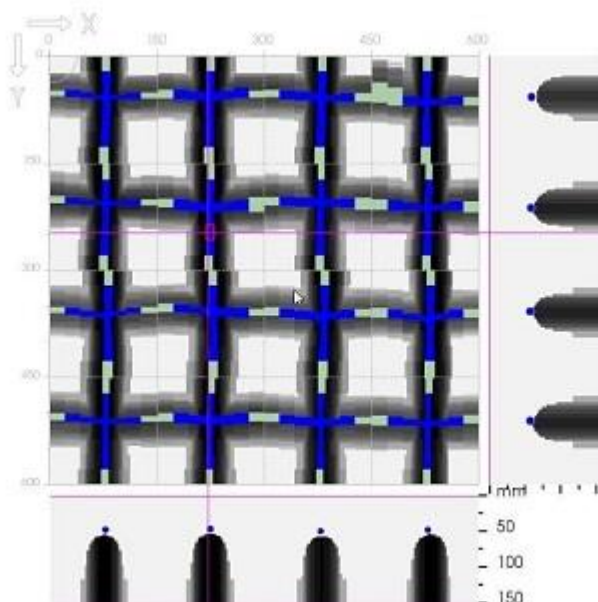
Effettuata l'elaborazione, basta posizionare il puntatore nelle zone verificate dal software (aree blu), per ottenere informazioni speditive di massima relative al diametro, alla profondità e alla posizione rispetto alle altre barre di armatura (es. passo staffe).

Successivamente, in fase di post-processo dei dati, è possibile approfondire i risultati dell'indagine attraverso il software PROFIS, che consente la visualizzazione ed elaborazione delle scansioni, al fine di estrarre tutte le informazioni necessarie a ricostruire le armature presenti (diametri, copriferro, posizione delle armature etc.) con la maggiore precisione possibile.



Tablet PSA 200 per il post-processo

Per la semplice ricerca della posizione delle barre e dello spessore di copriferro, si procede facendo scorrere lo scanner in modo parallelo prima alle staffe. Una volta individuate e tracciate quest'ultime, si passa nuovamente lo scanner tra due di esse (sempre parallelamente al verso delle barre di cui si vuole effettuare la ricerca) e si segna la posizione dei ferri longitudinali. Lo strumento alla presenza di elementi metallici emette un suono quanto più si è vicini ad esso, visualizzando contemporaneamente sul display dello scanner sia l'intensità di segnale (per determinare l'esatta posizione della barra) che lo spessore del copriferro. Per una analisi più approfondita, ovvero per la determinazione dei diametri, dello spessore del copriferro e dell'esatta disposizione delle armature, si procede effettuando delle scansioni su una griglia preimpostata con maglia 15x15 cm. Ogni singola scansione consente di coprire un'area massima di 60 x 60 cm. Nel caso in cui sia necessario verificare una superficie maggiore, per mezzo di un'altra funzione fornita dallo strumento, si procede a scansioni multiple ovvero all'acquisizione di più scansioni singole, che il software provvede poi ad assemblare secondo la sequenza stabilita dall'operatore (superficie massima scansionabile 240 x 240 cm).



Scansione con Ferroskan post elaborazione del software

PRELIEVO DI CAMPIONI CILINDRICI DI CLS

L'esecuzione di carotaggi meccanici lubrificati ad acqua, grazie all'assenza di vibrazioni, permette di indagare la consistenza dei materiali riducendo al minimo il disturbo alle strutture siano esse in calcestruzzo o muratura.

È una tecnica di indagine versatile che può essere impiegata su diversi elementi strutturali quali pilastri, travi, fondazioni, pavimentazioni industriali, pareti e setti. L'estrazione di carote, opportunamente referenziate in cassette catalogatrici permette poi l'esecuzione di prove di laboratorio per valutarne le principali caratteristiche meccaniche e/o chimiche.

La scelta del diametro della carota dovrà tenere conto di alcuni aspetti:

- la riduzione della sezione resistente dell'elemento in studio;
- evitare il taglio di armature;
- il diametro dell'inerte.

L'operazione di carotaggio è particolarmente delicata in quanto, se non eseguita correttamente, potrebbe compromettere i risultati. Sono quindi importanti alcuni aspetti:

utilizzare punte perfettamente cilindriche e ben affilate; fissare rigidamente la carotatrice evitando qualunque vibrazione; utilizzare abbondantemente l'acqua di raffreddamento. Il prelievo dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio è stato eseguito con la strumentazione HILTI di seguito riportata.

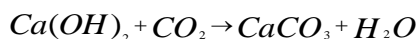
Fase preliminare propedeutica al carotaggio è l'individuazione delle barre d'armatura mediante indagine pachometrica.

Dopo il prelievo l'elemento strutturale è ripristinato in funzionalità, il ripristino sarà eseguito mediante l'ausilio di carote preconfezionate e Kerakoll Geolite G10.



PROVA COLORIMETRICA

La carbonatazione è un processo chimico per il quale l'anidride carbonica presente nell'aria viene assorbita dal cls, trasformando l'idrossido di calcio (fortemente basico), in carbonato di calcio secondo la reazione:



Tale reazione determina un abbassamento del pH del cls da valori prossimi a 12 a valori inferiori a 9, con la conseguente eliminazione della naturale barriera alcalina passivante dei ferri d'armatura. Infatti, un conglomerato cementizio correttamente proporzionato, presenta un ambiente fortemente alcalino (pH 12-13) che inibisce le reazioni di ossidazione delle armature.



Nel momento in cui la carbonatazione raggiunge l'armatura, avviene dunque in quest'ultima il pericoloso fenomeno della corrosione, con tutte le dannose conseguenze ad esso associate (rigonfiamento delle barre e distacco del copriferro, perdita di sezione utile, ...).

La prova può essere effettuata direttamente sull'elemento strutturale, in corrispondenza di una prova di pull out, asportando il copriferro di uno spigolo, all'interno di un foro o su un provino cilindrico estratto mediante carotaggio dall'elemento stesso.

La misura della profondità di carbonatazione è stata determinata con il metodo del viraggio chimico, spruzzando sulla superficie del conglomerato cementizio una soluzione di fenolftaleina all'1% in alcool etilico.

La fenolftaleina vira al viola al contatto con materiale il cui pH sia maggiore di circa 9.2 e rimane incolore per valori di pH minori.

La misura della profondità di carbonatazione, secondo la normativa, deve essere rilevata con precisione di 1 mm.

CARBONATATO	NON CARBONATATO

La velocità di penetrazione della carbonatazione all'interno del cls, nella maggior parte dei calcestruzzi, segue un andamento di tipo parabolico secondo la formula sotto riportata diminuendo all'aumentare del tempo.

$$S = K\sqrt{t}$$

dove:

"S" è lo spessore dello strato carbonatato; "t" è il tempo; "K" è un coefficiente di carbonatazione che può essere assunto come un indice della velocità di penetrazione della carbonatazione. Esso dipende dalle caratteristiche del cls (permeabilità, composizione, ecc.) e dalle condizioni ambientali (umidità, concentrazione di anidride carbonica nell'aria, ecc.).

DETERMINAZIONE DELLA PENETRAZIONE DEGLI IONI CLORURO

I cloruri rappresentano una causa frequente di corrosione delle armature. Le normative attuali regolano l'impiego di materie prime che li contengono. I cloruri possono però penetrare dall'ambiente esterno. Questo avviene ad esempio nel caso delle strutture marine o delle opere stradali su cui si spargono sali antigelo.

L'attacco corrosivo si innesca quando la concentrazione dei cloruri a contatto con le armature raggiunge un valore sufficientemente elevato. Questo tenore, detto tenore critico, dipende dal potenziale delle armature, che a sua volta è legato alla quantità di ossigeno che raggiunge la loro superficie. Di conseguenza, l'attacco può aver luogo per un contenuto di cloruri relativamente modesto quando il calcestruzzo è esposto all'atmosfera, dove l'ossigeno può raggiungere facilmente le armature; per tenori, invece, molto più elevati quando il calcestruzzo è saturo d'acqua, perché l'apporto di ossigeno risulta ostacolato.

Il mantenimento della passività nell'armatura, richiede infatti una continua presenza di alti livelli di alcalinità nella soluzione a contatto con l'acciaio, nonché l'assenza di ioni aggressivi. Una riduzione dell'alcalinità o la presenza di ioni aggressivi come i cloruri (provenienti dall'impasto cementizio o dall'esterno), agiscono da catalizzatori nella reazione di ossidazione del ferro, e possono portare alla distruzione del film di passività che ricopre il metallo nelle condizioni originarie, e quindi alla propagazione della corrosione.

Le indagini possono essere eseguite per indagare le cause di un fenomeno di corrosione dell'armatura già avvenuto, così come per ricavare elementi di giudizio sul comportamento nel tempo dell'armatura. In ogni caso lo scopo principale della determinazione, oltre a quello di arrivare a valutare la quantità di cloruri effettivamente attivi ai fini della corrosione, è quello di conoscere l'aumento di concentrazione ad un determinato tempo rispetto al contenuto totale già presente inizialmente.

Il prelievo dei campioni necessari alla valutazione della profondità di penetrazione degli ioni cloro, può essere effettuato secondo tre diverse metodologie:

prelievo mediante carotaggio: per la determinazione della quantità degli ioni cloruro sono sufficienti anche prelievi di piccolo diametro (D40 mm, o inferiore);

prelievo di frammenti di calcestruzzo. Qualora il copriferro risulti visibilmente staccato dall'armatura, i campioni per le analisi potranno essere prelevati manualmente o con l'ausilio di piccoli utensili. In tal caso è opportuno che i campioni abbiano uno spessore minimo non minore dello spessore del copriferro.

prelievo di polveri attraverso l'impiego di un trapano con punta (che deve essere pulita!) di diametro non minore di 20 mm;

Il metodo si basa sull'estrazione dei cloruri dal calcestruzzo con acqua o con acido nitrico. La prova fornisce in forma grafica o tabellare, la percentuale di cloruri presenti nei campioni analizzati.



Corrosione localizzata delle armature per presenza di cloruri (pitting).

PRELIEVO DI BARRE D'ARMATURA

Il prelievo di barre d'armatura è fatto individuando i punti meno pericolosi e le posizioni più idonee per evitare danni alla struttura. Il prelievo di barre d'armatura è fondamentale per determinare le caratteristiche meccaniche delle barre in strutture in cemento armato sottoposte ad indagine e si effettua mediante estrazione di campioni di lunghezza circa 40-50 cm dall'elemento strutturale.

Il prelievo viene effettuato nella zona di sollecitazione minima dell'elemento strutturale e si svolge secondo le seguenti fasi:

- individuazione della posizione esatta della barra mediante indagine magnetometrica sull'elemento strutturale soggetto ad indagine;
- scasso mediante martello demolitore del copriferro fino a scoprire la barra da prelevare;
- taglio della barra ed estrazione.
- saldatura alla barra esistente della nuova barra di diametro maggiore o uguale.

Successivamente un laboratorio autorizzato effettuerà sulle barre prelevate, le prove volte alla determinazione delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione di snervamento;
- tensione di rottura;
- allungamento percentuale a rottura.

Dopo il prelievo l'elemento strutturale è ripristinato in funzionalità, il ripristino sarà eseguito mediante l'ausilio di barre d'armatura e Kerakoll Geolite G10.



DETERMINAZIONE DEL POTENZIALE DI CORROSIONE (UNI 10174:2020)

La corrosione delle armature è un processo di natura elettrochimica e come tutti i processi elettrochimici, per potersi produrre, richiede la presenza di un elettrolita. Nel caso del calcestruzzo l'elettrolita è la soluzione presente nei suoi pori che è sostanzialmente una soluzione di idrossido di calcio, di sodio e di potassio con un pH in genere compreso tra 13 e 13,8. In soluzioni con $\text{pH} > 11,5$ e in assenza di cloruri, il ferro si ricopre di un film di ossido di pochi nanometri di spessore che protegge perfettamente le armature.

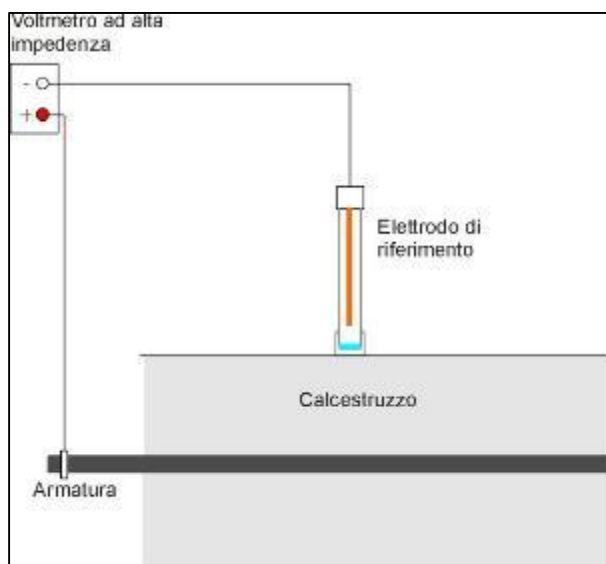
Purtroppo, nel tempo, il calcestruzzo perde le sue caratteristiche protettive. Ciò si verifica essenzialmente per due motivi:

- l'alcalinità del cls viene via via neutralizzata dall'anidride carbonica presente nell'atmosfera che abbassa il pH, distruggendo il film protettivo dell'armatura e innescando quindi la corrosione.
- Nel cls a contatto con ambienti contenenti cloruri, questi ioni penetrano al suo interno fino a raggiungere le armature. Quando il loro tenore supera lo 0,4-1% in massa rispetto al contenuto di cemento il film protettivo risulta localmente perforato.

Essendo questi processi di natura elettrochimici, sono state sviluppate diverse tecniche elettrochimiche che permettono di stabilire se le armature sono ancora passive (e quindi non è ancora terminato il tempo di innesco della corrosione) oppure si trovano in condizioni di possibile corrosione (periodo di propagazione). Altre forniscono una stima della velocità di corrosione.

La tecnica elettrochimica più utilizzata è quella basata sulla misura del potenziale delle armature. Consente di individuare le zone in cui le armature si possono corrodere e quelle invece in cui l'attacco è da escludere.

La misura si effettua rilevando il potenziale delle armature rispetto a un elettrodo di riferimento posto a contatto della superficie del calcestruzzo, tramite una superficie porosa imbevuta di CuSO_4 . La mappatura del potenziale di corrosione consiste nel rilievo del potenziale lungo i nodi di un reticolo tracciato sulla superficie del cls e nella rappresentazione grafica dei rilievi.



Schema di misura del potenziale di corrosione.

Per la misura è stato utilizzato un elettrodo di riferimento rame/solfato di rame saturo (Cu/CuSO₄).



Misura del potenziale di corrosione.

In presenza di armature passive in calcestruzzo esposto all'atmosfera si misurano potenziali compresi tra +100 e -200 mV rispetto all'elettrodo Cu/CuSO₄.

Se il cls carbonatato è umido, nelle zone di corrosione si misurano potenziali compresi tra -200 e -600 mV rispetto all'elettrodo di Cu/CuSO₄. Poiché la corrosione è generalizzata, i valori tendono ad essere uniformi nei diversi punti della superficie del calcestruzzo. Quando il cls carbonatato è secco, invece, si misurano potenziali molto elevati, con gli stessi valori misurati su armature passive.

Quando la corrosione è dovuta alla presenza di cloruri, il potenziale si porta a -400/-700mV rispetto all'elettrodo Cu/CuSO₄ nelle aree che si corrodono ed a -200/-300mV nelle aree passive circostanti.

Strumentazione

La misura del potenziale di corrosione sugli elementi in c.a. è stata eseguita con un Pacometro Multifunzione Elcometer Covermaster P331-H dotato di semicella Cu/CuSO₄.

4. ACQUISIZIONE DATI

La campagna d'indagine è stata eseguita con l'obiettivo di fornire la maggior quantità di dati sulla qualità dei materiali utilizzati per la realizzazione della struttura e sul generale stato di conservazione degli elementi strutturali che la compongono.

Le indagini sono state eseguite sulle principali tipologie di strutture esistenti allo scopo di verificare la resistenza residua del c.a. e il numero e la qualità dei ferri di armatura con il quale sono state confezionate. Le strutture in esame sono state ispezionate visivamente e preparate per l'esecuzione delle prove. Su tutti gli elementi indagati è stato eseguito un rilievo preliminare con il metodo elettromagnetico al fine di individuare le armature presenti e le aree utili all'esecuzione delle prove.

La fase di acquisizione dati è stata preceduta dalla nomenclatura delle zone soggette a controllo per la loro identificazione univoca.

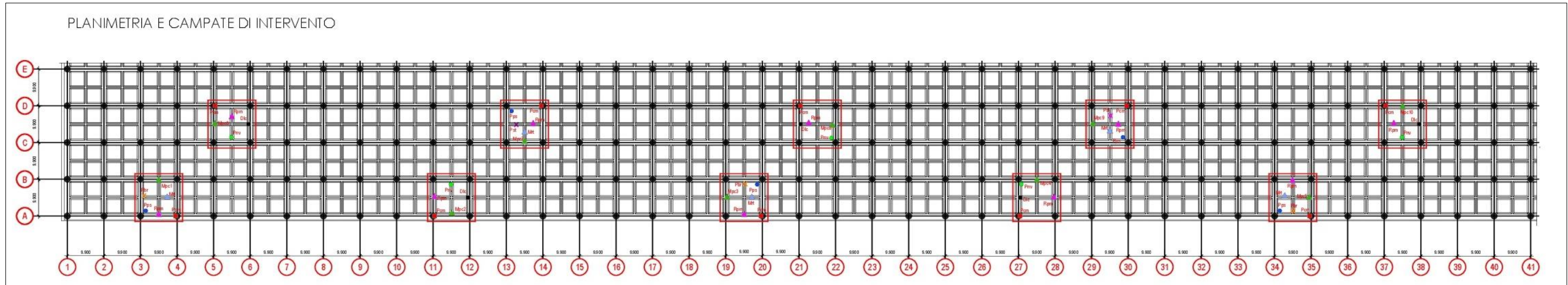
Di seguito si riporteranno i risultati delle indagini esposti con la seguente organizzazione:

- *Planimetrie con l'ubicazione delle indagini eseguite;*
- *Riepilogo delle prove eseguite;*
- *Calcestruzzi – risultati indagini;*
- *Acciai - risultati indagini;*

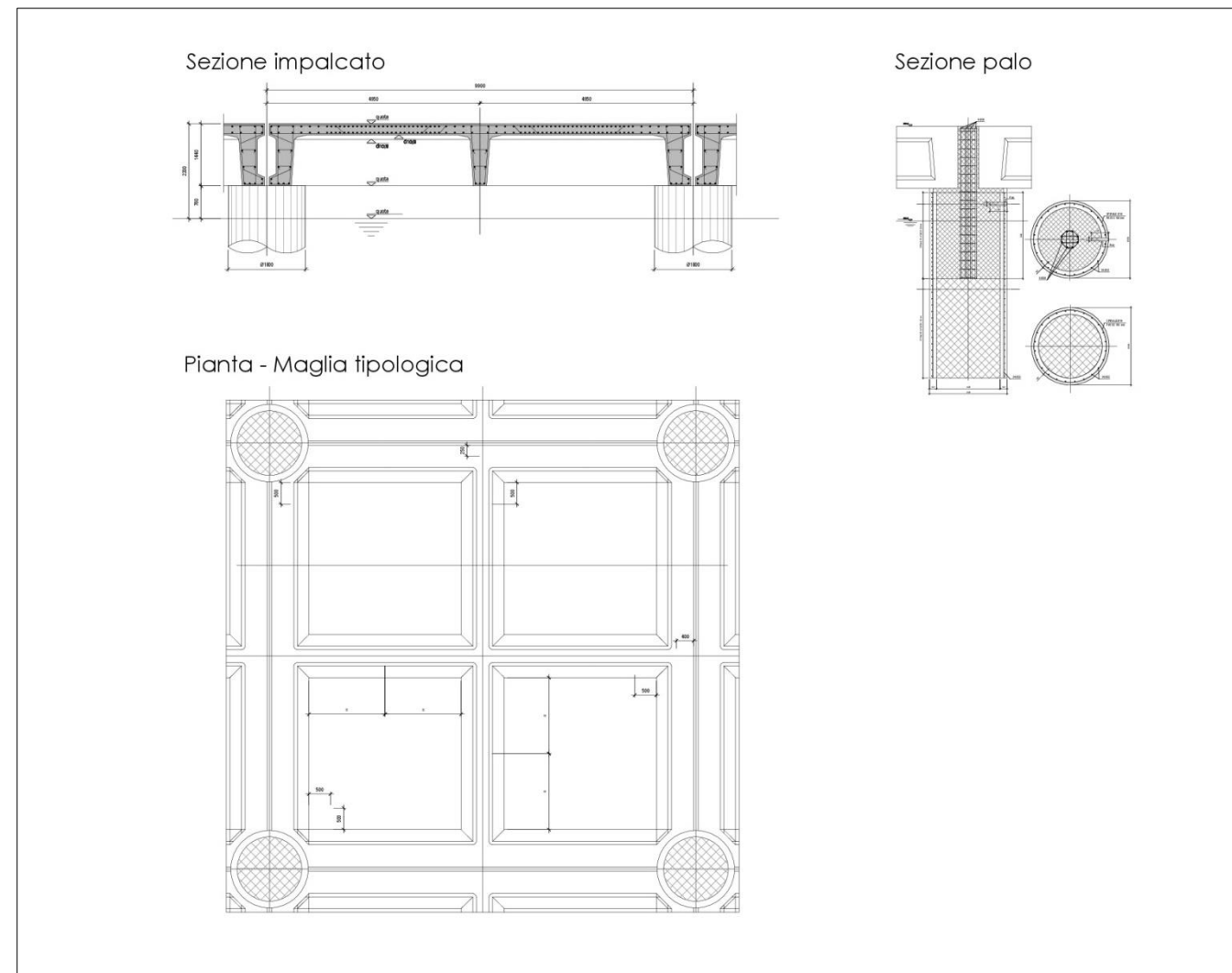
Allegati:

- *Certificazione del personale;*
- *Rapporti delle prove di Laboratorio;*
- *Schede materiali per i ripristini strutturali;*
- *Normativa di riferimento.*

PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

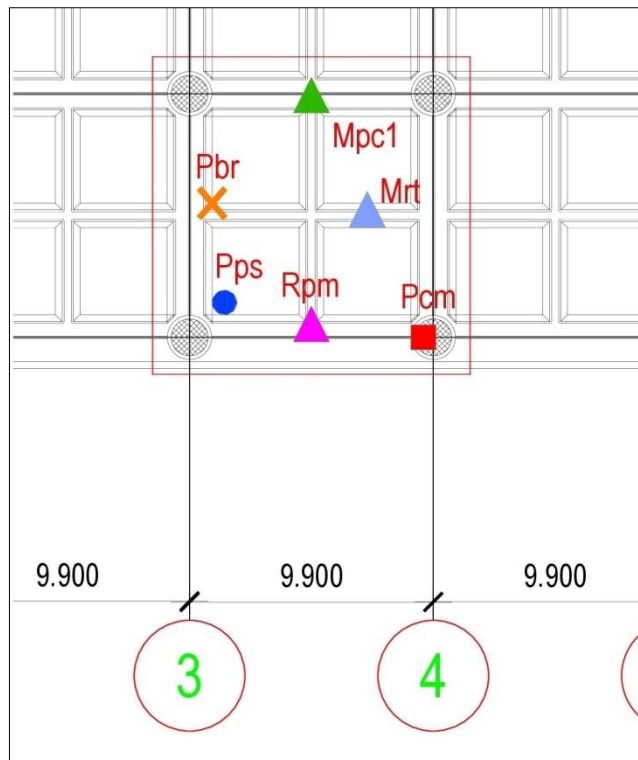


Planimetria con in rosso le aree di intervento.



Sezioni impalcato, maglia tipologica e palo.

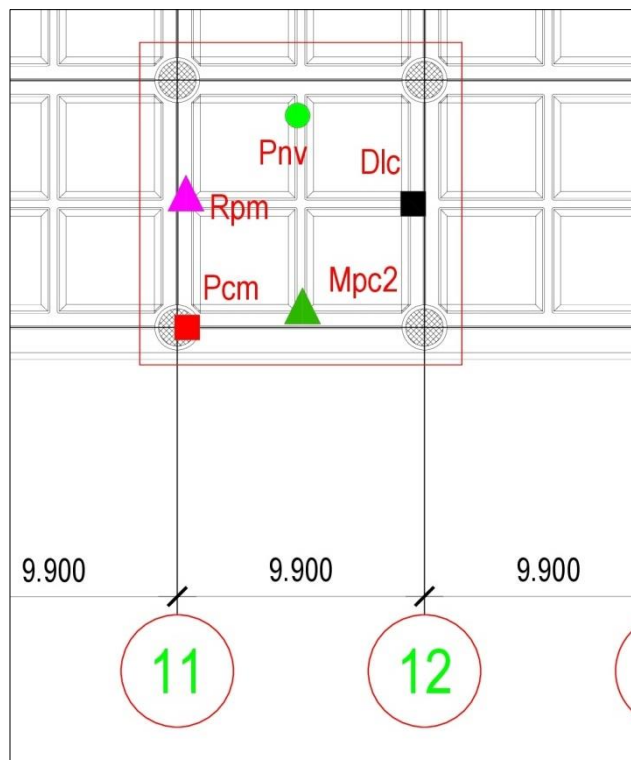
MAGLIA AB 3-4



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia AB 3-4.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

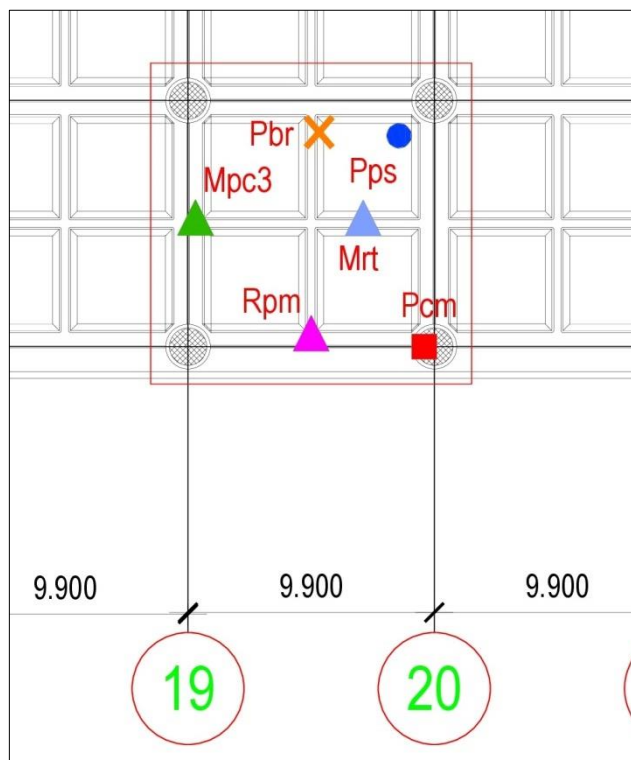
MAGLIA AB 11-12



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia AB 11-12.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

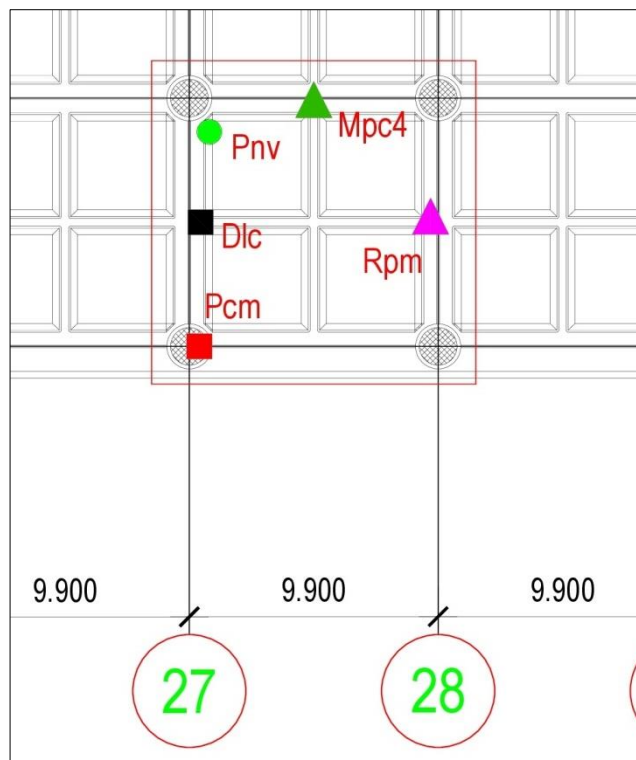
MAGLIA AB 19-20



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia AB 19-20.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

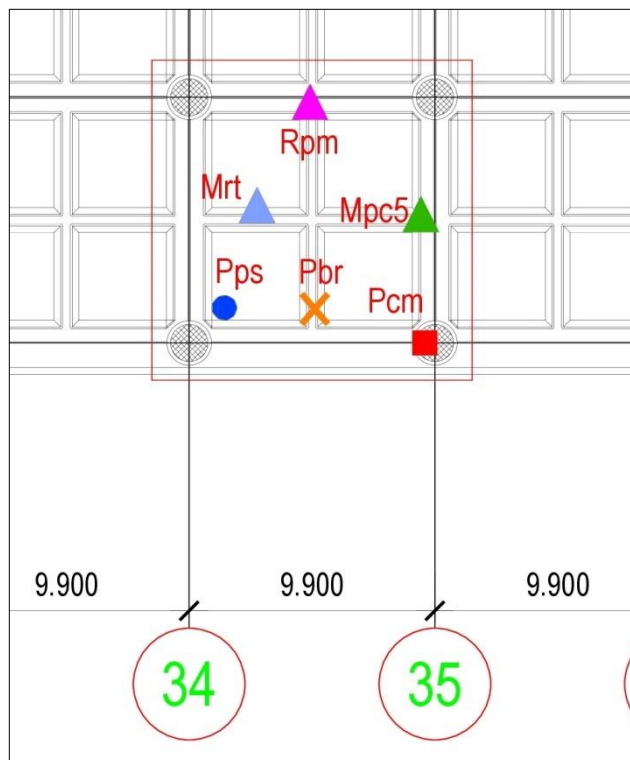
MAGLIA AB 27-28



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia AB 27-28.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

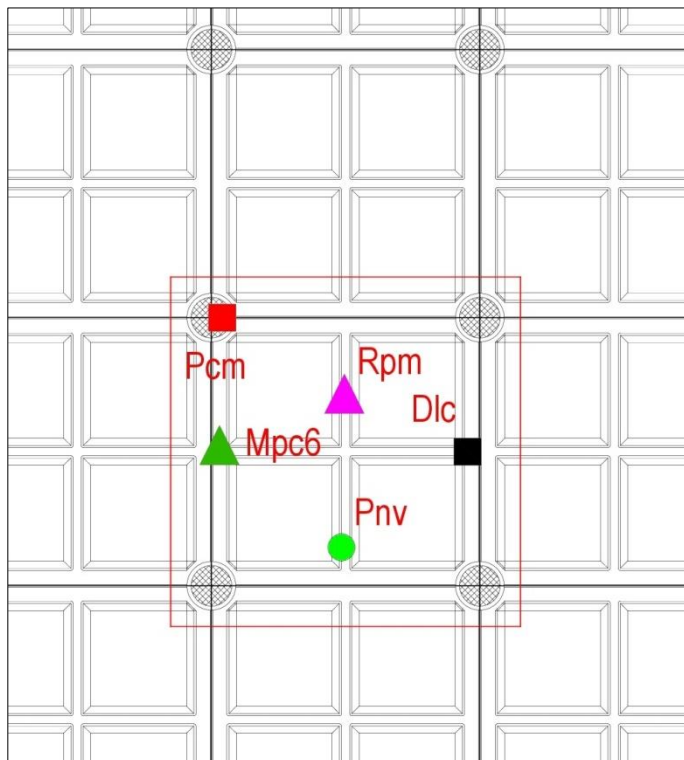
MAGLIA AB 34-35



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia AB 34-35.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

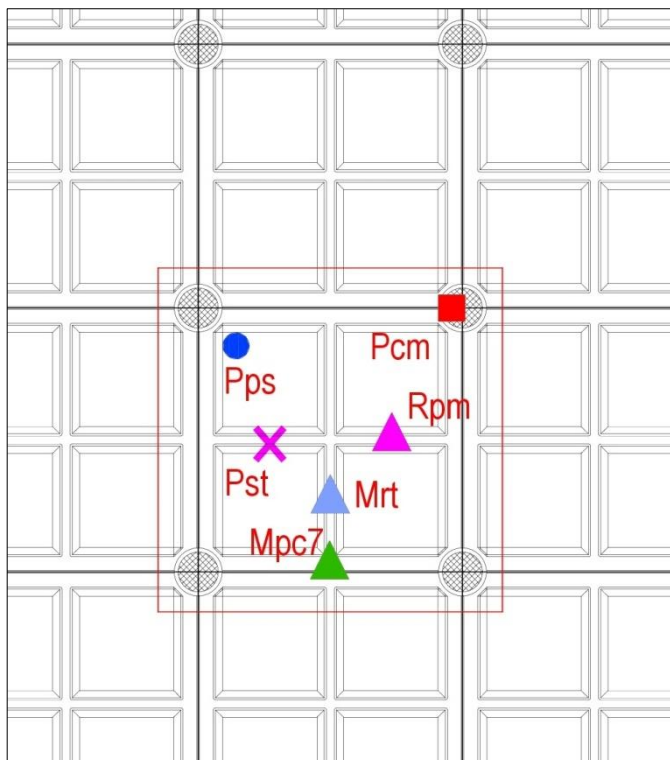
MAGLIA CD 5-6



Planimetria d'inquadramento zone d'indagine maglia CD 5-6.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

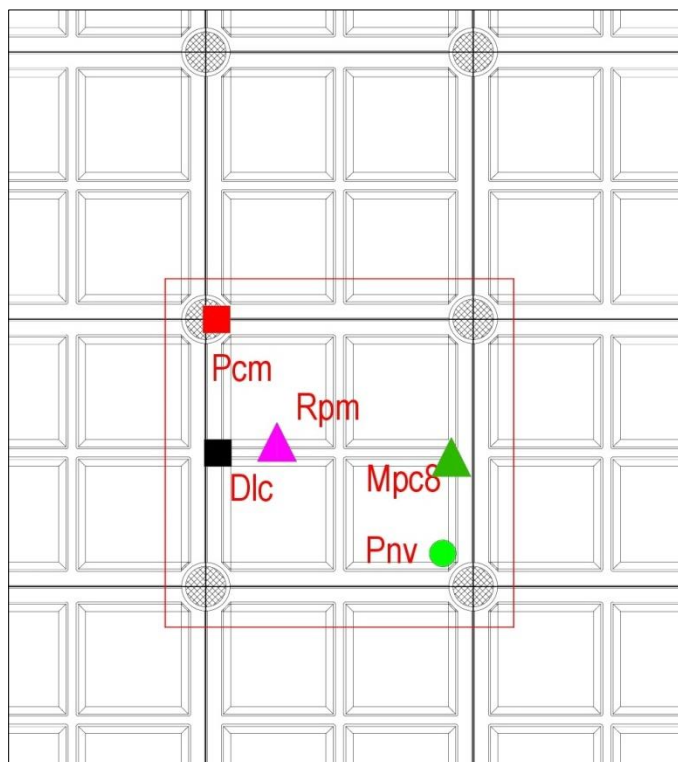
MAGLIA CD 13-14



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia CD 13-14.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst X	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr X	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

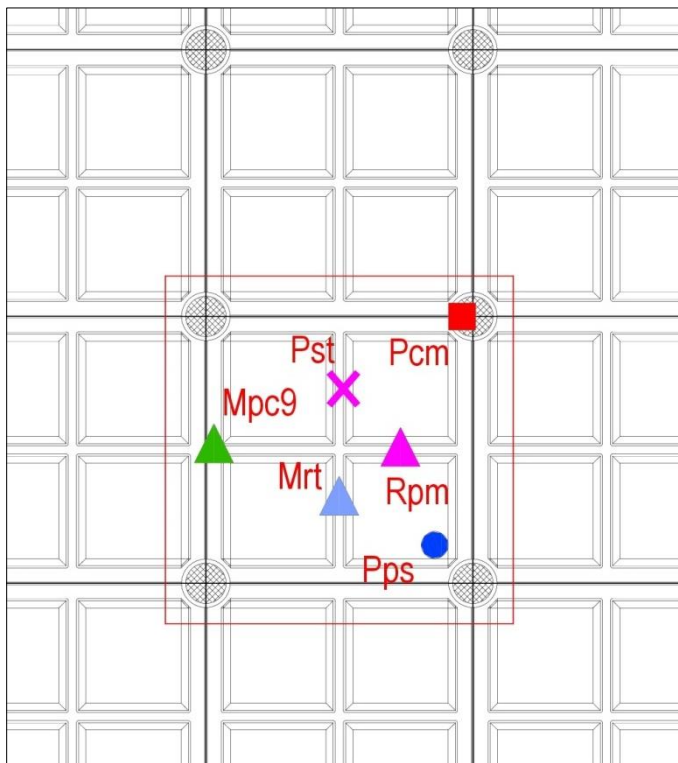
MAGLIA CD 21-22



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia CD 21-22.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PREGOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

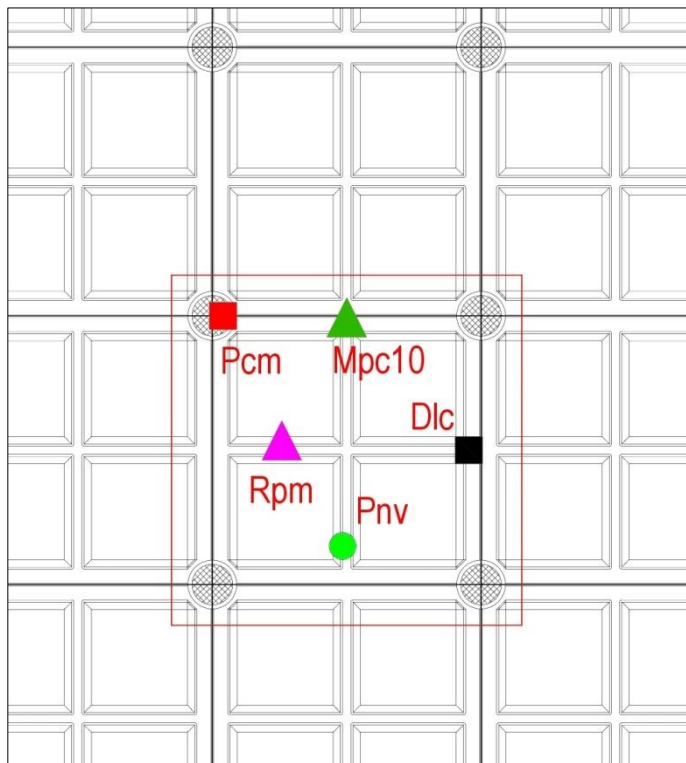
MAGLIA CD 29-30



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia CD 29-30.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRI Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

MAGLIA CD 37-38



Planimetria d'inquadratura zone d'indagine maglia CD 37-38.

LEGENDA PROVE	
Pcm ■	PRELIEVO CAROTE Ø80 (LUNGHEZZA 400mm) DAI PALI (CAMICIA PREFABBRICATA) PREVIA INDAGINE PACOMETRICA.
Mpc ▲	MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE
Rpm ▲	RILEVAZIONE PACOMETRICA DELLE ARMATURE DELLE NERVATURE
Pps ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALL'INTRADOSSO DELLE PIASTRE PREFABBRICATE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Mrt ▲	MARTELLINATURA SULLE TRAVI SECONDARIE
Pnv ●	PRELIEVO CAROTE Ø80 mm DALLE PARETI DELLE NERVATURE (PREVIA INDAGINE PACOMETRICA)
Dlc ■	DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER VERIFICA COPRIFERRO CAVI DI PRECOMPRESSIONE ED EVENTUALE INDAGINE ENDOSCOPICA
Pst ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (STAFFE Ø14 IN CORRISPONDENZA DELLA MEZZERIA)
Pbr ✕	PRELIEVO SPEZZONI DI ARMATURA (BARRE Ø20 IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI INTRADOSSO SOLETTA)

RIEPILOGO DELLE PROVE ESEGUITE

Di seguito si riportano le indagini eseguite zona per zona.

IDENTIFICATIVO		STRUTTURE IN CA E CAP							
MAGLIA	STRUTTURA	MATERIALE	PACOMETRO	MICROSCASSO	CAROTAGGIO MECCANICO	CARBONATAZIONE	PRELIEVO BARRA ARMATURA	MARTELLINATURA TRAVI SECONDARIE	POTENZIALE DI CORROSIONE
AB 3-4	PALO	CA			Pcm C1	X			
AB 3-4	PIASTRA	CA	Rpm		Pps C11	X	Pbr F1	Mrt	Mpc1
AB 11-12	PALO	CA			Pcm C4	X			
AB 11-12	PIASTRA	CA	Rpm	Dlc	Phv C13	X			Mpc2
AB 19-20	PALO	CA			Pcm C2	X			
AB 19-20	PIASTRA	CA	Rpm		Pps C15	X	Pbr F2	Mrt	Mpc3
AB 27-28	PALO	CA			Pcm C5	X			
AB 27-28	PIASTRA	CA	Rpm	Dlc	Phv C17	X			Mpc4
AB 34-35	PALO	CA			Pcm C6	X			
AB 34-35	PIASTRA	CA	Rpm		Pps C19	X	Pbr F3	Mrt	Mpc5
CD 5-6	PALO	CA			Pcm C3	X			
CD 5-6	PIASTRA	CA	Rpm	Dlc	Phv C12	X			Mpc6
CD 13-14	PALO	CA			Pcm C10	X			
CD 13-14	PIASTRA	CA	Rpm		Pps C14	X	Pst F4	Mrt	Mpc7
CD 21-22	PALO	CA			Pcm C9	X			
CD 21-22	PIASTRA	CA	Rpm	Dlc	Phv C16	X			Mpc8
CD 29-30	PALO	CA			Pcm C8	X			
CD 29-30	PIASTRA	CA	Rpm		Pps C18	X	Pst F5	Mrt	Mpc9
CD 37-38	PALO	CA			Pcm C7	X			
CD 37-38	PIASTRA	CA	Rpm	Dlc	Phv C20	X			Mpc10

LEGENDA:

CA: cemento armato
 CLS: calcestruzzo

M: muratura
 A: acciaio

LC: latero cemento
 L: legno

5. RISULTATI SPERIMENTALI

CALCESTRUZZI - RISULTATI INDAGINI

INDAGINI PACOMETRICHE

Di seguito vengono riportate le sezioni rilevate mediante l'ausilio di pacometro.

IDENTIFICATIVO		VERIFICA INDAGINE PACOMETRICA NERVATURE		
MAGLIA	STRUTTURA	MATERIALE	COPRIFERRO MINIMO (mm)	NOTE
AB 3-4	PIASTRA	CA	32	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
AB 11-12	PIASTRA	CA	33	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
AB 19-20	PIASTRA	CA	33	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
AB 27-28	PIASTRA	CA	34	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
AB 34-35	PIASTRA	CA	32	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
CD 5-6	PIASTRA	CA	34	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
CD 13-14	PIASTRA	CA	34	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
CD 21-22	PIASTRA	CA	32	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
CD 29-30	PIASTRA	CA	32	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.
CD 37-38	PIASTRA	CA	33	L'armatura verificata corrisponde con i disegni di progetto.

COMPRESSIONE, CARBONATAZIONE E CONTENUTO DI CLORURI

Di seguito si riporta, in forma tabellare, il riepilogo dei risultati delle prove di compressione, carbonatazione e del contenuto di cloruri sulle carote estratte. I certificati relativi ai prelievi e alle prove di compressione e cloruri, eseguite dal Laboratorio Tecnologico Mantovano S.r.l., sono riportati nel capitolo "certificati prove di laboratorio".

IDENTIFICAT		PRELIEVO CAMPIONE CILINDRICO				
MAGLIA	STRUTTURA	CAMPIONE	ZONA DEL PRELIEVO	PROFONDITA' CARBONATAZIONE (mm)	RESISTENZA A COMPRESSIONE f _c DA PROVEDI LABORATORIO (N/mm ²)	CONTENUTO DI CLORURI (%)
AB 3-4	PALO	Pcm C1	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	35,6	0,089
AB 3-4	PIASTRA	Pps C11	INTRADOSSO PIASTRA	1	45,2	0,073
AB 11-12	PALO	Pcm C4	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 33,7 int: 23,8	est: 0,194 int: 0,171
AB 11-12	PIASTRA	Prv C13	PARETI NERVATURE	2	38,6	0,106
AB 19-20	PALO	Pcm C2	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 29,9 int: 30,3	est: 0,153 int: 0,134
AB 19-20	PIASTRA	Pps C15	INTRADOSSO PIASTRA	2	46,8	0,092
AB 27-28	PALO	Pcm C5	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 36,8 int: 27,9	est: 0,143 int: 0,164
AB 27-28	PIASTRA	Prv C17	PARETI NERVATURE	1	70,9	0,114
AB 34-35	PALO	Pcm C6	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 59,1 int: 20,9	est: 0,137 int: 0,171
AB 34-35	PIASTRA	Pps C19	INTRADOSSO PIASTRA	12	45,5	0,128

IDENTIFICAT		PRELIEVO CAMPIONE CILINDRICO				
MAGLIA	STRUTTURA	CAMPIONE	ZONA DEL PRELIEVO	PROFONDITA' CARBONATAZIONE (mm)	RESISTENZA A COMPRESIONE f_c DA PROVEDI LABORATORIO (N/mm ²)	CONTENUTO DI CLORURI (%)
CD 5-6	PALO	Pcm C3	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 31,5 int: 39,8	est: 0,203 int: 0,188
CD 5-6	PIASTRA	Pnv C12	PARETI NERVATURE	0	32	0,084
CD 13-14	PALO	Pcm C10	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 33,3 int: 38,8	est: 0,202 int: 0,191
CD 13-14	PIASTRA	Pps C14	INTRADOSSO PIASTRA	1	49,3	0,098
CD 21-22	PALO	Pcm C9	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 38,2 int: 34,8	est: 0,156 int: 0,177
CD 21-22	PIASTRA	Pnv C16	PARETI NERVATURE	1	43,5	0,085
CD 29-30	PALO	Pcm C8	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 27,4 int: 0,1	est: 0,178 int: 0,162
CD 29-30	PIASTRA	Pps C18	INTRADOSSO PIASTRA	8	69,6	0,101
CD 37-38	PALO	Pcm C7	PALO	Getto esterno privo di carbonatazione getto interno interamente carbonatato.	est: 39,0 int: 36,3	est: 0,121 int: 0,093
CD 37-38	PIASTRA	Pnv C20	PARETI NERVATURE	10	27,8	0,063

Nota: dato il rapporto di compressione 1:1 (h/ϕ) il valore di f_c coincide con quello di R_c .

I valori di compressione rilevati presentano una dispersione più elevata della situazione reale (piastre prefabbricate) probabilmente ascrivibile alla fase di realizzazione dei carotaggi e dei provini cilindrici da sottoporre a prova di compressione (fenomeni di concentrazione delle tensioni).

Si riportano alcune immagini relative ai campioni prelevati e alle diverse fasi di prelievo.



Zona del prelievo campione C5 e ripristino.



Zona del prelievo campione C6 e ripristino.



Zona del prelievo campione C7 e ripristino.



Zona del prelievo campione C10 e ripristino.



Zona del prelievo campione C17 e ripristino.



Zona del prelievo campione C20 e ripristino.



Carotiere utilizzato per la prova.



Carotiere utilizzato per la prova.



Campioni prelevati C1 C2 C3 C4 e prova di carbonatazione.



Campioni prelevati C5 C6 C7 C10 e prova di carbonatazione.



Campioni prelevati C8 e C9 e prova di carbonatazione.



Campioni prelevati C18 C19 C20 e prova di carbonatazione.

ACCIAI - RISULTATI PRELIEVI ED INDAGINI

PRELIEVO BARRE D'ARMATURA

Di seguito si riporta un riepilogo dei risultati ottenuti dalle prove di trazione eseguite sui campioni di armatura prelevati. I risultati ottenuti dalle prove di trazione, eseguite dal Laboratorio Tecnologico Mantovano S.r.l., sono riportati nel capitolo "certificati prove di laboratorio".

IDENTIFICATI		PRELIEVO BARRA			
MAGLIA	STRUTTURA	CAMPIONE	PUNTO DEL PRELIEVO	Ø DIAMETRO NOMINALE (mm)	TENSIONE DI SNERVAMENTO fy DA PROVE DI LABORATORIO (N/mm ²)
AB 3-4	PIASTRA	Pbr F1	BORDO INTRADOSSO SOLETTA	Ø20	409,0
AB 19-20	PIASTRA	Pbr F2	BORDO INTRADOSSO SOLETTA	Ø20	505,9
AB 34-35	PIASTRA	Pbr F3	BORDO INTRADOSSO SOLETTA	Ø20	408,7
CD 13-14	PIASTRA	Pst F4	MEZZERIA NERVATURE	Ø14	555,8
CD 29-30	PIASTRA	Pst F5	MEZZERIA NERVATURE	Ø14	207,3

Si segnala che il campione Pst F5 presentava una riduzione di sezione per corrosione. Si veda il rapporto di prova. Il campione è stato scelto, in accordo con la DL, per valutarne la riduzione di resistenza.

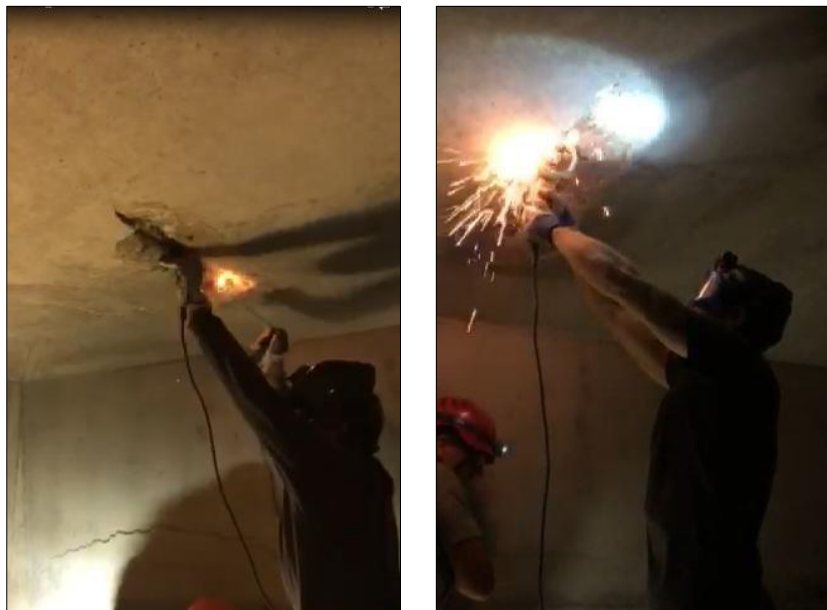
Si riportano alcune immagini relative ai campioni prelevati.



Alcune fasi del prelievo spezzone barra di armatura e ripristino.



Alcune fasi del prelievo spezzone barra di armatura e successivo ripristino.



Alcune fasi del prelievo spezzone barra di armatura.



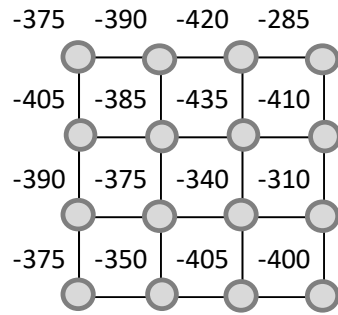
Campioni prelevati.

DETERMINAZIONE DEL POTENZIALE DI CORROSIONE

IDENTIFICATIVI		POTENZIALE CORROSIONE (UNI 10174 - ASTM C876)	
PIANO	STRUTTURA	PROVA	NOTE
AB 3-4	PIASTRA	Mpc1	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
AB 11-12	PIASTRA	Mpc2	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
AB 19-20	PIASTRA	Mpc3	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
AB 27-28	PIASTRA	Mpc4	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
AB 34-35	PIASTRA	Mpc5	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.

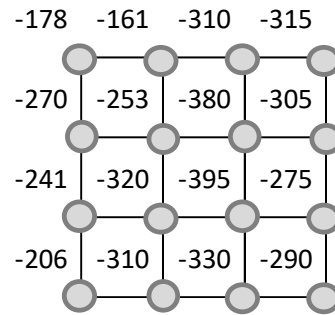
IDENTIFICATIVI		POTENZIALE CORROSIONE (UNI 10174 - ASTM C876)	
PIANO	STRUTTURA	PROVA	NOTE
CD 5-6	PIASTRA	Mpc6	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
CD 13-14	PIASTRA	Mpc7	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
CD 21-22	PIASTRA	Mpc8	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
CD 29-30	PIASTRA	Mpc9	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.
CD 37-38	PIASTRA	Mpc10	Le indagini relative al potenziale di corrosione sono state eseguite su un'area di 60X60cm con maglia d'acquisizione 15X15cm. I potenziali rilevati denunciano un possibile inizio deterioramento delle armature a causa della perdita progressiva di passività del cls. Non si sono rilevati, comunque, fenomeni di deterioramento evidenti come espulsioni di cls o macchiature.

Mpc1



Media -378

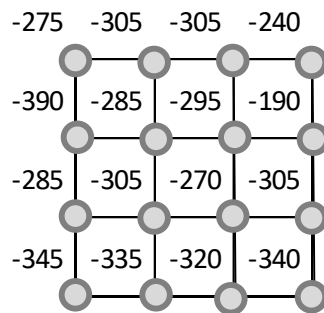
Mpc2



Media -284

Media -361

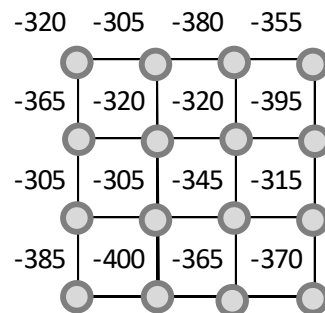
Mpc3



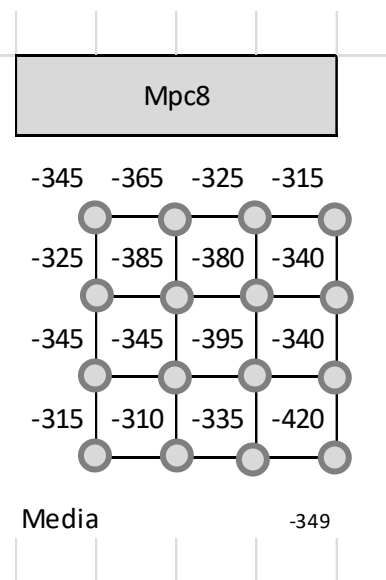
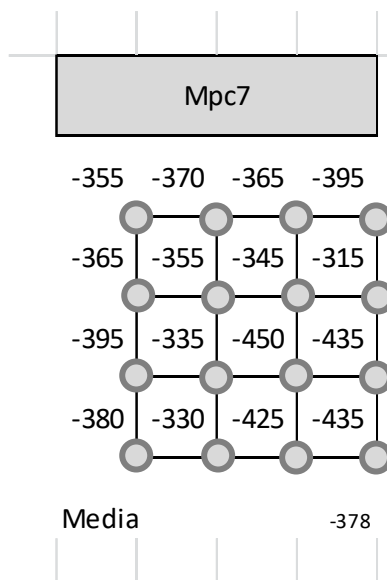
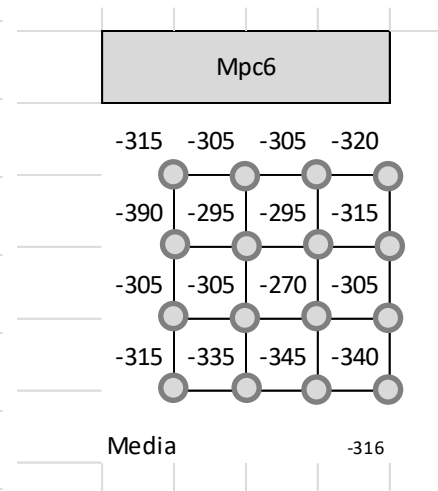
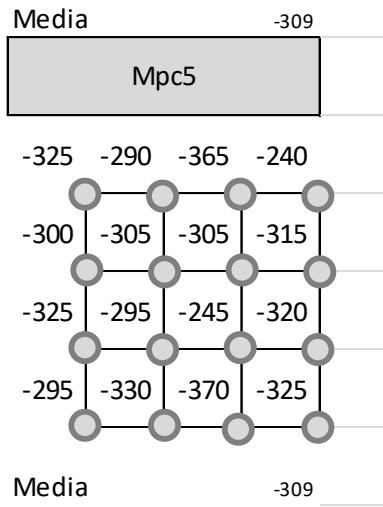
Media -299

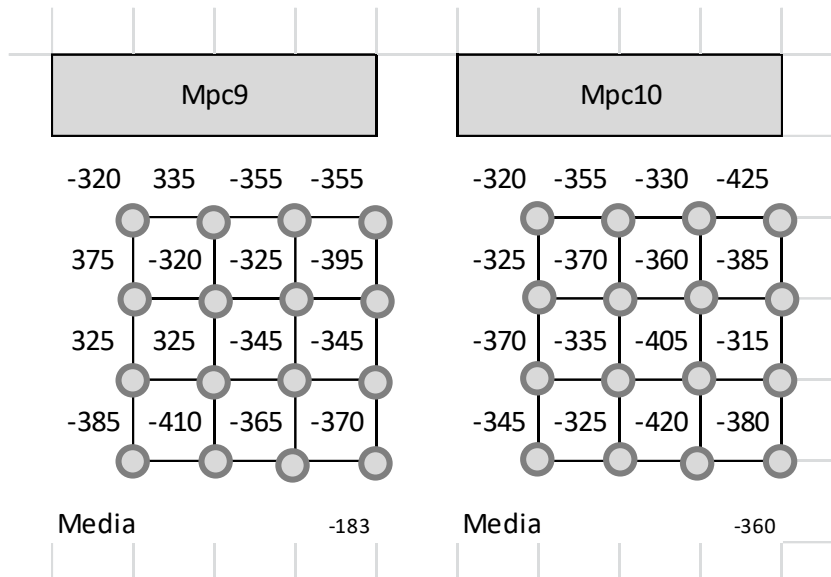
Media -375

Mpc4



Media -347

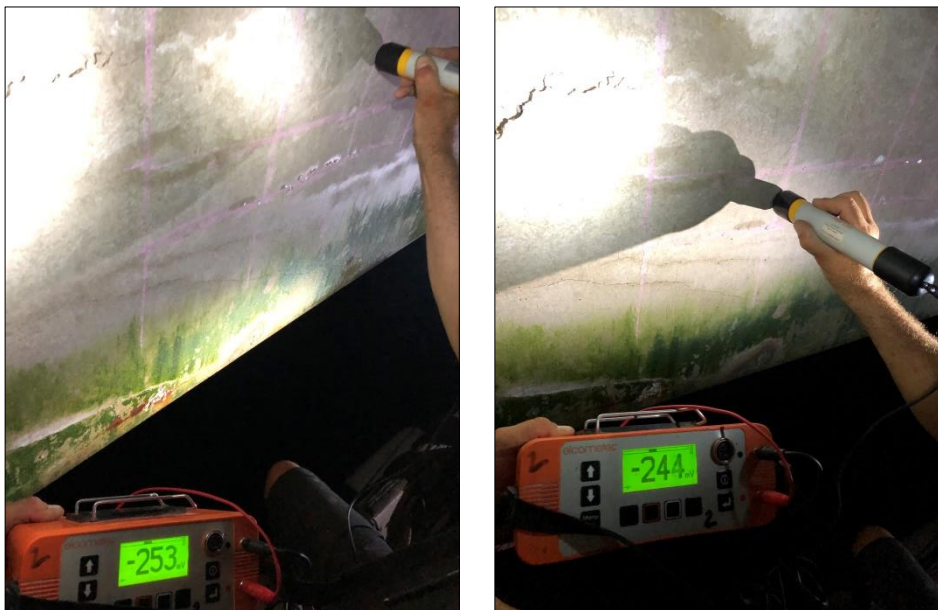




Si riportano alcune immagini relative alla misurazione del potenziale di corrosione.



Misurazione del potenziale di corrosione.



Misurazione del potenziale di corrosione.



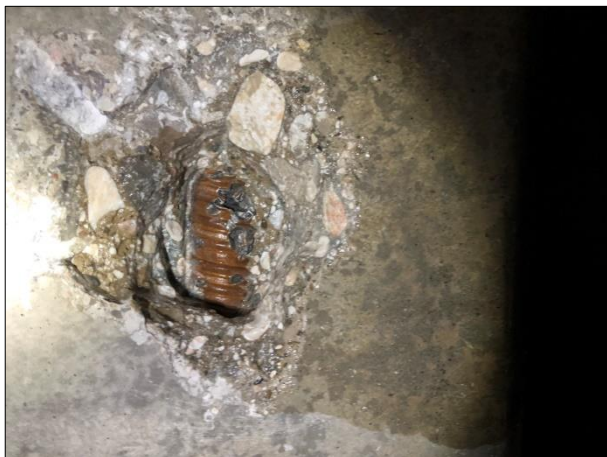
Misurazione del potenziale di corrosione.

DEMOLIZIONI LOCALIZZATE PER ISPEZIONE GUAINA

Si riportano alcune immagini relative alle demolizioni localizzate per ispezione del sistema di protezione (guaina + iniezione) delle barre di precompressione.

Le barre dywidag si presentano protette da una guaina metallica e da un rivestimento simile al "teflon". Sola la guaina mostra segni di leggera corrosione, mentre le barre sembrano integre e non interessate, al momento, da fenomeni corrosivi.





AB 11-12



AB 27-28



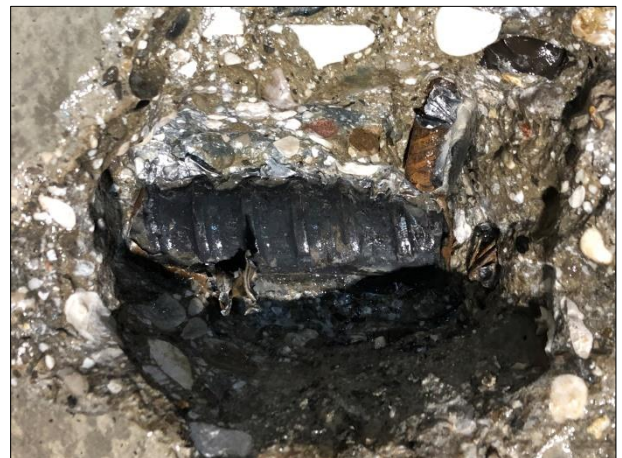
PARTICOLARE AB 27-28



CD 5-6



CD 21-22



CD 37-38

MARTELLINATURA TRAVI SECONDARIE

La martellinatura ha messo in evidenza il distacco del copriferro all'intradosso delle nervature per circa il 30/40% con fenomeni di espulsione evidenti ed estesi. Il getto laterale delle nervature, a meno di situazioni isolate (vedi trave secondaria AB 19-20) si presenta in buone condizioni.

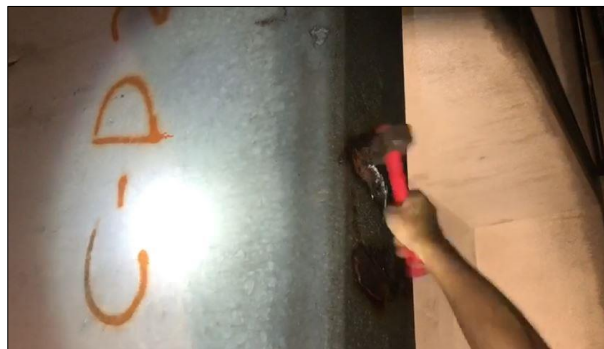
L'area di degrado si presenta nei primi 25-30cm dall'intradosso, a quote superiori non si rilevano distacchi evidenti.

L'impalcato non presenta grosse aree di distacco se non quelle già evidenziate nelle registrazioni video della prima fase.

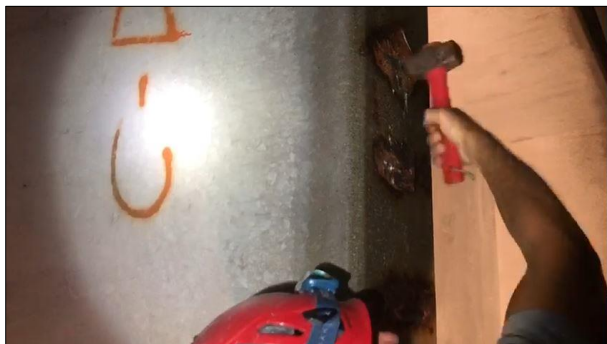
Si riportano alcune immagini relative alla fase di martellinatura sulle travi secondarie.



Martellinatura trave secondaria maglia AB 19-20.



Martellinatura trave secondaria maglia CD 29-30.




Martellinatura trave secondaria maglia CD 29-30.

6. CERTIFICAZIONE PERSONALE

	CICPND SERVIZI S.R.L. SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ LIMITATA CON UNICO SOCIO Via C. Pisacane, 46 20025 Legnano (MI) Tel. +39 0331 545600 Fax +39 0331 543030	Web: www.cicpndservizi.com E-mail: info@cicpndservizi.com amm@cicpndservizi.com cert@cicpndservizi.com Casella PEC: info@pec.cicpndservizi.com C.F. e P.I. 08439360960 C.C.I.A.A. di Milano R.E.A. n° 2026983	 ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO PRG N° 012C 5002 N° 004A Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreement
CERTIFICATO DI LIVELLO 3 LEVEL 3 CERTIFICATE			
N° <u>452/CAP/C</u>			
Si certifica la qualificazione in Prove o Monitoraggio su Strutture in Calcestruzzo, Calcestruzzo Armato e Precompresso, Muratura e Strutture Metalliche al LIVELLO 3 <i>This is to certify qualification in Testing or Monitoring on Concrete, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Masonry and Metallic Structures at the LEVEL 3</i>			
<i>di / of</i>			
La Porta Massimiliano			
nato a / born in Trieste (TS)			
il / on 24 giugno 1971			
per le seguenti Prove / for the following Tests:			
Elettromagnetica (EL) - Di Estrazione (ES)			
Il presente certificato viene rilasciato in conformità al Regolamento CICPND SERVIZI SRL n° 201 <i>This certificate is issued according to CICPND SERVIZI SRL Regulations n° 201</i>			
Il Presidente del Comitato Tecnico <i>The President of Technical Committee</i>		L'Amministratore Unico <i>The Administrator</i>	
 Dr. Ing. G. Porco		 Dr. Ing. M. Crepaldi	
Data Delibera: 24/04/2019 <i>Approval Date</i>			
Data Scadenza: 24/04/2024 C <i>Expiry Date</i>			
			

7. CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 25470 DEL 3.5.83 (L. 1086/71) ART. 20 E SUCCESSIVE PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
e-mail: info@labtecman.com
C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N. 850B/20

Verbale di accettazione N. 428B/20 del 09/09/20

Mantova, 21/09/20

RAPPORTO DI PROVA

Soggetto consegnatario:

RICHIEDENTE : IN SITU SRL
INDIRIZZO : LOCALITA' GROPADA, 117 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI : Provini cilindrici in cis prelevati in opera
PROVA RICHIESTA : Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS) - AREA 3 - MOLO VII - VERIFICHE STRUTTURALI SU PALI E IMPALCATO DEL MOLO


Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3

RISULTATI DELLE PROVE									
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)* f _c	Ø max inerte (mm)	Data di prelievo	Data prova
1	C1	74	x 98	1,32	2395	35,6	35	19/08/2020	18/09/2020
2	C2 est	74	x 97	1,31	2631	29,9	28	19/08/2020	18/09/2020
3	C2 int	74	x 98	1,32	2421	30,3	32	19/08/2020	18/09/2020
4	C3 est	74	x 99	1,34	2472	31,5	29	19/08/2020	18/09/2020
5	C3 int	74	x 98	1,32	2388	39,8	37	19/08/2020	18/09/2020
6	C4 est	74	x 99	1,34	2474	33,7	33	19/08/2020	18/09/2020
7	C4 int	74	x 98	1,32	2357	23,8	46	19/08/2020	18/09/2020
8	C5 est	74	x 95	1,28	2466	36,8	36	21/08/2020	18/09/2020
9	C5 int	74	x 100	1,35	2317	27,9	19	21/08/2020	18/09/2020
10	C6 est	74	x 97	1,31	2492	59,1	25	21/08/2020	18/09/2020
11	C6 int	74	x 97	1,31	2235	20,9	28	21/08/2020	18/09/2020

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²
 Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3
 Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C50/51 - matricola 96113675 - Data ultima taratura: 19/05/20

OSSERVAZIONI :
 Le facce di carico dei provini sono state preventivamente sottoposte a rettifica meccanica con mola diamantata.
 Tipo di rottura soddisfacente.
 Sono state rilevate le seguenti imperfezioni visive:
 POROSITA' BASSA su carote contrassegnate: C1; C5 INT;
 POROSITA' MEDIA su carote contrassegnate: C3 INT; C4 INT; C6 INT;
 POROSITA' ALTA su carote contrassegnate: C2 INT;
 PRESENZA MICROVUOTI >5mm su carote contrassegnate: C2 INT; C3 INT; C4 INT;
 PRESENZA FERRI D'ARMATURA: C2 EST n.1 diam.16 nerv. passante nella sezione trasversale del cilindro a 48 mm dalla faccia superiore di carico(8 mm rispetto all'asse)

Il Tecnico Sperimentatore
Gozzi L.M. - Fabio



Il Direttore del Laboratorio
dott. Ing. Giuliano Ferrari

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
 Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Pagina 1 di 1


L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

 AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 33470 DEL 3.5.83 (L.1086/71, ART. 30) E SUCCESSIVE
 PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIÙ

 Via A. Pitentino, 12
 46010 Levata di Curtatone (MN)
 Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
 e-mail: info@labtecman.com
 C.F. e P.I. 01293110209
 Capitale Sociale € 11.440 i.v.
 Registro Imprese di Mantova

SEZIONE CALCESTRUZZI
PROT. N. 851B/20
Verbale di accettazione N. 428B/20 del 09/09/20
Mantova, 21/09/20
RAPPORTO DI PROVA
Soggetto consegnatario:

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: LOCALITA' GROPADA, 117 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Provini cilindrici in cls prelevati in opera
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
CANTIERE DI PROVENIENZA	: TRIESTE (TS) - AREA 3 - MOLO VII - VERIFICHE STRUTTURALI SU PALI E IMPALCATO DEL MOLO

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3

RISULTATI DELLE PROVE										
N.	Contrassegno provini	Dimensioni		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)* f _c	Ø max inerte (mm)	Data di prelievo	Data prova	
		diametro x altezza (mm)								
12	C7 est	74	x	98	1,32	2507	39,0	32	21/08/2020	18/09/2020
13	C7 int	74	x	98	1,32	2331	36,3	35	21/08/2020	18/09/2020
14	C8 est	74	x	98	1,32	2561	27,4	40	20/08/2020	18/09/2020
15	C8 int	72	x	80	1,11	1889	0,1	-	20/08/2020	19/09/2020
16	C9 est	74	x	98	1,32	2390	38,2	26	20/08/2020	18/09/2020
17	C9 int	74	x	95	1,28	2388	34,8	32	20/08/2020	18/09/2020
18	C10 est	74	x	96	1,30	2561	33,3	29	21/08/2020	18/09/2020
19	C10 int	74	x	96	1,30	2404	38,8	40	21/08/2020	18/09/2020
20	C11	74	x	98	1,32	2350	45,2	30	24/08/2020	19/09/2020
21	C12	74	x	97	1,31	2482	32,0	34	24/08/2020	19/09/2020
22	C13	74	x	96	1,30	2503	38,6	29	24/08/2020	18/09/2020
23	C14	74	x	97	1,31	2451	49,3	33	24/08/2020	18/09/2020

 (*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C50/51 - matricola 96113675 - Data ultima taratura: 19/05/20

OSSERVAZIONI :

Le facce di carico dei provini sono state preventivamente sottoposte a rettifica meccanica con mola diamantata.

Tipo di rottura soddisfacente.

Sono state rilevate le seguenti imperfezioni visive:

POROSITA' BASSA su carote contrassegnate: C14

POROSITA' MEDIA su carote contrassegnate: C7 INT; C9 INT; C10 INT;

POROSITA' ALTA su carote contrassegnate:

PRESENZA MICROVUOTI >5mm su carote contrassegnate: C9 INT; C10 INT; C14

PRESENZA FERRI D'ARMATURA: C8 EST n.1 diam.16 nerv. passante nella sezione trasversale del cilindro a 47 mm dalla faccia superiore di carico(25 mm rispetto all'asse); C9 EST n.1 diam.14 nerv. passante nella sezione trasversale del cilindro a 36 mm dalla faccia superiore di carico(28 mm rispetto all'asse);

La carota C8 INT si presentava molto rovinata. E' stato selezionato un campione su cui è stata effettuata la CAPPATURA su entrambe le facce. Durante la prova, il provino si è completamente sbriciolato.

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in caso contrario si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

 Il Tecnico Sperimentatore
 Gozzi G.M. Fabio

 Il Direttore del Laboratorio
 dott. ing. Giuliano Ferrari

Pagina 1 di 1



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 23470 DEL 3.5.85 (L.1086/71 ART. 30) F. SUCCESSIVE
PROLOGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LITERNZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
e-mail: info@labteeman.com
C.F e P.I. 0129311 0209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N. 852B/20

Verbale di accettazione N. 428B/20 del 09/09/20

Mantova, 21/09/20

RAPPORTO DI PROVA

Soggetto consegnatario:

RICHIEDENTE : IN SITU SRL
INDIRIZZO : LOCALITA' GROPADA, 117 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI : Provini cilindrici in cls prelevati in opera
PROVA RICHIESTA : Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS) - AREA 3 - MOLO VII - VERIFICHE STRUTTURALI SU PALI E
IMPALCATO DEL MOLO

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3

RISULTATI DELLE PROVE										
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)			Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)* f _c	Ø max inerte (mm)	Data di prelievo	Data prova
24	C15	74	x	97	1,31	2413	46,8	37	24/08/2020	19/09/2020
25	C16	74	x	95	1,28	2419	43,5	29	24/08/2020	19/09/2020
26	C17	74	x	96	1,30	2365	70,9	27	24/08/2020	19/09/2020
27	C18	74	x	98	1,32	2362	69,6	42	02/09/2020	19/09/2020
28	C19	74	x	97	1,31	2403	45,5	30	02/09/2020	19/09/2020
29	C20	74	x	94	1,27	2425	27,8	29	02/09/2020	19/09/2020

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C50/51 - matricola 96113675 - Data ultima taratura: 19/05/20

OSSERVAZIONI :

Le facce di carico dei provini sono state preventivamente sottoposte a rettificazione meccanica con mola diamantata.

Tipo di rottura soddisfacente.

Sono state rilevate le seguenti imperfezioni visive:

POROSITA' BASSA su carote contrassegnate: C18

POROSITA' MEDIA su carote contrassegnate:

POROSITA' ALTA su carote contrassegnate:

PRESENZA MICROVUCI >5mm su carote contrassegnate:

Il presente rapporto di prova non è produttivo di misure giuridicamente vincenti, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Gozzi f.i.m. Fabio



Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Giuliano Ferrari

Pagina 1 di 1



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 33470 DEL 3.5.83 (L.1086/71 ART. 20) E SUCCESSIVE PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
e-mail: info@labtecman.com
C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

SEZIONE CALCESTRUZZI

Prot. N. 853B/20

Verbale di accettazione N. 428B/20 del 09/09/20

Mantova, 21/09/20

RAPPORTO DI PROVA

Dati dichiarati dal committente

COMMITTENTE : IN SITU s.r.l.
INDIRIZZO : Loc. Gropada, 117 - Trieste (TS)
NATURA DEI CAMPIONI : Provini cilindrici in cls prelevati in opera
PROVA RICHIESTA : Determinazione del contenuto di cloruri (UNI EN 196-21)
PROVENIENZA CAMPIONI : TRIESTE (TS) - AREA 3 - MOLO VII - VERIFICHE STRUTTURALI SU PALI E IMPALCATO DEL MOLO

RISULTATI DELLE PROVE

Nr. CAMPIONE	CONTRASSEGNO CAMPIONE	DATA DI PRELIEVO	CONTENUTO DI CLORURI Cl %
1	C1	19/08/2020	0,089
2	C2 est	19/08/2020	0,153
3	C2 int	19/08/2020	0,134
4	C3 est	19/08/2020	0,203
5	C3 int	19/08/2020	0,188
6	C4 est	19/08/2020	0,194
7	C4 int	19/08/2020	0,171
8	C5 est	21/08/2020	0,143
9	C5 int	21/08/2020	0,164
10	C6 est	21/08/2020	0,137
11	C6 int	21/08/2020	0,171
12	C7 est	21/08/2020	0,121
13	C7 int	21/08/2020	0,093
14	C8 est	20/08/2020	0,178
15	C8 int	20/08/2020	0,162

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova.

Il Tecnico Sperimentatore
Zuleica Bellani



Il Direttore del Laboratorio
dott. Ing. Giuliano Ferrari

pag. 1 di 2



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 23470 DEL 3.5.83 (L.1086/71 ART. 20) E SUCCESSIVE
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
e-mail: info@labtecman.com
C.F. e P.I. 01293110209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

Segue prot. n.° 853B/20

Nr. CAMPIONE	CONTRASSEGNO CAMPIONE	DATA DI PRELIEVO	CONTENUTO DI CLORURI Cf %
16	C9 est	20/08/2020	0,156
17	C9 int	20/08/2020	0,177
18	C10 est	21/08/2020	0,202
19	C10 int	21/08/2020	0,191
20	C11	24/08/2020	0,073
21	C12	24/08/2020	0,084
22	C13	24/08/2020	0,106
23	C14	24/08/2020	0,098
24	C15	24/08/2020	0,092
25	C16	24/08/2020	0,085
26	C17	24/08/2020	0,114
27	C18	02/09/2020	0,101
28	C19	02/09/2020	0,128
29	C20	02/09/2020	0,063

Le prove sono state terminate in data 21/09/20

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova.

Il Tecnico Sperimentatore
Zuleica Bellani



Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Giuliano Ferrari

pag. 2 di 2



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 21479 DEL 13/01/1990/71 ART. 30 E SUCCESSIVE
PROVVISORIE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI LEGATI DA ALTALE CALCESTRUZZE, LAVORI ED. ACCIAI

Via A. Pimentino, 12
46010 Levata di Castelfranco (MN)
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
e-mail: info@labtecan.com
C.E. e P.I. 01283110209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 854B/20
Verbale di accettazione N. 428B/20 del 09/09/20

Mantova, 21/09/20

RAPPORTO DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE : IN SITU SRL
INDIRIZZO : LOCALITA' GROPADA, 117 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI : Spezzoni di tondo nervato prelevati in opera dal Committente
PROVENIENZA CAMPIONI : TRIESTE (TS) - AREA 3 - MOLO VII - VERIFICHE STRUTTURALI SU PALI E IMPALCATO DEL MOLO

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° identificativo L.T.M.	Contrassegno	Ø nominale effettivo (mm)	Sezione effettiva S ₀ (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
1	F1 MOLO VII	20	314,0	409,0	507,1	10,9	21/09/20
2	F2 MOLO VII	20	314,0	505,9	707,1	12,5	21/09/20
3	F3 MOLO VII	20	314,0	408,7	493,9	11,4	21/09/20
4	F4 MOLO VII	14	153,9	555,8	726,0	12,8	21/09/20
5	F5 MOLO VII *	14	77,0	414,2	510,6	9,1	21/09/20

[*] 1 Mpa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²
 Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15603/1 - UNI EN ISO 6892/1
 Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 600 kN - mod. UI 60 C - Merlotto 7399 - Data ultima taratura: 19/03/20

OSSERVAZIONI : Nessun marchio di ferreria rilevato
 * Il provino n. 5 presenta una sezione ridotta del 50% dovuta ad ossidazione.

Il Tecnico Spedimentatore
Fedrazzoni geom. Alessandro



Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Giuliano Ferrari

Pagina 1 di 1

8. SCHEDE MATERIALI PER RIPRISTINO STRUTTURALE

I ripristini strutturali sono stati eseguiti con i prodotti di seguito descritti dalle schede tecniche.

LINEA EDILIZIA / Geomalte Minerali per il Ripristino Monolitico del Calcestruzzo

GeoLite® 10

Geomalta® minerale certificata, eco-compatibile, a base di Geogegante® a reazione cristallina, per la passivazione, ripristino, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo degradato, ideale nel GreenBuilding. Bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici, esente da fibre organiche. Tixotropica, a presa rapida 10 min.

GeoLite® 10 è una geomalta® tixotropica per passivare, ripristinare, rasare e proteggere strutture in calcestruzzo armato quali travi, pilastri, solette, frontolini, rampe, facciavista, elementi decorativi, cornicioni. Specifica per interventi con cestello, basse temperature e necessità di rapida messa in servizio. Verniciabile dopo 4 ore.



GREENBUILDING RATING®

GeoLite® 10
- Categoria: Inorganici Minerali
- Classe: Geomalte Minerali per il Ripristino Monolitico del Calcestruzzo
- Rating: Eco 4

Contenuto di cemento nel mix 57%	Emissioni di CO ₂ 10kg	Qualità di spazzola UCE	Resistenza meccanica	

SCHEDE TECNICHE E DATI PER I PRODOTTI DELLA LINEA EDILIZIA

PLUS PRODOTTO

- GEOLEGANTE®.** Utilizzo esclusivo del innovativo Geogegante® Kerakoll a cristallizzazione geopolimerica rivoluziona le malte da ripristino del calcestruzzo garantendo livelli di durabilità mai raggiunti e performance di eco-compatibilità uniche.
- MONOLITICA.** La prima geomalta® che consente la formazione di una massa monolitica in grado di avvolgere, proteggere e rinforzare opere in calcestruzzo armato senza la necessità di applicare più strati sovrapposti. L'unica certificata per passivare, ricostruire, rasare, regolarizzare e proteggere in un unico strato.
- CRISTALLIZZANTE.** I ripristini monolitici di GeoLite® naturalmente stabili, si cristallizzano al calcestruzzo garantendo la durabilità di una roccia minerale.
- VELOCE.** La prima geomalta® che richiede un solo giorno di lavoro per la realizzazione di un ripristino completo, contro i sei giorni richiesti dai cicli delle tradizionali malte da ripristino da spazzarsi in più strati.
- TALDREO.** La praticità di geomalta a tempi di presa d'intensità 100-40-10min, in accelerati, fra loro per personalizzare i tempi di presa in funzione delle condizioni di cantiere.



ECD NOTE

- A base di Geogegante®
- Ripristini eco-compatibili del calcestruzzo
- Bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici
- Esente da fibre organiche
- Formulato con minerali regionali a ridotte emissioni di gas

adatti per il trasporto, a ridotte emissioni di CO₂

- A bassissime emissioni di sostanze organiche volatili
- Riciclabile come inerte minerale evitando oneri di smaltimento e impatto ambientale

CAMPI D'APPLICAZIONE

Destinazione d'uso
Passivazione, ripristino localizzato e generalizzato, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo armato quali travi, pilastri, solette, frontolini, rampe, facciavista, elementi decorativi, cornicioni e opere infrastrutturali.
Malta rapida idonea per fissaggi in genere quali: zanche, crociani, controtelai, sanitari, tubazioni, poli, ringhieri.
Specifici per interventi con cestello, basse temperature, necessità di rapida messa in servizio.
Ideale nel GreenBuilding e nel Restauro dell'Architettura Moderna.

INDICAZIONI D'USO

Preparazione dei supporti
Prima di applicare GeoLite® 10 occorre inumidire il substrato in calcestruzzo (asperità di almeno 5 mm) mediante scarifica meccanica e idrodemolizione, provando ad all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato; successivamente è necessario rimuovere la ruggine dai ferri d'armatura, che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Si procederà quindi alla pulizia del substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa e idropulitrice, e alla bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acque liquide in superficie. In alternativa, l'applicazione di GeoLite® Base, su ogni tipo di sottofondo, garantisce un regolare assorbimento e favorisce la naturale cristallizzazione della geomalta®. Prima di applicare GeoLite® 10 verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.
Ripristi a spessore su superfici estese: si richiede l'applicazione di un'armatura (rete elettrosaldata o fondino) ancorata al supporto mediante tassellatura.

K0058256 Rev.110 Code: P2367/2016/06



INDICAZIONI D'USO
Preparazione

GeoLite® 10 si prepara mescolando 25 kg di polvere con l'acqua indicata sulla confezione (è consigliabile utilizzare l'intero contenuto di ogni sacco). La preparazione dell'impasto può essere effettuata in secchio utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri, fino ad ottenere una malta omogenea e priva di grumi.

Conservare il materiale al riparo da fonti di umidità e in luoghi protetti dall'insolazione diretta.

Applicazione

Per il ripristino localizzato e/o generalizzato, che prevede l'applicazione di GeoLite® 10 in spessori variabili da 2 a 40 mm (max per strato), applicare la malta manualmente a cuccuola.

Per la realizzazione di una rasatura protettiva, applicare GeoLite® 10 manualmente (con spatole d'acciaio) in spessori non inferiori a 2 mm. Curare la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore.

Pulizia

La pulizia degli attrezzi e delle macchine da residui di GeoLite® 10 si effettua con acqua prima dell'indurimento del prodotto.

VOCE DI CAPITOLATO

Passivazione, ripristino localizzato o generalizzato monolitico a spessore centimetrico di elementi di struttura in calcestruzzo degradato, rasatura monolitica protettiva a spessore millimetrico, mediante applicazione manuale di geomaltte® minerali certificate, eco-compatibili, isotropiche, a presa rapida (10 min.), a base di Geoligante® e zirconia a reazione cristallina, a bassissimo contenuto di polimeri petrochimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura e la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo, tipo GeoLite® 10 di Kerakoll® Spa, GreenBuilding Rating® Eco 4, provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7 per la passivazione delle barre di armatura, dalle EN 1504-3, Classe R4, per la ricostruzione volumetrica e la rasatura e dalle EN 1504-2 per la protezione delle superfici e in accordo ai Principi 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definiti dalla EN 1504-3.

DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL

Aspetto	polvere	
Massa volumica apparente	1340 kg/m ³	UEAtc
Natura mineralogica aggregato	silice - carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 - 0,5 mm	EN 12192-1
Conservazione	+ 6 mesi nella confezione originale in luogo asciutto	
Confezione	sacchi 25 / 5 kg	
Acqua d'impasto	= 4,5 l / 1 sacco 25 kg - = 0,9 l / 1 sacco 5 kg	
Spandimento dell'impasto	140 - 160 mm	EN 13395-1
Massa volumica dell'impasto	= 2050 kg/m ³	
pH dell'impasto	≥ 12,5	
Inizio / Fine presa	= 8 - 10 min. = 22 - 25 min. a +5 °C = 3 - 4 min. a +30 °C	
Temperature di applicazione	da -5 °C a +40 °C	
Spessore minimo	2 mm	
Spessore massimo per strato	40 mm	
Rasa	= 17,5 kg/m ² per cm di spessore	

Rilevazione dati a +21 °C di temperatura, 90% d.A. e assenza di ventilazione.

Modulo Kerakoll 10 Data: 12/2010/026

9. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per ciascuna prova elencata successivamente vengono indicate, in parentesi, le norme di riferimento. Potranno comunque essere utilizzati, in alternativa, documenti di riferimento di comprovata validità, quali le norme di prova pubblicate dall'UNI, le norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati in GUUE, nonché le Linee Guida, i rapporti tecnici e le raccomandazioni messe dell'EOTA. L'impiego di eventuali altri documenti di riferimento sarà esplicitamente rappresentato e giustificato.

Settore "A": Prove su strutture in calcestruzzo armato normale, precompresso e muratura

- prova magnetometrica (BS 1881-204:1988 Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters);
- prova sclerometrica (UNI EN 12504-2:2012 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 2: Prove non distruttive Determinazione dell'indice sclerometrico);
- prova di estrazione - metodo Pull Out (UNI EN 12504-3:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione);
- prova ultrasonica (UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici);
- prelievo in opera di calcestruzzo (campioni cilindrici estratti mediante carotaggio e polveri - UNI EN 12504-1:2019 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione);
- prelievo in opera di provini di acciaio (barre lisce e barre ad aderenza migliorata - UNI EN ISO 6892-1:2020 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente, UNI EN ISO 6892-2:2018 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 2: Metodo di prova a temperatura elevata, UNI EN ISO 6892-3:2015 Materiali metallici - Prova di trazione - Metodo di prova a bassa temperatura);
- analisi chimica (UNI EN 14630:2007 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della profondità di carbonatazione di un calcestruzzo indurito con opportuni metodi di cui alla UNI 11747:2019 Prove sul calcestruzzo indurito. Determinazione della profondità di penetrazione degli ioni cloruro);
- prove con martinetti piatti singoli e doppi (ASTM C1196-14a Standard Test Method for In Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements, ASTM C1197-14a Standard Test Method for In Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method);
- prove di carico statiche (impalcati, solai, elementi strutturali etc. - ACI 437.2M-13 Code Requirements for Load Testing of Existing Concrete Structures and Commentary – Metric o "Linee Guida 2 - 2015 ReLUI".);
- prova penetrometrica - metodo Windsor (ASTM C803 / C803M - 18 Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete);
- prova di adesione a strappo - metodo Pull Off (ASTM D4541:17 Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers, ASTM D7234:19 Standard Test Method for Pull-Off Adhesion Strength of Coatings on Concrete Using Portable Pull-Off Adhesion Testers, UNI EN ISO 16276-1:2007 Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante sistemi di verniciatura - Valutazione e criteri di accettabilità dell'adesione/coesione - forza di rottura - di un rivestimento - Parte 1: Prova di adesione a strappo);
- analisi elettrochimica per la misura del potenziale e della velocità di corrosione (UNI 10174:2020 Istruzioni per l'ispezione delle strutture di cemento armato esposte ad ambienti aggressivi mediante mappatura di potenziale);

- prove di carico statiche a compressione diagonale sulle murature (ASTM E519-10 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages);
- monitoraggio delle strutture (UNI/TR 11634:2016 Linee guida per il monitoraggio strutturale);
- termografia ad infrarossi (UNI EN 16714-1:2016 Prove non distruttive - Prove termografiche - Parte 1: Principi generali; UNI EN 16714-2:2016 Prove non distruttive - Prove termografiche - Parte 2: Strumentazione; UNI EN 16714-3:2016 Prove non distruttive - Prove termografiche - Parte 3: Termini e definizioni);
- indagini endoscopiche (UNI EN 13018:2016 Prove non distruttive - Esame visivo - Principi generali - Esame visivo remoto; Raccomandazione NORMAL 42/93: Criteri generali per l'applicazione delle PnD);
- indagini georadar (RILEM TC 127-MS: Tests for masonry materials and structures; ASTM D6432-19: Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation);
- caratterizzazione meccanica delle malte per murature (RILEM TC 177-MDT o equivalente e RILEM 127 D.6 - "Shove test");
- misura di umidità del legno (UNI EN 13183-1:2003 Umidità di un pezzo di legno segato - Determinazione tramite il metodo per pesata; UNI EN 13183-2:2003 Umidità di un pezzo di legno segato - Stima tramite il metodo elettrico; UNI EN 13183-3:2005 Umidità di un pezzo di legno segato - Stima tramite il metodo capacitivo);
- prova penetrometrica nel legno (UNI 11119:2004 Beni culturali - Manufatti lignei - Strutture portanti degli edifici - Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera).

Settore "B": Prove su strutture metalliche e strutture composte.

- prova magnetoscopica (UNI EN ISO 9934-1:2017 Prove non distruttive - Magnetoscopia - Parte 1: Principi generali);
- liquidi penetranti (UNI EN ISO 23277:2015 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità);
- ultrasuoni (UNI EN ISO 11666:2018 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Livelli di accettabilità; UNI EN ISO 22825:2017 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con ultrasuoni - Controllo delle saldature di acciaio austenitico e leghe a base nichel; UNI EN 10308:2004 Prove non distruttive - Controllo con ultrasuoni delle barre di acciaio);
- prova di durezza Brinell in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 6506 del 2015 Materiali metallici - Prova di durezza Brinell);
- prova di durezza Vickers in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 6507 del 2018 Materiali metallici - Prova di durezza Vickers);
- prova di durezza Rockwell in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 6508 del 2016 Materiali metallici - Prova di durezza Rockwell);
- prova di durezza Leeb in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 16859 del 2015 Materiali metallici - Prova di durezza Leeb);
- spessometria in situ (UNI EN 16809:2019 Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni);
- misura delle coppie di serraggio (UNI EN 14831:2005 Elementi di collegamento - Comportamento al serraggio - Metodo di prova semplificato coppia/angolo);
- prelievo di bulloni e di campioni di carpenteria.
- estensimetria (UNI 10478-1:1996 Prove non distruttive. Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza. Termini e definizioni, UNI 10478-2:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Scelta degli estensimetri e dei componenti accessori, UNI 10478-3:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Installazione estensimetrica e sua verifica, UNI 10478-4:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Circuiti di misura, elaborazione e presentazione

- dei risultati, UNI 10478-5:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Controllo delle caratteristiche);
- indagine spettrometrica in situ (ASTM E1086 - 14 Standard Test Method for Analysis of Austenitic Stainless Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry, ASTM E415 - 17 Standard Test Method for Analysis of Carbon and Low-Alloy Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry);
 - monitoraggio delle strutture (UNI/TR 11634:2016 Linee guida per il monitoraggio strutturale).

Settore "C": Prove dinamiche sulle strutture.

- prove dinamiche sulle strutture di elevazione (UNI 11568:2015 Vibrazioni - Strumentazione e analisi per la misura delle vibrazioni - Strumentazione di misura, UNI 9916:2014 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, UNI 9614:2017 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, UNI 10985:2002 Vibrazioni su ponti e viadotti - Linee guida per l'esecuzione di prove e rilievi dinamici);
- prove di tensionamento su catene e tiranti (UNI ISO 5348:2007 Vibrazioni meccaniche e urti - Montaggio meccanico degli accelerometri, UNI 11568:2015 Vibrazioni - Strumentazione e analisi per la misura delle vibrazioni - Strumentazione di misura).

LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI

- Legge 5-11-1971 n. 1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI - 02/1998 - LINEA GUIDA - Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.
- UNI EN 12504-1:2019 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (Testo A)" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 245 del 20 ottobre 2001 - Supplemento Ordinario n. 239 (Rettifica G.U. n. 47 del 25 febbraio 2002)
- UNI EN 12390-4:2019 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 4: Resistenza alla compressione. Specifiche per macchine di prova.
- UNI EN 206:2016: Calcestruzzo - Specificazione, produzione e conformità.
- D.M. 16.02.2007 - "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione".
- D.M. 17.1.2018 - "Norme tecniche per le costruzioni".
- UNI EN ISO 13791:2019 - "Valutazione della resistenza a compressione in sito delle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo".
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- UNI EN 11666:2018 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Livelli di accettabilità
- UNI EN ISO 5817:2014 - Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni
- UNI EN 13480-5:2019 - Tubazioni industriali metalliche - Parte 5: Collaudo e prove
- UNI EN ISO 23277:2015 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità
- UNI EN ISO 3452-1:2013 - Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti - Parte 1: Principi generali

NORME EUROPEE

- UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 338:2016 - Legno strutturale - Classi di resistenza
- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici
- UNI EN 1990:2006 Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1992-1-2:2019 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1993-1-1:2014 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1995-1-2:2005 - Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio



Campagna di indagini 2022

INDAGINI E CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE DEL MOLO VII A TRIESTE

RAPPORTO TECNICO n.3520 MIC



Opera:

Molo VII

Località:

Area Portuale – Molo VII – 34123 (TS)

Data di esecuzione delle indagini:

giugno-luglio- agosto 2022

Committente:

*Autorità di Sistema Portuale del mare Adriatico
orientale – Porti di Trieste e Monfalcone*

Equipe di intervento:

dott. Massimiliano La Porta

dott. Marco Zandonà

dott. Xenia Pastor

sig. Luca Del Bello

Il Direttore Tecnico

ing. Erik Lorenzi

IN SITU s.r.l.

Via Carlo Errera 14

34147 TRIESTE TS

P. IVA 01135420321

REA TS 127217

1.	<u>GENERALITÀ</u>	<u>3</u>
2.	<u>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'</u>	<u>3</u>
3.	<u>METODOLOGIE DI PROVA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA</u>	<u>4</u>
	METODO ELETTROMAGNETICO	4
	PRELIEVO DI CAMPIONI CILINDRICI DI CLS	5
	PROVA COLORIMETRICA	6
	PRELIEVO DI BARRE D'ARMATURA	7
	PROVA ULTRASONICA (UNI EN 12504-4: 2021)	8
	METODO SONREB (PROVA SCLEROMETRICA + PROVA ULTRASONICA)	10
	INDAGINE TOMOGRAFICA ULTRASONICA	12
	PROVA DI RILASCIO TENSIONALE	15
4.	<u>ACQUISIZIONE DATI</u>	<u>18</u>
	PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE	19
	RIEPILOGO DELLE PROVE ESEGUITE	20
5.	<u>RISULTATI SPERIMENTALI</u>	<u>21</u>
	CALCESTRUZZI – PRELIEVO CAMPIONI E RISULTATI PROVE COMPRESIONE, CARBONATAZIONE E CONCENTRAZIONE CLORURI	21
	CALCESTRUZZI - INDAGINI SONREB (SCLEROMETRICA+ULTRASONICA)	27
	CALCESTRUZZI – RISULTATI INDAGINI TOMOGRAFICHE ULTRASONICHE	31
	ACCIAI - PRELIEVO BARRE D'ARMATURA E RISULTATI PROVE DI LABORATORIO	54
	PROVE DI DETENSIONAMENTO	59
6.	<u>CERTIFICAZIONE PERSONALE</u>	<u>66</u>
7.	<u>CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO</u>	<u>74</u>
8.	<u>SCHEDE DEI MATERIALI PER I RIPRISTINI STRUTTURALI</u>	<u>101</u>
9.	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	<u>104</u>

1. GENERALITÀ

Autorità di Sistema Portuale del mare Adriatico orientale – Porti di Trieste e Monfalcone ha incaricato la società IN SITU s.r.l. - SERVIZI TECNICI PER L'INGEGNERIA - di eseguire una campagna di indagini multidisciplinari per la verifica delle strutture in c.a. e acciaio dell'impalcato del Molo VII sito nell'area portuale a Trieste.

Le indagini hanno previsto una fase preliminare con ispezione visiva per evidenziare le aree maggiormente interessate da degrado superficiale (Ns RT 3171).

Le indagini in cantiere sono state eseguite nei mesi di giugno, luglio e agosto 2022.

2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

Le specifiche attività per lo svolgimento delle indagini in oggetto sono state le seguenti:

- identificazione delle strutture da indagare;
- preparazione delle aree di prova;
- preparazione dell'attrezzatura;
- numerazione zone di prova;
- effettuazione delle prove e dei rilievi;
- analisi dei risultati;
- redazione della relazione tecnica.

Per l'individuazione dei ferri d'armatura negli elementi in c.a. (controllo richiesto per la verifica delle armature e propedeutico all'esecuzione delle verifiche) è stata utilizzata l'**indagine pacometrica** (metodologia d'indagine elettromagnetica in conformità alle normative BS 1881-204:1988 e ASTM C 876:2009).

Per i controlli della resistenza delle strutture in c.a. e acciaio, del loro stato di fatto, del numero e tipologia di armature impiegate nel confezionamento delle stesse, si sono utilizzate le seguenti metodologie:

- **Prelievo di campione cilindrico di cls** al fine di ottenere un'indicazione sul valore medio della resistenza a compressione e del modulo elastico del calcestruzzo in opera - in conformità alle norme UNI EN 12390-3:2019 e UNI EN 12504-1:2021
- **Prova colorimetrica** per la verifica della profondità di carbonatazione.
- **Indagine SonReb** in conformità alle normative UNI EN 12504-4: 2021 (**indagini ultrasoniche**) e UNI EN 12504-2: 2021 (**indagini sclerometriche**) al fine di valutare in modo indiretto la resistenza del calcestruzzo su un numero di elementi considerato rappresentativo dell'intera struttura.
- **Prelievo barra d'armatura** per prova a trazione in Laboratorio in conformità alle norme UNI EN ISO 6892-1:2020.
- **Indagine tomografica ultrasonica** per la verifica puntuale dell'integrità delle travi in cap e l'identificazione di anomalie o difetti.
- **Prove di detensionamento** per la verifica dello stato tensionale degli elementi costruttivi.

Per la ricostruzione geometrica delle strutture e la determinazione dei rapporti tra esse, si è eseguita una campagna di **misure, rilievi visivi e fotografici**.

3. METODOLOGIE DI PROVA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

METODO ELETTROMAGNETICO

Il Pacometro è uno strumento utilizzato per localizzare in modo rapido ed accurato la presenza e l'orientamento delle barre nel calcestruzzo armato e misurare, con buona precisione, lo spessore di copriferro ed il diametro dei ferri d'armatura.

Tale metodologia di prova è regolamentata dalle seguenti normative: BS1881-204:1988 e ASTM C 876.



Il rilievo dei ferri d'armatura con il metodo elettromagnetico risulta l'indispensabile ed imprescindibile fase preliminare per qualunque altra tipologia di controllo su strutture in c.a. in quanto evita che la prova venga eseguita a ridosso della carpenteria di una struttura.

Indagini sclerometriche, ultrasonore, pull-out, carotaggi, etc., eseguite senza una precedente indagine pacometrica non possono essere ritenute valide considerato che i risultati possono essere stati influenzati dalla presenza delle armature.

Il rilievo dei ferri d'armatura nelle strutture in C.A. (barre e staffe) viene quindi utilizzato sia per l'individuazione di zone libere utili all'esecuzione delle prove non invasive (metodo microsismico) e semi-distruttive (pull out, carotaggi, ...), sia per verificare la geometria della carpenteria metallica all'interno di una struttura in cls. Spesso, infatti, si opera su manufatti per i quali non si hanno dati sulla disposizione delle armature, sull'esecuzione delle strutture e sulle caratteristiche dei materiali impiegati ed il quesito che, il più delle volte viene posto agli specialisti del settore, è quello di conoscere l'effettiva disposizione delle barre di armatura, il loro numero, il loro diametro e la misura dello spessore del copriferro senza danneggiare la struttura in esame. Lo strumento sfrutta il principio delle *correnti passive*: un conduttore massiccio, come può essere un'armatura, sottoposto ad un campo d'induzione magnetica dissipa una certa quantità di potenza in funzione della sua resistività e geometria. Tale metodologia d'indagine si avvale del principio della misurazione dell'assorbimento del campo magnetico, prodotto dalla stessa apparecchiatura.

La posizione dei ferri è determinata muovendo la sonda sulla superficie in esame, fino ad individuare la direzione di massimo assorbimento elettromagnetico che corrisponde all'andamento longitudinale della barra.

Un sistema d'informazione direzionale indica se la sonda si avvicina o si allontana dalla barra permettendo di raggiungere precisioni molto elevate, dell'ordine del millimetro.

La posizione delle barre viene sempre individuata con estrema precisione e rapidità grazie alla presenza di dispositivi ottici (LED ultra-luminoso e barra di intensità del segnale) e spie audio a frequenza variabile, distinguibili in modo chiaro anche in ambienti rumorosi.

L'individuazione delle barre d'armatura sugli elementi in c.a. è stata eseguita con un Pacometro Multifunzione Elcometer Covermaster P331-H.

PRELIEVO DI CAMPIONI CILINDRICI DI CLS

L'esecuzione di carotaggi meccanici lubrificati ad acqua, grazie all'assenza di vibrazioni, permette di indagare la consistenza dei materiali riducendo al minimo il disturbo alle strutture siano esse in calcestruzzo o muratura.

È una tecnica di indagine versatile che può essere impiegata su diversi elementi strutturali quali pilastri, travi, fondazioni, pavimentazioni industriali, pareti e setti. L'estrazione di carote, opportunamente referenziate in cassette catalogatrici permette poi l'esecuzione di prove di laboratorio per valutarne le principali caratteristiche meccaniche e/o chimiche. La scelta del diametro della carota dovrà tenere conto di alcuni aspetti:

- la riduzione della sezione resistente dell'elemento in studio;
- evitare il taglio di armature;
- il diametro dell'inerte.

L'operazione di carotaggio è particolarmente delicata in quanto, se non eseguita correttamente, potrebbe compromettere i risultati. Sono quindi importanti alcuni aspetti:

utilizzare punte perfettamente cilindriche e ben affilate; fissare rigidamente la carotatrice evitando qualunque vibrazione; utilizzare abbondantemente l'acqua di raffreddamento. Il prelievo dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio è stato eseguito con la strumentazione HILTI di seguito riportata.

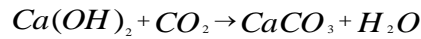
Fase preliminare propedeutica al carotaggio è l'individuazione delle barre d'armatura mediante indagine pacometrica.

Dopo il prelievo l'elemento strutturale è ripristinato in funzionalità, il ripristino sarà eseguito mediante l'ausilio di carote preconfezionate e Kerakoll Geolite G10.



PROVA COLORIMETRICA

La carbonatazione è un processo chimico per il quale l'anidride carbonica presente nell'aria viene assorbita dal cls, trasformando l'idrossido di calcio (fortemente basico), in carbonato di calcio secondo la reazione:



Tale reazione determina un abbassamento del pH del cls da valori prossimi a 12 a valori inferiori a 9, con la conseguente eliminazione della naturale barriera alcalina passivante dei ferri d'armatura. Infatti, un conglomerato cementizio correttamente proporzionato, presenta un ambiente fortemente alcalino (pH 12-13) che inibisce le reazioni di ossidazione delle armature.



Nel momento in cui la carbonatazione raggiunge l'armatura, avviene dunque in quest'ultima il pericoloso fenomeno della corrosione, con tutte le dannose conseguenze ad esso associate (rigonfiamento delle barre e distacco del copriferro, perdita di sezione utile, ...).

La prova può essere effettuata direttamente sull'elemento strutturale, in corrispondenza di una prova di pull out, asportando il copriferro di uno spigolo, all'interno di un foro o su un provino cilindrico estratto mediante carotaggio dall'elemento stesso.

La misura della profondità di carbonatazione è stata determinata con il metodo del viraggio chimico, spruzzando sulla superficie del conglomerato cementizio una soluzione di fenolftaleina all'1% in alcool etilico.

La fenolftaleina vira al viola al contatto con materiale il cui pH sia maggiore di circa 9.2 e rimane incolore per valori di pH minori.

La misura della profondità di carbonatazione, secondo la normativa, deve essere rilevata con precisione di 1 mm.

CARBONATATO	NON CARBONATATO

La velocità di penetrazione della carbonatazione all'interno del cls, nella maggior parte dei calcestruzzi, segue un andamento di tipo parabolico secondo la formula sotto riportata diminuendo all'aumentare del tempo.

$$S = K\sqrt{t}$$

dove:

"S" è lo spessore dello strato carbonatato; "t" è il tempo; "K" è un coefficiente di carbonatazione che può essere assunto come un indice della velocità di penetrazione della carbonatazione. Esso dipende dalle caratteristiche del cls (permeabilità, composizione, ecc.) e dalle condizioni ambientali (umidità, concentrazione di anidride carbonica nell'aria, ecc.).

PRELIEVO DI BARRE D'ARMATURA

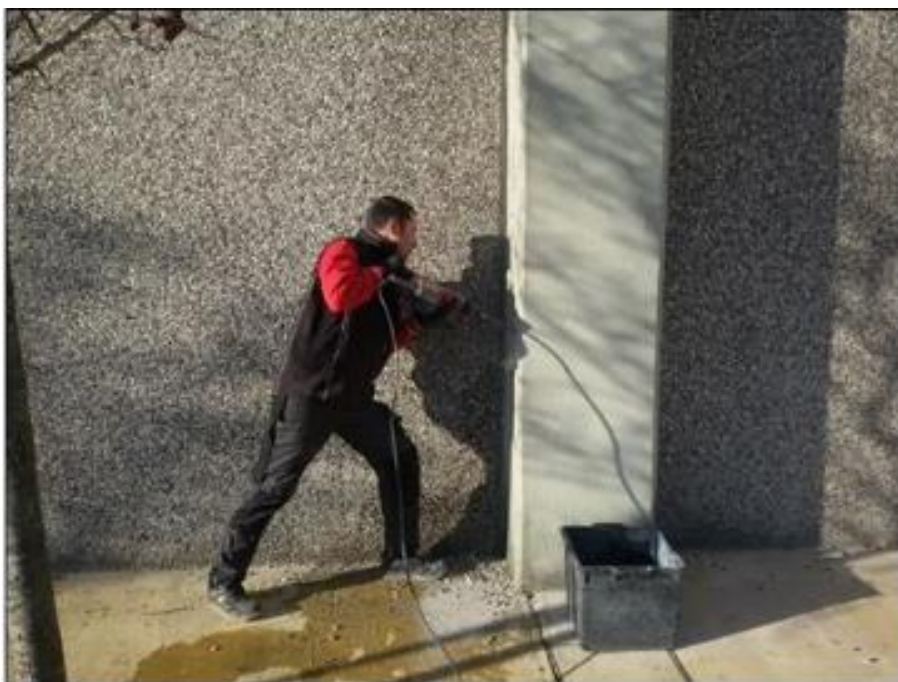
Il prelievo di barre d'armatura è fatto individuando i punti meno pericolosi e le posizioni più idonee per evitare danni alla struttura. Il prelievo di barre d'armatura è fondamentale per determinare le caratteristiche meccaniche delle barre in strutture in cemento armato sottoposte ad indagine e si effettua mediante estrazione di campioni di lunghezza circa 40-50 cm dall'elemento strutturale.

Il prelievo viene effettuato nella zona di sollecitazione minima dell'elemento strutturale e si svolge secondo le seguenti fasi:

- individuazione della posizione esatta della barra mediante indagine magnetometrica sull'elemento strutturale soggetto ad indagine;
- scasso mediante martello demolitore del copriferro fino a scoprire la barra da prelevare;
- taglio della barra ed estrazione.
- saldatura alla barra esistente della nuova barra di diametro maggiore o uguale.

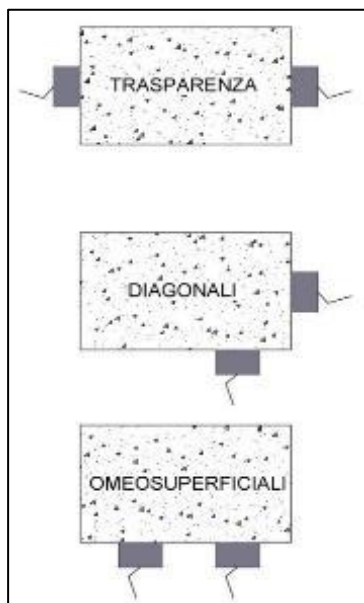
Successivamente un laboratorio autorizzato effettuerà sulle barre prelevate, le prove volte alla determinazione delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione di snervamento;
- tensione di rottura;
- allungamento percentuale a rottura.



Dopo il prelievo l'elemento strutturale è ripristinato in funzionalità, il ripristino sarà eseguito mediante l'ausilio di barre d'armatura e Kerakoll Geolite G10.

PROVA ULTRASONICA (UNI EN 12504-4: 2021)



Le indagini ultrasoniche consentono la determinazione delle caratteristiche elasto-meccaniche di un materiale, attraverso l'analisi delle modalità di propagazione delle onde elastiche al suo interno.

Attraverso lo studio della propagazione degli impulsi ultrasonici nel materiale e la misura del tempo di transito delle onde longitudinali (onde P), è possibile determinare la velocità dell'impulso ultrasonoro nel materiale (nota la distanza tra le sonde) ed il modulo di Young (note la distanza tra le sonde e la densità del materiale).

La velocità di propagazione in un mezzo dipende dall'elasticità e dalla resistenza del mezzo stesso: maggiore è la velocità, maggiore sarà il modulo elastico e quindi la resistenza essendo, infatti, ogni interruzione od eterogeneità del materiale, causa di un ritardo del segnale.

La misura può essere eseguita seguendo tre schemi di acquisizione:

- trasmissione diretta (o in trasparenza) applicando le due sonde in asse sulle facce opposte dell'elemento da saggiare;
- trasmissione semidiretta (o diagonale) applicando i trasduttori in punti appartenenti a due facce adiacenti, in genere ortogonali.
- trasmissione indiretta (o omeosuperficiale) posizionando le sonde sulla stessa faccia a una distanza nota.

Le misure più precise e significative sono quelle eseguite in trasparenza interessando l'intera sezione della struttura da sottoporre a controllo. È così possibile misurare il tempo di propagazione dell'onda (e nel contempo verificare frequenze ed attenuazioni del segnale), calcolarne la velocità conoscendo la distanza reciproca tra la sonda trasmittente e la sonda ricevente, e risalire quindi al modulo elastico dinamico del mezzo indagato.

Nel campo dei Controlli non Distruttivi, oltre che per le verifiche di integrità ed omogeneità di manufatti metallici (in cui tale metodologia trova una vasta e svariata applicazione), il metodo ultrasonico viene utilizzato, tramite opportune correlazioni, per la stima della resistenza del calcestruzzo indurito e per la valutazione dell'uniformità del calcestruzzo, delineando le zone di degrado o di scarsa qualità.

Tale metodologia di prova è normata dalla UNI EN 12504-4:2021 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici". I risultati forniti dalle indagini ultrasoniche consentono di formulare direttamente una prima valutazione di

Valutazione qualità del cls (classificazione di Leslie - Cheesman)	V (m/s)
Pessimo	< 2135
scadente	2135 - 3050
Discreto	3050 - 3660
Buono	3660 - 4575
Ottimo	> 4575

massima della qualità del calcestruzzo, sulla base di classificazioni proposte in letteratura. Di seguito, a titolo esemplificativo, si riporta la classificazione di Leslie-Cheesman:

Nell'utilizzo pratico la sonda trasmittente, posta a contatto con la superficie del manufatto e ad essa accoppiata grazie a speciali conduttori acustici, genera impulsi ultrasonici che si propagano nel mezzo secondo fronti d'onda approssimativamente sferici date le sue caratteristiche dimensionali e di frequenza di vibrazione. La propagazione dell'impulso ultrasonoro è comunque, regolata da quelle che sono le comuni leggi fisiche che soddisfano i fenomeni relativi alla propagazione delle onde elastiche in un qualsiasi mezzo.

Bisogna porre particolare attenzione all'interferenza dei ferri d'armatura la cui presenza diventa trascurabile solo se il rapporto tra le somme dei diametri attraversati dal treno d'onde e la lunghezza totale del percorso è minore di 0.06 (per armature disposte perpendicolarmente al percorso) o di 0.30 (per armature disposte parallelamente al percorso).

Operativamente tale indagine deve essere sempre preceduta, quindi, da un'indagine pacometrica preliminare al fine di delineare zone di misura libere da ferri d'armatura. Una volta individuate tali aree, si preparano le superfici di prova in modo che siano pulite, e piane. Si applicano le sonde preferendo sempre la geometria di acquisizione per trasparenza, utilizzando degli appositi accoppianti al fine di evitare interposizioni di aria tra sonda e calcestruzzo e si effettua la misura dei tempi di volo dell'impulso generato dalla sonda trasmittente.

Durante le misure eseguite in campo il segnale ultrasonico è visualizzato sullo schermo della strumentazione dove l'operatore controlla che il pacchetto d'onda sia caratterizzato da uno spettro significativo e che il primo arrivo (first peak) sia individuabile con precisione.

La forma d'onda viene quindi registrata ed elaborata con apposito software dedicato.

Il rilievo della velocità delle onde ultrasoniche nel cls è stato eseguito utilizzando una strumentazione ULTRASONIC SYSTEM CMS della BOVIAR.

L'apparecchiatura ultrasonica BOVIAR CMS è costituita da una centralina di acquisizione dati e da una serie di sensori piezoelettrici con trasmettitore ad alta potenza (>1,6 Kv) o con martello strumentato, per poter effettuare misure del tempo di propagazione delle onde compressionali (onde P) in molti tipi di materiali, anche con scarse caratteristiche di propagazione e velocità. La potenza di trasmissione degli impulsi, regolabile via software tramite cursore, e la elevata sensibilità dei ricevitori piezoelettrici di tipo attivo, con frequenza propria 55 KHz (opzionale 20KHz), consentono di effettuare misure sia in laboratorio, su provini anche di grandi dimensioni, in materiali quali calcestruzzo, rocce, materiali plastici, vetroresina, legno, etc., sia presso cantieri, per indagini in sito su pilastri e travi in calcestruzzo o materiali lapidei, edifici civili o monumentali. La centralina di acquisizione permette di digitalizzare i segnali acquisiti (forma d'onda completa) e visualizzarli come su un oscilloscopio con scala tempi-ampiezza.

I segnali vengono visualizzati, elaborati e memorizzati direttamente da un Computer Palmare HP IPAQ 2210 dotato di interfaccia bluetooth, integrato nella centralina, sul quale è caricato il software SonicPocket-WCE v.3.3.0 che gestisce la visualizzazione, memorizzazione ed elaborazione dei segnali.



METODO SONREB (PROVA SCLEROMETRICA + PROVA ULTRASONICA)

SONic + REBound, ovvero SONREB, è il metodo che combina due prove non distruttive per calcestruzzo, derivato dall'accoppiamento dell'indagine ultrasonica e di quella sclerometrica, ovvero nella combinazione dei risultati ottenuti con tali due prove sullo stesso elemento di calcestruzzo.

I riferimenti normativi per tale metodologia si rifanno alle due singole metodologie di indagine:

- UNI EN 12504-4:2021 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici".
- UNI EN 12504-2:2021 "Prova sul calcestruzzo indurito nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico".
-

La resistenza a compressione del calcestruzzo viene stimata sulla base della coppia dei valori: *velocità di propagazione degli ultrasuoni e indice di rimbalzo sclerometrico*, mediante l'utilizzo di formule dedotte da correlazioni di tipo sperimentale, del tipo:

$$R_c = x S^y V^z$$

dove:

x, y, z = costanti sperimentali;

S = valore dell'indice di rimbalzo sclerometrico;

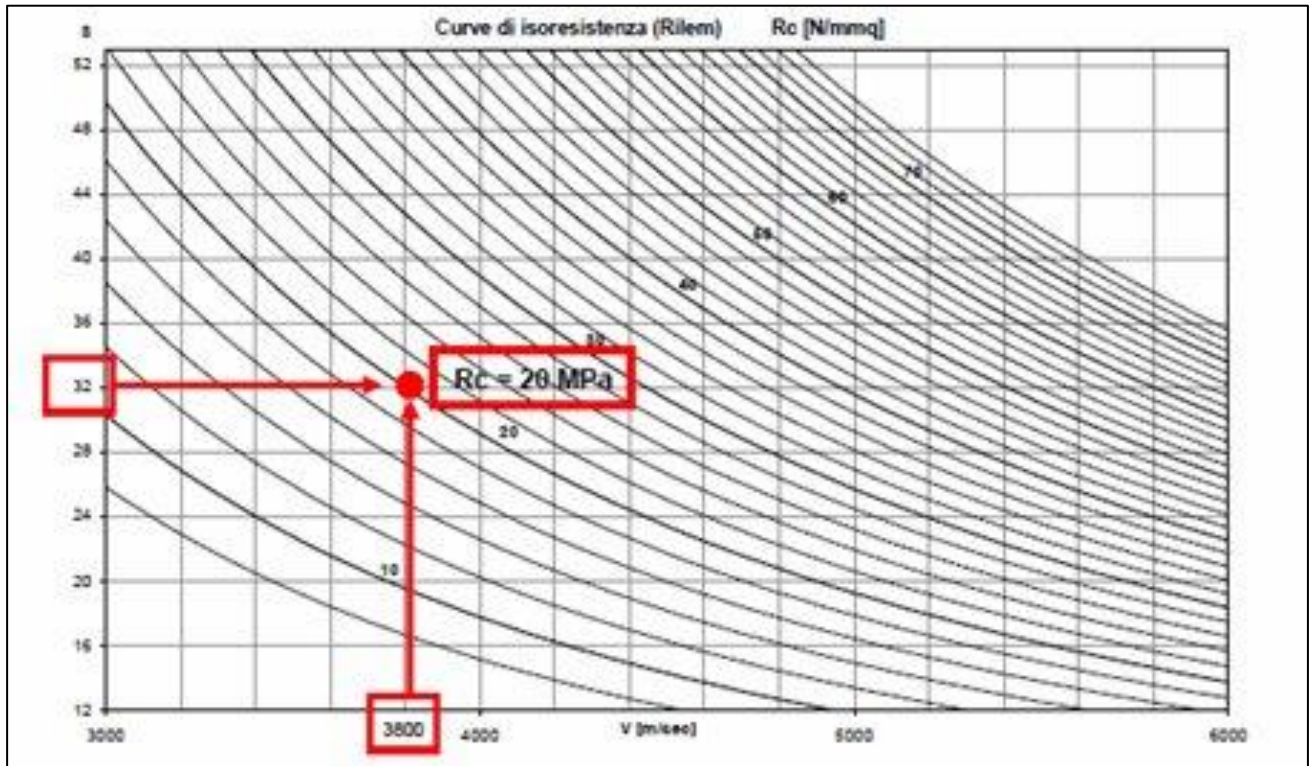
V = velocità dell'impulso ultrasonico;

Nello specifico, si vedano le formule descritte nella tabella successiva.

Riferimento	Espressione di calcolo
Cianfrone - Facaoaru (1979)	$R_c = 7,695 \cdot 10^{-10} \cdot S^{1,4} \cdot V^{2,6}$
Norme RILEM (1993)	$R_c = 9,27 \cdot 10^{-11} \cdot S^{1,4} \cdot V^{2,6}$
Gasparik (1992)	$R_c = 8,06 \cdot 10^{-8} \cdot S^{1,246} \cdot V^{1,85}$
Di Leo - Pascale (1994)	$R_c = 1,2 \cdot 10^{-9} \cdot S^{1,058} \cdot V^{2,446}$

L'interesse per questa metodologia combinata risiede nel fatto che essa presenta, rispetto ad altri metodi di controllo non distruttivi o semi-distruttivi, il vantaggio della semplicità e della rapidità esecutiva che consentono di saggiare estese porzioni di struttura in tempi e con costi accettabili.

Inoltre si migliora significativamente attraverso le prove congiunte l'affidabilità delle singole metodologie (ultrasonica e sclerometrica), viceversa meno attendibili se considerate separatamente. Si riduce, infatti, con la doppia combinazione l'influenza sulla resistenza del calcestruzzo dell'umidità interna e del grado di maturazione, avendo questi parametri fisici effetti opposti sulla velocità di propagazione e sull'indice sclerometrico. Si riduce inoltre l'influenza rispetto al metodo ultrasonico delle dimensioni degli inerti e del dosaggio e del tipo di cemento e l'influenza rispetto al metodo sclerometrico delle disomogeneità tra gli strati superficiali e gli strati più profondi.



Esempio di curve di correlazione relative al metodo SONREB - RILEM (1993).

Se, infine, il SONREB viene tarato mediante lo schiacciamento di alcune carote di calcestruzzo prelevate in aree sottoposte ad indagine, aumenta notevolmente l'accuratezza della resistenza del calcestruzzo stimata.

INDAGINE TOMOGRAFICA ULTRASONICA

Il metodo della tomografia ultrasonica è una tecnica di indagine geofisica non distruttiva impiegata per l'analisi di strutture in calcestruzzo, in pietra o altro materiale lapideo; nello specifico la tecnica permette la localizzazione di vuoti, cavità e laminazioni, la misura di spessori di elementi accessibili da un solo lato (murature, lastre di rivestimento di edifici, pavimentazioni, etc.) e la valutazione dell'efficacia di interventi di consolidamento.

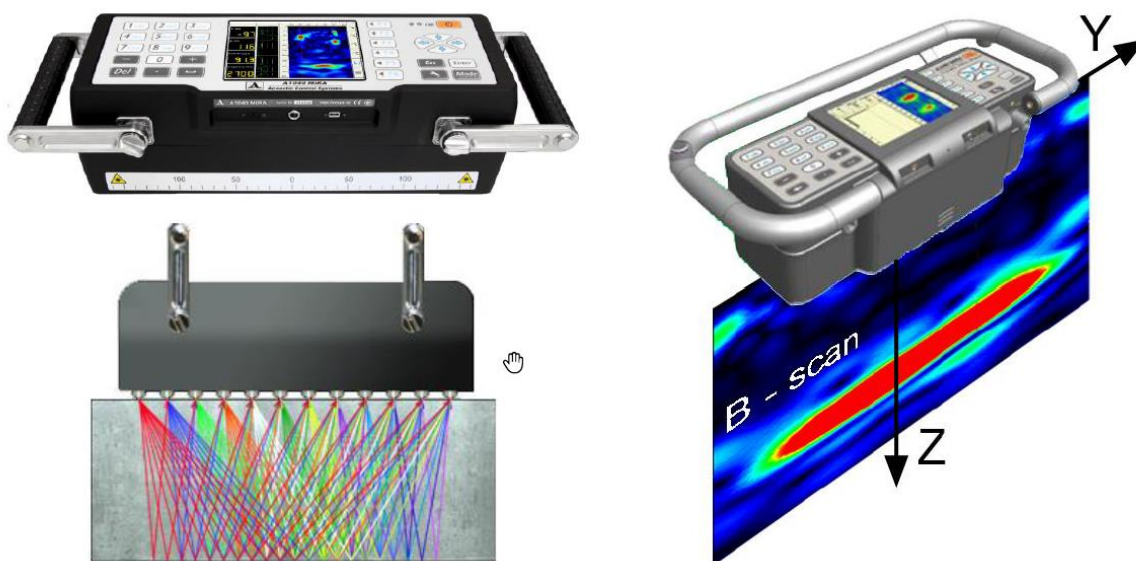
Il metodo tomografico si basa sulla riflessione di onde elastiche emesse da una serie di trasduttori piezoelettrici bimodali (trasmettenti-riceventi); le onde emesse dai trasduttori trasmettenti vengono parzialmente riflesse dalle discontinuità (fessure, cavità, armature, etc.) incontrate nel loro percorso lungo il mezzo attraversato ed acquisite in superficie dai medesimi trasduttori riceventi.

L'intensità delle onde riflesse dipende dal coefficiente di riflessione R ovvero il contrasto di impedenza acustica Z fra il materiale indagato e le disomogeneità incontrate.

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \quad \text{dove} \quad Z = \text{Densità del materiale} * \text{Velocità delle onde elastiche}$$

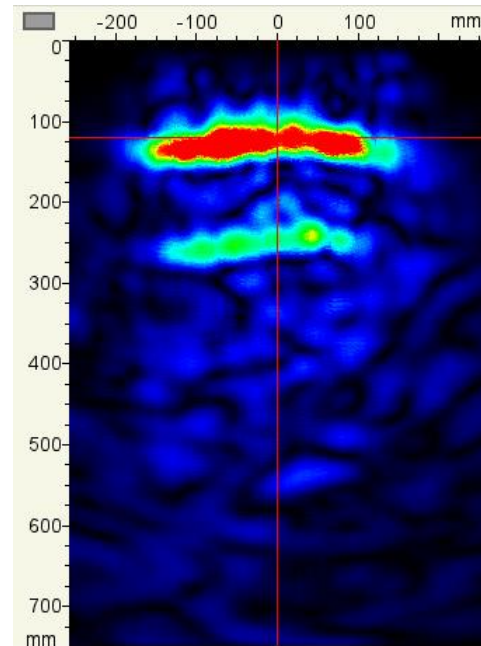
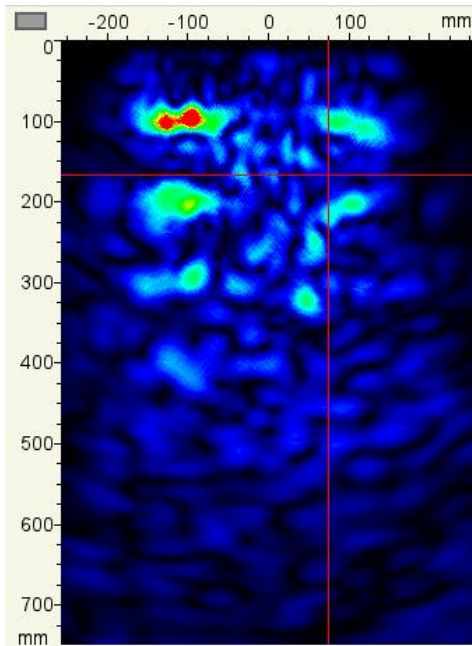
12

L'aria presente nelle discontinuità ha un'impedenza acustica Z praticamente nulla, pertanto le onde ultrasoniche emesse vengono integralmente riflesse con coefficiente di riflessione R pari a 1 (riflessione totale). Nel caso di coefficienti inferiori ($R \leq 0,5$) si ottiene una riflessione parziale, indice della presenza di elementi metallici (barre d'armatura) la cui impedenza acustica Z è 4-5 volte quella del calcestruzzo.



Nello specifico le vibrazioni generate dal trasduttore trasmettente (onde elastiche) consistono in brevi impulsi di onde di taglio aventi frequenza variabile da 10 a 110 KHz. Questo permette un maggiore dettaglio nella restituzione tomografica (minor lunghezza d'onda), l'identificazione di fessure anche se saturate d'acqua ed un più agevole adattamento alle diverse qualità di calcestruzzo e agli spessori da indagare.

Le operazioni preliminari alla prova consistono nella pulizia da eventuale polvere o colatura cementizia del campo prova e dall'esecuzione della calibrazione del sistema con l'impostazione dei parametri di acquisizione. I trasduttori sono dotati di molle per l'adattamento anche a superfici non perfettamente piane, inoltre sono applicati a secco senza l'interposizione di un materiale di accoppiamento.



Esempi di tomografia 2D

La prova consiste nella ripetuta emissione-ricezione degli impulsi mediante una serie di sensori equispaziati (minimo 12), lo strumento elabora in pochi secondi una tomografia 2D lungo una sezione ortogonale alla superficie del manufatto (B-scan), permettendo di identificare subito difetti e patologie. Ripetendo il rilievo su una griglia regolare di punti è possibile generare un modello 3D della struttura interna dell'elemento indagato.

Strumentazione

L'indagine è stata eseguita utilizzando il tomografo A1040 MIRA della ACS, costituito da una griglia 12 x 4 di 48 trasduttori piezoelettrici bimodali (trasmettenti-riceventi) il quale permette una risoluzione fino a 10 mm ed una profondità massima d'indagine di circa 2,5 m.

Si riportano le specifiche strumentali:

Number of transducers in antenna	48 (12 groups x 4 elements)
Measuring range	10 to 2.500 mm*
Analogue band width	≥ 8 hours**
Analogue band width	10 to 100 KHz
Nominal transducer frequency	50 KHz
Safety rated	IP54
Physical size of instrument	370x150x145 mm

14



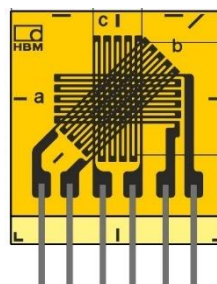
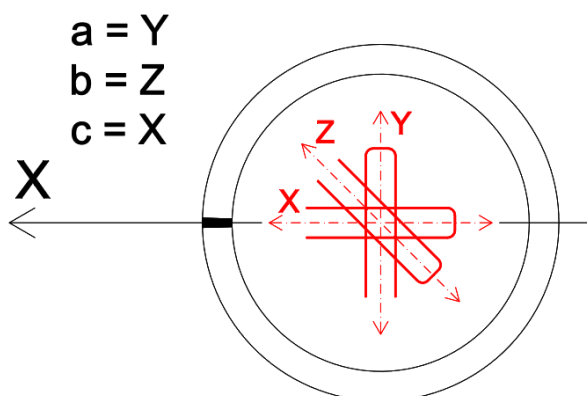
Fasi acquisizione tomografica ultrasonica

PROVA DI RILASCIO TENSIONALE

La prova consiste nella messa in opera di una rosetta estensimetrica tipo doorstopper con connettore MIL con griglia 0°-45°-90° (foto a lato) e nel misurare la deformazione subita in seguito al carotaggio delle aree circostanti di una porzione superficiale di un elemento strutturale in calcestruzzo precompresso. Successivamente, mediante la legge di Hook, è possibile risalire alla tensione di precompressione agente.

La rosetta tipo doorstopper è costituita da un connettore MIL montato su un cilindro in plastica riempito di silicone. Alla base è incollata la rosetta estensimetrica vera e propria. Si tratta di una rosetta HBM tipo RY91-6/350 con griglie da 6 mm disposte a 0° - 45° - 90°.

Di seguito si riportano gli schemi identificativi delle direzioni delle griglie e delle direzioni adottate in cantiere



Orientamento delle griglie. A sinistra: la direzione X corrisponde alla direzione longitudinale dell'impalcato. A destra: schema della rosetta HBM.

La misura dei valori elettrici in mV/V viene eseguita mediante la centralina manuale multifunzione "MultiGeo" MG01 dotata di apposito adattatore per la misura di estensimetri da 350 Ω in configurazione a quarto di ponte.

Le misure delle tre griglie vengono eseguite manualmente per ogni singola griglia.

La procedura di prova prevede:

- rilievo dell'area mediante pacometro allo scopo di individuare di una porzione di superficie circa 20x20 cm caratterizzata da assenza di armature metalliche e con superficie regolare e priva di difetti;
- preparazione della superficie mediante smerigliatura progressiva, pulizia, sgrassatura ed eventuale stesa di strato di primer;
- materializzazione delle direzioni principali di misura (longitudinale e trasversale) per facilitare la posa degli estensimetri;
- incollaggio di una rosetta estensimetrica;
- misura dei valori di zero con l'apposita centralina;



Centralina MultiGeo - MG01 con adattatore

- messa in opera della carotatrice, con carotiere diametro 125 mm, in maniera centrata rispetto alla rosetta e procedere al taglio per una profondità minima di circa 10 cm;
- pulizia del connettore con aria compressa ed eventualmente solvente specifico;
- misura dei valori post-taglio;
- ripristino l'elemento strutturale.



Rilievo pacometrico



Prima fase di smerigliatura con disco smeriglio



Stesa collante



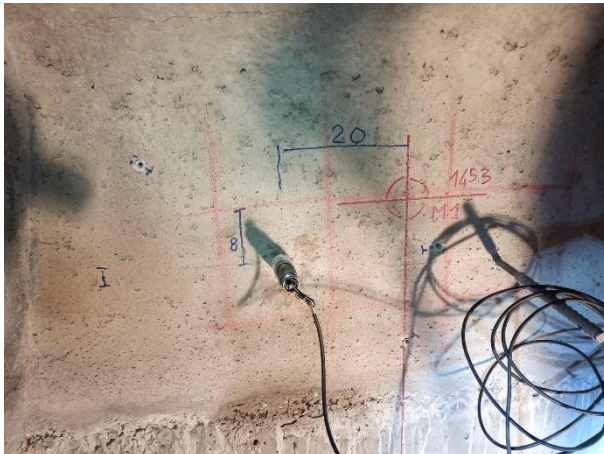
Messa in opera della rosetta mediante apposito sistema di fissaggio



Carotaggio



Pulizia post-carotaggio



Misura valori pre-carotaggio



Misura valori post-carotaggio

4. ACQUISIZIONE DATI

La campagna d'indagine è stata eseguita con l'obiettivo di fornire la maggior quantità di dati sulla qualità dei materiali utilizzati per la realizzazione della struttura e sul generale stato di conservazione degli elementi strutturali che la compongono.

La fase di acquisizione dati è stata preceduta dalla nomenclatura delle zone soggette a controllo per la loro identificazione univoca.

Di seguito si riporteranno i risultati delle indagini esposti con la seguente organizzazione:

- Planimetrie con l'ubicazione delle indagini eseguite;
- Riepilogo delle prove eseguite;
- Calcestruzzi – risultati indagini;
- Acciai - risultati indagini;

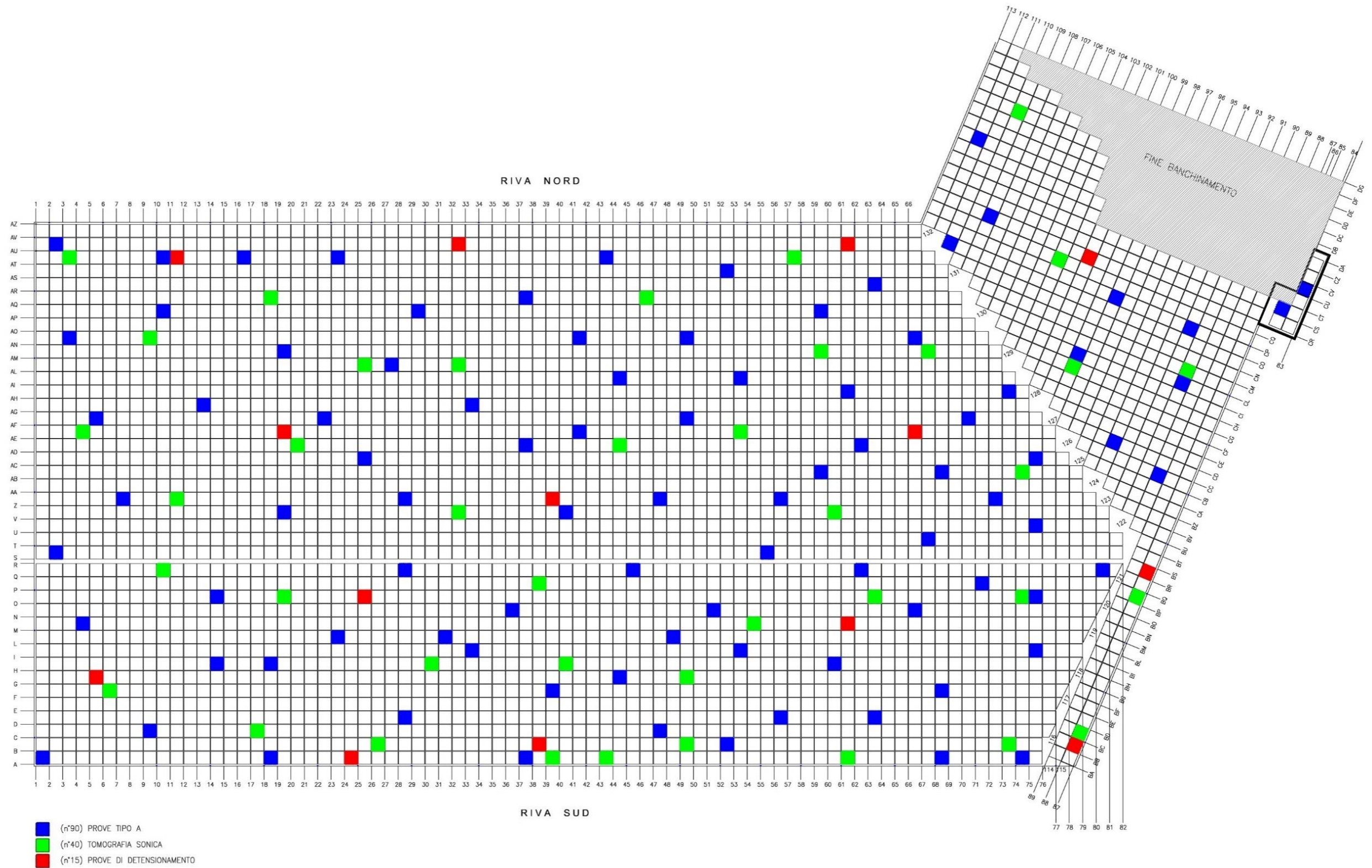
Allegati:

- Certificazione del personale;
- Rapporti delle prove di Laboratorio;
- Schede materiali per i ripristini strutturali;
- Normativa di riferimento.

PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Planimetria d'inquadramento zone d'indagine.

UBICAZIONE INDAGINI



RIEPILOGO DELLE PROVE ESEGUITE

Le indagini realizzate sono consistite in:

- **Prelievo di n°90 campioni cilindrici di cls** al fine di ottenere un'indicazione sul valore medio della resistenza a compressione e del modulo elastico del calcestruzzo in opera - in conformità alle norme UNI EN 12390-3:2019 e UNI EN 12504- 1:2021
- **N°90 Prove colorimetriche** per la verifica della profondità di carbonatazione.
- **N°270 Indagini SonReb (tre prove per ogni campata relative alle tre diverse tipologie di elemento)** in conformità alle normative UNI EN 12504-4: 2021 (**indagini ultrasoniche**) e UNI EN 12504-2: 2021 (**indagini sclerometriche**) al fine di valutare in modo indiretto la resistenza del calcestruzzo su un numero di elementi considerato rappresentativo dell'intera struttura.
- **Prelievo di n° 90 barre d'armatura** per prova a trazione in Laboratorio in conformità alle norme UNI EN ISO 6892-1:2020.
- **N° 40 Indagini tomografiche ultrasoniche** per la verifica puntuale dell'integrità delle travi in cap e l'identificazione di anomalie o difetti.
- **N° 15 Prove di detensionamento** per la verifica dello stato tensionale degli elementi costruttivi.

Si riporta di seguito i risultati delle prove eseguite.

5. RISULTATI SPERIMENTALI

CALCESTRUZZI – PRELIEVO CAMPIONI E RISULTATI PROVE COMPRESIONE, CARBONATAZIONE E CONCENTRAZIONE CLORURI

Di seguito si riporta, in forma tabellare, il riepilogo dei risultati delle prove di compressione, carbonatazione e concentrazione cloruri realizzate sulle carote estratte. I certificati relativi ai prelievi e alle prove, eseguite dal Laboratorio P.Q.R.S. S.r.l., sono riportati in allegato.

IDENTIFICATIVO				PRELIEVO CAMPIONE CILINDRICO			
CAMPATA	STRUTTURA	ELEMENTO	CAMPIONE	PROFONDITA' CARBONATAZIONE (mm)	RESISTENZA A COMPRESIONE fc LABORATORIO (N/mm ²)	concentrazione Cloruri (mg/Kg)	
A1-B1 A2-B2	a croce	trave secondaria	C1	30	71.3	505	
A18-B18 A19-B19	a croce	soletta	C2	0	71	75	
A37-B37 A38-B38	a croce	soletta	C32	10	72.2	1030	
A68-B68 A69-B69	a croce	soletta	C24	15	68	1640	
A74-B74 A75-B75	a croce	trave principale	C23	10	42.7	688	
B52-C52 B53-C53	a croce	trave principale	C28	10	74.3	75	
C9-D9 C10-D10	a croce	trave secondaria	C34	0	67.6	48	
C47-D47 C48-D48	a croce	trave principale	C29	10	68	87	
D28-E28 D29-E29	a croce	soletta	C33	12	73.1	994	
D56-E56 D57-E57	a croce	trave secondaria	C27	8	76.9	45	
D63-E63 D64-E64	a croce	trave secondaria	C26	10	67.7	62	
F39-G39 F40-G40	a croce	soletta	C31	5	75.4	52	
F68-G68 F69-G69	a croce	trave principale	C25	0	65.7	252	
G44-H44 G45-H45	a croce	soletta	C30	0	64.4	34	
H14-I14 H15-I15	a croce	trave principale	C5	0	66.2	70	
H18-I18 H19-I19	a croce	trave secondaria	C6	35	78.2	71	
H60-I60 H61-I61	a croce	trave secondaria	C16	0	60.9	71	
I33-L33 I34-L34	a croce	trave secondaria	C10	0	84.1	140	
I53-L53 I54-L54	a croce	trave secondaria	C15	0	73.4	100	
I75-L75 I76-L76	a croce	trave principale	C22	15	65.5	71	
L23-M23 L24-M24	a croce	trave secondaria	C7	40	78.2	102	
L31-M31 L32-M32	a croce	trave secondaria	C9	60	68.5	88	
L48-M48 L49-M49	a croce	trave secondaria	C13	0	65	112	
M4-N4 M5-N5	a croce	trave principale	C3	30	68.9	55	
N36-O36 N37-O37	a croce	trave secondaria	C11	70	83.3	101	
N51-O51 N52-O52	a croce	trave principale	C14	0	69.4	86	
N66-O66 N67-O67	a croce	trave secondaria	C18	0	70.9	70	
O14-P14 O15-P15	a croce	trave secondaria	C4	0	67.2	94	
O75-P75 O76-P76	a croce	trave principale	C20	0	78.7	79	
P71-Q71 P72-Q72	a croce	trave secondaria	C19	0	80.1	84	
Q28-R28 Q29-R29	a croce	trave principale	C8	60	66.3	109	
Q45-R45 Q46-R46	a croce	trave principale	C12	0	64.8	74	
Q62-R62 Q63-R63	a croce	trave principale	C17	0	71.3	140	
Q80-R80 Q81-R81	a croce	trave secondaria	C21	20	48.5	170	
S2-T2 S3-T3	a X	trave principale	C35	40	47.9	1310	
S55-T55 S56-T56	a X	trave secondaria	C71	55	43.2	188	
T67-U67 T68-U68	a X	trave principale	C70	45	42.6	311	
U75-V75 U76-V76	a X	trave secondaria	C69	40	45	185	
V19-Z19 V20-Z20	a X	trave principale	C45	65	39.5	289	
V40-Z40 V41-Z41	a X	trave principale	C73	75	50	195	
Z7-AA7 Z8-AA8	a X	trave principale	C36	50	41.3	162	
Z28-AA28 Z29-AA29	a X	trave principale	C46	60	23	154	

IDENTIFICATIVO				PRELIEVO CAMPIONE CILINDRICO		
CAMPATA	STRUTTURA	ELEMENTO	CAMPIONE	PROFONDITA' CARBONATAZIONE (mm)	RESISTENZA A COMPRESSIONE f _c LABORATORIO (N/mm ²)	concentrazione Cloruri (mg/Kg)
Z47-AA47 Z48-AA48	a X	trave principale	C72	50	41.8	200
Z56-AA56 Z57-AA57	a X	soletta	C82	45	41.4	173
Z72-AA72 Z73-AA73	a X	trave principale	C84	15	43.9	213
AB59-AC59 AB60-AC60	a X	soletta	C83	50	42.8	262
AB68-AC68 AB69-AC69	a X	trave principale	C85	30	42.8	167
AC25-AD25 AC26-AD26	a X	trave secondaria	C47	30	55.8	242
AC75-AD75 AC76-AD76	a X	trave principale	C68	65	48.4	211
AD37-AE37 AD38-AE38	a X	soletta	C74	50	51.9	138
AD62-AE62 AD63-AE63	a X	trave principale	C86	50	45.8	172
AE41-AF41 AE42-AF42	a X	trave secondaria	C80	40	35.6	429
AF5-AG5 AF6-AG6	a X	trave secondaria	C37	15	47	138
AF22-AG22 AF23-AG23	a X	soletta	C48	55	54.3	157
AF49-AG49 AF50-AG50	a X	trave principale	C81	45	48.3	118
AF70-AG70 AF71-AG71	a X	trave principale	C67	45	50.8	205
AG13-AH13 AG14-AH14	a X	trave secondaria	C44	60	34.4	221
AG33-AH33 AG34-AH34	a X	soletta	C75	65	46.1	118
AH61-AI61 AH62-AI62	a X	trave secondaria	C87	20	44.6	151
AH73-AI73 AH74-AI74	a X	trave principale	C66	25	47.7	304
AI44-AL44 AI45-AL45	a X	trave principale	C79	60	44.3	279
AI53-AL53 AI54-AL54	a X	trave principale	C88	tutta	37.9	1340
AL27-AM27 AL28-AM28	a X	trave principale	C49	50	53.8	131
AM19-AN19 AM20-AN20	a X	trave secondaria	C43	25	52.1	151
AN3-AO3 AN4-AO4	a X	trave principale	C38	55	42.6	153
AN41-AO41 AN42-AO42	a X	trave principale	C78	40	36.7	1480
AN49-AO49 AN50-AO50	a X	trave secondaria	C89	45	38.7	244
AN66-AO66 AN67-AO67	a X	soletta	C65	15	53.1	198
AP10-AQ10 AP11-AQ11	a X	trave secondaria	C40	45	47.7	148
AP29-AQ29 AP30-AQ30	a X	soletta	C50	tutta	50.5	201
AP59-AQ59 AP60-AQ60	a X	soletta	C64	40	44.1	177
AQ37-AR37 AQ38-AR38	a X	trave principale	C76	45	52.2	251
AR63-AS63 AR64-AS64	a X	trave principale	C63	35	46.3	200
AS52-AT52 AS53-AT53	a X	trave secondaria	C90	40	45.5	173
AT10-AU10 AT11-AU11	a X	trave principale	C41	0	52.5	213
AT16-AU16 AT17-AU17	a X	trave principale	C42	30	46.8	172
AT23-AU23 AT24-AU24	a X	trave secondaria	C51	25	47.8	170
AT43-AU43 AT44-AU44	a X	trave principale	C77	40	44.8	275
AU2-AV2 AU3-AV3	a X	trave secondaria	C39	25	41.9	1440
CB89-CC89 CB90-CC90	a X	trave principale	C54	20	45.5	218
CC93-CD93 CC94-CD94	a X	trave secondaria	C55	25	41.8	1170
CH98-CI98 CH99-CI99	a X	trave principale	C59	80	37.6	319
CI90-CL90 CI91-CL91	a X	trave principale	C56	25	48.9	280
CN110-CO110 CN111-CO111	a X	trave principale	C62	40	50	166
CO91-CP91 CO92-CP92	a X	trave secondaria	C57	20	51.9	148
CO97-CP97 CO98-CP98	a X	trave secondaria	C58	20	55.4	212
CQ108-CR108 CQ109-CR109	a X	trave principale	C61	40	44.7	187
CV111-CZ111 CV112-CZ112	a X	trave principale	C60	55	45.5	346
CS84-CT84 CS85-CT85	a X	soletta	C52	25	39.7	742
CR84-CS84 CR85-CS85	a X	soletta	C53	20	48.3	652

Nota: dato il rapporto di compressione 1:1 (h/φ) il valore di f_c coincide con quello di R_c.

Documentazione fotografica

Si riportano alcune immagini dei campioni prelevati e le relative prove colorimetriche

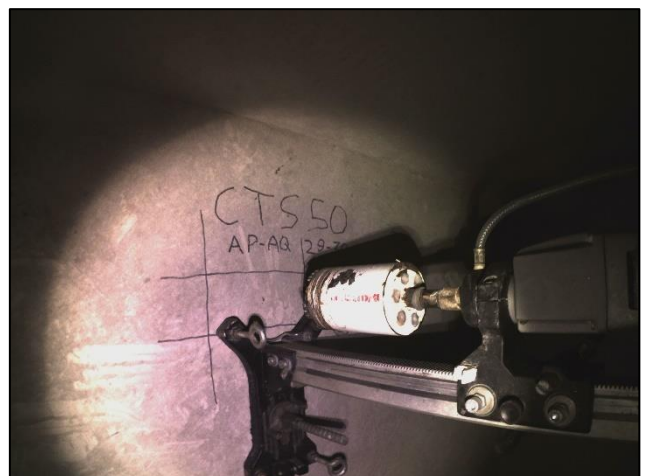
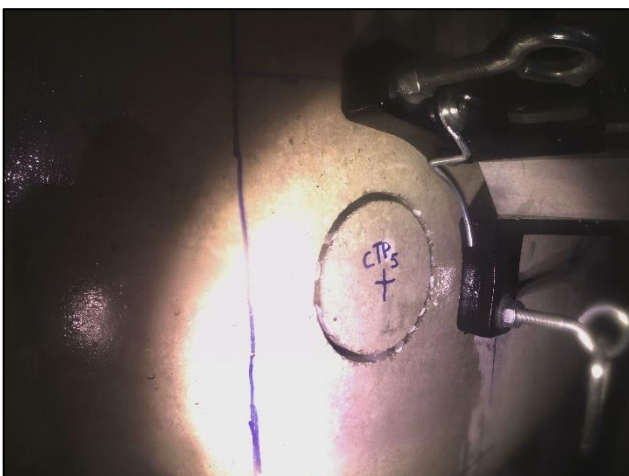
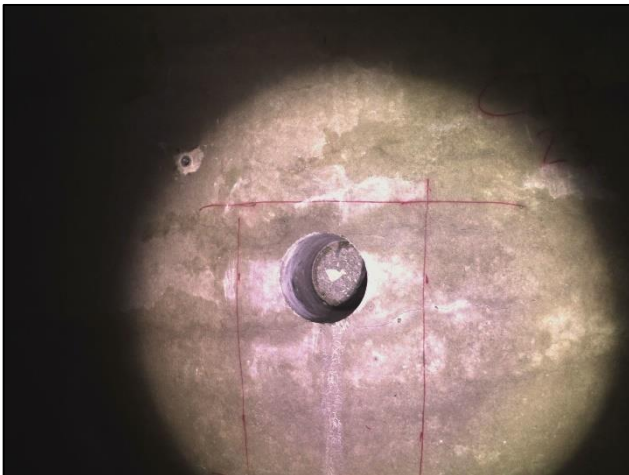


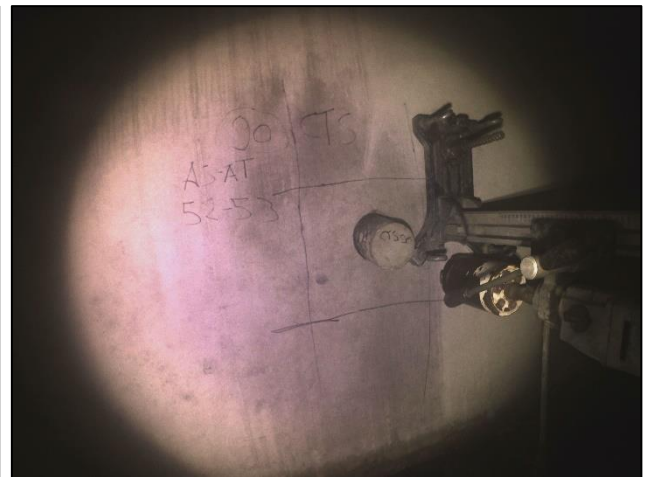
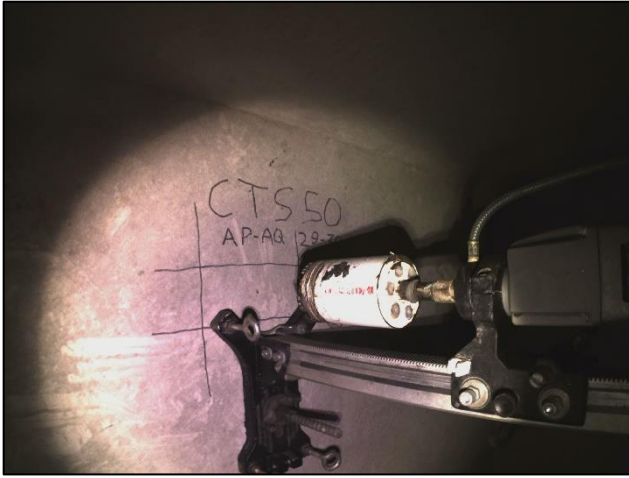


Si riportano alcune immagini delle fasi di prelievo dei campioni



25





CALCESTRUZZI - INDAGINI SONREB (SCLEROMETRICA+ULTRASONICA)

Di seguito si riporta una tabella con le resistenze a compressione degli elementi in cls indagati con il metodo SonReb. Tale metodologia prevede la determinazione della resistenza attraverso una serie di formule empiriche redatte da diversi autori per differenti condizioni al contorno.

In particolare, nel presente lavoro i valori di resistenza calcolati con la formula redatta dal RILEM hanno una buona coincidenza con quelli relativi alle prove di compressione eseguiti in Laboratorio.

Il valore dell'indice di rimbalzo dello sclerometro utilizzato per il calcolo delle resistenze è stato diminuito del 10% per tener conto della carbonatazione.

													SonReb letteratura Rc - (N/mm ²)				
CAMPATA	Struttura	Elemento	Configurazione	Distanza (mm)	T1 (µs)	T2 (µs)	T3 (µs)	V.media (km/s)	Sclerometro - media (12 battute)	Sclerometro - media (-10%)	Cianfrone Facaoaru	Rilem	Gasparik	Del Monte Lavacchini Vignoli	Di Leo Pascale	Carota N.	Carota fc laboratorio (N/mm ²)
A18-B18 A19-B19	a croce	trave principale	T	300	65	68	71	4.42	46	41	41.0	50.4	45.6	35.2	50.3	/	
		trave secondaria	T	300	68	65	65	4.55	44	40	42.7	52.5	46.7	35.9	52.6	C1	71.3
		soletta	O	300	69	68	67	4.41	48	43	43.7	53.7	48.3	37.0	52.8	/	
A37-B37 A38-B38	a croce	trave principale	T	300	72	69	68	4.31	50	45	43.8	53.8	49.0	37.4	52.2	/	
		trave secondaria	T	300	72	68	69	4.31	46	41	38.5	47.2	43.6	33.7	47.3	/	
		soletta	O	300	65	67	69	4.48	44	40	41.1	50.5	45.4	35.0	50.7	C2	71
A68-B68 A69-B69	a croce	trave principale	T	300	70	67	68	4.39	43	39	37.7	46.3	42.4	32.9	47.0	/	
		trave secondaria	T	300	71	68	65	4.42	45	41	41.0	50.4	45.6	35.2	50.3	/	
		soletta	O	300	68	70	70	4.33	46	41	38.9	47.8	43.9	34.0	47.8	C32	72.2
A74-B74 A75-B75	a croce	trave principale	T	300	69	67	72	4.33	48	43	41.7	51.2	46.7	35.9	50.4	/	
		trave secondaria	T	300	65	68	65	4.55	45	41	44.2	54.3	48.2	36.9	54.0	/	
		soletta	O	300	72	68	64	4.42	44	40	39.7	48.8	44.3	34.3	49.1	C24	68
B52-C52 B53-C53	a croce	trave principale	T	300	75	65	72	4.26	48	43	39.9	49.0	45.3	34.9	48.4	C23	42.7
		trave secondaria	T	300	71	69	70	4.29	50	45	43.2	53.1	48.5	37.1	51.6	/	
		soletta	O	300	70	70	75	4.19	46	41	35.8	43.9	41.4	32.2	44.2	/	
C9-D9 C10-D10	a croce	trave principale	T	300	69	72	68	4.31	46	41	38.5	47.2	43.6	33.7	47.3	C28	74.3
		trave secondaria	T	300	72	70	65	4.36	44	40	38.2	46.9	43.1	33.4	47.4	/	
		soletta	O	300	64	65	66	4.62	47	42	47.6	58.4	51.0	38.9	57.5	/	
C47-D47 C48-D48	a croce	trave principale	T	300	68	68	68	4.41	48	43	43.7	53.7	48.3	37.0	52.7	/	
		trave secondaria	T	300	69	69	65	4.44	50	45	47.3	58.1	51.7	39.4	56.1	C34	67.6
		soletta	O	300	68	72	69	4.31	51	46	45.2	55.5	50.3	38.4	53.5	/	
D28-E28 D29-E29	a croce	trave principale	T	300	67	70	67	4.41	48	43	43.8	53.8	48.4	37.1	52.8	C29	68
		trave secondaria	T	300	69	71	67	4.35	48	43	42.1	51.8	47.1	35.0	51.0	/	
		soletta	O	300	66	68	71	4.39	4	4	1.6	1.9	2.5	2.5	4.2	/	
D56-E56 D57-E57	a croce	trave principale	T	300	66	65	70	4.48	44	40	41.2	50.6	45.5	35.1	50.8	/	
		trave secondaria	T	300	67	69	75	4.28	48	43	40.3	49.5	45.6	35.1	48.8	/	
		soletta	O	300	66	64	68	4.55	47	42	45.8	56.2	49.6	38.0	55.4	C33	73.1
F39-G39 F40-G40	a croce	trave principale	T	300	68	69	68	4.39	45	41	40.4	49.6	45.1	34.8	49.6	/	
		trave secondaria	T	300	65	66	69	4.50	46	41	43.1	53.0	47.3	36.3	52.7	C27	76.9
		soletta	O	300	67	69	72	4.33	48	43	41.7	51.2	46.7	35.9	50.4	/	
G44-H44 G45-H45	a croce	trave principale	T	300	68	68	76	4.26	49	44	41.1	50.5	46.5	35.8	49.5	/	
		trave secondaria	T	300	69	65	72	4.38	50	45	45.6	56.0	50.4	38.5	54.3	C26	67.7
		soletta	O	300	64	71	68	4.44	42	38	37.4	46.0	41.9	32.6	47.0	/	
H14-I14 H15-I15	a croce	trave principale	T	300	70	69	65	4.42	48	43	43.8	53.8	48.4	37.1	52.9	/	
		trave secondaria	T	300	72	65	69	4.38	46	41	40.0	49.2	44.9	34.6	49.2	/	
		soletta	O	300	71	68	64	4.44	44	40	40.2	49.4	44.7	34.5	49.7	C31	75.4
H18-I18 H19-I19	a croce	trave principale	T	300	75	67	68	4.30	45	41	38.2	46.9	43.4	33.6	47.0	C25	65.7
		trave secondaria	T	300	72	72	65	4.32	47	42	40.0	49.1	45.1	34.7	48.8	/	
		soletta	O	300	70	73	69	4.25	49	44	40.9	50.2	46.4	35.6	49.3	/	
H60-I60 H61-I61	a croce	trave principale	T	300	66	75	68	4.32	46	41	38.7	47.5	43.8	33.9	47.6	/	
		trave secondaria	T	300	68	70	67	4.39	45	41	40.4	49.6	45.2	34.8	49.6	/	
		soletta	O	300	69	65	65	4.53	44	40	42.2	51.9	46.3	35.6	52.0	C30	64.4
I33-L33 I34-L34	a croce	trave principale	T	300	64	63	65	4.69	48	43	51.2	62.9	54.1	41.0	61.2	C5	66.2
		trave secondaria	T	300	67	68	68	4.43	50	45	47.2	58.0	51.6	39.3	56.0	/	
		soletta	O	300	68	69	69	4.37	48	43	42.6	52.4	47.5	36.4	51.5	/	
I53-L53 I54-L54	a croce	trave principale	T	300	69	65	67	4.48	46	41	42.6	52.3	46.9	36.0	52.1	/	
		trave secondaria	T	300	64	67	72	4.44	44	40	40.3	49.4	44.8	34.6	49.7	C6	78.2
		soletta	O	300	68	68	70	4.37	45	41	39.9	49.0	44.7	34.5	49.0	/	
I53-L53 I54-L54	a croce	trave principale	T	300	68	65	69	4.46	49	44	46.4	57.0	50.7	38.7	55.4	/	
		trave secondaria	T	300	68	64	65	4.57	46	41	44.9	55.1	48.6	37.3	54.7	C16	60.9
		soletta	O	300	69	69	68	4.37	46	41	39.9	49.0	44.7	34.5	49.0	/	
I53-L53 I54-L54	a croce	trave principale	T	300	67	70	70	4.35	45	41	39.4	48.4	44.4	34.3	48.4	/	
		trave secondaria	T	300	65	72	72	4.32	46	41	38.6	47.5	43.7	33.8	47.5	C10	84.1
		soletta	O	300	69	68	75	4.25	44	40	35.9	44.1	41.3	32.1	44.7	/	
I53-L53 I54-L54	a croce	trave principale	T	300	70	67	68	4.39	48	43	43.2	53.1	47.9	36.7	52.2	/	
		trave secondaria	T	300	64	68	65	4.57	49	44	49.5	60.8	53.1	40.4	58.9	C15	73.4
		soletta	O	300	68	68	65	4.48	51	46	50.0	61.4	54.1	41.0	58.8	/	

			SonReb <i>letteratura</i> Rc - (N/mm ²)														
CAMPATA	Struttura	Elemento	Configurazione	Distanza (mm)	T1 (µs)	T2 (µs)	T3 (µs)	V.media (km/s)	Sclerometro - media (12 battute)	Sclerometro - media (10%)	Cianfrone Facaoaru	Rilem	Gasparik	Del Monte Lavacchini Vignoli	Di Leo Pascale	Carota N.	Carota fc laboratorio (N/mm ²)
I75-L75 I76-L76	a croce	trave principale	T	300	72	65	69	4.38	48	43	42.8	52.6	47.6	36.5	51.7	C22	65.5
		trave secondaria	T	300	70	71	67	4.33	48	43	41.6	51.1	46.7	35.9	50.4	/	
		soletta	O	300	70	69	66	4.39	46	41	40.4	49.7	45.2	34.8	49.6	/	
L23-M23 L24-M24	a croce	trave principale	T	300	72	70	68	4.29	44	40	36.7	45.1	41.9	32.5	45.6	/	78.2
		trave secondaria	T	300	64	66	66	4.59	48	43	48.5	59.6	52.1	39.6	58.2	C7	
		soletta	O	300	68	65	65	4.55	49	44	48.8	60.0	52.6	40.0	58.2	/	
L31-M31 L32-M32	a croce	trave principale	T	300	70	68	68	4.37	47	42	41.3	50.7	46.1	35.5	50.2	/	68.5
		trave secondaria	T	300	65	68	69	4.46	44	40	40.6	49.9	45.0	34.7	50.1	C9	
		soletta	O	300	76	69	67	4.26	51	46	43.8	53.8	49.2	37.6	51.9	/	
L48-M48 L49-M49	a croce	trave principale	T	300	62	64	67	4.67	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/	65
		trave secondaria	T	300	65	67	63	4.62	48	43	49.2	60.5	52.6	40.0	59.0	C13	
		soletta	O	300	67	68	65	4.50	49	44	47.6	58.4	51.6	39.3	56.8	/	
M4-N4 M5-N5	a croce	trave principale	T	300	68	69	68	4.39	47	42	41.8	51.3	46.5	35.8	50.8	C3	68.9
		trave secondaria	T	300	64	70	70	4.42	46	41	41.1	50.5	45.7	35.2	50.4	/	
		soletta	O	300	68	75	72	4.19	45	41	35.8	44.0	41.4	32.2	44.3	/	
N36-Q36 N37-Q37	a croce	trave principale	T	300	65	75	65	4.41	44	40	39.5	48.5	44.1	34.1	48.8	/	83.3
		trave secondaria	T	300	68	64	64	4.60	47	42	47.0	57.8	50.6	38.6	56.8	C11	
		soletta	O	300	69	70	68	4.35	49	44	43.5	53.4	48.4	37.1	52.2	/	
N51-O51 N52-O52	a croce	trave principale	T	300	67	69	63	4.53	50	45	49.9	61.3	53.7	40.7	59.0	C14	69.4
		trave secondaria	T	300	67	72	65	4.42	47	42	42.5	52.2	47.1	36.2	51.7	/	
		soletta	O	300	66	67	69	4.46	48	43	44.9	55.1	49.2	37.7	54.1	/	
N66-O66 N67-O67	a croce	trave principale	T	300	65	68	68	4.48	49	44	47.0	57.7	51.2	39.0	56.1	/	70.9
		trave secondaria	T	300	72	69	67	4.33	45	41	39.0	47.9	44.0	34.0	47.9	C18	
		soletta	O	300	72	72	67	4.27	46	41	37.6	46.2	42.9	33.2	46.3	/	
O14-P14 O15-P15	a croce	trave principale	T	300	71	70	68	4.31	44	40	37.1	45.6	42.3	32.8	46.1	/	67.2
		trave secondaria	T	300	62	64	65	4.71	44	40	46.9	57.6	49.9	38.2	57.4	C4	
		soletta	O	300	66	68	70	4.41	44	40	39.6	48.6	44.2	34.2	48.9	/	
O75-P75 O76-P76	a croce	trave principale	T	300	65	68	64	4.57	45	41	44.9	55.1	48.6	37.3	54.7	C20	78.7
		trave secondaria	T	300	68	65	76	4.32	48	43	41.5	51.0	46.6	35.8	50.2	/	
		soletta	O	300	68	67	65	4.50	47	42	44.6	54.7	48.7	37.3	54.0	/	
P71-Q71 P72-Q72	a croce	trave principale	T	300	69	65	68	4.46	49	44	46.4	57.0	50.7	38.7	55.4	/	80.1
		trave secondaria	T	300	65	67	64	4.59	46	41	45.4	55.8	49.1	37.6	55.3	C19	
		soletta	O	300	65	69	65	4.53	44	40	42.2	51.9	46.3	35.6	52.0	/	
Q28-R28 Q29-R29	a croce	trave principale	T	300	66	65	62	4.67	43	39	44.1	54.2	47.5	36.5	54.6	C8	66.3
		trave secondaria	T	300	68	65	66	4.52	42	38	39.2	48.2	43.4	33.6	49.2	/	
		soletta	O	300	67	68	68	4.43	47	42	42.8	52.6	47.4	36.4	52.1	/	
Q45-R45 Q46-R46	a croce	trave principale	T	300	70	69	64	4.44	49	44	45.9	56.4	50.3	38.4	54.9	C12	64.8
		trave secondaria	T	300	72	65	69	4.38	47	42	41.4	50.9	46.2	35.6	50.4	/	
		soletta	O	300	68	64	63	4.62	45	41	46.1	56.6	49.6	37.9	56.1	/	
Q62-R62 Q63-R63	a croce	trave principale	T	300	62	66	65	4.67	46	41	47.3	58.1	50.5	38.6	57.5	C17	71.3
		trave secondaria	T	300	70	66	69	4.39	44	40	39.1	48.0	43.8	33.9	48.3	/	
		soletta	O	300	68	68	67	4.43	48	43	44.3	54.4	48.8	37.3	53.4	/	
Q80-R80 Q81-R81	a croce	trave principale	T	300	66	64	69	4.53	48	43	46.7	57.4	50.7	38.7	56.2	/	48.5
		trave secondaria	T	300	68	65	72	4.40	45	41	40.6	49.8	45.3	34.9	49.8	C21	
		soletta	O	300	68	69	68	4.39	47	42	41.8	51.3	46.5	35.8	50.8	/	
S2-T2 S3-T3	a X	trave principale	T	300	68	65	69	4.46	48	43	44.9	55.2	49.3	37.7	54.1	C35	47.9
		trave secondaria	T	250	68	68	65	3.73	49	44	29.2	35.9	36.5	28.7	35.9	/	
		soletta	O	300	69	72	66	4.35	32	29	24.3	29.9	28.9	23.2	33.6	/	
S55-T55 S56-T56	a X	trave principale	T	300	70	70	65	4.40	36	32	28.6	35.2	33.2	26.4	38.2	/	43.2
		trave secondaria	T	250	72	70	65	3.63	36	32	17.4	21.4	23.3	19.1	23.9	C71	
		soletta	O	300	70	72	65	4.36	34	31	26.7	32.9	31.4	25.1	36.2	/	
T67-U67 T68-U68	a X	trave principale	T	300	73	65	65	4.45	38	34	32.1	39.5	36.6	28.8	41.9	/	42.6
		trave secondaria	T	250	74	68	62	3.70	36	32	18.2	22.4	24.1	19.7	25.0	/	
		soletta	O	300	72	69	67	4.33	36	32	27.5	33.8	32.3	25.7	36.9	C70	
U75-V75 U76-V76	a X	trave principale	T	300	68	67	69	4.41	35	32	28.9	35.5	33.5	26.5	38.6	/	45
		trave secondaria	T	250	65	75	72	3.55	38	34	17.9	22.0	24.1	19.7	24.2	C69	
		soletta	O	300	68	72	70	4.29	37	33	28.0	34.4	33.0	26.2	37.2	/	
V19-Z19 V20-Z20	a X	trave principale	T	300	72	70	65	4.36	35	32	28.0	34.3	32.7	26.0	37.4	C45	39.5
		trave secondaria	T	250	70	65	58	3.91	39	35	23.9	29.4	29.9	23.9	31.6	/	
		soletta	O	300	70	70	68	4.33	34	31	26.3	32.3	31.0	24.8	35.6	/	
V40-Z40 V41-Z41	a X	trave principale	T	300	72	65	70	4.36	34	31	26.7	32.9	31.4	25.1	36.2	C73	50
		trave secondaria	T	250	65	68	65	3.79	35	32	19.5	23.9	25.2	20.5	26.6	/	
		soletta	O	300	68	69	68	4.39	36	32	28.5	35.1	33.1	26.3	38.1	/	
Z7-AA7 Z8-AA8	a X	trave principale	T	300	69	65	69	4.44	38	34	31.9	39.2	36.4	28.7	41.7	C36	41.3
		trave secondaria	T	250	67	65	70	3.72	42	38	23.5	28.9	30.2	24.1	30.4	/	
		soletta	O	300	75	65	65	4.41	44	40	39.5	48.5	44.1	34.1	48.8	/	
Z28-AA28 Z29-AA29	a X	trave principale	T	300	72	62	58	4.73	38	34	37.6	46.2	41.0	31.9	48.7	C46	23
		trave secondaria	T	250	70	67	68	3.66	37	33	18.6	22.8	24.6	20.0	25.2	/	
		soletta	O	300	65	69	69	4.44	39	35	33.3	40.9	37.8	29.6	43.0	C72	
Z47-AA47 Z48-AA48	a X	trave principale	T	300	68	72	67	4.35	44	40	38.1	46.8	43.1	33.4	47.2	/	41.8
		trave secondaria	T	250	67	69	70	3.64	42	38	22.3	27.4	29.1	23.3	28.9	/	
		soletta	O	300	69	68	68	4.39	42	38	36.3	44.6	41.1	31.9	45.7	/	
Z56-AA56 Z57-AA57	a X	trave principale	T	300	65	65	65	4.62	40	36	38.3	47.1	42.1	32.7	48.8	/	41.4
		trave secondaria	T	250	66	64	65	3.85	41	37	24.8	30.5	31.1	24.8	32.2	/	
		soletta	O	300	65	62	65	4.69	45	41	47.9	58.9	51.0	38.9	58.2	C82	

			SonReb <i>letteratura</i> Rc - (N/mm ²)														
CAMPATA	Struttura	Elemento	Configurazione	Distanza (mm)	T1 (µs)	T2 (µs)	T3 (µs)	V.media (km/s)	Sclerometro - media (12 battute)	Sclerometro - media (-10%)	Cianfrone Facciaru	Rilem	Gasparik	Del Monte Lavacchini Vignoli	Di Leo Pascale	Carota N.	Carota fc laboratorio (N/mm ²)
Z72-AA72 Z73-AA73	a X	trave principale	T	300	68	63	62	4.67	43	39	44.2	54.3	47.6	36.5	54.7	C84	43.9
		trave secondaria	T	250	67	70	67	3.68	35	32	18.0	22.1	23.9	19.5	24.7	/	/
		soletta	O	300	69	69	69	4.35	38	34	30.3	37.2	35.1	27.7	39.7	/	/
AB59-AC59 AB60-AC60	a X	trave principale	T	300	68	69	72	4.31	38	34	29.6	36.3	34.5	27.3	38.8	/	/
		trave secondaria	T	250	65	68	67	3.75	39	35	21.5	26.4	27.7	22.3	28.5	/	/
		soletta	O	300	64	67	69	4.50	34	31	29.2	35.8	33.4	26.5	39.2	C83	42.8
AB68-AC68 AB69-AC69	a X	trave principale	T	300	62	70	65	4.58	45	41	45.1	55.4	48.8	37.4	55.0	C85	42.8
		trave secondaria	T	250	63	65	66	3.87	40	36	24.2	29.7	30.4	24.3	31.7	/	/
		soletta	O	300	70	68	65	4.44	42	38	37.3	45.9	41.9	32.5	46.9	/	/
AC24-AD25 AC26-AD26	a X	trave principale	T	300	72	69	68	4.31	44	40	37.1	45.6	42.3	32.8	46.1	/	/
		trave secondaria	T	250	75	70	67	3.55	46	41	23.2	28.5	30.4	24.3	29.4	C47	55.8
		soletta	O	300	72	70	69	4.27	42	38	33.7	41.4	38.9	30.4	42.6	/	/
AC75-AD75 AC76-AD76	a X	trave principale	T	300	70	65	69	4.42	38	34	31.5	38.8	36.1	28.5	41.2	C68	48.4
		trave secondaria	T	250	69	68	70	3.62	38	34	18.9	23.2	25.1	20.4	25.4	/	/
		soletta	O	300	63	69	70	4.47	37	33	31.1	38.2	35.5	28.0	41.0	/	/
AD37-AE37 AD38-AE38	a X	trave principale	T	300	65	70	65	4.51	36	32	30.5	37.5	34.8	27.5	40.6	/	/
		trave secondaria	T	250	64	65	68	3.81	39	35	22.4	27.5	28.5	22.9	29.6	/	/
		soletta	O	300	65	68	69	4.46	34	31	28.4	34.9	32.8	26.1	38.3	C74	51.9
AD62-AE62 AD63-AE63	a X	trave principale	T	300	70	69	70	4.31	38	34	29.5	36.3	34.5	27.3	38.8	C86	45.8
		trave secondaria	T	250	72	67	65	3.68	40	36	21.3	26.2	27.7	22.3	28.1	/	/
		soletta	O	300	70	65	67	4.46	41	37	36.4	44.7	40.9	31.8	46.2	/	/
AE41-AF41 AE42-AF42	a X	trave principale	T	300	70	69	65	4.42	37	33	30.3	37.2	34.8	27.5	40.0	/	/
		trave secondaria	T	250	71	68	69	3.61	38	34	18.6	22.9	24.8	20.2	25.1	C80	35.6
		soletta	O	300	65	67	68	4.50	34	31	29.1	35.8	33.4	26.5	39.2	/	/
AF5-AG5 AF6-AG6	a X	trave principale	T	300	65	66	67	4.55	40	36	36.8	45.3	40.9	31.9	47.0	/	/
		trave secondaria	T	250	68	66	66	3.75	40	36	22.3	27.5	28.7	23.0	29.4	C37	47
		soletta	O	300	68	68	66	4.46	38	34	32.3	39.7	36.7	28.9	42.2	/	/
AF22-AG22 AF23-AG23	a X	trave principale	T	300	69	68	75	4.25	36	32	26.3	32.3	31.3	24.9	35.3	/	/
		trave secondaria	T	250	65	69	70	3.68	38	34	19.6	24.1	25.8	20.9	26.4	/	/
		soletta	O	300	64	65	65	4.64	39	35	37.3	45.9	41.0	32.0	48.0	C48	54.3
AF49-AG49 AF50-AG50	a X	trave principale	T	300	67	65	63	4.62	40	36	38.4	47.2	42.1	32.7	48.9	C81	/
		trave secondaria	T	250	65	66	68	3.77	42	38	24.4	30.0	31.0	24.7	31.5	/	/
		soletta	O	300	65	68	69	4.46	44	40	40.6	49.9	45.0	34.7	50.1	/	/
AF70-AG70 AF71-AG71	a X	trave principale	T	300	65	67	65	4.57	46	41	44.8	55.0	48.6	37.2	54.6	C67	50.8
		trave secondaria	T	250	62	70	67	3.78	40	36	22.8	28.0	29.1	23.3	29.9	/	/
		soletta	O	300	67	72	68	4.35	42	38	35.5	43.6	40.4	31.5	44.8	/	/
AG13-AH13 AG14-AH14	a X	trave principale	T	300	69	68	65	4.46	40	36	35.0	43.0	39.5	30.8	44.8	/	/
		trave secondaria	T	250	72	62	64	3.80	39	35	22.3	27.4	28.4	22.9	29.5	C44	34.4
		soletta	O	300	70	70	69	4.31	38	34	29.5	36.3	34.5	27.3	38.8	/	/
AG33-AH33 AG34-AH34	a X	trave principale	T	300	71	68	70	4.31	34	31	26.0	31.9	30.8	24.6	35.2	/	/
		trave secondaria	T	250	72	66	66	3.68	37	33	18.9	23.2	24.9	20.2	25.6	/	/
		soletta	O	300	70	68	65	4.44	45	41	41.5	51.0	46.0	35.4	50.9	C75	46.1
AH61-AI61 AH62-AI62	a X	trave principale	T	300	70	75	68	4.23	44	40	35.5	43.6	40.9	31.8	44.1	/	/
		trave secondaria	T	250	65	70	68	3.70	40	36	21.5	26.5	27.9	22.5	28.4	C87	44.6
		soletta	O	300	68	65	69	4.46	42	38	37.8	46.4	42.2	32.8	47.5	/	/
AH73-AI73 AH74-AI74	a X	trave principale	T	300	69	63	64	4.60	42	38	41.0	50.3	44.7	34.6	51.2	C66	47.7
		trave secondaria	T	250	70	68	67	3.66	42	38	22.6	27.8	29.3	23.5	29.3	/	/
		soletta	O	300	65	69	72	4.38	41	37	34.7	42.6	39.5	30.8	44.1	/	/
AI44-AL44 AI45-AL45	a X	trave principale	T	300	58	65	65	4.80	37	33	37.6	46.2	40.6	31.7	49.0	C79	44.3
		trave secondaria	T	250	68	67	64	3.77	38	34	20.9	25.7	27.0	21.8	28.0	/	/
		soletta	O	300	69	68	72	4.31	36	32	27.2	33.4	32.0	25.5	36.4	/	/
AI53-AL53 AI54-AL54	a X	trave principale	T	300	67	65	70	4.46	42	38	37.8	46.4	42.3	32.8	47.5	C88	37.9
		trave secondaria	T	250	70	65	75	3.58	40	36	19.9	24.4	26.4	21.3	26.3	/	/
		soletta	O	300	71	70	68	4.31	38	34	29.6	36.3	34.5	27.3	38.8	/	/
AL27-AM27 AL28-AM28	a X	trave principale	T	300	65	71	65	4.49	39	35	34.2	42.0	38.6	30.2	44.2	C49	53.8
		trave secondaria	T	250	62	68	66	3.83	42	38	25.5	31.3	31.9	25.4	32.8	/	/
		soletta	O	300	67	69	68	4.41	40	36	34.1	41.9	38.7	30.3	43.7	/	/
AM19-AN19 AM20-AN20	a X	trave principale	T	300	69	65	65	4.53	40	36	36.4	44.8	40.6	31.6	46.5	/	/
		trave secondaria	T	250	69	72	69	3.57	41	37	20.5	25.1	27.1	21.9	26.9	C43	52.1
		soletta	O	300	68	75	67	4.30	42	38	34.3	42.2	39.4	30.8	43.4	/	/
AN3-AO3 AN4-AO4	a X	trave principale	T	300	67	71	66	4.42	45	41	41.0	50.4	45.6	35.2	50.3	C38	42.6
		trave secondaria	T	250	70	70	68	3.61	43	39	22.6	27.7	29.5	23.6	29.0	/	/
		soletta	O	300	65	69	67	4.48	39	35	34.1	41.9	38.5	30.1	44.0	/	/
AN41-AO41 AN42-AO42	a X	trave principale	T	300	68	72	70	4.29	37	33	28.0	34.4	33.0	26.2	37.2	C78	36.7
		trave secondaria	T	250	69	64	72	3.67	38	34	19.5	23.9	25.6	20.8	26.2	/	/
		soletta	O	300	67	68	68	4.43	36	32	29.3	36.0	33.7	26.8	39.1	/	/
AN49-AO49 AN50-AO50	a X	trave principale	T	300	65	69	62	4.60	39	35	36.5	44.9	40.4	31.5	47.0	/	/
		trave secondaria	T	250	69	68	70	3.62	40	36	20.4	25.1	26.9	21.7	27.0	C89	38.7
		soletta	O	300	68	67	68	4.43	42	38	37.2	45.7	41.8	32.5	46.8	/	/
AN66-AO66 AN67-AO67	a X	trave principale	T	300	67	71	66	4.42	38	34	31.5	38.7	36.1	28.5	41.2	/	/
		trave secondaria	T	250	66	69	68	3.70	39	35	20.7	25.4	26.9	21.8	27.5	/	/
		soletta	O	300	66	70	68	4.41	37	33	30.2	37.1	34.8	27.5	39.9	C65	53.1
AP10-AQ10 AP11-AQ11	a X	trave principale	T	300	68	66	72	4.37	42	38	36.0	44.2	40.8	31.8	45.3	/	/
		trave secondaria	T	250	69	65	65	3.77	43	39	25.4	31.2	32.0	25.5	32.4	C40	47.7
		soletta	O	300	68	68	64	4.50	40	36	36.0	44.2	40.2	31.4	46.0	/	/

CAMPATA		Struttura	Elemento	Configurazione	Distanza (mm)	T1 (µs)	T2 (µs)	T3 (µs)	V.media (km/s)	Sclerometro - media (12 battute)	Sclerometro - media (10%)	Cianfrone Facciaru	Rilem	Gasparik	Del Monte Lavacchini Vignoli	Di Leo Pascale	Carota N.	Carota fc laboratorio (N/mm ²)
AP29-AQ29 AP30-AQ30	a X	trave principale	T	300	69	68	72	4.31	40	36	32.1	39.4	37.1	29.1	41.2	/	/	
		trave secondaria	T	250	62	69	70	3.74	41	37	23.1	28.4	29.6	23.7	30.1	/	/	
		soletta	O	300	65	64	75	4.43	39	35	33.2	40.8	37.7	29.6	42.9	C50	/	50.5
AP59-AQ59 AP60-AQ60	a X	trave principale	T	300	68	67	68	4.43	38	34	31.9	39.2	36.4	28.7	41.6	/	/	
		trave secondaria	T	250	69	68	65	3.72	42	38	23.5	28.9	30.1	24.1	30.4	/	/	
		soletta	O	300	64	68	66	4.55	40	36	36.9	45.3	41.0	31.9	47.1	C64	/	44.1
AQ37-AR37 AQ38-AR38	a X	trave principale	T	300	66	69	65	4.50	38	34	33.2	40.8	37.5	29.4	43.2	C76	/	52.2
		trave secondaria	T	250	68	72	70	3.57	37	33	17.4	21.4	23.5	19.2	23.8	/	/	
		soletta	O	300	69	70	71	4.29	39	35	30.4	37.3	35.4	28.0	39.5	/	/	
AR63-AS63 AR64-AS64	a X	trave principale	T	300	69	64	68	4.48	36	32	30.1	37.0	34.4	27.3	40.1	C63	/	46.3
		trave secondaria	T	250	68	68	69	3.66	37	33	18.5	22.8	24.6	20.0	25.2	/	/	
		soletta	O	300	66	68	65	4.52	38	34	33.6	41.3	37.8	29.7	43.7	/	/	
AS52-AT52 AS53-AT53	a X	trave principale	T	300	65	65	72	4.47	40	36	35.2	43.2	39.6	30.9	45.0	/	/	
		trave secondaria	T	250	65	67	75	3.64	42	38	22.3	27.3	29.0	23.2	28.9	C90	/	45.5
		soletta	O	300	66	65	71	4.46	44	40	40.7	50.0	45.1	34.8	50.2	/	/	
AT10-AU10 AT11-AU11	a X	trave principale	T	300	68	67	70	4.39	48	43	43.2	53.1	47.9	36.7	52.2	C41	/	52.5
		trave secondaria	T	250	68	69	69	3.64	40	36	20.7	25.4	27.1	21.9	27.3	/	/	
		soletta	O	300	69	65	72	4.38	42	38	36.0	44.2	40.8	31.8	45.4	/	/	
AT16-AU16 AT17-AU17	a X	trave principale	T	300	65	65	64	4.64	39	35	37.3	45.9	41.0	32.0	48.0	C42	/	46.8
		trave secondaria	T	250	67	68	68	3.69	37	33	19.0	23.4	25.0	20.4	25.8	/	/	
		soletta	O	300	64	69	69	4.46	39	35	33.7	41.4	38.2	29.9	43.6	/	/	
AT23-AU23 AT24-AU24	a X	trave principale	T	300	63	68	68	4.53	39	35	35.1	43.1	39.2	30.7	45.2	/	/	
		trave secondaria	T	250	62	67	67	3.83	38	34	21.8	26.8	27.8	22.4	29.1	C51	/	47.8
		soletta	O	300	71	69	65	4.40	40	36	33.8	41.5	38.5	30.1	43.3	/	/	
AT43-AU43 AT44-AU44	a X	trave principale	T	300	69	69	68	4.37	42	38	35.8	44.0	40.7	31.7	45.2	C77	/	44.8
		trave secondaria	T	250	67	70	68	3.66	41	37	21.8	26.8	28.4	22.8	28.5	/	/	
		soletta	O	300	70	70	69	4.31	41	37	33.3	40.9	38.3	30.0	42.4	/	/	
AU2-AV2 AU3-AV3	a X	trave principale	T	300	70	65	65	4.51	42	38	38.8	47.7	43.1	33.4	48.7	/	/	
		trave secondaria	T	250	68	68	64	3.75	40	36	22.4	27.5	28.7	23.1	29.4	C39	/	41.9
		soletta	O	300	72	69	67	4.33	38	34	30.0	36.8	34.8	27.5	39.3	/	/	
CB89-CC89 CB90-CC90	a X	trave principale	T	300	70	70	72	4.25	36	32	26.2	32.1	31.2	24.9	35.1	C54	/	45.5
		trave secondaria	T	250	65	65	64	3.87	39	35	23.2	28.6	29.3	23.5	30.7	/	/	
		soletta	O	300	65	67	68	4.50	42	38	38.7	47.6	43.0	33.3	48.6	/	/	
CC93-CD93 CC94-CD94	a X	trave principale	T	300	68	65	69	4.46	44	40	40.6	49.9	45.0	34.7	50.1	/	/	
		trave secondaria	T	250	69	69	68	3.64	44	40	24.0	29.5	31.0	24.7	30.5	C55	/	41.8
		soletta	O	300	65	68	67	4.50	40	36	35.9	44.1	40.2	31.4	45.9	/	/	
CH98-CI98 CH99-CI99	a X	trave principale	T	300	68	67	71	4.37	38	34	30.7	37.7	35.5	28.0	40.2	C59	/	37.6
		trave secondaria	T	250	69	68	69	3.64	37	33	18.3	22.5	24.4	19.9	24.9	/	/	
		soletta	O	300	68	68	70	4.37	39	35	32.0	39.3	36.7	28.9	41.4	/	/	
CI90-CL90 CI91-CL91	a X	trave principale	T	300	68	69	68	4.39	40	36	33.7	41.3	38.4	30.1	43.2	C56	/	48.9
		trave secondaria	T	250	65	65	65	3.85	42	38	25.7	31.6	32.1	25.5	33.1	/	/	
		soletta	O	300	62	67	70	4.53	42	38	39.5	48.5	43.6	33.7	49.5	/	/	
CN110-CO110 CN111-CO111	a X	trave principale	T	300	65	64	71	4.51	41	37	37.5	46.1	41.7	32.4	47.5	C62	/	50
		trave secondaria	T	250	68	63	68	3.77	40	36	22.7	27.9	29.0	23.3	29.8	/	/	
		soletta	O	300	68	66	70	4.41	40	36	34.1	41.9	38.8	30.3	43.8	/	/	
CO91-CP91 CO92-CP92	a X	trave principale	T	300	70	65	65	4.51	42	38	38.8	47.7	43.1	33.4	48.7	/	/	
		trave secondaria	T	250	72	70	68	3.57	39	35	18.9	23.3	25.3	20.6	25.3	C57	/	51.9
		soletta	O	300	69	71	69	4.31	37	33	28.3	34.8	33.2	26.4	37.6	/	/	
CO97-CP97 CO98-CP98	a X	trave principale	T	300	65	68	70	4.44	38	34	31.9	39.2	36.5	28.7	41.7	/	/	
		trave secondaria	T	250	68	69	65	3.72	38	34	20.1	24.7	26.2	21.3	27.0	C58	/	55.4
		soletta	O	300	69	65	67	4.48	36	32	30.1	37.0	34.4	27.2	40.1	/	/	
CQ108-CR108 CQ109-CR109	a X	trave principale	T	300	65	72	65	4.47	39	35	33.8	41.5	38.2	30.0	43.7	C61	/	44.7
		trave secondaria	T	250	62	75	69	3.66	40	36	21.0	25.8	27.5	22.1	27.7	/	/	
		soletta	O	300	64	71	68	4.44	41	37	36.0	44.3	40.6	31.6	45.7	/	/	
CV111-CZ111 CV112-CZ112	a X	trave principale	T	300	68	70	67	4.39	40	36	33.7	41.4	38.4	30.1	43.2	C60	/	45.5
		trave secondaria	T	250	67	69	65	3.73	38	34	20.4	25.0	26.5	21.4	27.3	/	/	
		soletta	O	300	69	72	67	4.33	42	38	35.0	43.0	40.0	31.2	44.2	/	/	
CS84-CT84 CS85-CT85	a X	trave principale	T	300	65	64	65	4.64	40	36	38.8	47.7	42.5	33.0	49.4	/	/	
		trave secondaria	T	250	66	68	67	3.73	40	36	22.1	27.1	28.4	22.8	29.0	/	/	
		soletta	O	300	65	69	69	4.44	39	35	33.3	40.9	37.8	29.6	43.0	C52	/	39.7
CR84-CS84 CR85-CS85	a X	trave principale	T	300	68	68	65	4.48	38	34	32.7	40.2	37.1	29.2	42.7	/	/	
		trave secondaria	T	250	69	67	65	3.73	39	35	21.2	26.1	27.5	22.1	28.2	/	/	
		soletta	O	300	65	62	68	4.62	37	33	34.1	41.8	37.9	29.7	44.7	C53	/	48.3

Nota: dato il rapporto di compressione 1:1 (h/φ) il valore di f_c coincide con quello di R_c.

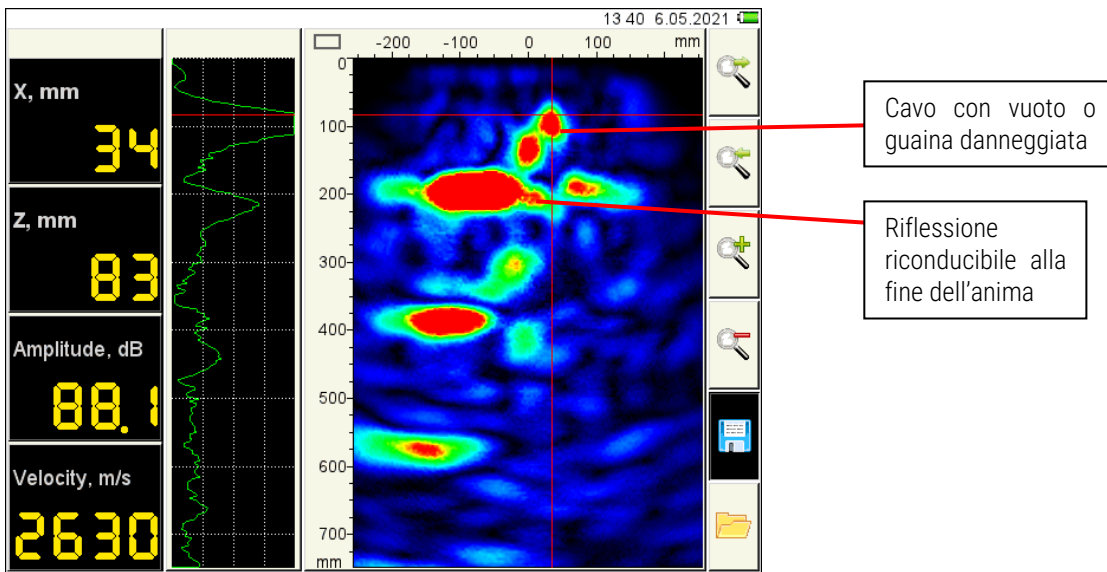
In alcune posizioni, il tempo di percorso non è stato rilevato in trasparenza. Nella prima colonna sono indicate le sigle "T" trasparenza e "O" omeosuperficiale. Si segnala che le resistenze rilevate con misure omeosuperficiali portano solitamente a valori di resistenza leggermente superiori rispetto a quelli conseguenti a misure in trasparenza.

La temperatura delle aree di prova al momento delle indagini era compresa tra i 20 e 35 °C.

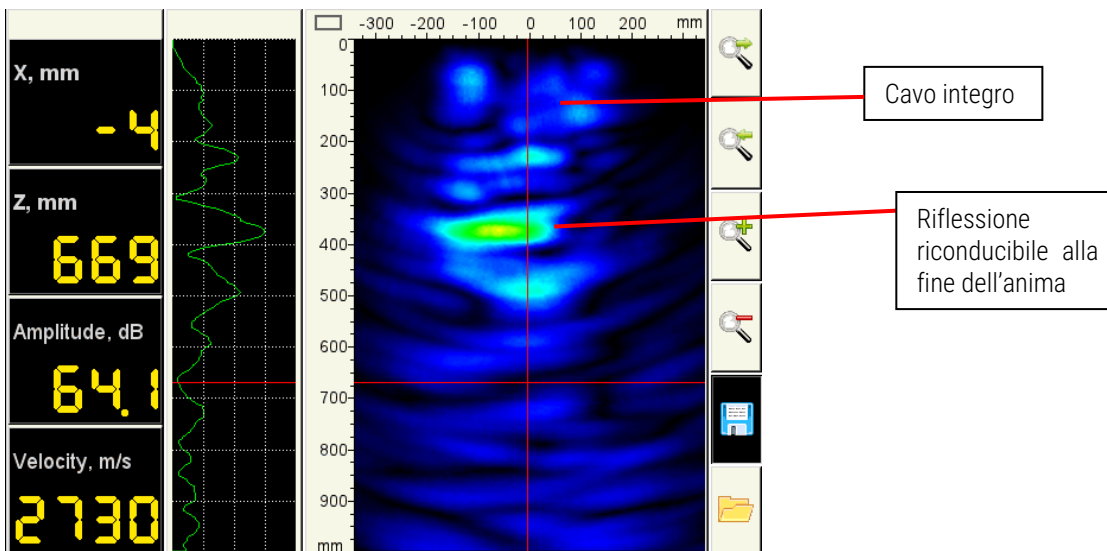
CALCESTRUZZI – RISULTATI INDAGINI TOMOGRAFICHE ULTRASONICHE

I risultati delle indagini tomografiche sono riportati in allegato; nello specifico sono restituite le sezioni tomografiche nelle quali si è localizzata la possibile presenza di vuoti all'interno dei cavi.
Le tonalità fredde (blu e azzurro) indicano zone senza anomalie significative, mentre le tonalità calde (giallo e rosso) identificano zone in cui è presente un'anomalia riconducibile a vuoto di piccole dimensioni (scala centimetrica).

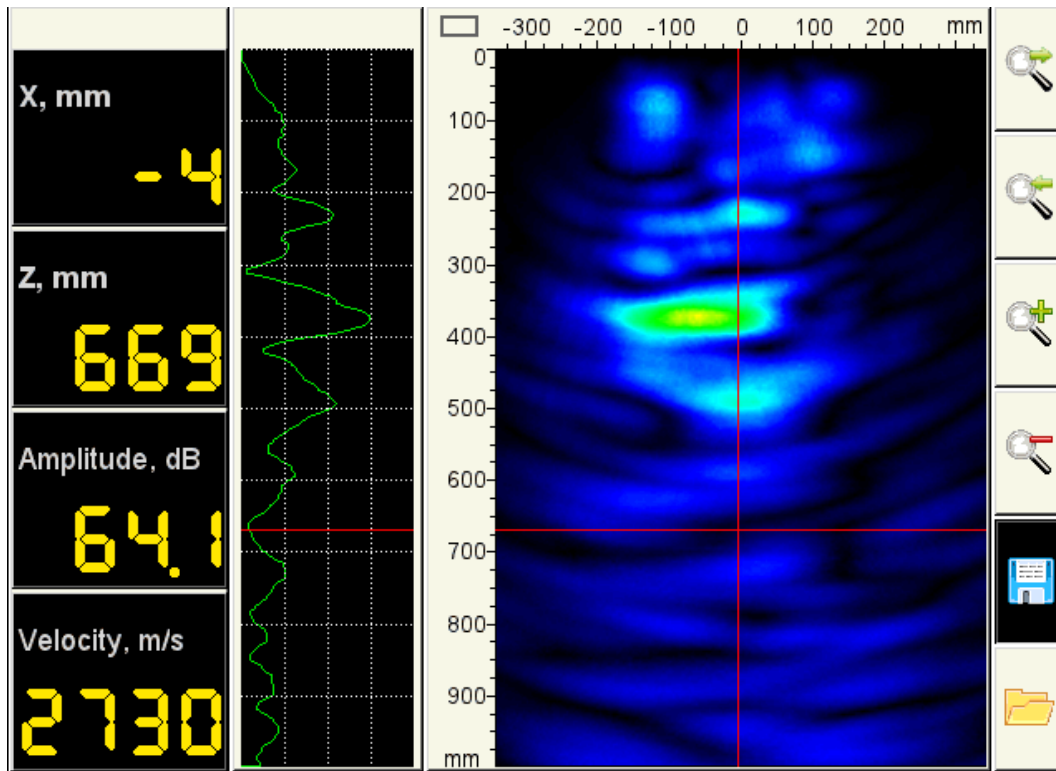
Di seguito si riporta una sezione tomografica con possibile presenza di vuoto e una integra.



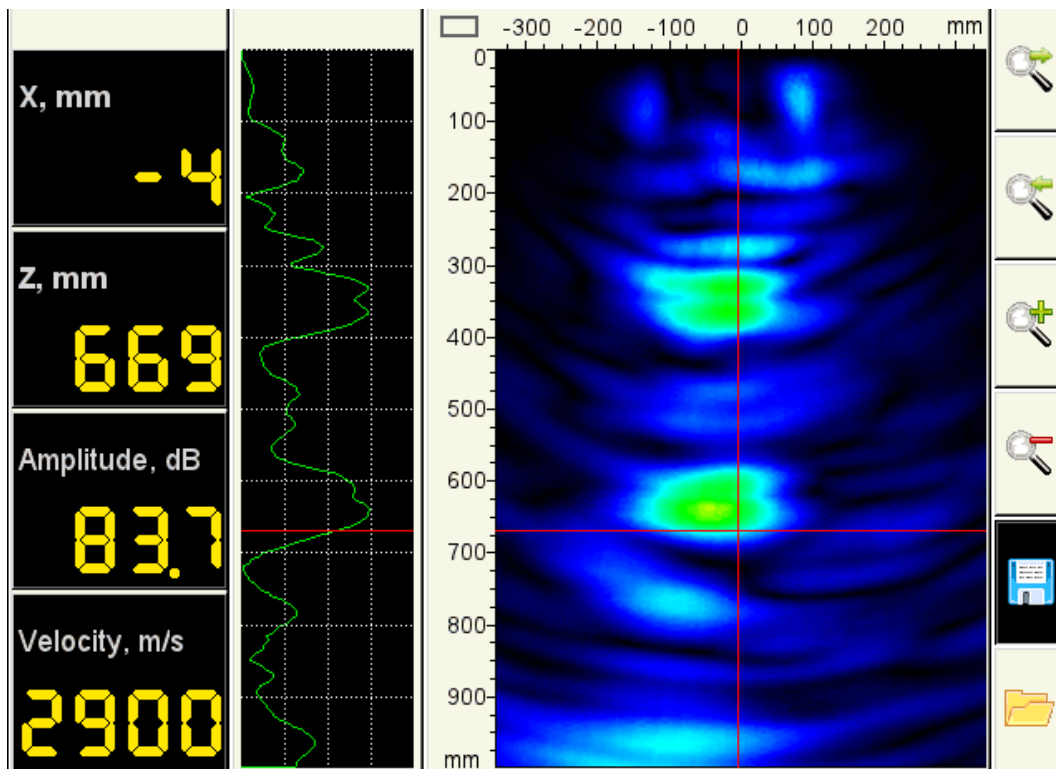
Sezione con difetti (esempio di riferimento non rilevato nella presente campagna di indagine).



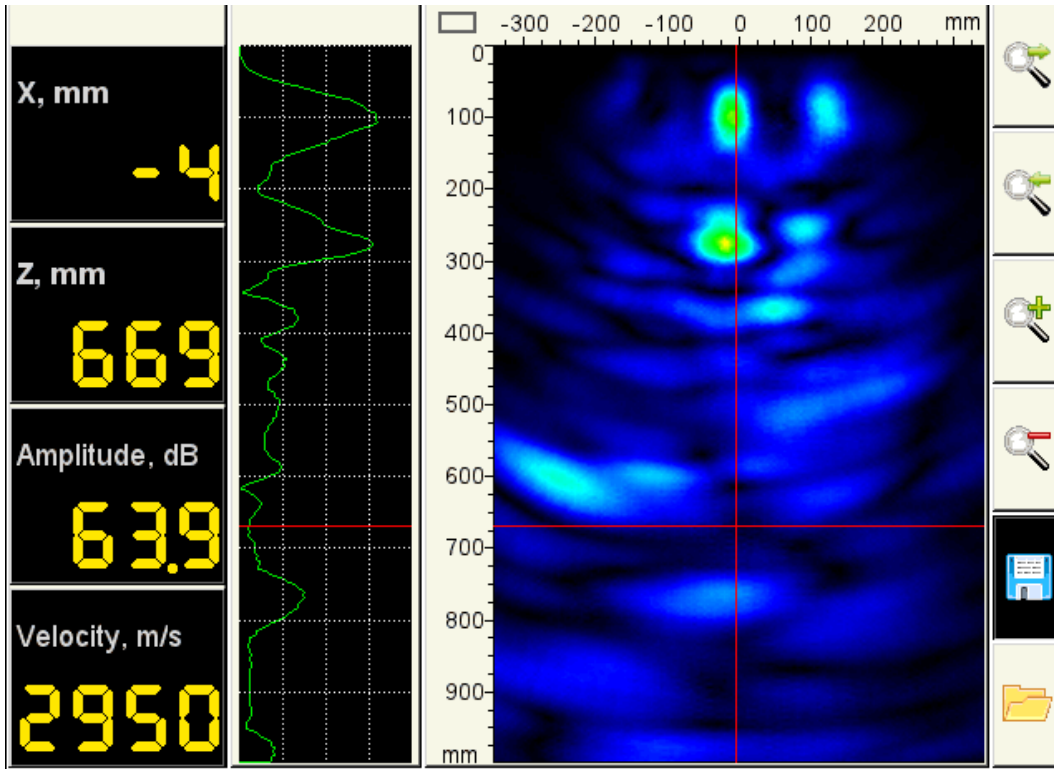
Sezione integra.



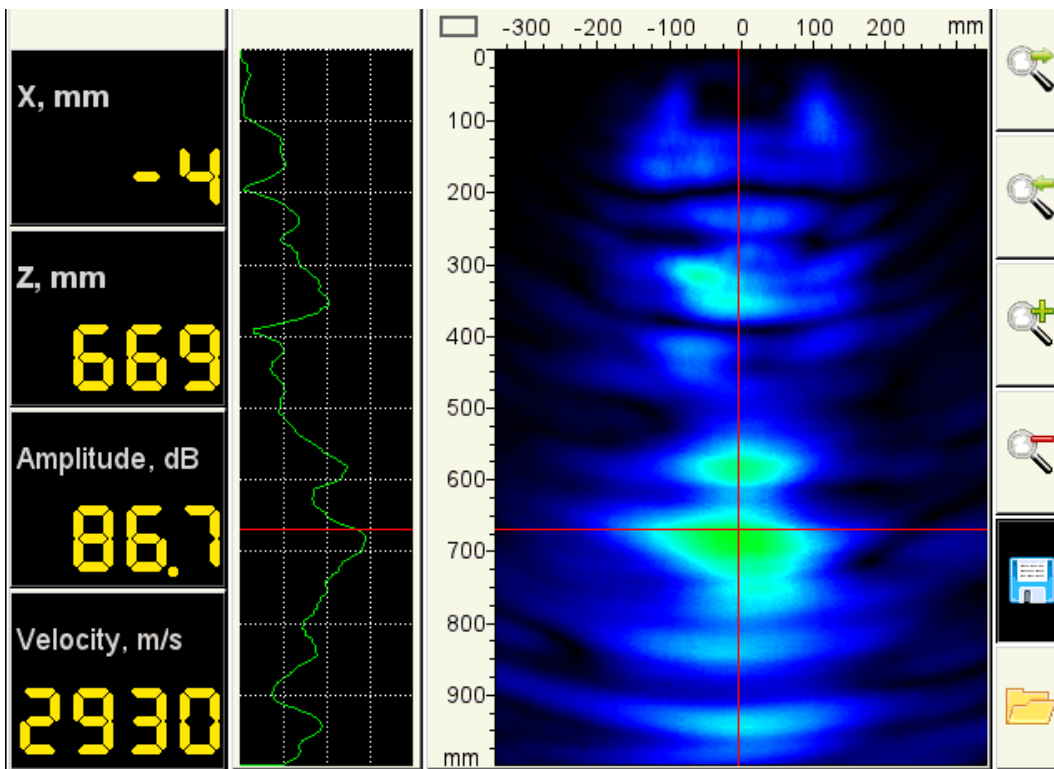
TOMOGRAFIA 1 – CAMPATA F6-G6 F7-G7



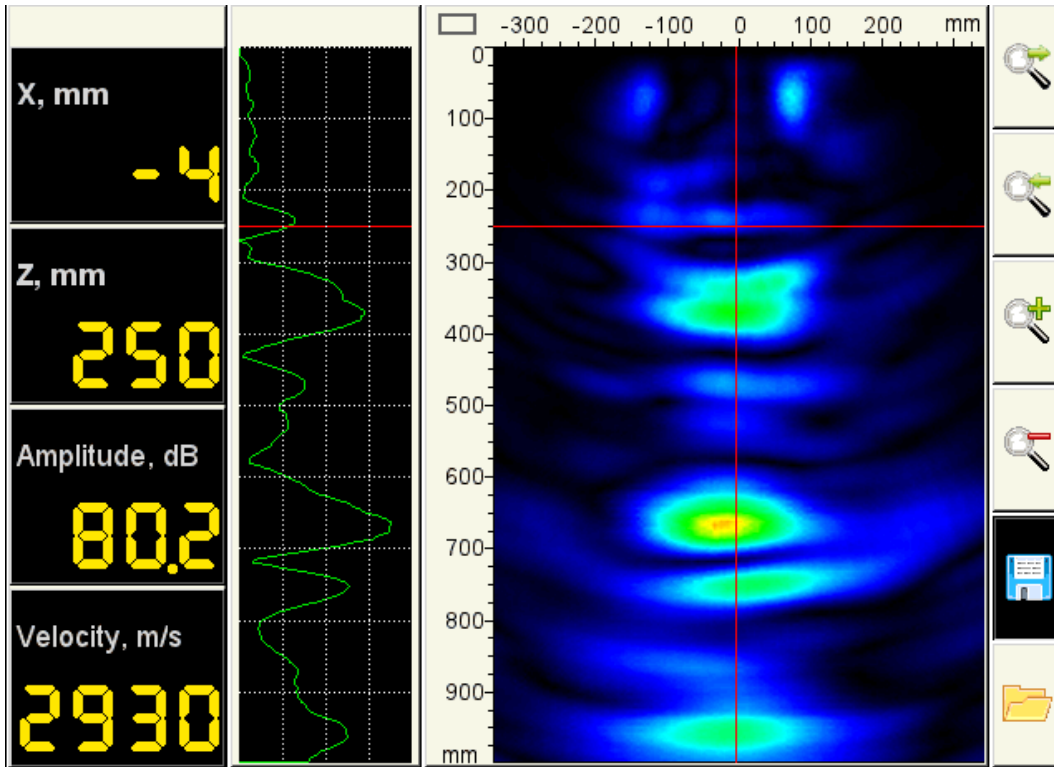
TOMOGRAFIA 2 – CAMPATA Q10-R10 Q11-R11



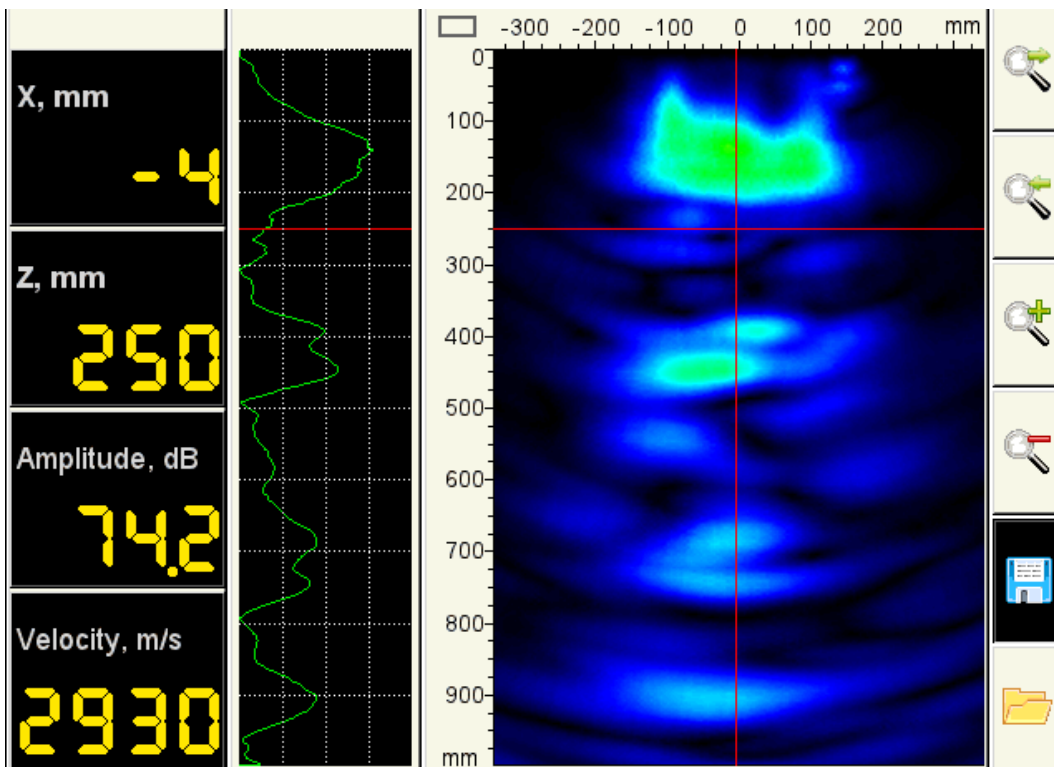
TOMOGRAFIA 3 – CAMPATA 019-P19-020-P20



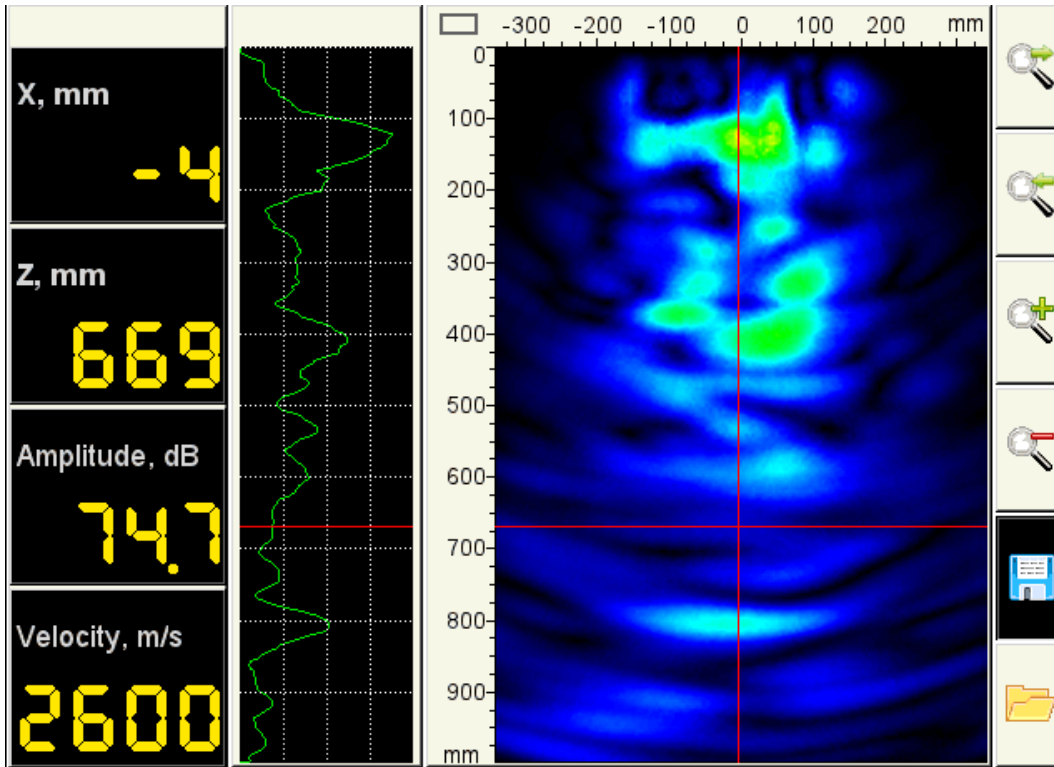
TOMOGRAFIA 4 – CAMPATA C17-D17 C18-D18



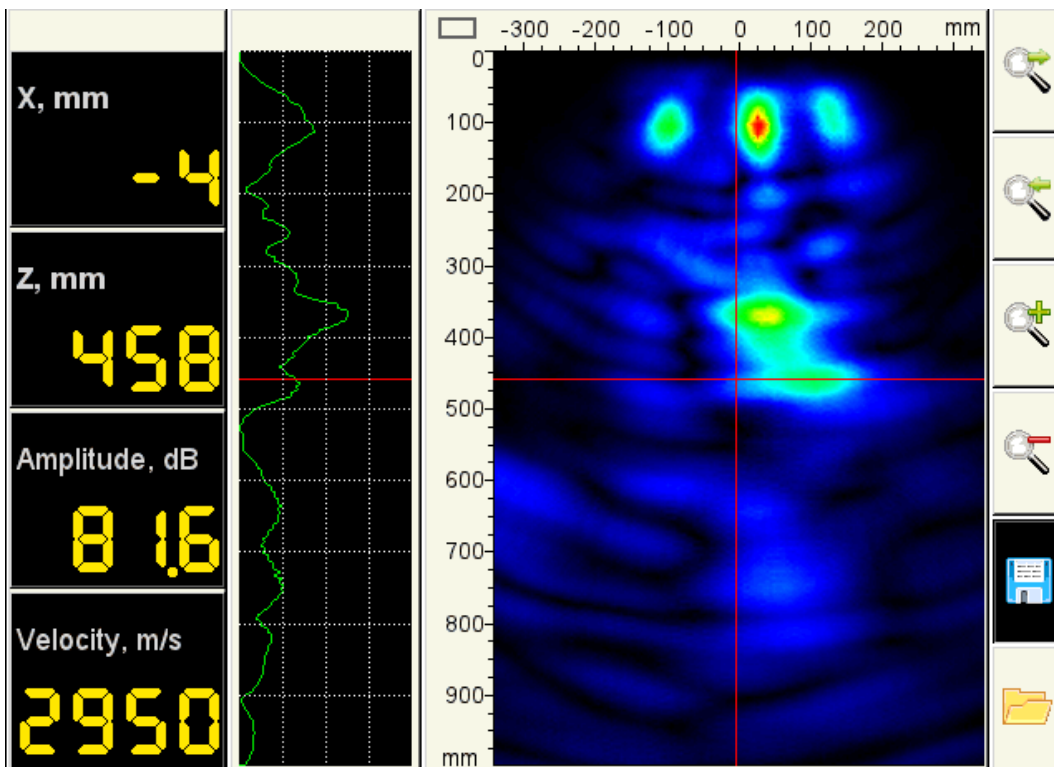
TOMOGRAFIA 5 – CAMPATA B26-C26 B27-C27



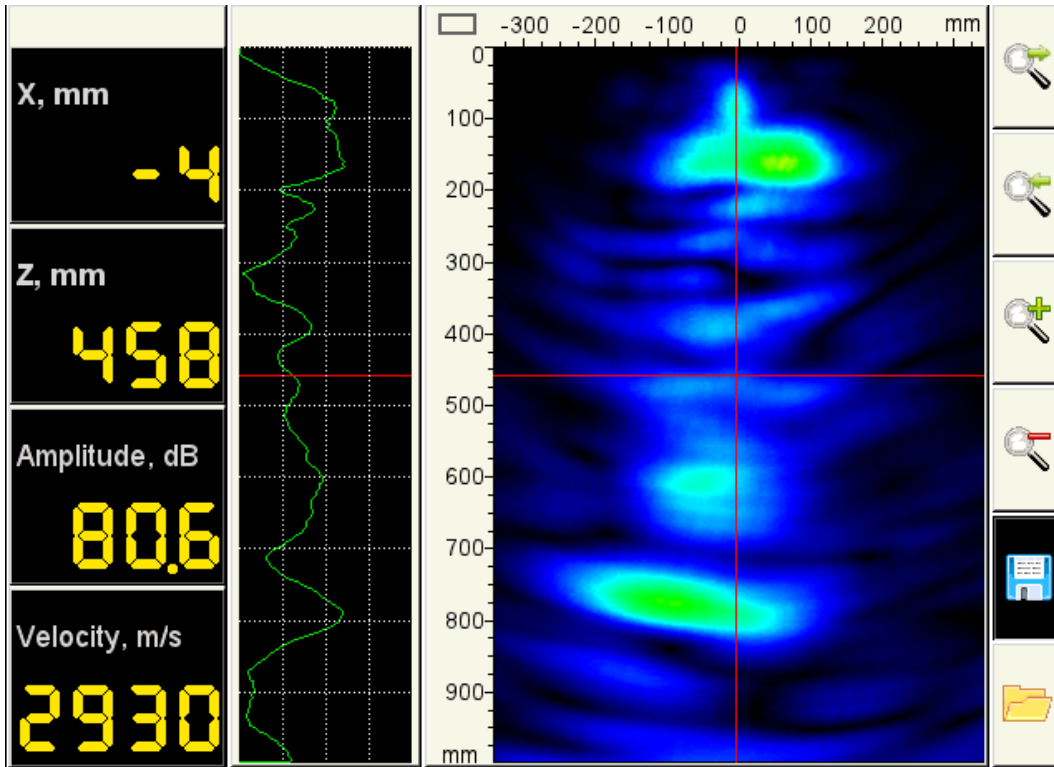
TOMOGRAFIA 6 – CAMPATA H30-I30 H31-I31



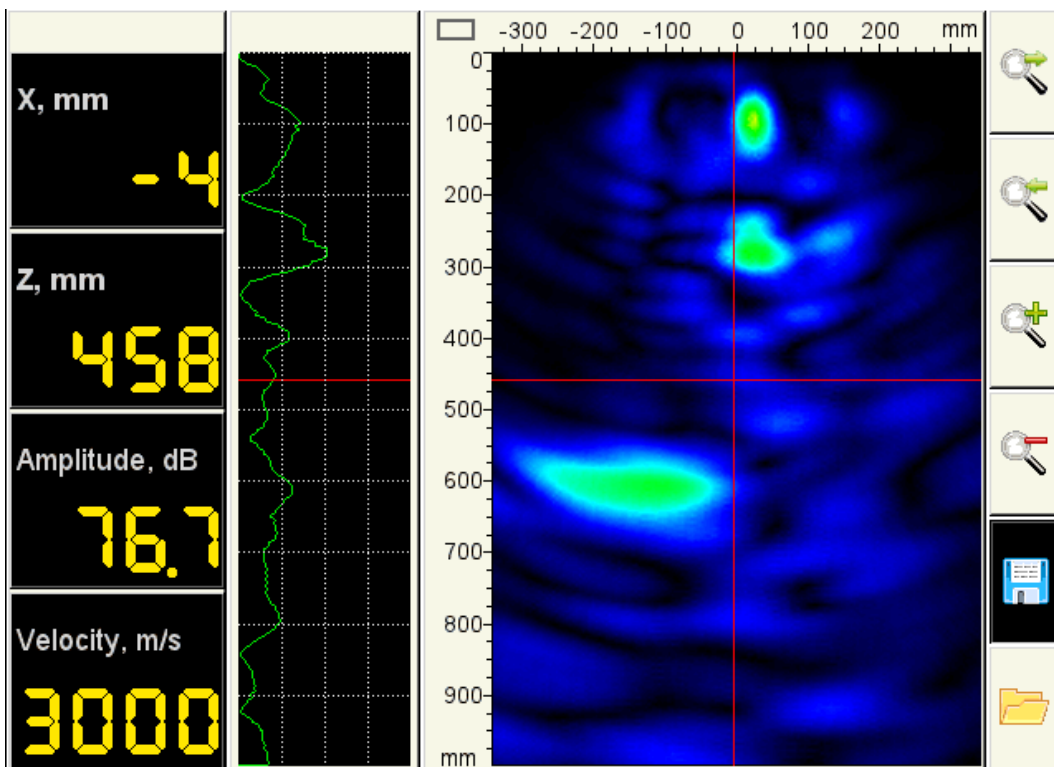
TOMOGRAFIA 7 – CAMPATA P38-Q38 P39-Q39



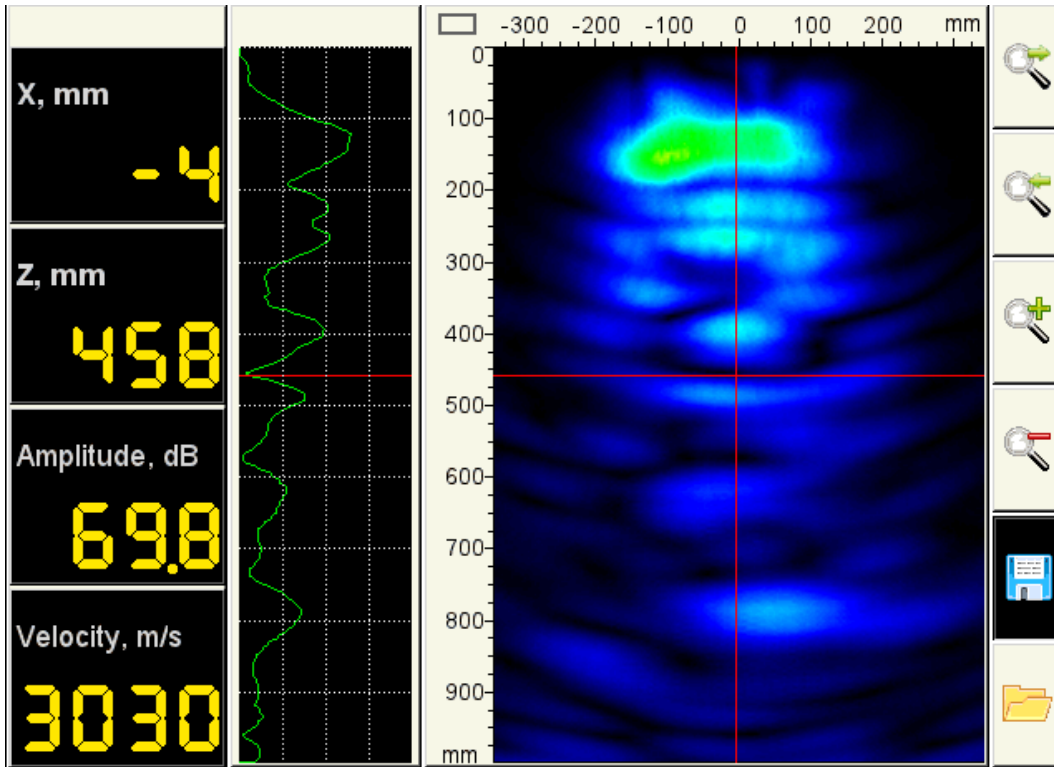
TOMOGRAFIA 8 – CAMPATA H40-I40 H41-I41



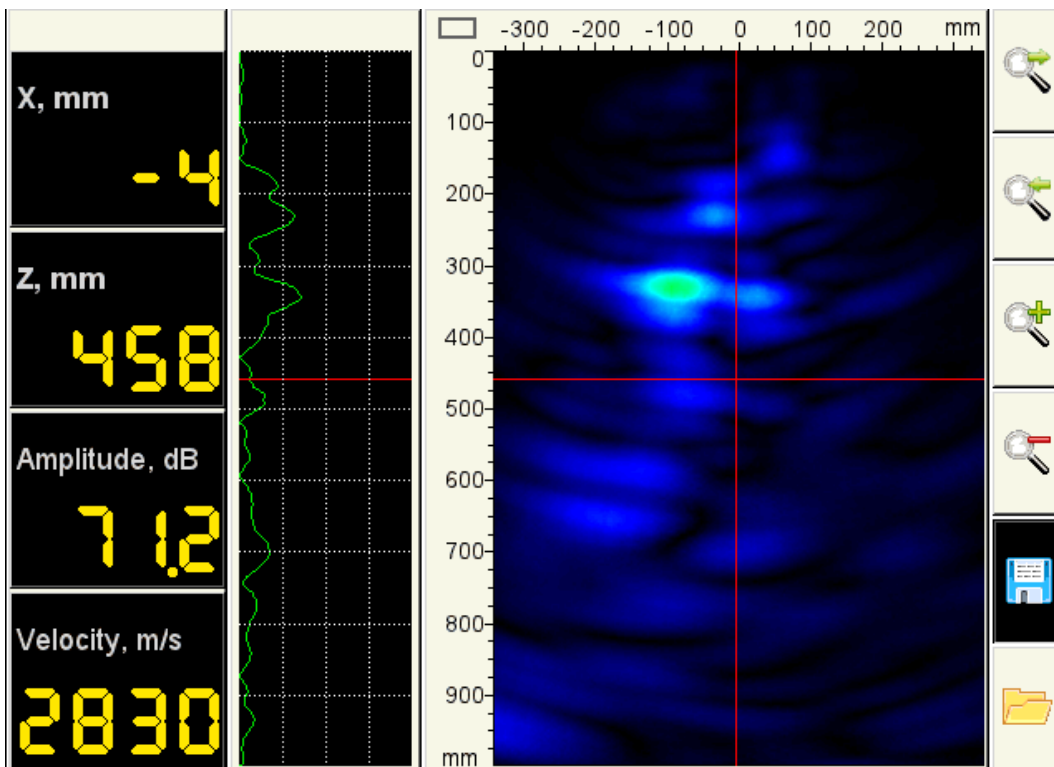
TOMOGRAFIA 9 – CAMPATA A39-B39 A40-B40



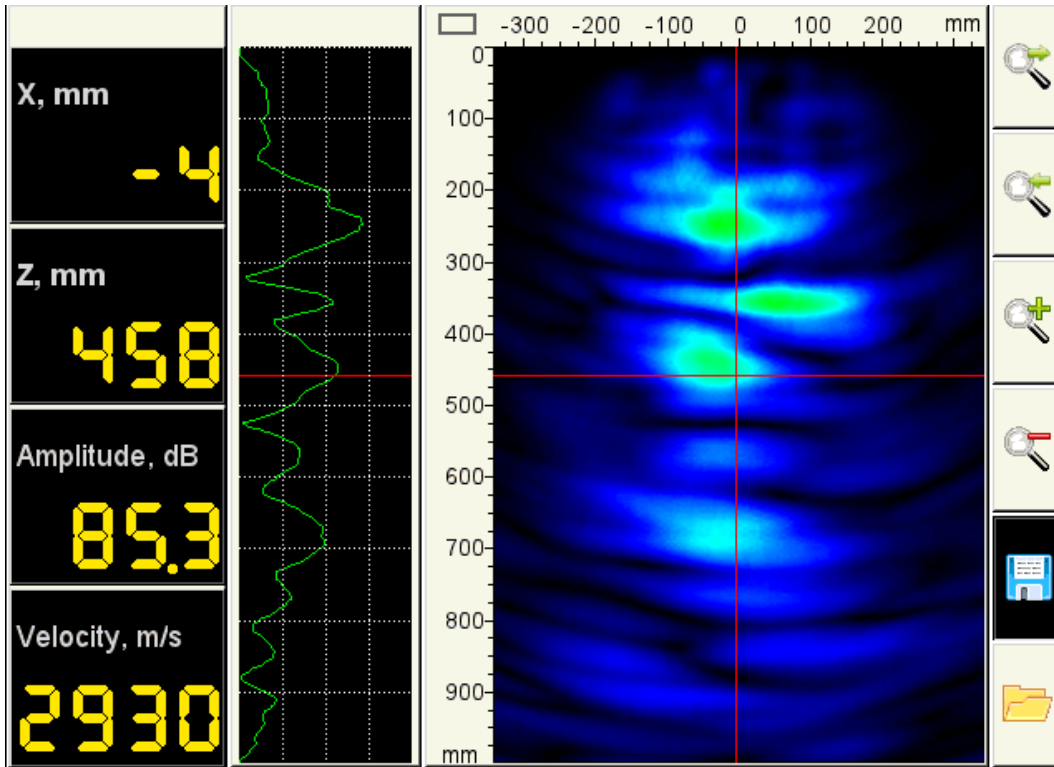
TOMOGRAFIA 10- CAMPATA A43-B43 A44-B44



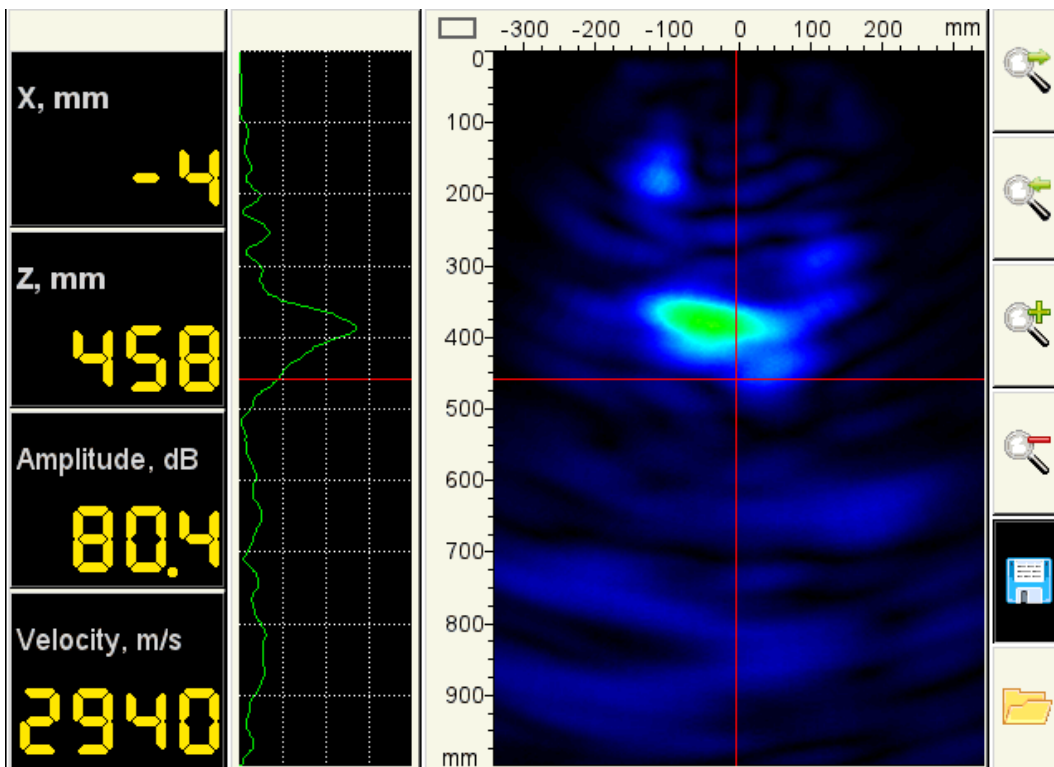
TOMOGRAFIA 11 – CAMPATA B49-C49 B50-C50



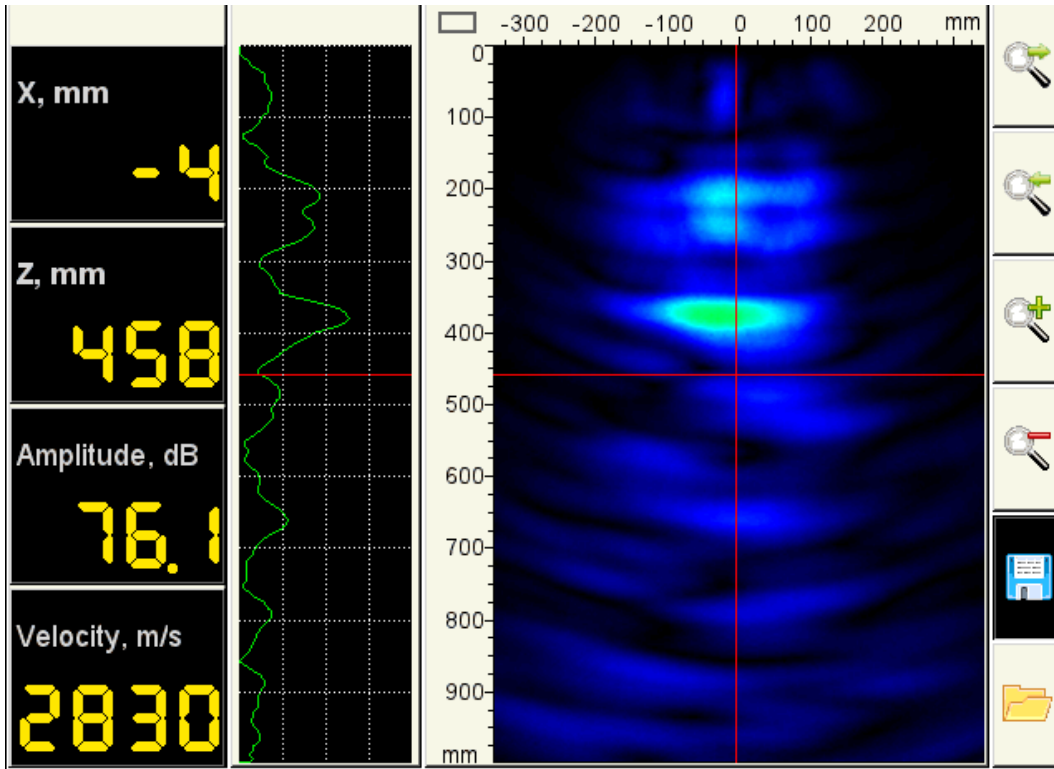
TOMOGRAFIA 12 – CAMPATA G49-H49 G50-H50



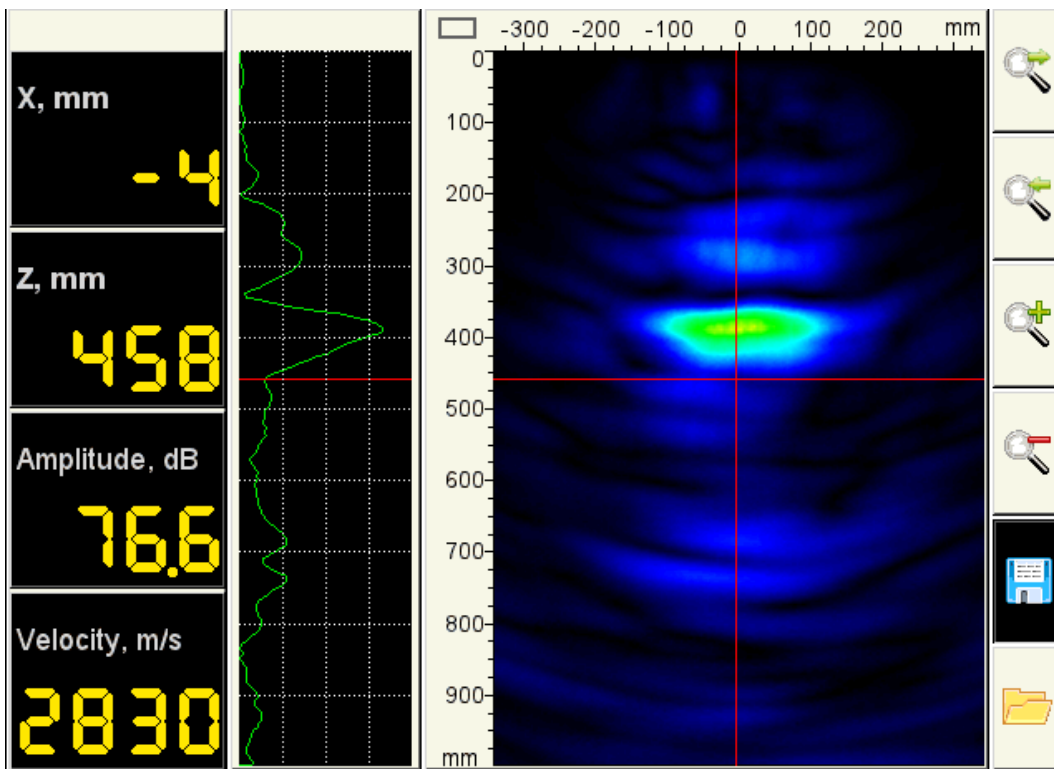
TOMOGRAFIA 13 – CAMPATA M54-N54 M55-N55



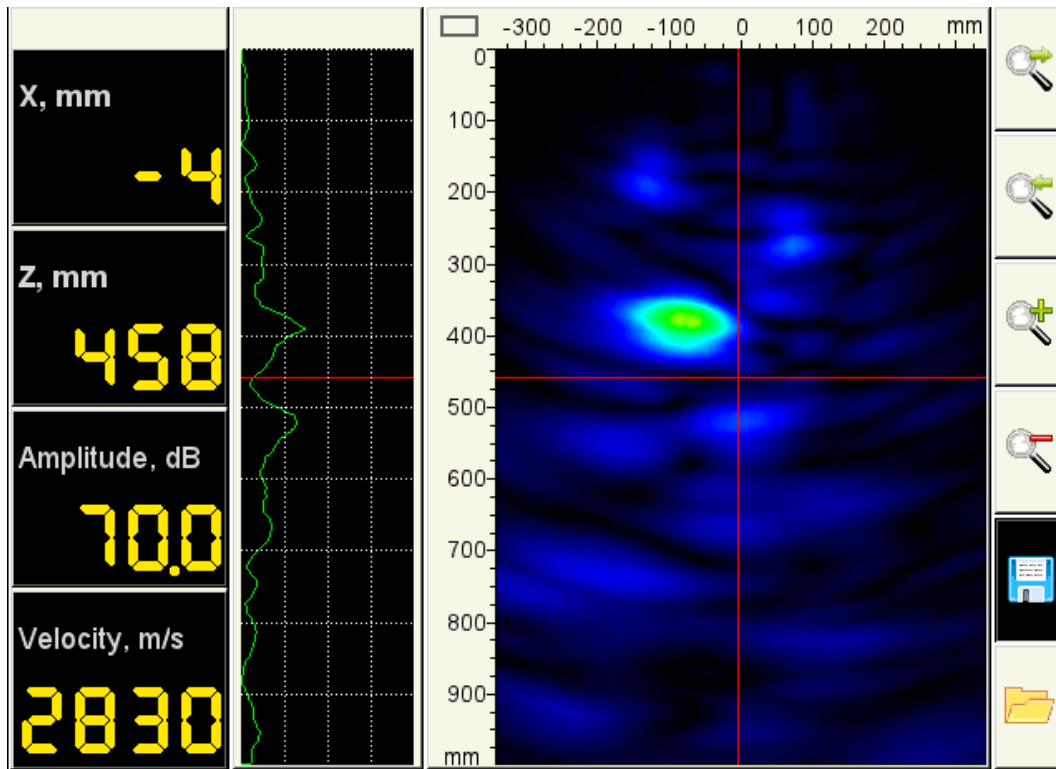
TOMOGRAFIA 14 – CAMPATA O63-P63 O64-P64



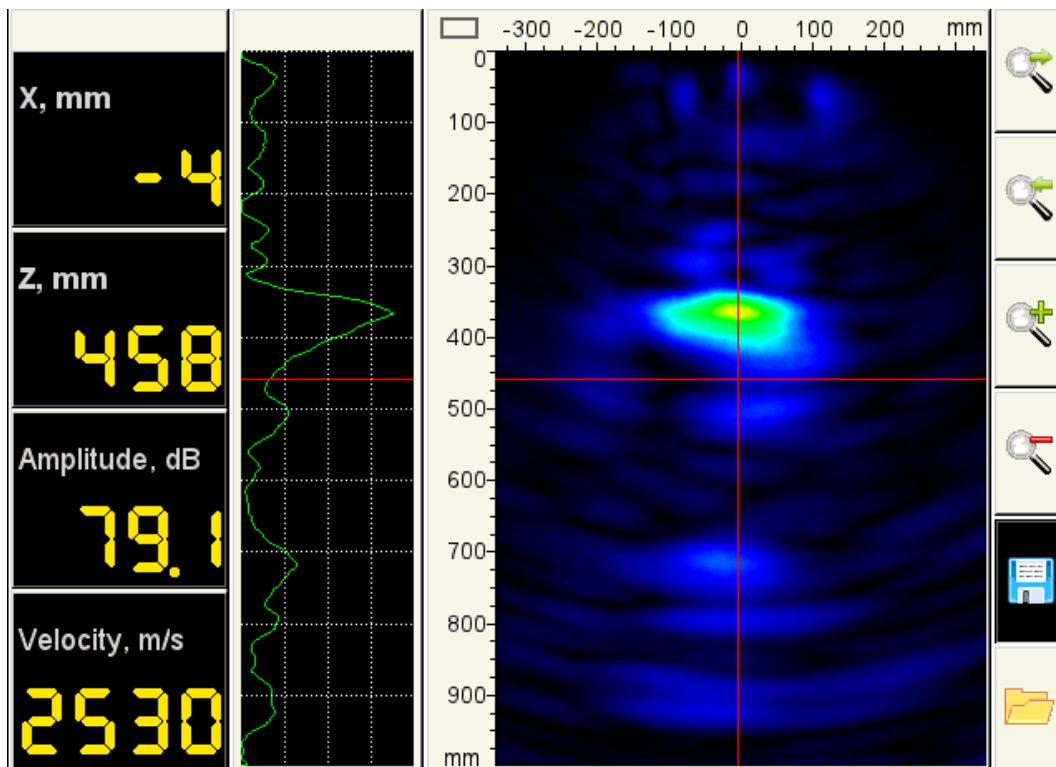
TOMOGRAFIA 15 – CAMPATA A61-B61 A62-B62



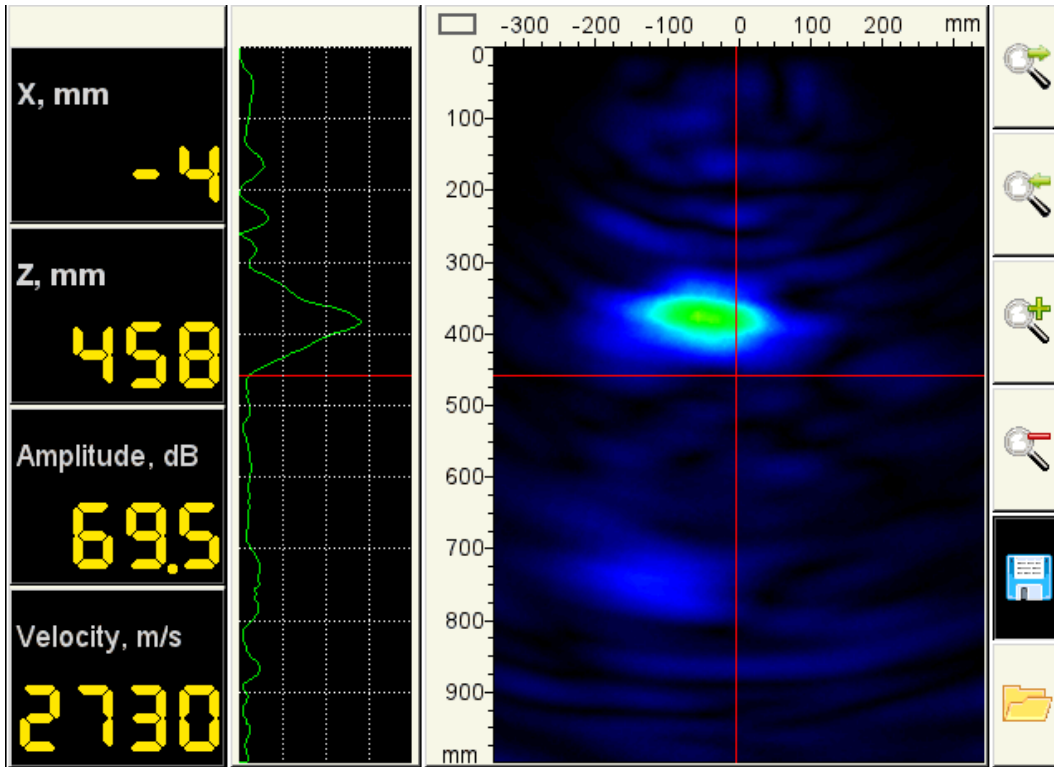
TOMOGRAFIA 16 – 074-P74 075-P75



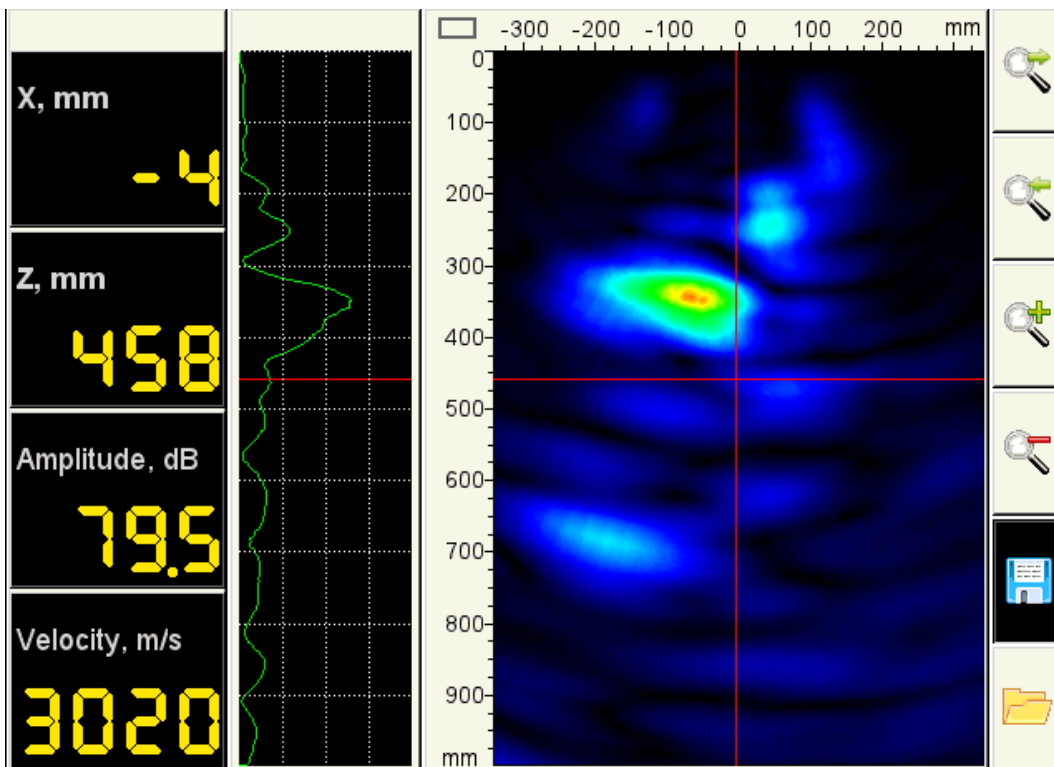
TOMOGRAFIA 17 – CAMPATA B73-C73 B74-C74



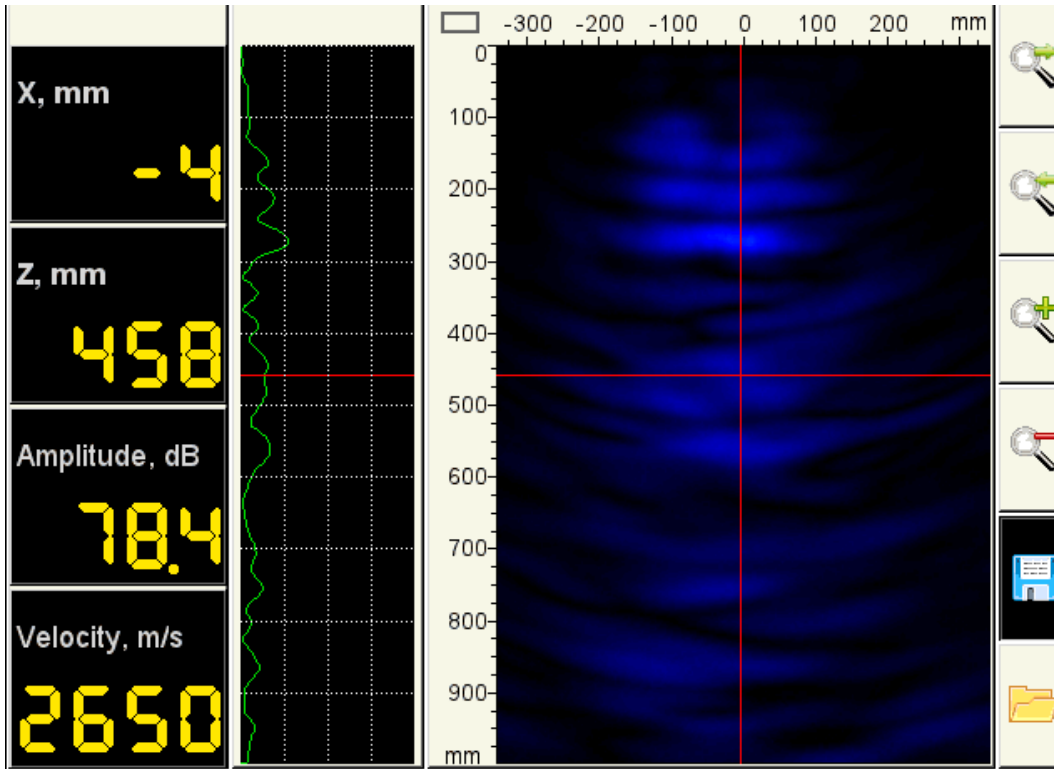
TOMOGRAFIA 18 – BC87-BD87 BC88-BD88



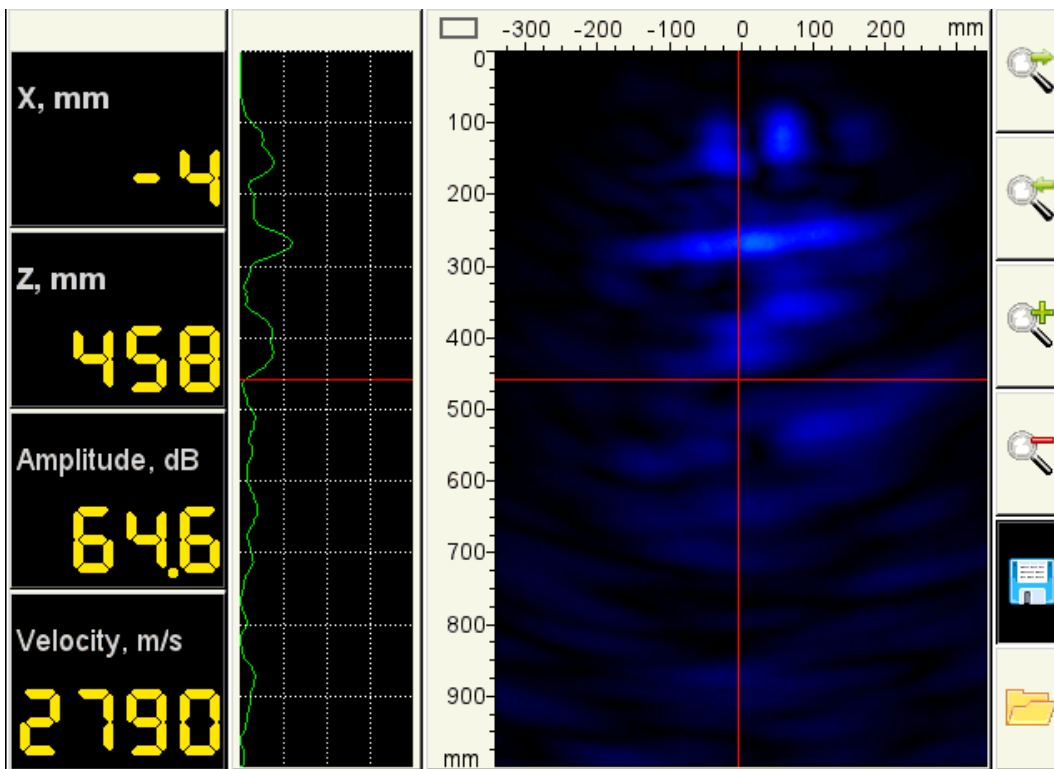
TOMOGRAFIA 19 – CAMPATA BP87-BQ87 BP88-BQ88



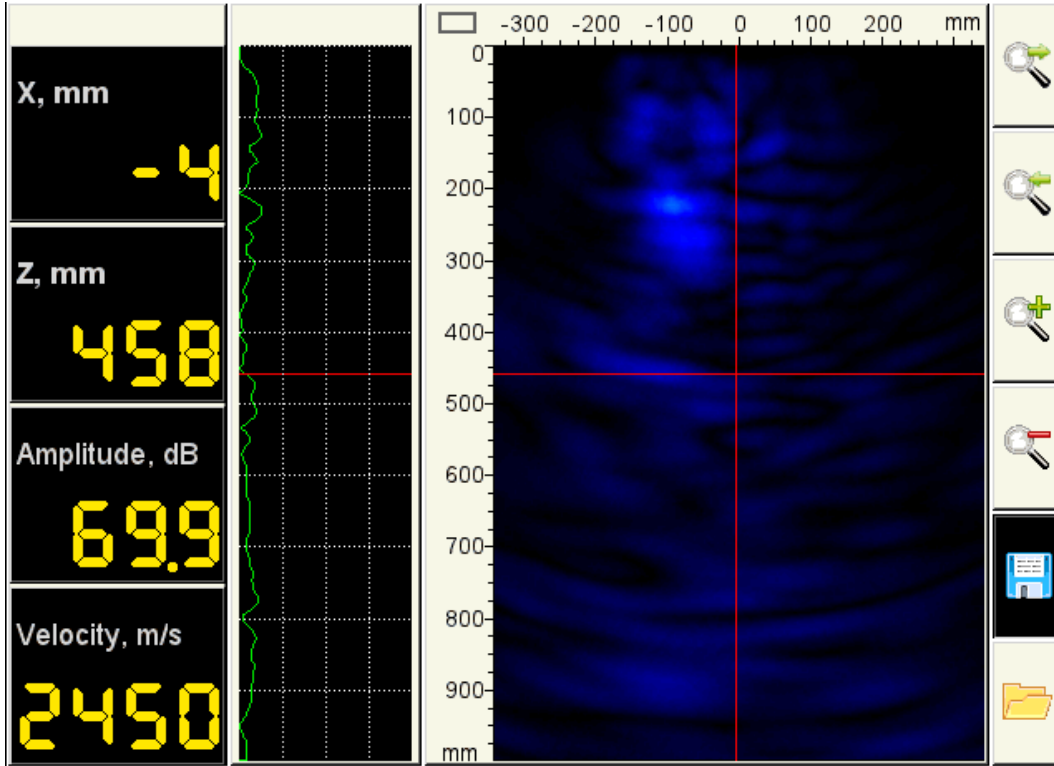
TOMOGRAFIA 20 – CAMPATA CL90-CM90 CL91-CM91



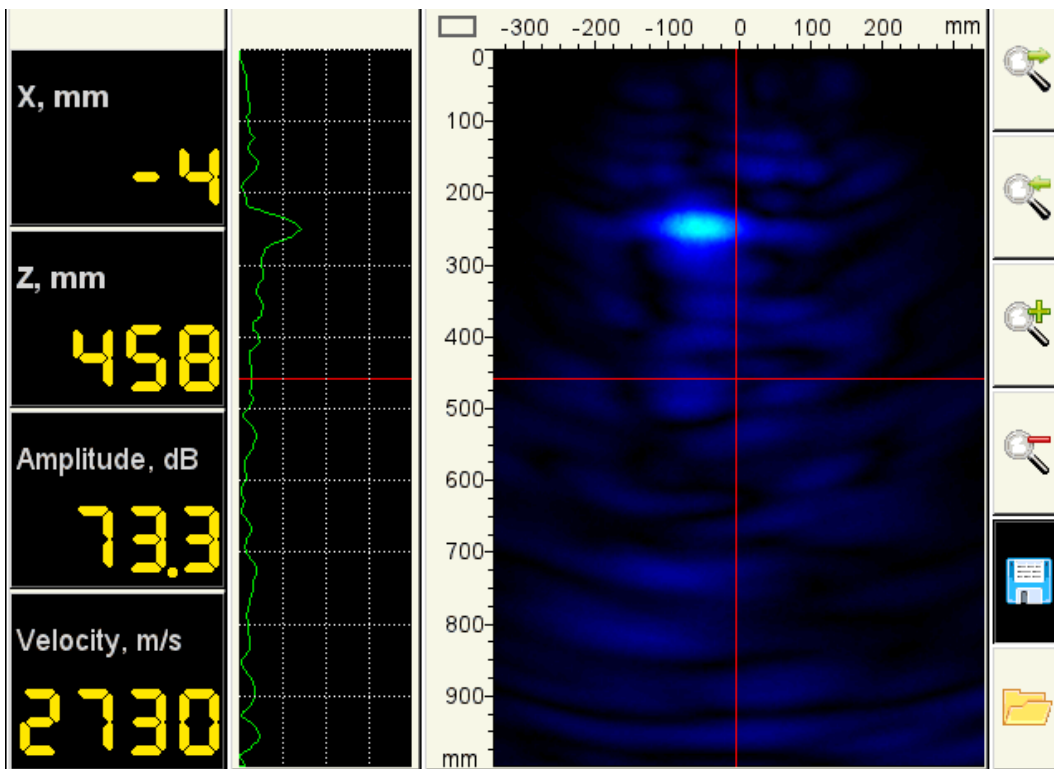
TOMOGRAFIA 21 – CAMPATA CP102-CQ102 CP103-CQ103



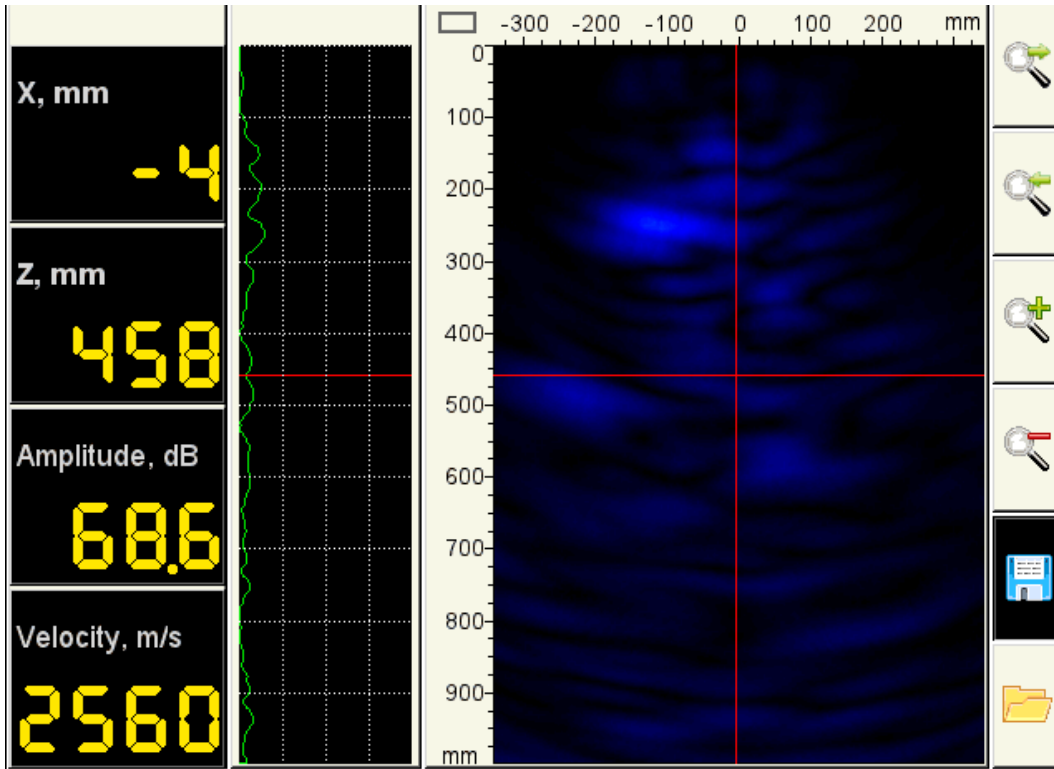
TOMOGRAFIA 22 – CAMPATA DB109-DC109 DB110-DC110



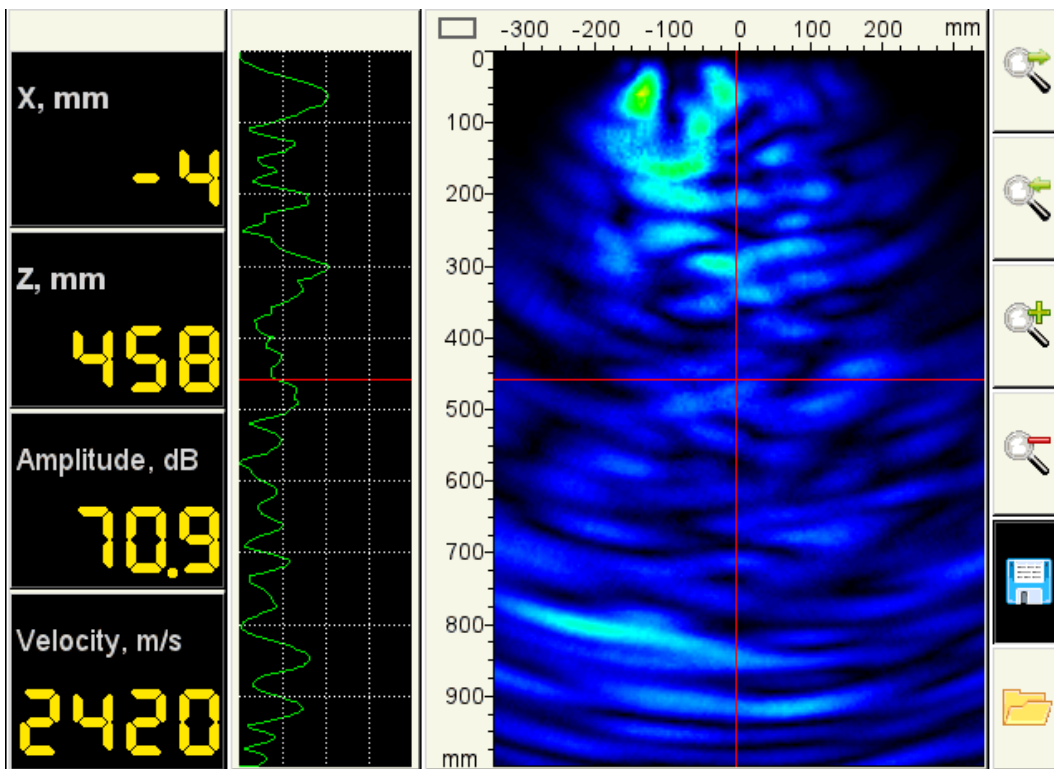
TOMOGRAFIA 23 – CAMPATA CG98-CH98 CG99-CH99



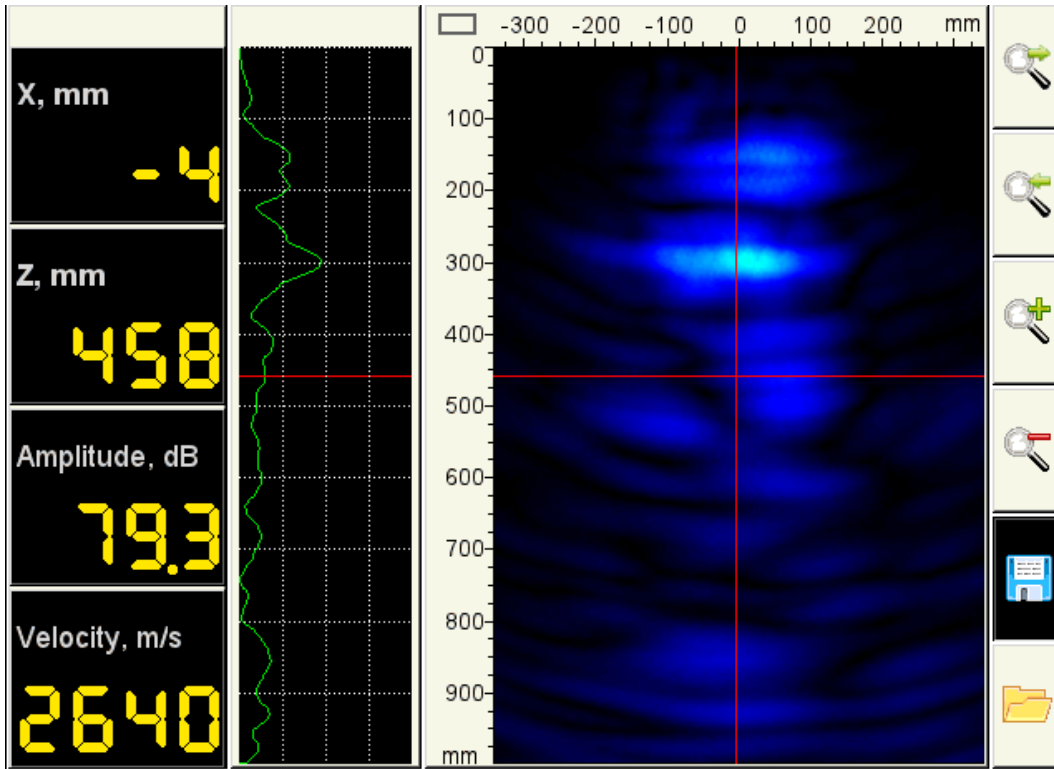
TOMOGRAFIA 24 – CAMPATA AB74-AC74 AB75-AC75



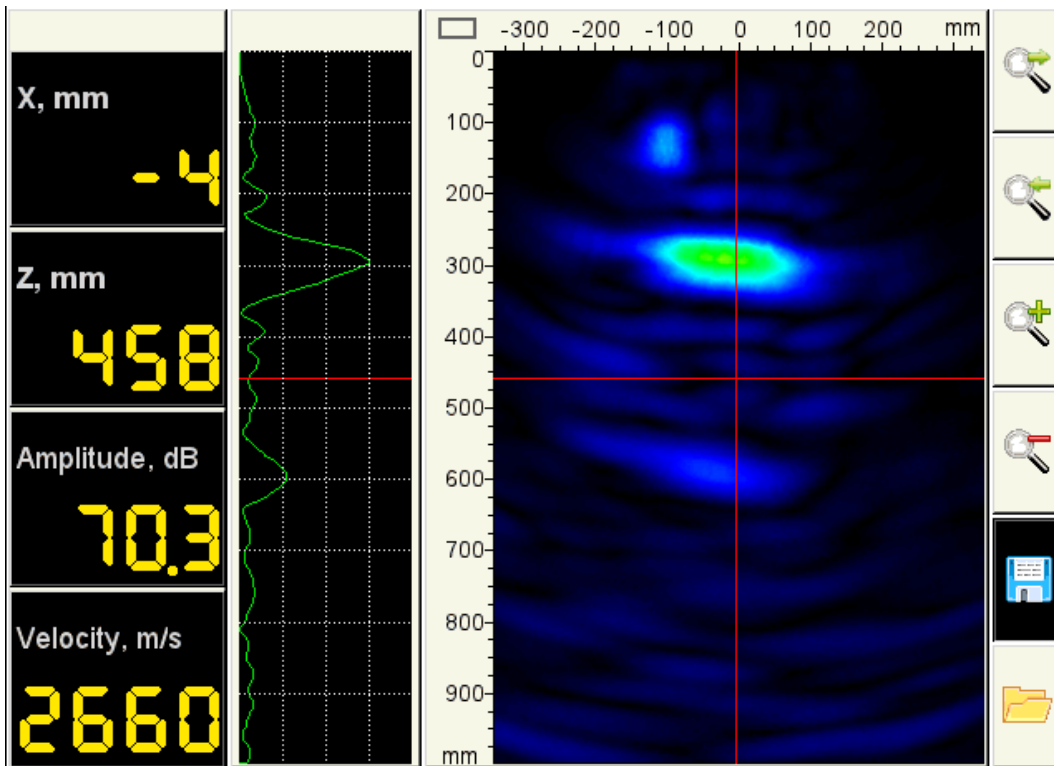
TOMOGRAFIA 25 – CAMPATA V60-Z60 V61-Z61



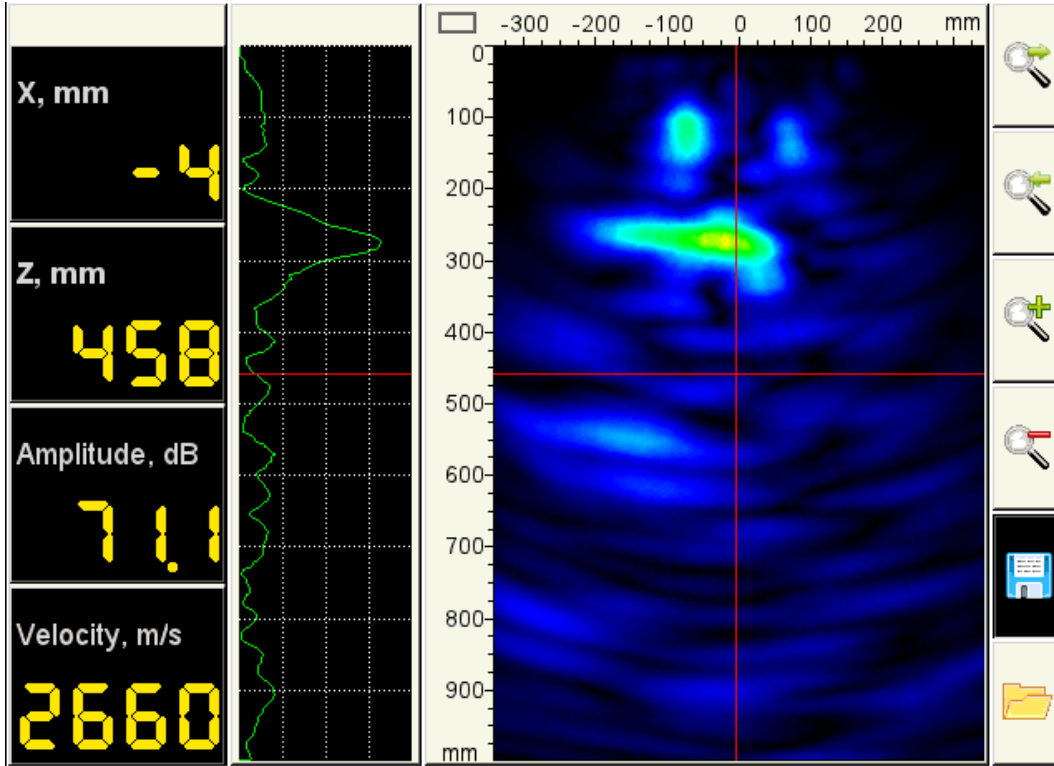
TOMOGRAFIA 26 – CAMPATA AM67-AN67 AM68-AN68



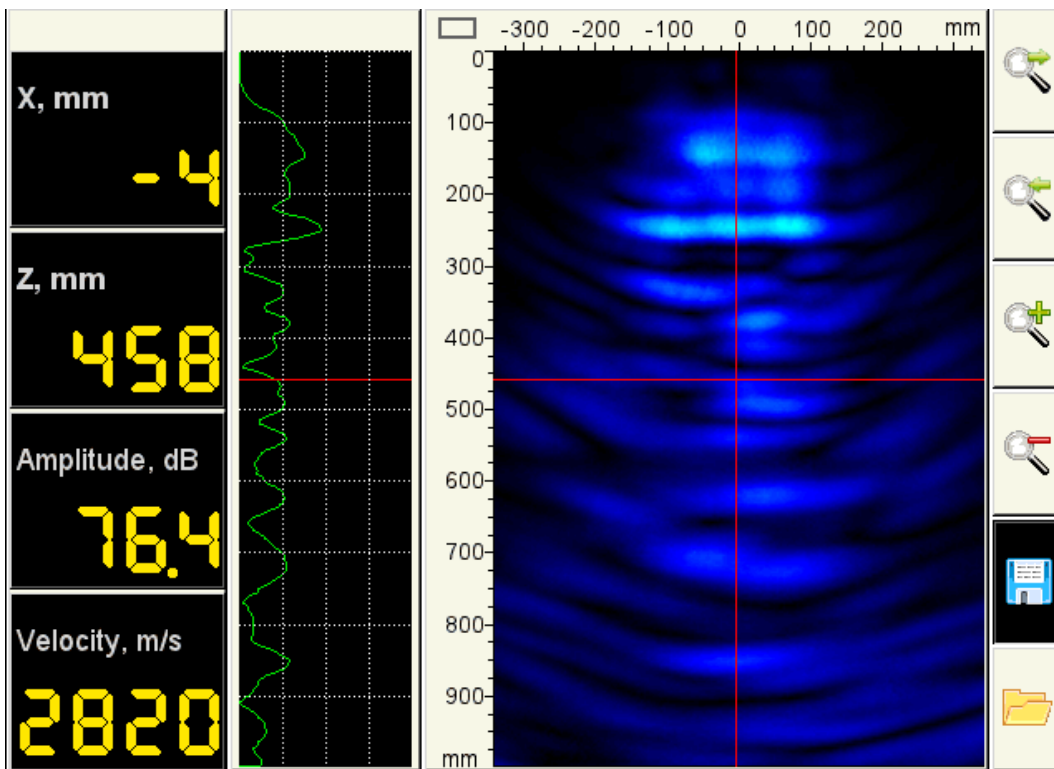
TOMOGRAFIA 27 – CAMPATA AM59-AN59



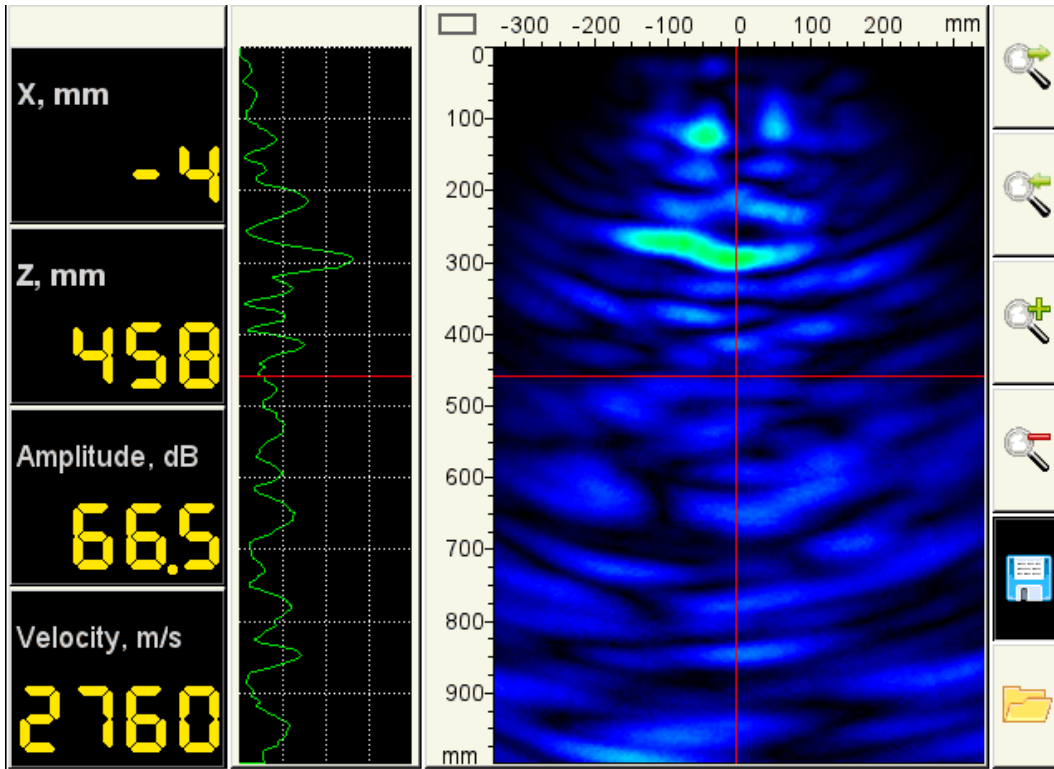
TOMOGRAFIA 28 – CAMPATA AE53-AF53 AE54-AF54



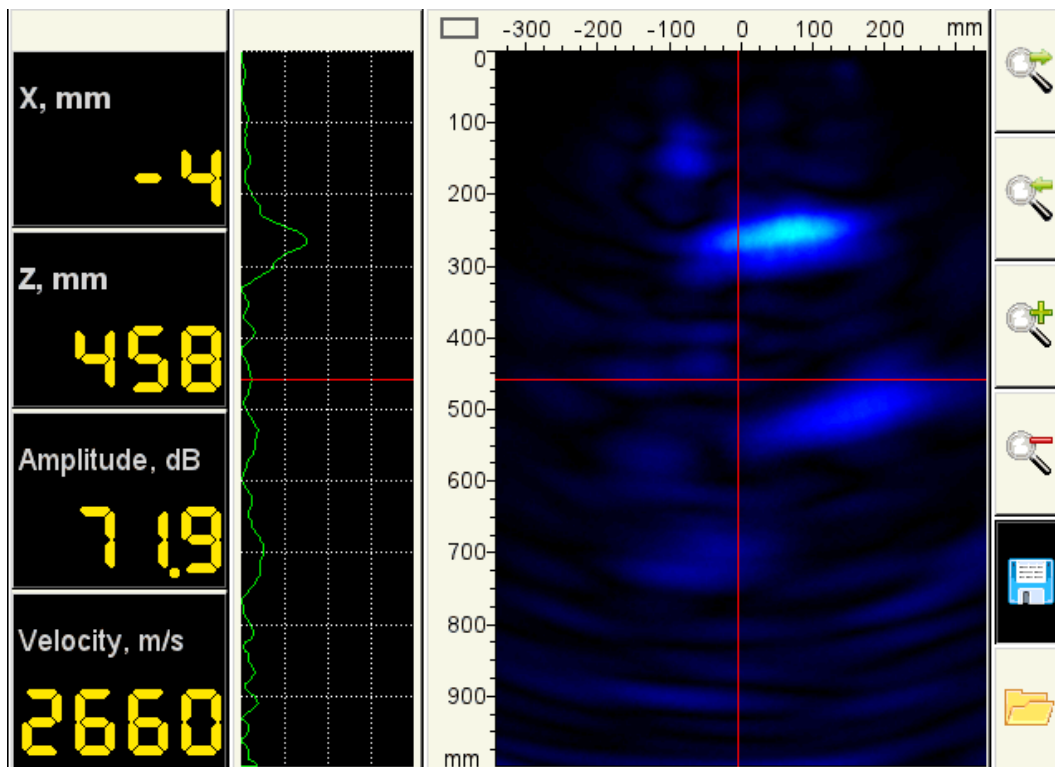
TOMOGRAFIA 29 – CAMPATA AT57-AU57 AT58-AU58



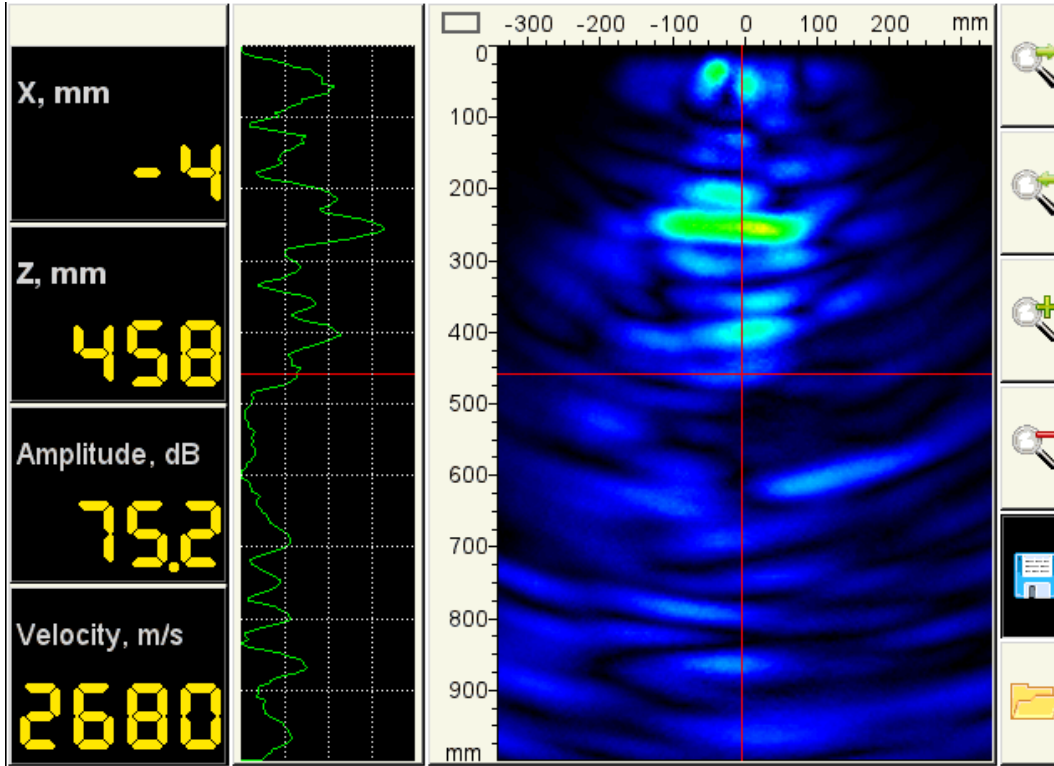
TOMOGRAFIA 30 – CAMPATA AQ46-AR46 AQ47-AR47



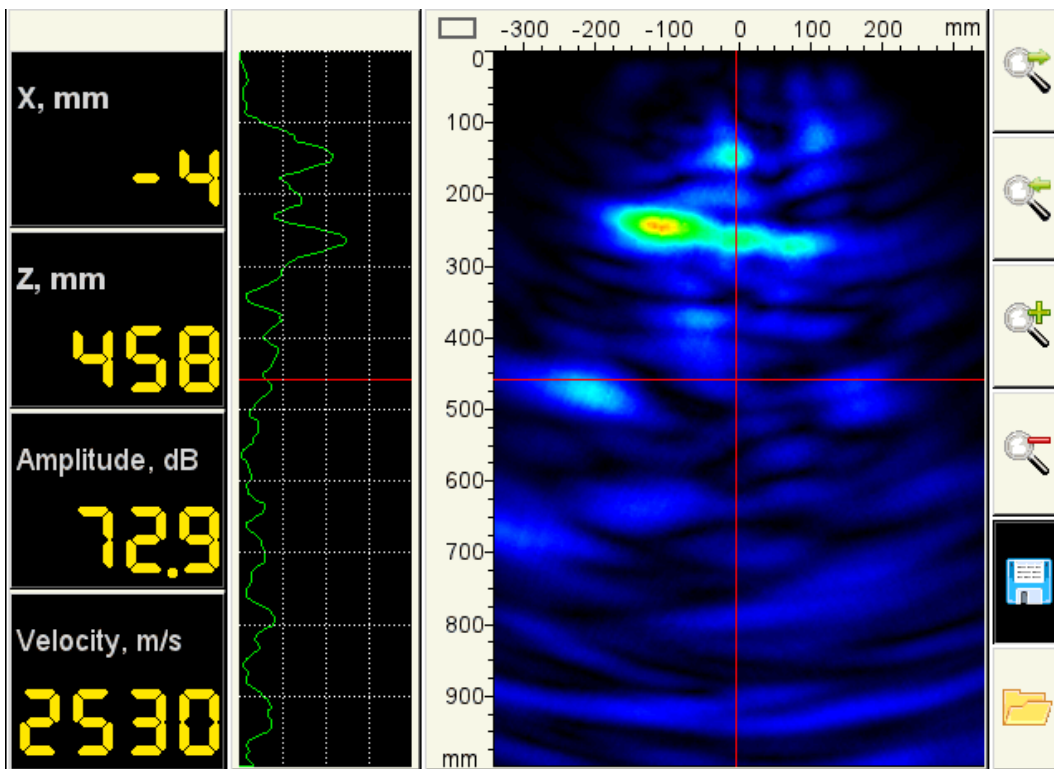
TOMOGRAFIA 31 – CAMPATA AD44-AE44 AD45-AE45



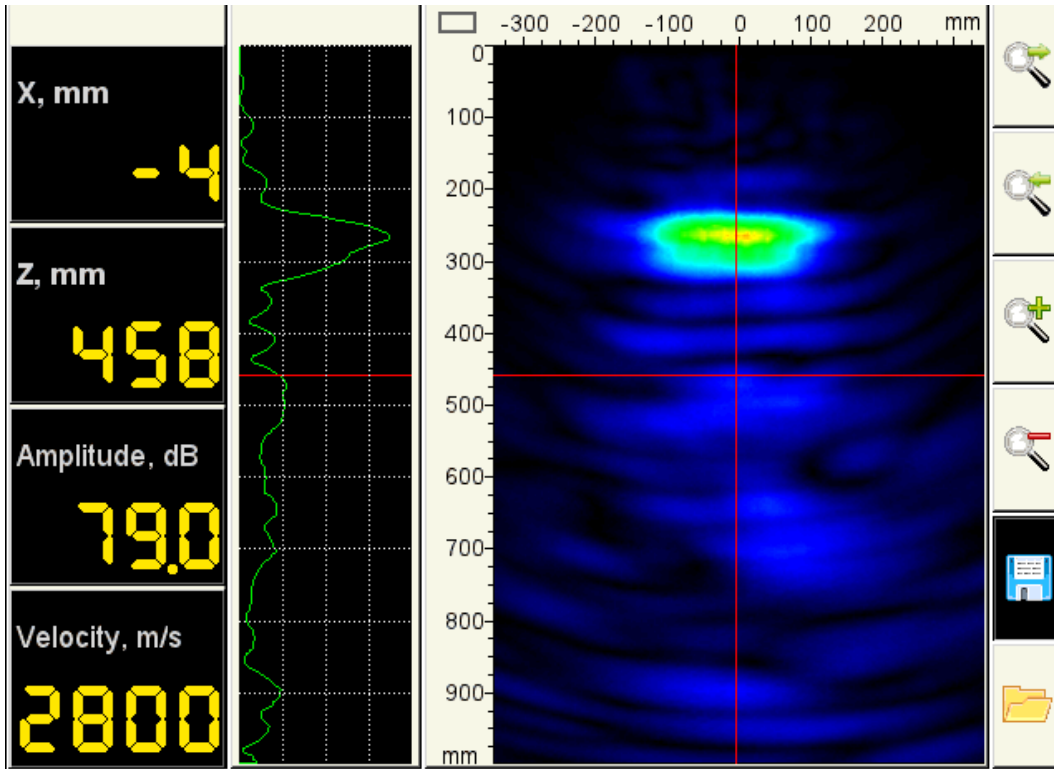
TOMOGRAFIA 32 – CAMPATA V32-Z32 V33-Z33



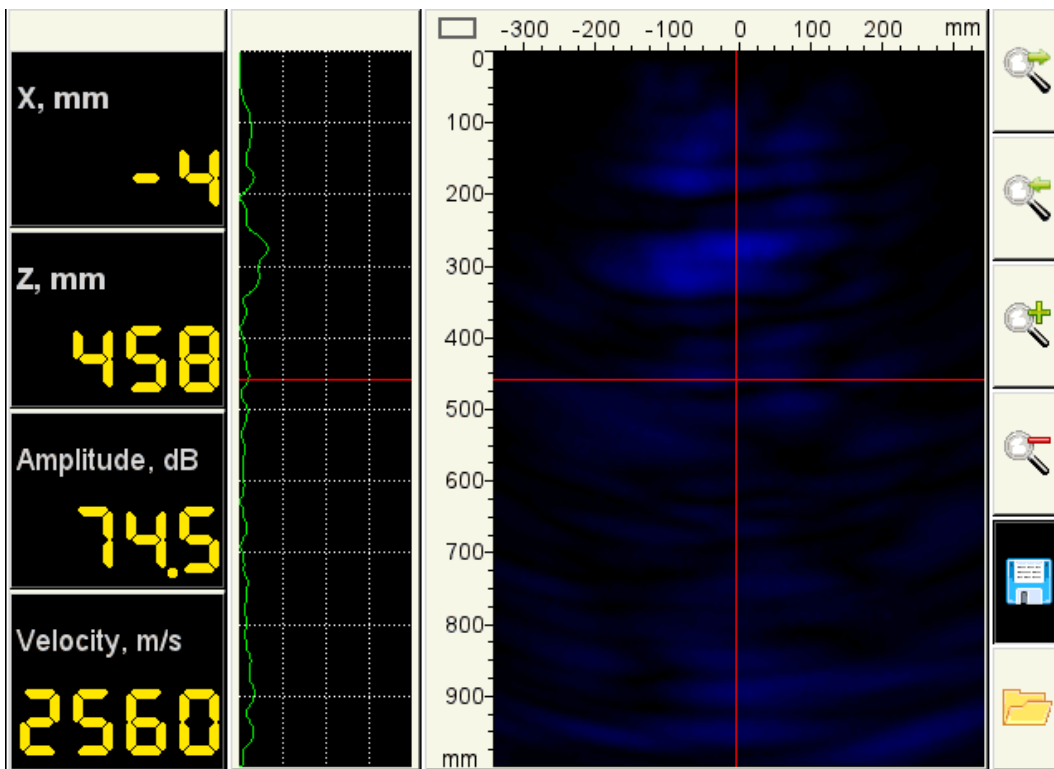
TOMOGRAFIA 33 – CAMPATA AL32-AM32 AL33-AM33



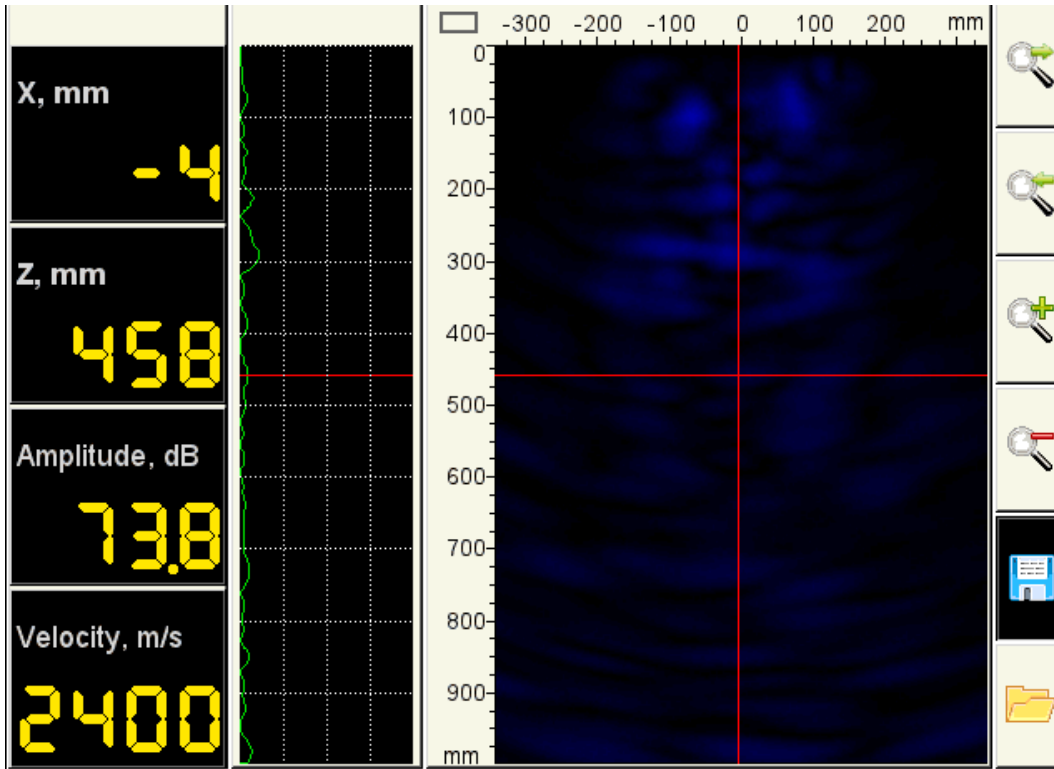
TOMOGRAFIA 34 – CAMPATA AL25-AM25 AL26-AM26



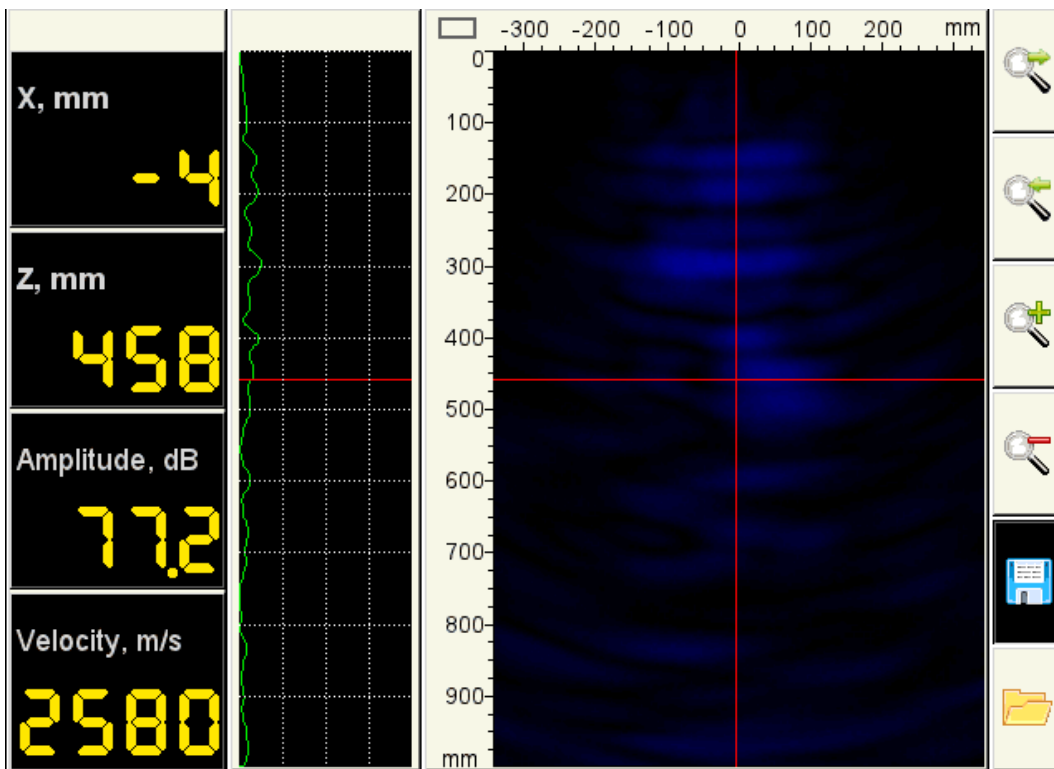
TOMOGRAFIA 35 – CAMPATA AD20-AE20 AD21-AE21



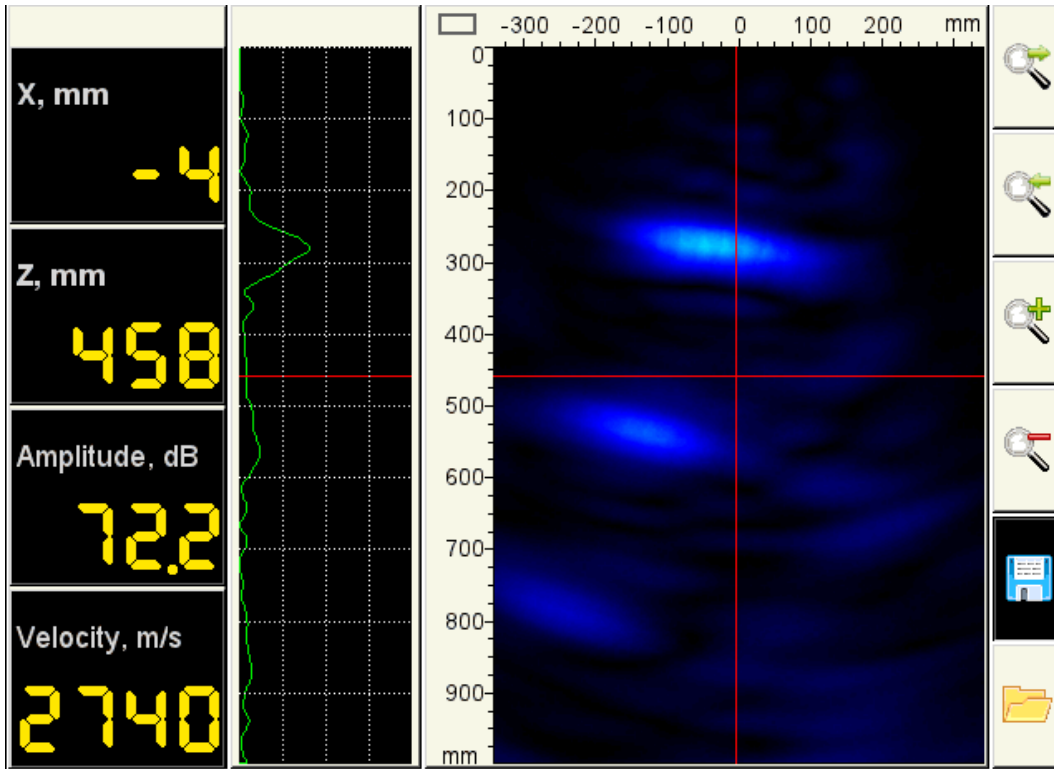
TOMOGRAFIA 36- CAMPATA AQ18-AR18 AQ19-AR19



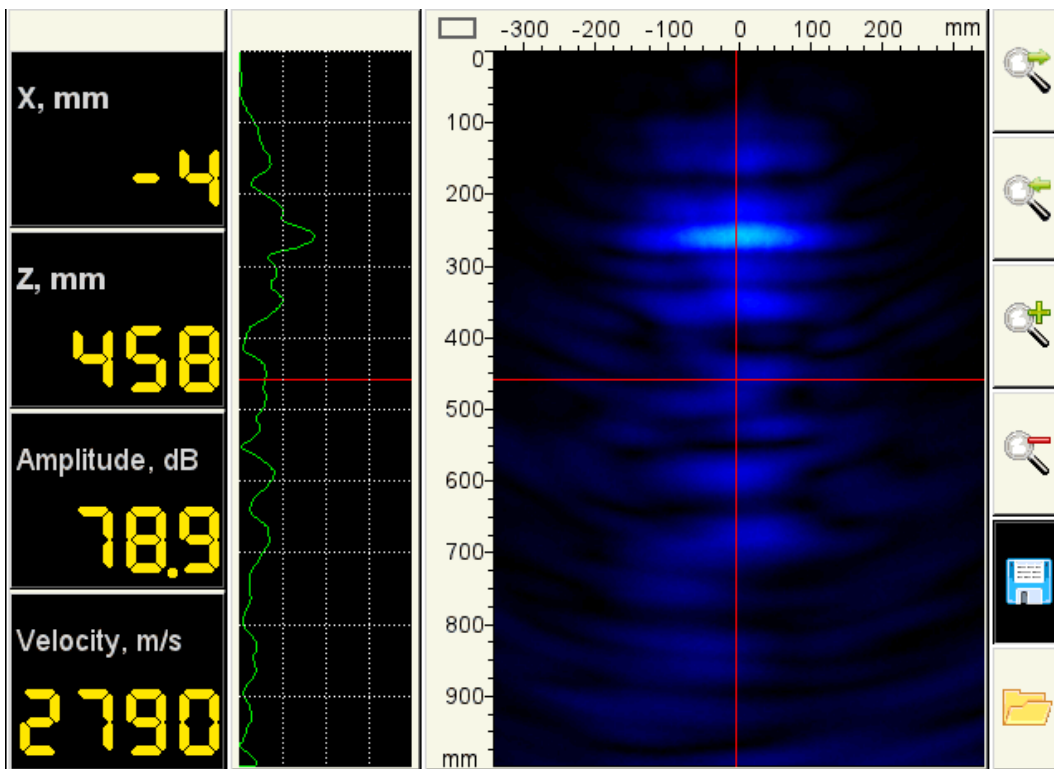
TOMOGRAFIA 37 – CAMPATA Z11-AA11 Z12-AA12



TOMOGRAFIA 38 – CAMPATA AN9-A09 AN10-A010



TOMOGRAFIA 39 – CAMPATA AT3-AU3 AT4-AU4



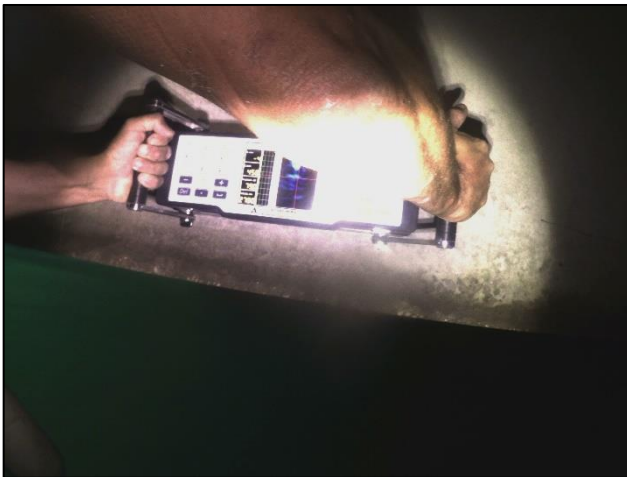
TOMOGRAFIA 40 – CAMPATA AE4-AF4 AE5-AF5

Si riportano di seguito alcune immagini delle tomografie eseguite.



52

Alcune fasi delle prove tomografiche.



Alcune fasi delle prove tomografiche.



Una fase preliminare di rilievo delle armature (immagine a sx) e una fase della prova tomografica (immagine a dx).



Una fase preliminare di rilievo delle armature (immagine a sx) e una fase della prova tomografica (immagine a dx).



Alcune fasi delle prove tomografiche.



Alcune fasi delle prove tomografiche.

ACCIAI - PRELIEVO BARRE D'ARMATURA E RISULTATI PROVE DI LABORATORIO

Di seguito si riporta un riepilogo dei risultati ottenuti dalle prove di trazione eseguite sui campioni di armatura prelevati. I risultati ottenuti dalle prove di trazione, eseguite dal Laboratorio P.Q.R.S. S.r.l., sono riportati in allegato.

IDENTIFICATIVO				PRELIEVO BARRA			
CAMPATA	STRUTTURA	ELEMENTO	CAMPIONE	Ø DIAMETRO NOMINALE (mm)	TENSIONE DI SNERNAMENTO fy LABORATORIO (N/mm ²)	TENSIONE DI ROTTURA ft LABORATORIO (N/mm ²)	
A1-B1 A2-B2	a croce	soletta	F1	14	474.8	589.1	
A18-B18 A19-B19	a croce	trave principale	F2	14	447.1	625.1	
A37-B37 A38-B38	a croce	soletta	F32	20	528.9	681.9	
A68-B68 A69-B69	a croce	soletta	F24	20	519.6	668.9	
A74-B74 A75-B75	a croce	trave principale	F23	14	491.6	671.6	
B52-C52 B53-C53	a croce	trave principale	F28	14	556.8	709.4	
C9-D9 C10-D10	a croce	trave principale	F34	14	502.4	637.9	
C47-D47 C48-D48	a croce	trave secondaria	F29	14	476.9	663.4	
D28-E28 D29-E29	a croce	soletta	F33	14	602.7	742.7	
D56-E56 D57-E57	a croce	soletta	F27	14	446	608.6	
D63-E63 D64-E64	a croce	soletta	F26	14	456.9	659.2	
F39-G39 F40-G40	a croce	trave principale	F31	14	471.7	738.5	
F68-G68 F69-G69	a croce	trave principale	F25	14	653.9	762.1	
G44-H44 G45-H45	a croce	trave principale	F30	14	505.5	678.3	
H14-I14 H15-I15	a croce	trave principale	F5	14	477.3	630.7	
H18-I18 H19-I19	a croce	trave secondaria	F6	14	485.2	689	
H60-I60 H61-I61	a croce	trave principale	F16	14	538.8	750.7	
I33-L33 I34-L34	a croce	trave secondaria	F10	14	469.6	580.2	
I53-L53 I54-L54	a croce	trave secondaria	F15	14	473.9	649.5	
I75-L75 I76-L76	a croce	soletta	F22	14	622	734.8	
L23-M23 L24-M24	a croce	trave secondaria	F7	14	417.5	652.9	
L31-M31 L32-M32	a croce	trave secondaria	F9	14	433.4	535.8	
L48-M48 L49-M49	a croce	soletta	F13	14	402.6	565.7	
M4-N4 M5-N5	a croce	soletta	F3	14	530.2	608.2	
N36-O36 N37-O37	a croce	trave secondaria	F11	14	491.1	668.7	
N51-O51 N52-O52	a croce	trave principale	F14	14	418.5	605.5	
N66-O66 N67-O67	a croce	soletta	F18	14	560.4	684.8	
O14-P14 O15-P15	a croce	trave principale	F4	14	461.6	613.9	
O75-P75 O76-P76	a croce	soletta	F20	14	561.9	719.3	
P71-Q71 P72-Q72	a croce	soletta	F19	14	600.4	702.5	
Q28-R28 Q29-R29	a croce	trave principale	F8	14	488	680	
Q45-R45 Q46-R46	a croce	trave principale	F12	14	462.7	670.5	
Q62-R62 Q63-R63	a croce	trave secondaria	F17	14	572.8	780.3	
Q80-R80 Q81-R81	a croce	trave principale	F21	14	539.4	886	
S2-T2 S3-T3	a X	trave secondaria	F35	10	293.5	342.8	
S55-T55 S56-T56	a X	trave secondaria	F71	10	339.4	565.3	
T67-U67 T68-U68	a X	trave principale	F70	10	313	541.5	
U75-V75 U76-V76	a X	trave secondaria	F69	10	473.3	725.9	
V19-Z19 V20-Z20	a X	trave principale	F45	10	280	340	
V40-Z40 V41-Z41	a X	trave secondaria	F73	10	452.9	670.5	
Z7-AA7 Z8-AA8	a X	trave secondaria	F36	12	305.2	457	
Z28-AA28 Z29-AA29	a X	trave principale	F46	4.92	0	716.4	

Come evidenziato nei certificati di laboratorio il campione F46 presenta marcati segni di corrosione e una sezione resistente ridotta.

Inoltre, il campione F46 ha riportato una frattura fragile, quindi una tensione di snervamento pari a zero

IDENTIFICATIVO				PRELIEVO BARRA		
CAMPATA	STRUTTURA	ELEMENTO	CAMPIONE	Ø DIAMETRO NOMINALE (mm)	TENSIONE DI SNERVAMENTO fy LABORATORIO (N/mm ²)	TENSIONE DI ROTTURA ft LABORATORIO (N/mm ²)
Z47-AA47 Z48-AA48	a X	trave principale	F72	10	426.5	698.5
Z56-AA56 Z57-AA57	a X	trave secondaria	F82	10	377.1	581.5
Z72-AA72 Z73-AA73	a X	trave secondaria	F84	7.8	407.3	460.2
AB59-AC59 AB60-AC60	a X	trave principale	F83	10	399	612.6
AB68-AC68 AB69-AC69	a X	trave secondaria	F85	10	327.7	489.9
AC25-AD25 AC26-AD26	a X	trave secondaria	F47	10	430.5	503.8
AC75-AD75 AC76-AD76	a X	trave secondaria	F68	10	347	533.2
AD37-AE37 AD38-AE38	a X	trave secondaria	F74	10	348.1	573.1
AD62-AE62 AD63-AE63	a X	trave secondaria	F86	10	327.7	626.7
AE41-AF41 AE42-AF42	a X	trave secondaria	F80	10	337.3	530.2
AF5-AG5 AF6-AG6	a X	trave secondaria	F37	10	374.7	621
AF22-AG22 AF23-AG23	a X	trave principale	F48	10	415.7	585.8
AF49-AG49 AF50-AG50	a X	trave principale	F81	8.2	317	502.6
AF70-AG70 AF71-AG71	a X	trave principale	F67	12	257.4	292.6
AG13-AH13 AG14-AH14	a X	trave secondaria	F44	12	279.1	422.7
AG33-AH33 AG34-AH34	a X	trave secondaria	F75	10	366.9	601.1
AH61-AI61 AH62-AI62	a X	trave secondaria	F87	10	440.3	761.9
AH73-AI73 AH74-AI74	a X	soletta	F66	10	536	842.4
AI44-AL44 AI45-AL45	a X	trave secondaria	F79	8.6	417.8	653
AI53-AL53 AI54-AL54	a X	trave principale	F88	10	380.3	633.2
AL27-AM27 AL28-AM28	a X	trave secondaria	F49	10	399.9	632.3
AM19-AN19 AM20-AN20	a X	trave secondaria	F43	10	370.3	464.4
AN3-AO3 AN4-AO4	a X	trave secondaria	F38	10	602.1	677.1
AN41-AO41 AN42-AO42	a X	trave secondaria	F78	8.6	562.6	600
AN49-AO49 AN50-AO50	a X	trave principale	F89	10	359.4	613.6
AN66-AO66 AN67-AO67	a X	trave principale	F65	12	255.6	427.9
AP10-AQ10 AP11-AQ11	a X	soletta	F40	12	466.2	609.6
AP29-AQ29 AP30-AQ30	a X	trave principale	F50	10	437.2	597.3
AP59-AQ59 AP60-AQ60	a X	trave secondaria	F64	10	361.5	545.7
AQ37-AR37 AQ38-AR38	a X	trave secondaria	F76	10	370.3	555
AR63-AS63 AR64-AS64	a X	trave secondaria	F63	10	408.8	672
AS52-AT52 AS53-AT53	a X	trave secondaria	F90	7.1	0	587.7
AT10-AU10 AT11-AU11	a X	trave principale	F41	10	498.5	724.6
AT16-AU16 AT17-AU17	a X	trave principale	F42	10	378.5	656.1
AT23-AU23 AT24-AU24	a X	trave principale	F51	10	417.9	600
AT43-AU43 AT44-AU44	a X	trave principale	F77	8.2	513.3	611.4
AU2-AV2 AU3-AV3	a X	trave principale	F39	10	575.8	921.6
CB89-CC89 CB90-CC90	a X	trave secondaria	F54	6.6	293.2	475
CC93-CD93 CC94-CD94	a X	trave secondaria	F55	12	282.6	421.6
CH98-CI98 CH99-CI99	a X	trave secondaria	F59	10	370	427.7
CI90-CL90 CI91-CL91	a X	trave principale	F56	10	407.7	620.3
CN110-CO110 CN111-CO111	a X	trave secondaria	F62	10	368.6	558.1
CO91-CP91 CO92-CP92	a X	soletta	F57	12	386	593.5
CO97-CP97 CO98-CP98	a X	soletta	F58	12	408.7	580.5
CQ108-CR108 CQ109-CR109	a X	trave principale	F61	10	387.8	578.8
CV111-CZ111 CV112-CZ112	a X	trave principale	F60	11	316.6	491.1
CS84-CT84 CS85-CT85	a X	trave secondaria	F52	10	457.9	512
CR84-CS84 CR85-CS85	a X	trave secondaria	F53	6.7	678.2	770.4

Come evidenziato nei certificati di laboratorio i campioni F53, F54, F77, F78, F79, F81, F90 presentano marcati segni di corrosione e una sezione resistente ridotta.

Inoltre il campione F90 ha riportato una frattura fragile, quindi una tensione di snervamento pari a zero.

Documentazione fotografica

Si riportano alcune immagini relative ai campioni prelevati.





Si riportano alcune immagini delle fasi di prelievo dei campioni



PROVE DI DETENSIONAMENTO

Nella presente campagna di indagine sono state eseguite n.15 prove di detensionamento su altrettante strutture principali.

Di seguito una tabella con l'ubicazione delle prove eseguite.

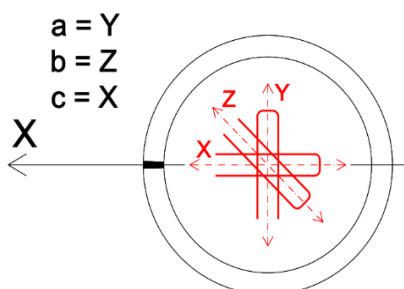
PROVA	CAMPATA
1	AT11-AU11 AT12 AU12
2	AU32-AV32 AU33-AV33
3	AU61-AV61 AU62-AV62
4	AE19-AF19 AE20-AF20
5	Z39-AA39 Z40-AA40
6	AE66-AF66 AE67-AF67
7	CQ100-CR100 CQ101-CR101
8	BR87-BS87 BR88-BS88
9	BB87-BC87 BB88-BC88
10	M61-N61 M62-N62
11	B38-C38 B39-C39
12	A24-B24 A25-B25
13	O25-P25 O26-P26
14	G5-H5 G6-H6
15	AA2-AB2 AA3-AB3

59

Nella tabella in seguito si riportano i valori di deformazione misurati in $\mu\text{m}/\text{m}$.

PROVA	K factor	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$
		$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$	$\mu\text{m}/\text{m}$			
		ϵ_x	ϵ_x	ϵ_y	ϵ_y	ϵ_z	ϵ_z	$\Delta\epsilon_x$	$\Delta\epsilon_y$	$\Delta\epsilon_z$
1	2.10	874	1263	1005	956	1038	1233	389	-49	195
2	2.10	1458	1767	1075	1044	786	889	309	-31	103
3	2.10	1763	2030	458	428	2741	2830	267	-30	89
4	2.10	2054	2319	745	707	871	959	265	-38	88
5	2.10	1047	1268	1075	965	1057	1168	221	-111	111
6	2.10	874	1261	956	917	987	1181	387	-39	194
7	2.10	1459	1760	738	638	987	1138	301	-100	151
8	2.10	1301	1550	1035	1004	1150	1212	249	-31	62
9	2.10	1180	1455	1478	1447	768	837	275	-31	69
10	2.10	1758	2143	987	891	1045	1173	385	-96	128
11	2.10	874	1136	1005	961	1038	1125	262	-44	87
12	2.10	425	823	563	430	784	917	398	-133	133
13	2.10	1125	1550	748	687	1681	1823	425	-61	142
14	2.10	958	1243	1987	1940	1481	1576	285	-48	95
15	2.10	472	846	488	413	985	1079	374	-75	94

PROVA	$\mu m/m$	$\mu m/m$	θ °	Parametri cls		σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)
	ϵ_1	ϵ_2		E_{cls} (MPa)	ν_{cls}		
1	390	-50	3.2	36000	0.22	14.351	1.358
2	313	-35	174.0	36000	0.22	11.544	1.291
3	270	-33	174.3	36000	0.22	9.941	1.013
4	267	-40	175.3	36000	0.22	9.772	0.712
5	230	-119	9.2	36000	0.22	7.706	-2.606
6	388	-40	2.6	36000	0.22	14.344	1.731
7	307	-107	7.0	36000	0.22	10.734	-1.473
8	257	-39	170.8	36000	0.22	9.384	0.671
9	284	-40	170.4	36000	0.22	10.417	0.865
10	386	-97	178.1	36000	0.22	13.780	-0.453
11	264	-45	175.9	36000	0.22	9.594	0.483
12	398	-133	0.0	36000	0.22	13.953	-1.706
13	428	-64	175.3	36000	0.22	15.672	1.141
14	287	-49	175.9	36000	0.22	10.436	0.525
15	381	-82	173.0	36000	0.22	13.730	0.079

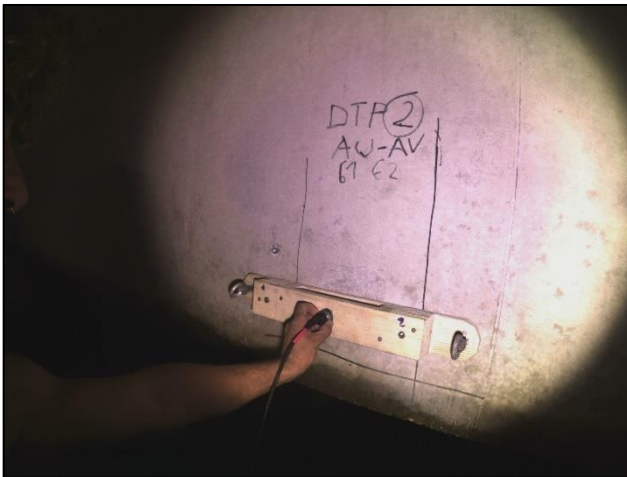


Con:
Valore positivo: compressione -Valore negativo: dilatazione.

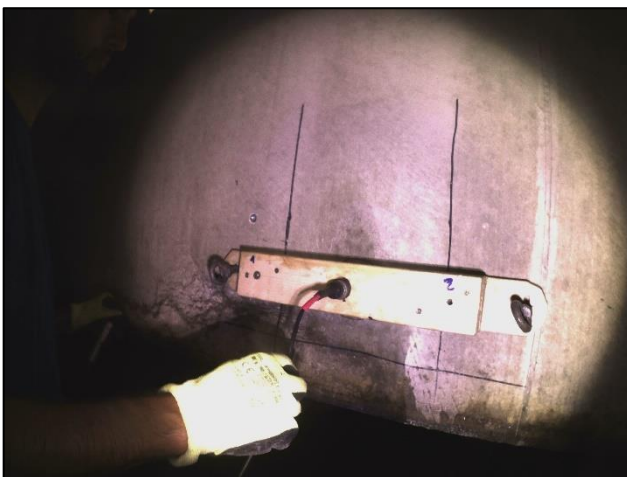
Si riportano alcune immagini delle prove di detensionamento eseguite.



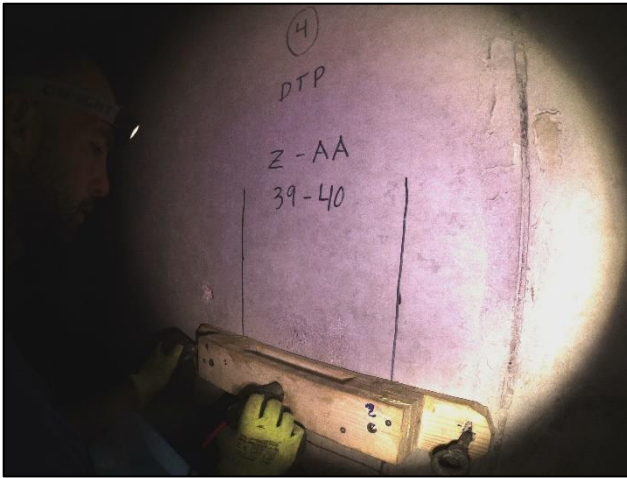
Alcune fasi della prova di detensionamento 1



Alcune fasi della prova di detensionamento 2



Alcune fasi della prova di detensionamento 3



Alcune fasi della prova di detensionamento 4



Alcune fasi della prova di detensionamento 5



Alcune fasi della prova di detensionamento 6

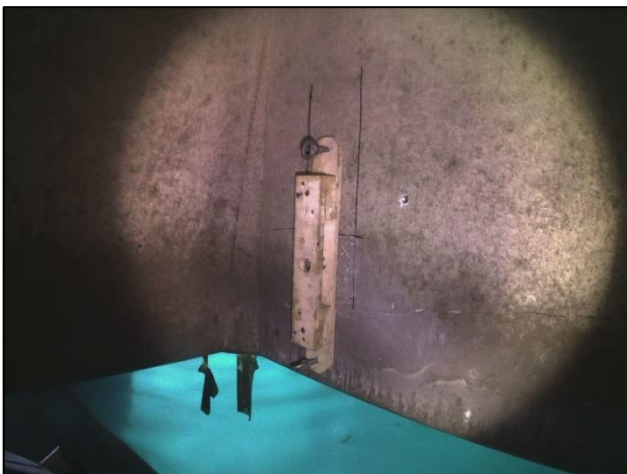




Alcune fasi della prova di detensionamento 7



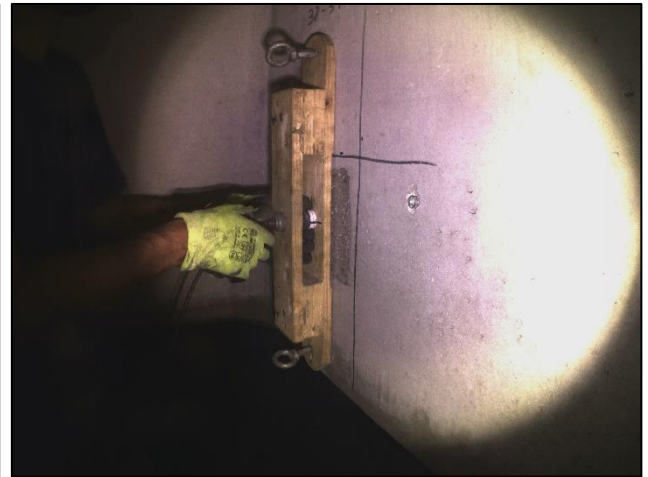
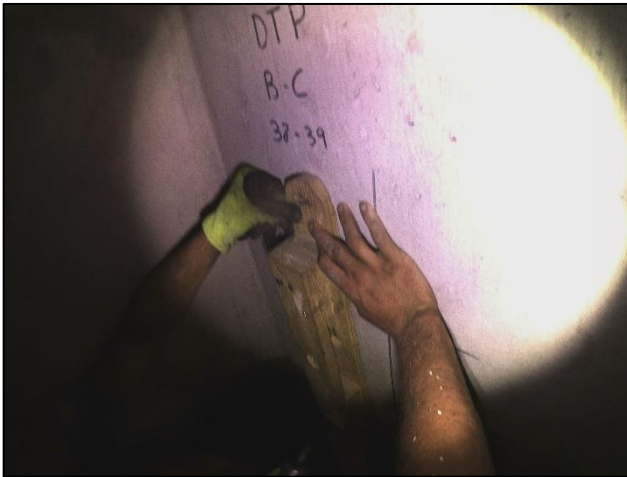
Alcune fasi della prova di detensionamento 8



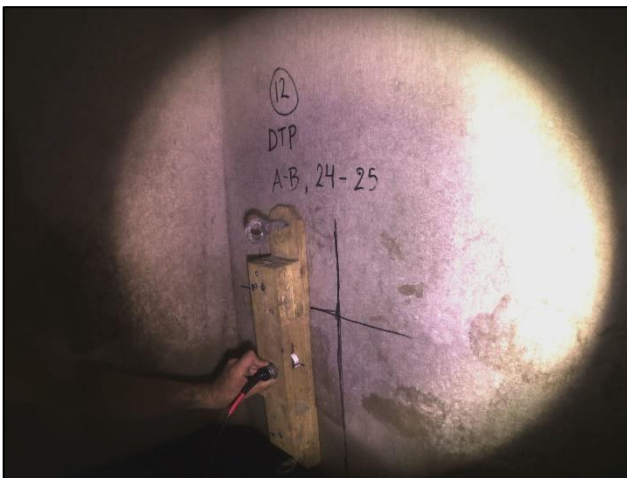
Alcune fasi della prova di detensionamento 9



Alcune fasi della prova di detensionamento 10



Alcune fasi della prova di detensionamento 11



Alcune fasi della prova di detensionamento 12



Alcune fasi della prova di detensionamento 13



Alcune fasi della prova di detensionamento 14



Alcune fasi della prova di detensionamento 15

6. CERTIFICAZIONE PERSONALE



CERTIFICATO N. QA/CND/960/20

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

Si certifica che:
This is to certify that:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità a:
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with:

UNI/PDR 56:2019

Schema Particolare Q-AID per la certificazione del Personale Tecnico addetto ai controlli non distruttivi nel settore dell'Ingegneria Civile secondo UNI/PdR 56:2019
Q-AID Particular Scheme for the certification of Technical Personnel assigned to NDT in the Civil Engineering sector

Per il metodo/ *For the method:*

Esame Visivo (VT)
Visual test (VT)

LIVELLO 2
Level 2

Questo certificato è di proprietà di Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. e dev'essere restituito su richiesta. E' valido (salvo annullamento, sospensione o ritiro da parte di Q-AID) alle condizioni indicate nel Regolamento Generale Q-AID per la Certificazione delle Competenze secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

This certificate is owned by Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. and must be returned upon request. It is valid (unless canceled, suspended or withdrawn by Q-AID) under the conditions indicated in the Q-AID General Regulation for the Certification of Competences according to UNI CEI EN ISO / IEC 17024: 2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
25/06/2020	25/06/2020	24/06/2025



PRIS N° 106 C

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



BRIXIA FIDELIS FIDEI ET JUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare: Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Fiero, 46 - 25125 BRESCIA (BS) Tel. 030 44731 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



CERTIFICATO N. QA/ISP/962/20

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

CERTIFICATO DI LIVELLO 2
Level 2 Certificate

Si attesta che:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità al Regolamento Q-Aid per la certificazione degli ispettori di ponti, viadotti e passerelle (QPERS-REG_QAID-ISP-PVP).
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with the Q-Aid Regulation for the certification of bridges, viaducts and walkways Inspector (QPERS-REG_QAID-ISP-PVP).

Per la figura di / *For the figure of:*
Ispettore di ponti, viadotti e passerelle
Bridges, viaducts and walkways Inspector

Per il settore delle costruzioni in Ingegneria
For the Engineering Construction Sector

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
25/06/2020	25/06/2020	24/06/2025



BRIXIA FIDELIS FIDEI ET IUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare: Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Flero, 46 - 25125 Brescia (BS) Tel. 030 44751 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



CERTIFICATO N. QA/ETICS/2928/21

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

Si certifica che:
This is to certify that:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità a:
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with:

UNI/PDR 56:2019

Schema Particolare Q-AID per la certificazione del Personale Tecnico addetto ai controlli non distruttivi nel settore dell'Ingegneria Civile secondo UNI/PdR 56:2019
Q-AID Particular Scheme for the certification of Technical Personnel assigned to NDT in the Civil Engineering sector

Per il metodo/ *For the method:*

Prova Magnetometrica (MG)
Magnetic test (MG)

LIVELLO 3
Level 3

Questo certificato è di proprietà di Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. e dev'essere restituito su richiesta. E' valido (salvo annullamento, sospensione o ritiro da parte di Q-AID) alle condizioni indicate nel Regolamento Generale Q-AID per la Certificazione delle Competenze secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

This certificate is owned by Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. and must be returned upon request. It is valid (unless canceled, suspended or withdrawn by Q-AID) under the conditions indicated in the Q-AID General Regulation for the Certification of Competences according to UNI CEI EN ISO / IEC 17024: 2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
24/04/2019	03/06/2021	23/04/2024

(*) Trattasi di Trasferimento di Certificato da altro Schema di altro OdC accreditato. La data di Prima Emissione riportata è quella indicata sul precedente Certificato.



ACCREDITIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

PRS N° 106 C

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



BRIXIA FIDELIS
FIDEI ET JUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare: **Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.**
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Flero, 46 - 25125 Brescia (BS) Tel. 030 44751 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



AID
ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE

CERTIFICATO N. QA/ETICS/2927/21

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

Si certifica che:
This is to certify that:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità a:
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with:

UNI/PDR 56:2019

Schema Particolare Q-AID per la certificazione del Personale Tecnico addetto ai controlli non distruttivi nel settore dell'Ingegneria Civile secondo UNI/PdR 56:2019
Q-AID Particular Scheme for the certification of Technical Personnel assigned to NDT in the Civil Engineering sector

Per il metodo/ *For the method:*

Prove di estrazione (pull out/pull off) (ES)
Extraction test (pull out/pull off) (ES)

LIVELLO 3
Level 3

Questo certificato è di proprietà di Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. e dev'essere restituito su richiesta. E' valido (salvo annullamento, sospensione o ritiro da parte di Q-AID) alle condizioni indicate nel Regolamento Generale Q-AID per la Certificazione delle Competenze secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

This certificate is owned by Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. and must be returned upon request. It is valid (unless canceled, suspended or withdrawn by Q-AID) under the conditions indicated in the Q-AID General Regulation for the Certification of Competences according to UNI CEI EN ISO / IEC 17024: 2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
24/04/2019	03/06/2021	23/04/2024

(*) Trattasi di Trasferimento di Certificato da altro Schema di altro OdC accreditato. La data di Prima Emissione riportata è quella indicata sul precedente Certificato.



ACCREDIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

PRS N° 106 C

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



BRIXIA FIDELIS
FIDEI ET IUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare:
Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Flero, 46 - 25125 Brescia (BS) Tel. 030 44751 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



CERTIFICATO N. QA/ETICS/2931/21

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

Si certifica che:
This is to certify that:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità a:
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with:

UNI/PDR 56:2019

Schema Particolare Q-AID per la certificazione del Personale Tecnico addetto ai controlli non distruttivi nel settore dell'Ingegneria Civile secondo UNI/PdR 56:2019
Q-AID Particular Scheme for the certification of Technical Personnel assigned to NDT in the Civil Engineering sector

Per il metodo/ *For the method:*

Prova Sclerometrica (SC)
Sclerometric test (SC)

LIVELLO 3
Level 3

Questo certificato è di proprietà di Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. e dev'essere restituito su richiesta. E' valido (salvo annullamento, sospensione o ritiro da parte di Q-AID) alle condizioni indicate nel Regolamento Generale Q-AID per la Certificazione delle Competenze secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

This certificate is owned by Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. and must be returned upon request. It is valid (unless canceled, suspended or withdrawn by Q-AID) under the conditions indicated in the Q-AID General Regulation for the Certification of Competences according to UNI CEI EN ISO / IEC 17024: 2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
21/11/2013	03/06/2021	20/11/2023

(*) Trattasi di Trasferimento di Certificato da altro Schema di altro OdC accreditato. La data di Prima Emissione riportata è quella indicata sul precedente Certificato.



ACCREDIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

PRS N° 106 C

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



BRIXIA FIDELIS
FIDEI ET JUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare: Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Flero, 46 - 25125 Brescia (BS) Tel. 030 44751 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



CERTIFICATO N. QA/ETICS/2932/21

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

Si certifica che:
This is to certify that:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità a:
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with:

UNI/PDR 56:2019

Schema Particolare Q-AID per la certificazione del Personale Tecnico addetto ai controlli non distruttivi nel settore dell'Ingegneria Civile secondo UNI/PdR 56:2019
Q-AID Particular Scheme for the certification of Technical Personnel assigned to NDT in the Civil Engineering sector

Per il metodo/ *For the method:*

Prova Ultrasonora (UT)
Ultrasonic test (UT)

LIVELLO 3
Level 3

Questo certificato è di proprietà di Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. e dev'essere restituito su richiesta. E' valido (salvo annullamento, sospensione o ritiro da parte di Q-AID) alle condizioni indicate nel Regolamento Generale Q-AID per la Certificazione delle Competenze secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

This certificate is owned by Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. and must be returned upon request. It is valid (unless canceled, suspended or withdrawn by Q-AID) under the conditions indicated in the Q-AID General Regulation for the Certification of Competences according to UNI CEI EN ISO / IEC 17024: 2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
21/11/2013	03/06/2021	20/11/2023

(*) Trattasi di Trasferimento di Certificato da altro Schema di altro OdC accreditato. La data di Prima Emissione riportata è quella indicata sul precedente Certificato.



ACCREDIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

PRS N° 106 C

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



BRIXIA FIDELIS
FIDEI ET JUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare: **Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.**
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Flero, 46 - 25125 Brescia (BS) Tel. 030 44751 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



CERTIFICATO N. QA/ETICS/2928/21

Certificazione delle Competenze delle Persone
Certification of Competence of Persons

Si certifica che:
This is to certify that:

MASSIMILIANO LA PORTA
Nome/First Name – Cognome/Last Name

Nato a Trieste (TS) il 24/06/1971 – C.F. LPRMSM71H24L424K
Place and Date of birth

ha superato positivamente l'esame per la valutazione delle competenze delle persone in conformità a:
has successfully passed the exam for assessing the competence of persons in accordance with:

UNI/PDR 56:2019

Schema Particolare Q-AID per la certificazione del Personale Tecnico addetto ai controlli non distruttivi nel settore dell'Ingegneria Civile secondo UNI/PdR 56:2019
Q-AID Particular Scheme for the certification of Technical Personnel assigned to NDT in the Civil Engineering sector

Per il metodo/ *For the method:*

Prova Magnetometrica (MG)
Magnetic test (MG)

LIVELLO 3
Level 3

Questo certificato è di proprietà di Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. e dev'essere restituito su richiesta. E' valido (salvo annullamento, sospensione o ritiro da parte di Q-AID) alle condizioni indicate nel Regolamento Generale Q-AID per la Certificazione delle Competenze secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

This certificate is owned by Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l. and must be returned upon request. It is valid (unless canceled, suspended or withdrawn by Q-AID) under the conditions indicated in the Q-AID General Regulation for the Certification of Competences according to UNI CEI EN ISO / IEC 17024: 2012 (QPERS-REG-GEN_QAID).

Data Prima Emissione	Data Emissione Corrente	Data Scadenza
24/04/2019	03/06/2021	23/04/2024

(*) Trattasi di Trasferimento di Certificato da altro Schema di altro OdC accreditato. La data di Prima Emissione riportata è quella indicata sul precedente Certificato.



ACCREDITIA
ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

PRS N° 106 C

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements



BRIXIA FIDELIS
FIDEI ET JUSTITIAE

Per l'Organismo di Certificazione
Q-AID Assessment & Certification S.r.l.



Mario Bergamini
Consigliere Delegato

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare: **Q-AID ASSESSMENT & CERTIFICATION S.r.l.**
Sede Centrale e Amministrativa: Le Tre Torri - Via Flero, 46 - 25125 BRESCIA (BS) Tel. 030 44751 - mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



CICPND SERVIZI S.R.L.
SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ
LIMITATA CON UNICO SOCIO
Via C. Pisacane, 46
20025 Legnano (MI)
Tel. +39 0331 545600
Fax +39 0331 543030

Web: www.cicpndservizi.com
E-mail: info@cicpndservizi.com
amm@cicpndservizi.com
cert@cicpndservizi.com
Casella PEC: info@pec.cicpndservizi.com
C.F. e P.I. 08439360960
C.C.I.A.A. di Milano R.E.A. n° 2026983



PRE N° 012C
SC2 N° 0844
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreement

CERTIFICATO DI LIVELLO 3 LEVEL 3 CERTIFICATE

N° 477/CAPIC

Si certifica la qualificazione in Prove e/o Monitoraggio e/o
Manutenzione su Strutture in Calcestruzzo, Calcestruzzo Armato e
Precompresso, Muratura e Strutture Metalliche al **LIVELLO 3**

*This is to certify qualification in Testing and/or Monitoring and/or
Maintenance on Concrete, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete,
Masonry and Metallic Structures at the LEVEL 3*

di / of

La Porta Massimiliano

nato a / born in **Trieste (TS)**


il / on **24 giugno 1971**

per le seguenti Prove/Monitoraggio/Manutenzione / for the following
Tests/Monitoring/Maintenance:


**Indagini strutturali e non strutturali su solai, controsoffitti ed elementi ancorati
ai solai (SOL)**

Il presente certificato viene rilasciato in conformità al Regolamento CICPND SERVIZI SRL n° 201
This certificate is issued according to CICPND SERVIZI SRL Regulations n° 201

Il Presidente del Comitato Tecnico
The President of Technical Committee


Dr. Ing. G. Porco

L'Amministratore Unico
The Administrator


Dr. Ing. M. Crepaldi

Data Delibera: 31/01/2019
Approval Date

Data Scadenza: 31/01/2024 C
Expiry Date



7. CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strolo del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273899 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1084/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.883/2022

Verbale di accettazione n.1391B/2022 del 05/07/2022

Torino, 21/07/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE : IN SITU SRL
INDIRIZZO : VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI : Campioni cilindrici
I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA : Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI : NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE								
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
1	C1	94,0	x 94,0	1,00	2408	71,3	17/06/22	20/07/22
2	C2	94,0	x 94,0	1,00	2393	71,0	17/06/22	20/07/22
3	C3	94,0	x 94,0	1,00	2301	68,9	20/06/22	20/07/22
4	C4	94,0	x 94,0	1,00	2423	67,2	21/06/22	20/07/22
5	C5	94,0	x 94,0	1,00	2454	66,2	21/06/22	20/07/22
6	C6	94,0	x 94,0	1,00	2354	78,2	22/06/22	20/07/22
7	C7	94,0	x 94,0	1,00	2385	78,2	22/06/22	20/07/22
8	C8	94,0	x 94,0	1,00	2370	66,3	24/06/22	20/07/22
9	C9	94,0	x 94,0	1,00	2377	68,5	24/06/22	20/07/22
10	C10	94,0	x 94,0	1,00	2416	84,1	25/06/22	20/07/22
11	C11	94,0	x 94,0	1,00	2362	83,3	25/06/22	20/07/22
12	C12	94,0	x 94,0	1,00	2362	64,8	27/06/22	20/07/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 09/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : PROVINO 1: CTS1 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 2: CS1 SOLETTA; PROVINO 3: CT3 TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 4: CTS4 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 5: CTP5 TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 6: CTS6 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 7: CTS7 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 8: CTP8 TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 9: CTS9 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 10: CTS10 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 11: CT11 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 12: CTP12 TRAVE PRINCIPALE
COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta dal Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. Nicola PINNA

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. BROCAZZI Virginio



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10125 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273899 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39197 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.884/2022

Verbale di accettazione n.1391B/2022 del 05/07/2022

Torino, 21/07/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici
	I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE								
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
13	C13	94,0	x 94,0	1,00	2385	65,0	28/06/22	20/07/22
14	C14	94,0	x 94,0	1,00	2377	69,4	28/06/22	20/07/22
15	C15	94,0	x 94,0	1,00	2416	73,4	28/06/22	20/07/22
16	C16	94,0	x 94,0	1,00	2408	60,9	29/06/22	20/07/22
17	C17	94,0	x 94,0	1,00	2324	71,3	29/06/22	20/07/22
18	C18	94,0	x 94,0	1,00	2393	70,9	29/06/22	20/07/22
19	C19	94,0	x 94,0	1,00	2377	80,1	30/06/22	20/07/22
20	C20	94,0	x 94,0	1,00	2400	78,7	30/06/22	20/07/22
21	C21	94,0	x 94,0	1,00	2224	48,5	30/06/22	20/07/22
22	C22	94,0	x 94,0	1,00	2393	65,5	30/06/22	20/07/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C6642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 09/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA	: TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO	: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA	: PROVINO 13: CTS13 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 14: CTP14 TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 15: CTS15 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 16: CTS16 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 17: CTP17 TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 18: CTS18 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 19: CTS19 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 20: CTP20 TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 21: CTS21 TRAVE SECONDARIA; PROVINO 22: CTP22 TRAVE SECONDARIA
COMMESSA	: 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. Nicolo PINNA

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. BROCAUOLI Virginio



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Stroda del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.979/2022
Verbale di accettazione n.1517B/2022 del 22/07/2022 Torino, 06/08/2022
RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE							
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)	Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
1	C23	94,0 x 94,0	1,00	2339	42,7	01/07/22	02/08/22
2	C34	94,0 x 94,0	1,00	2400	68,0	01/07/22	02/08/22
3	C25	94,0 x 94,0	1,00	2431	65,7	01/07/22	02/08/22
4	C26	94,0 x 94,0	1,00	2423	67,7	05/07/22	02/08/22
5	C27	94,0 x 94,0	1,00	2408	76,9	05/07/22	02/08/22
6	C28	94,0 x 94,0	1,00	2362	74,3	04/07/22	02/08/22
7	C29	94,0 x 94,0	1,00	2370	68,0	04/07/22	02/08/22
8	C30	94,0 x 94,0	1,00	2354	64,4	04/07/22	02/08/22
9	C31	94,0 x 94,0	1,00	2431	75,4	04/07/22	02/08/22
10	C32	94,0 x 94,0	1,00	2400	72,2	04/07/22	02/08/22
11	C33	94,0 x 94,0	1,00	2400	73,1	05/07/22	02/08/22
12	C34	94,0 x 94,0	1,00	2477	67,6	06/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : PROVINO 1-3-6-7: TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 2-8-9-10-11: SOLETTA; PROVINO 4-5-12: TRAVE SECONDARIA

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore Geom. Nicola PINA	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. BROCAJOLU Virginio
--	---



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Sirolo del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.980/2022

Verbale di accettazione n.1517B/2022 del 22/07/2022

Torino, 06/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE								
N.	Contrassegno provini	Dimensioni		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
		diametro x altezza	(mm)					
13	C35	94,0	x 94,0	1,00	2469	47,9	06/07/22	02/08/22
14	C36	94,0	x 94,0	1,00	2500	41,3	07/07/22	02/08/22
15	C37	94,0	x 94,0	1,00	2454	47,0	07/07/22	02/08/22
16	C38	94,0	x 94,0	1,00	2485	42,6	08/07/22	02/08/22
17	C39	94,0	x 94,0	1,00	2431	41,9	08/07/22	02/08/22
18	C40	94,0	x 94,0	1,00	2408	47,7	08/07/22	02/08/22
19	C41	94,0	x 94,0	1,00	2377	52,5	11/07/22	02/08/22
20	C42	94,0	x 94,0	1,00	2423	46,8	11/07/22	02/08/22
21	C43	94,0	x 94,0	1,00	2485	52,1	11/07/22	02/08/22
22	C44	94,0	x 94,0	1,00	2393	34,4	12/07/22	02/08/22
23	C45	94,0	x 94,0	1,00	2362	39,5	12/07/22	02/08/22
24	C46	94,0	x 94,0	1,00	2416	23,0	12/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : PROVINO 13-14-16-19-20-23-24: TRAVE PRINCIPALE, PROVINO 15-17-18-21-22: TRAVE SECONDARIA

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore Geom. Nicola PINO	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. BROCAJOLI Virginio
---	--



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.981/2022

Verbale di accettazione n.1517B/2022 del 22/07/2022

Torino, 06/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE								
N.	Contrassegno provini	Dimensioni		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
		diametro x altezza	(mm)					
25	C47	94,0	x 94,0	1,00	2408	55,8	14/07/22	02/08/22
26	C48	94,0	x 94,0	1,00	2477	54,3	13/07/22	02/08/22
27	C49	94,0	x 94,0	1,00	2408	53,8	13/07/22	02/08/22
28	C50	94,0	x 94,0	1,00	2454	50,5	13/07/22	02/08/22
29	C52	94,0	x 94,0	1,00	2354	39,7	14/07/22	02/08/22
30	C53	94,0	x 94,0	1,00	2377	48,3	14/07/22	02/08/22
31	C54	94,0	x 94,0	1,00	2462	45,5	14/07/22	02/08/22
32	C55	94,0	x 94,0	1,00	2377	41,8	15/07/22	02/08/22
33	C56	94,0	x 94,0	1,00	2423	48,9	15/07/22	02/08/22
34	C57	94,0	x 94,0	1,00	2500	51,9	15/07/22	02/08/22
35	C58	94,0	x 94,0	1,00	2446	55,4	15/07/22	02/08/22
36	C59	94,0	x 94,0	1,00	2454	37,6	18/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA	: TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO	: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA	: PROVINO 25-32-34-35: TRAVE SECONDARIA; PROVINO 26-28-29-30: SOLETTA; PROVINO 27-31-33-36: TRAVE PRINCIPALE

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore Germ. Nicolò Pina	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. BROCAJO, Virginio
---	---



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.982/2022

Verbale di accettazione n.1517B/2022 del 22/07/2022

Torino, 06/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE								
N.	Contrassegno provini	Dimensioni		Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
		diametro x altezza (mm)						
37	C60	94,0	x 94,0	1,00	2508	45,5	18/07/22	02/08/22
38	C61	94,0	x 94,0	1,00	2538	44,7	18/07/22	02/08/22
39	C62	94,0	x 94,0	1,00	2439	50,0	18/07/22	02/08/22
40	C63	94,0	x 94,0	1,00	2439	46,3	19/07/22	02/08/22
41	C64	94,0	x 94,0	1,00	2439	44,1	19/07/22	02/08/22
42	C65	94,0	x 94,0	1,00	2331	53,1	19/07/22	02/08/22
43	C66	94,0	x 94,0	1,00	2431	47,7	19/07/22	02/08/22
44	C67	94,0	x 94,0	1,00	2347	50,8	20/07/22	02/08/22
45	C68	94,0	x 94,0	1,00	2439	48,4	20/07/22	02/08/22
46	C69	94,0	x 94,0	1,00	2454	45,0	20/07/22	02/08/22
47	C70	94,0	x 94,0	1,00	2423	42,6	21/07/22	02/08/22
48	C71	94,0	x 94,0	1,00	2439	43,2	21/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : PROVINO 37-38-39-40-43-44-45: TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 41-42-47: SOLETTA; PROVINO 46-48. TRAVE SECONDARIA

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore Geom. Nicola PINNA	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. BROCAJOLI Valerio
---	--



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.983/2022

Verbale di accettazione n.1517B/2022 del 22/07/2022

Torino, 06/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE							
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)	Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
49	C72	94,0 x 94,0	1,00	2454	41,8	21/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : TRAVE PRINCIPALE

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore

Geprt. Nicola PINNA

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. BROCAUOLI Virginio



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.974/2022

Verbale di accettazione n.1573B/2022 del 01/08/2022

Torino, 06/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici
	I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE							
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)	Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
1	C51	94,0 x 94,0	1,00	2477	47,8	28/07/22	02/08/22
2	C73	94,0 x 94,0	1,00	2485	50,0	22/07/22	02/08/22
3	C74	94,0 x 94,0	1,00	2469	51,9	22/07/22	02/08/22
4	C75	94,0 x 94,0	1,00	2531	46,1	22/07/22	02/08/22
5	C76	94,0 x 94,0	1,00	2462	52,2	26/07/22	02/08/22
6	C77	94,0 x 94,0	1,00	2508	44,8	26/07/22	02/08/22
7	C78	94,0 x 94,0	1,00	2485	36,7	26/07/22	02/08/22
8	C79	94,0 x 94,0	1,00	2408	44,3	26/07/22	02/08/22
9	C80	94,0 x 94,0	1,00	2554	35,6	26/07/22	02/08/22
10	C81	94,0 x 94,0	1,00	2439	48,3	26/07/22	02/08/22
11	C82	94,0 x 94,0	1,00	2485	41,4	27/07/22	02/08/22
12	C83	94,0 x 94,0	1,00	2492	42,8	27/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA	: TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO	: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTI D'OPERA	: PROVINO 1-9: TRAVE SECONDARIA; PROVINO 2-5-6-7-8-10: TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 3-4-11-12: SOLETTA
COMMESSA	: 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore Geom. Mauro PINNA	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. BROCCO Virginio
---	---



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strodo del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)

Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N.975/2022

Verbale di accettazione n.1573B/2022 del 01/08/2022

Torino, 06/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: Campioni cilindrici
	I campioni sono stati prelevati da PQRS Engineering
PROVA RICHIESTA	: Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE							
N.	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)	Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)*	Data di prelievo	Data prova
13	C84	94,0 x 94,0	1,00	2454	43,9	27/07/22	02/08/22
14	C85	94,0 x 94,0	1,00	2439	42,8	28/07/22	02/08/22
15	C86	94,0 x 94,0	1,00	2477	45,8	28/07/22	02/08/22
16	C87	94,0 x 94,0	1,00	2500	44,6	28/07/22	02/08/22
17	C88	94,0 x 94,0	1,00	2523	37,9	29/07/22	02/08/22
18	C89	94,0 x 94,0	1,00	2454	38,7	29/07/22	02/08/22
19	C90	94,0 x 94,0	1,00	2423	45,5	29/07/22	02/08/22

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN – mod. C5642 - matricola 1100670-2011 - Data ultima taratura: 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : PROVINO 13-14-15-17: TRAVE PRINCIPALE; PROVINO 16-18-19: TRAVE SECONDARIA

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore Geom. Nicola BENE	Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. BROCAJOLI Virginio
--	---



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/2272991 - Fax 011/2272959 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 3999/7 e successive – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. **908/2022**
Verbale di accettazione N. **1391B/22** del **05/07/2022** Torino, **28/07/2022**

RAPPORTO DI PROVE A TRAZIONE

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
DIRETTORE DEI LAVORI	: NON SOTTOSCRITTA

83

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° Identificativo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nominale effettivo (mm)	Sezione effettiva So (mm²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
1	F1	nervato	14	153,9	474,8	589,1	7,0	25-lug-22
2	F2	nervato	14	153,9	447,1	625,1	9,7	25-lug-22
3	F3	nervato	14	153,9	530,2	608,2	9,4	25-lug-22
4	F4	nervato	14	153,9	461,6	613,9	9,5	25-lug-22
5	F5	nervato	14	153,9	477,3	630,7	7,1	25-lug-22
6	F6	nervato	14	153,9	485,2	689,0	8,3	25-lug-22
7	F7	nervato	14	153,9	417,5	652,9	14,8	25-lug-22
8	F8	nervato	14	153,9	488,0	680,0	7,4	25-lug-22
9	F9	nervato	14	153,9	433,4	535,8	15,1	25-lug-22
10	F10	nervato	14	153,9	469,6	680,2	9,0	25-lug-22
11	F11	nervato	14	153,9	491,1	668,7	7,1	25-lug-22
12	F12	nervato	14	153,9	462,7	670,5	8,9	25-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630 - UNI EN ISO 6892

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 200 kN - mod. M1GP 100 - Matricola 6528/80 7138/80 - Data ultima taratura : 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
PARTE D'OPERA : PROV.1 TS1-TRAVE SECONDARIA; PROV.2 TP-TRAVE PRINCIPALE; PROV.3 S3-SOLETTA; PROV.4 TTP4-TRAVE PRINCIPALE; PROV.5 TTP5-TRAVE PRINCIPALE; PROV.6 TTS6-TRAVE SECONDARIA; PROV.7 TTS7-TRAVE SECONDARIA; PROV.8 TTP8-TRAVE PRINCIPALE; PROV.9 TTS9-TRAVE SECONDARIA; PROV.10 TTS10-TRAVE SECONDARIA; PROV. 11-TTS11-TRAVE SECONDARIA; PROV.12 TTP12-TRAVE PRINCIPALE

COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prove non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. Nicola PINNA

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Virginio BRACCIAJOLI



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drasso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/5273991 - Fax 011/5273999 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 909/2022

Verbale di accettazione N.

1391B/22

del

05/07/2022

Torino,

28/07/2022

RAPPORTO DI PROVE A TRAZIONE

RICHIEDENTE	:	IN SITU SRL
INDIRIZZO	:	VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	:	I campioni sono stati prelevati dal cliente
DIRETTORE DEI LAVORI	:	NON SOTTOSCRITTA

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° Identificativo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	∅ nominale effettivo (mm)	Sezione effettiva S_0 (mm ²)	Tensione di snervamento f_y (MPa)*	Tensione di rottura f_t (MPa)*	A_{gt} (%)	Data di prova
13	F13	nervato	14	153,9	402,6	565,7	6,4	25-lug-22
14	F14	nervato	14	153,9	418,5	605,5	9,9	25-lug-22
15	F15	nervato	14	153,9	473,9	649,5	7,4	25-lug-22
16	F16	nervato	14	153,9	538,8	750,7	9,0	25-lug-22
17	F17	nervato	14	153,9	572,8	780,3	9,5	25-lug-22
18	F18	nervato	14	153,9	560,4	684,8	7,0	25-lug-22
19	F19	nervato	14	153,9	600,4	702,5	4,0	25-lug-22
20	F20	nervato	14	153,9	561,9	719,3	3,4	25-lug-22
21	F21	nervato	14	153,9	539,4	886,0	6,7	25-lug-22
22	F22	nervato	14	153,9	622,0	734,8	4,5	25-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630 - UNI EN ISO 6892

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 200 kN - mod. MIGP 100 - Matricola 6628/80 7138/80 - Data ultima taratura : 08/07/2022

CANTIERE DI PROVENIENZA : TRIESTE (TS), MOLO VII
 LAVORO : INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII
 PARTE D'OPERA : PROV.13 TSOL13-SOLETTA; PROV.14 TTP14-TRAVE PRINCIPALE; PROV.15TTS15-TRAVE SECONDARIA; PROV.16 TTP16-TRAVE PRINCIPALE; PROV.17 TTS17-TRAVE SECONDARIA; PROV.18 TTSOL-SOLETTA; PROV. 19TTSOL19-SOLETTA; PROV.20 TTSOL20-SOLETTA; PROV.21 TTP21-TRAVE PRINCIPALE; PROV. 22 TTSOL22-SOLETTA
 COMMESSA : 3520

Il presente certificato di prove non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. Nicolò PINNA

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Virginio RICCIAOLI



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273499 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 949/2022
Verbale di accettazione N.

1517B/22 del 22/07/2022

Torino, 30/07/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	: IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	: TRIESTE (TS), MOLO VII

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° identificati vo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nomi nale effetti vo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
1	F23	nervato	14	153,9	491,6	671,6	9,8	30-lug-22
2	F24	nervato	20	314,2	519,6	668,9	11,1	30-lug-22
3	F25	nervato	14	153,9	653,9	762,1	4,7	30-lug-22
4	F26	nervato	14	153,9	456,9	659,2	12,4	30-lug-22
5	F27	nervato	14	153,9	446,0	608,6	4,2	30-lug-22
6	F28	nervato	14	153,9	556,8	709,4	1,6	30-lug-22
7	F29	nervato	14	153,9	476,9	663,4	8,6	30-lug-22
8	F30	nervato	14	153,9	505,5	678,3	8,2	30-lug-22
9	F31	nervato	14	153,9	471,7	738,5	9,4	30-lug-22
10	F32	nervato	20	314,2	528,9	681,9	13,2	30-lug-22
11	F33	nervato	14	153,9	602,7	742,7	4,2	30-lug-22
12	F34	nervato	14	153,9	502,4	637,9	4,3	30-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. MIGP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 –

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: PROV. 1-36-8-9-12: TRAVE PRINCIPALE; PROV. 2-4-510-11: SOLETTA; PROV. 7: TRAVE SECONDARIA

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. *Pinna Nicola*

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. *Virgilio Brocajoli*



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273659 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 950/2022

Verbale di accettazione N.

1517B/22

del

22/07/2022

Torino, 30/07/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	:	IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	:	VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	:	I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	:	TRIESTE (TS), MOLO VII

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° identificativo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nominale effettivo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
13	F35	nervato	10	78,5	293,5	342,8	3,6	30-lug-22
14	F36	nervato	12	113,1	305,2	457,0	12,6	30-lug-22
15	F37	nervato	10	78,5	374,7	621,0	11,0	30-lug-22
16	F38	nervato	10	78,5	602,1	677,1	3,5	30-lug-22
17	F39	nervato	10	78,5	575,8	921,6	9,6	30-lug-22
18	F40	nervato	12	113,1	466,2	609,6	13,6	30-lug-22
19	F41	nervato	10	78,5	498,5	724,6	12,5	30-lug-22
20	F42	nervato	10	78,5	378,5	656,1	8,8	30-lug-22
21	F43	nervato	10	78,5	370,3	464,4	2,9	30-lug-22
22	F44	nervato	12	113,1	279,1	422,7	10,3	30-lug-22
23	F45	nervato	10	78,5	280,0	340,0	1,6	30-lug-22
24	F46 ⁽¹⁾	nervato	4,92	19,0	0,0	716,4	1,4	30-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. MIGP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 –

note (1): Diametro effettivo misurato nella porzione più corrosa della provetta

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: PROV. 13-14-15-16-21-22: TRAVE SECONDARIA; PROV. 17-19-20-23-24: TRAVE PRINCIPALE; PROV. 18: SOLETTA

I saggi F35, F39, F43, F45, F46 presentano marcati segni di corrosione, ne risulta una sezione resistente ridotta.

Il saggio F46 causa sezione ridotta ha riportato una rottura fragile senza rilasciare valore di snervamento

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore

Geom. *Pirna Nicole*

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. *Virgilio Brodajoli*



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Brocco, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail:info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 – CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 951/2022
Verbale di accettazione N.

1517B/22

del

22/07/2022

Torino, 30/07/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	:	IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	:	VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	:	I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	:	TRIESTE (TS), MOLO VII

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° identificati vo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nominale effettivo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
25	F47	nervato	10	78,5	430,5	503,8	1,3	30-lug-22
26	F48	nervato	10	78,5	415,7	585,8	7,5	30-lug-22
27	F49	nervato	10	78,5	399,9	632,3	7,7	30-lug-22
28	F50	nervato	10	78,5	437,2	597,3	4,0	30-lug-22
29	F52	nervato	10	78,5	457,9	512,0	1,8	30-lug-22
30	F53 ⁽¹⁾	nervato	6,7	35,3	678,2	770,4	0,8	30-lug-22
31	F54 ⁽¹⁾	nervato	6,6	34,2	293,2	475,0	1,3	30-lug-22
32	F55	nervato	12	113,1	282,6	421,6	6,4	30-lug-22
33	F56	nervato	10	78,5	407,7	620,3	11,9	30-lug-22
34	F57	nervato	12	113,1	386,0	593,5	14,6	30-lug-22
35	F58	nervato	12	113,1	408,7	580,5	2,9	30-lug-22
36	F59	nervato	10	78,5	370,0	427,7	2,5	30-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. MIGP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 –

note (1): Diametro effettivo misurato nella porzione più corrosa della provetta

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: PROV. 25-27-29-30-31-32-36: TRAVE SECONDARIA; PROV. 26-28-33: TRAVE PRINCIPALE; PROV. 34-35: SOLETTA

I saggi F47, F53, F54 presentano marcati segni di corrosione, ne risulta una sezione resistente ridotta.

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. *Antonio Nicolò*

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. *Virgilio Bracajoli*



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/2273991 - Fax 011/2273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 o successivo – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 952/2022
Verbale di accettazione N.

1517B/22 del 22/07/2022

Torino, 30/07/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	: IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	: TRIESTE (TS), MOLO VII

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° Identificativo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nominale effettivo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
37	F60	nervato	11	95,0	316,6	491,1	12,8	30-lug-22
38	F61	nervato	10	78,5	387,8	578,8	6,8	30-lug-22
39	F62	nervato	10	78,5	368,6	558,1	9,9	30-lug-22
40	F63	nervato	10	78,5	408,8	672,0	3,3	30-lug-22
41	F64	nervato	10	78,5	361,5	545,7	9,4	30-lug-22
42	F65	nervato	12	113,1	255,6	427,9	12,8	30-lug-22
43	F66	nervato	10	78,5	536,0	842,4	8,0	30-lug-22
44	F67	nervato	12	113,1	257,4	292,6	1,4	30-lug-22
45	F68	nervato	10	78,5	347,0	533,2	2,9	30-lug-22
46	F69	nervato	10	78,5	473,3	725,9	8,7	30-lug-22
47	F70	nervato	10	78,5	313,0	541,5	6,9	30-lug-22
48	F71	nervato	10	78,5	339,4	565,3	8,6	30-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. MIGP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 –

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: PROV. 37-38-39-42-44-47: TRAVE PRINCIPALE; PROV. 40-41-45-46-48: TRAVE SECONDARIA; PROV. 43: SOLETTA

I saggi F59, F67, F68 presentano marcati segni di corrosione, ne risulta una sezione resistente ridotta.

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. *Piero Niedo*

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. *Virgilio Broccajoli*



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 29797 e successive – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 953/2022

Verbale di accettazione N.

1517B/22

del

22/07/2022

Torino, 30/07/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	:	IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	:	VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	:	I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	:	TRIESTE (TS), MOLO VII

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° Identificativo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nominale effettivo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
49	F72	nervato	10	78,5	426,5	698,5	12,5	30-lug-22

(*) 1 Mpa = 1N/mmq = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. MIGP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 –

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: TRAVE PRINCIPALE

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore

Geom. *Firino Mabile*

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. *Virginia Broccajoli*



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strode del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/2273991 - Fax 011/2273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successivo – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 1078/2022

Verbale di accettazione N.

1573B/22

del

01/08/2022

Torino, 24/08/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	:	IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	:	VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	:	I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	:	TRIESTE (TS), MOLO VII

90

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° Identificati vo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nominale effettivo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
1	F73	nervato	10	78,5	452,9	670,5	12,0	22-ago-22
2	F74	nervato	10	78,5	348,1	573,1	7,8	22-ago-22
3	F75	nervato	10	78,5	366,9	601,1	8,7	22-ago-22
4	F76	nervato	10	78,5	370,3	555,0	10,1	22-ago-22
5	F77	nervato	8,2	52,8	513,3	611,4	2,0	22-ago-22
6	F78	nervato	8,6	58,1	562,6	600,0	1,3	22-ago-22
7	F79	nervato	8,6	58,1	417,8	653,0	3,8	22-ago-22
8	F80	nervato	10	78,5	337,3	530,2	6,9	22-ago-22
9	F81	nervato	8,2	52,8	317,0	502,6	1,7	22-ago-22
10	F82	nervato	10	78,5	377,1	581,5	9,9	22-ago-22
11	F83	nervato	10	78,5	399,0	612,6	11,1	22-ago-22
12	F84	nervato	7,8	47,8	407,3	460,2	1,3	22-ago-22

(*) 1 Mpa = 1N/mm² = 10.2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. M1GP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 – Data ultima taratura: 08/07/22

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: PROV. 1 TTS73-TRAVE SECONDARIA; PROV.2 TTS74-TRAVE SECONDARIA; PROV.3 TTS75-TRAVE SECONDARIA; PROV. 4 TTS76-TRAVE SECONDARIA; PROV.5 TTP77-TRAVE PRINCIPALE; PROV.6 TTS78-TRAVE SECONDARIA; PROV. 7 TTS79-TRAVE SECONDARIA; PROV. 8 TTP80-TRAVE SECONDARIA; PROV.9 TTP81-TRAVE PRINCIPALE; PROV.10 TTS82-TRAVE SECONDARIA; PROV. 11 TTP83-TRAVE PRINCIPALE; PROV.12 TTS84-TRAVE SECONDARIA

I saggi 5-6-7-9-12 presentano evidenti riduzioni della sezione resistente. Sono stati quindi riportati i diametri minimi riscontrati sui singoli saggi.

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. Pinna Nicola

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Virginia Brocaglioli



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)

Tel. 011/2273991 - Fax 011/2273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successivo – Settore A

SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 1079/2022

Verbale di accettazione N.

1573B/22

del

01/08/2022

Torino, 24/08/2022

RAPPORTO DI PROVA DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	:	IN SITU S.R.L.
INDIRIZZO	:	VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE (TS)
NATURA DEI CAMPIONI	:	I campioni sono stati prelevati in opera
CANTIERE	:	TRIESTE (TS), MOLO VII

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° identificati vo PQRS	Contrassegno	Tipo di tondo	Ø nomi nale effetti vo	Sezione effettiva So (mm ²)	Tensione di snervamento f _y (MPa)*	Tensione di rottura f _t (MPa)*	A _{gt} (%)	Data di prova
13	F85	nervato	10	78,5	327,7	489,9	15,6	22-ago-22
14	F86	nervato	10	78,5	357,9	626,7	5,8	22-ago-22
15	F87	nervato	10	78,5	440,3	761,9	6,1	22-ago-22
16	F88	nervato	10	78,5	380,3	633,2	2,8	22-ago-22
17	F89	nervato	10	78,5	359,4	613,6	11,5	22-ago-22
18	F90	nervato	7,1	39,6	0,0	587,7	0,0	22-ago-22
19	F51	nervato	10	78,5	417,9	600,0	10,0	22-ago-22

(*) 1 Mpa = 1N/mmq = 10.2 Kg/cmq

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1 - UNI EN ISO 6892/1

Attrezzatura utilizzata : Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 1000 kN – mod. M1GP 100 – Matricola 6628/80 7138/80 – Data ultima taratura: 08/07/22

LAVORO: INDAGINI DELLE STRUTTURE CHE COSTITUISCONO L'IMPALCATO DEL MOLO VII

PARTE D'OPERA: PROV. 13 TTS85-TRAVE SECONDARIA; PROV. 14 TTS86-TRAVE SECONDARIA; PROV. 15 TTS87-TRAVE SECONDARIA; PROV. 16 TTP88-TRAVE PRINCIPALE; PROV. 17 TTP89-TRAVE PRINCIPALE; PROV. 18 TTS90-TRAVE SECONDARIA; PROV.19 TTP51-TRAVE PRINCIPALE

Il saggio 18 presenta evidenti riduzioni della sezione resistente. E' stato quindi riportato il diametro minimo riscontrato sul singolo saggio.

Il presente certificato di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.

Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore
Geom. Pinna Nicolo'

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Virginio Brocagli



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1036/2022
Verbale di accettazione 1391/2022 del 05/07/2022 Torino, 11/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
1	C1	505
2	C2	75
3	C3	55
4	C4	94
5	C5	70
6	C6	71
7	C7	102
8	C8	109
9	C9	88
10	C10	140
11	C11	101
12	C12	74

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Virginio BROCAIOLI



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Safe
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991- Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1037/2022
Verbale di accettazione 1391/2022 del 05/07/2022 Torino, 11/08/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
13	C13	112
14	C14	86
15	C15	100
16	C16	71
17	C17	140
18	C18	70
19	C19	84
20	C20	79
21	C21	170
22	C22	71

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Virginio BRODAVOLI



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede:
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE—MATERIALI DA COSTRUZIONE—LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive—Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1103/2022
Verbale di accettazione

1517B/2022

del 22/07/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
1	C23	688
2	C24	1640
3	C25	252
4	C26	62
5	C27	45
6	C28	75
7	C29	87
8	C30	34
9	C31	52
10	C32	1030
11	C33	994
12	C34	48

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. *Virginio BROCAJOLI*



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Brusso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991- Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1104/2022
Verbale di accettazione

1517B/2022

del 22/07/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
13	C35	1310
14	C36	162
15	C37	138
16	C38	153
17	C39	1440
18	C40	148
19	C41	213
20	C42	172
21	C43	151
22	C44	221
23	C45	289
24	C46	154

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. *Virginio BROCAJOLI*



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)

Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1105/2022
Verbale di accettazione

1517B/2022

del 22/07/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
25	C47	242
26	C48	157
27	C49	131
28	C50	201
29	C52	742
30	C53	652
31	C54	218
32	C55	1170
33	C56	280
34	C57	148
35	C58	212
36	C59	319

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. *Virginia BROCAJOLI*



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991- Fax 011/3273699 - e-mail:info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1106/2022
Verbale di accettazione

1517B/2022

del 22/07/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
37	C60	346
38	C61	187
39	C62	166
40	C63	200
41	C64	177
42	C65	198
43	C66	304
44	C67	205
45	C68	211
46	C69	185
47	C70	311
48	C71	188

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Virginio BROCAJOLI



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)

Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1107/2022
Verbale di accettazione

1517B/2022

del 22/07/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
49	C72	200

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Virginia BROCAJOLI



P.Q.R.S.

PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede

Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)

Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail: info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1108/2022
Verbale di accettazione

1573B/2022

del

01/08/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
1	C73	195
2	C74	138
3	C75	118
4	C76	251
5	C77	275
6	C78	1480
7	C79	279
8	C80	429
9	C81	118
10	C82	173
11	C83	262
12	C84	213

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Virginia BROCAJOLI



P.Q.R.S.
PROVE, QUALITÀ, RICERCHE, SPERIMENTAZIONI

Sede
Strada del Drosso, 112 - 10135 Torino (TO)
Tel. 011/3273991 - Fax 011/3273699 - e-mail info@pqrs.it

LABORATORIO PROVE – MATERIALI DA COSTRUZIONE – LEGGE 1086/71 - CONCESSIONE Min. LL.PP. n. 39797 e successive – Settore A

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. n. 1109/2022
Verbale di accettazione

1573B/2022

del 01/08/2022

Torino,

01/09/2022

RAPPORTO DI PROVA

RICHIEDENTE	: IN SITU SRL
INDIRIZZO	: VIA CARLO ERRERA 14 - TRIESTE - TS
NATURA DEI CAMPIONI	: I campioni sono stati prelevati dal cliente
CANTIERE DI PROVENIENZA	: MOLLO VII - TRIESTE - TS
Direttore dei lavori o della produzione	:

RISULTATI DELLE PROVE

N. CAMP.	CAMPIONE	CONCENTRAZIONE* mg/Kg
13	C85	167
14	C86	172
15	C87	151
16	C88	1340
17	C89	244
18	C90	173
19	C51	170

* IL VALORE DELLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI SI RIFERISCE AD UN CAMPIONE DI POLVERE ESTRATTO NEI PRIMI 5 CM DI PROVINO.
(NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12457-2:04+APAT 4020 Man 29:03)

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Virginia BROCAJOLI

8. SCHEDE DEI MATERIALI PER I RIPRISTINI STRUTTURALI

I ripristini strutturali sono stati eseguiti con i prodotti di seguito descritti dalle schede tecniche.

LINEA EDILIZIA / Geomalte Minerali per il Ripristino Monolitico del Calcestruzzo

GeoLite® 10

Geomalta® minerale certificata, eco-compatibile, a base di Geolegante® a reazione cristallina, per la passivazione, ripristino, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo degradato, ideale nel GreenBuilding. Bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici, esente da fibre organiche. Tixotropica, a presa rapida 10 min.

GeoLite® 10 è una geomalta® tixotropica per passivare, ripristinare, rasare e proteggere strutture in calcestruzzo armato quali travi, pilastri, solette, frontolini, rampe, facciavista, elementi decorativi, cornicioni. Specifica per interventi con cestello, basse temperature e necessità di rapida messa in servizio. Verniciabile dopo 4 ore.



GREENBUILDING RATING®

GeoLite® 10

- Categoria: Inorganici Minerali
- Classe: Geomalte Minerali per il Ripristino Monolitico del Calcestruzzo
- Rating: Eco 4

Contenuto di minerali >71%		Emissioni di CO2eq <100g/kg	Dati sulla qualità dell'aria ICAQ	Rivolto come riciclo

SECONDA VERIFICA DELLA LINEA EDILIZIA PER IL RIPRISTINO MONOLITICO DEL CALCESTRUZZO

ECO NOTE

- A base di Geolegante®
- Ripristini eco-compatibili del calcestruzzo
- Bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici
- Esente da fibre organiche
- Formulato con minerali regionali a ridotte emissioni di gas serra per il trasporto, a ridotte emissioni di CO2
- A bassissime emissioni di sostanze organiche volatili
- Riciclabile come inerte minerale evitando così il smaltimento e l'impatto ambientale

PLUS PRODOTTO

- **GEOLEGANTE®** L'utilizzo esclusivo del innovativo Geolegante® Kerakoll per la cristallizzazione geopolimerica rivoluziona le mode di ripristino del calcestruzzo garantendo livelli di sicurezza ma i maggiori vantaggi e performance di eco-compatibilità arricchite.
- **MONOLITICA** La prima geomalta® che consente la formazione di una massa monolitica in grado di avvolgere, proteggere e rinforzare opere in calcestruzzo armato senza la necessità di applicare più strati sovrapposti. L'unica certificata per passivare, ricostruire, rasare, regolare e proteggere in un unico strato.
- **CRISTALLIZZANTE** I ripristini monolitici di GeoLite®, naturalmente stabili, si cristallizzano al calcestruzzo garantendo la durabilità di una roccia minerale.
- **VELOCE** La prima geomalta® che richiede un solo giorno di lavoro per la realizzazione di un ripristino completo, contro i sei giorni richiesti dai cicli delle tradizionali mode di ripristino da eseguirsi in più strati.
- **TAILORED** La prima linea di geomalta a tempi di presa differenziati 100-40-10 minuti accelerati fra loro per personalizzare i tempi di presa in funzione delle condizioni di cantiere.

CAMPI D'APPLICAZIONE

Destinazione d'uso
Passivazione, ripristino localizzato e generalizzato, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo armato quali travi, pilastri, solette, frontolini, rampe, facciavista, elementi decorativi, cornicioni e opere infrastrutturali.
Molta rapida idonea per fissaggi in genere quali: zanche, cressani, controtelai, sanitari, tubazioni, pali, ringhieri.
Specifico per interventi con cestello, basse temperature, necessità di rapida messa in servizio.
Ideale nel GreenBuilding e nel Restoro dell'Architettura Moderna.

INDICAZIONI D'USO

Preparazione dei supporti
Prima di applicare GeoLite® 10 occorre irruvidire il substrato in calcestruzzo (asperità di almeno 5 mm) mediante scarifica meccanica e idrodemolizione, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato; successivamente è necessario rimuovere la ruggine dai ferri d'armatura, che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura. Si procederà quindi alla pulizia del substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, oli e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e alla bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acque liquide in superficie. In alternativa, l'applicazione di Geolite® Base, su ogni tipo di sottofondo, garantisce un regolare assorbimento e favorisce la naturale cristallizzazione della geomalta®. Prima di applicare GeoLite® 10 verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto.
Ripristi a spessore su superfici estese: si richiede l'applicazione di un'armatura (rete elettrosaldata o fondino) ancorata al supporto mediante tassellatura.

K006GeoLite® 10, Code: K0063010006



INDICAZIONI D'USO

Preparazione

GeoLite® 10 si prepara mescolando 25 kg di polvere con l'acqua indicata sulla confezione (è consigliabile utilizzare l'intero contenuto di ogni sacco). La preparazione dell'impasto può essere effettuata in secchio utilizzando un trapano con frusta a basso numero di giri, fino ad ottenere una malta omogenea e priva di grumi.

Conservare il materiale al riparo da fonti di umidità e in luoghi protetti dall'insolazione diretta.

Applicazione

Per il ripristino localizzato e/o generalizzato, che prevede l'applicazione di GeoLite® 10 in spessori variabili da 2 a 40 mm (max per strato), applicare la malta manualmente a cazzuola.

Per la realizzazione di una rasatura protettiva, applicare GeoLite® 10 manualmente (con spatole d'acciaio) in spessori non inferiori a 2 mm. Curare la stagionatura umida delle superfici per almeno 28 ore.

Pulizia

La pulizia degli attrezzi e delle macchine da residui di GeoLite® 10 si effettua con acqua prima dell'indurimento del prodotto.

VOCE DI CAPITOLATO

Passivazione, ripristino localizzato o generalizzato monolitico a spessore centimetrico di elementi di strutture in calcestruzzo degradato, rasatura monolitica protettiva a spessore millimetrico, mediante applicazione manuale di geopolimeri minerali certificata, eco-compatibile, isotropica, a presa rapida (10 min.), a base di Geoligante® e zirconio a reazione cristallina, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche; specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura e la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo, tipo GeoLite® 10 di Kerakoll® Spa, GreenBuilding Rating® Eco 4, provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-2 per la passivazione delle barre di armatura, dalla EN 1504-3, Classe RR, per la ricostituzione volumetrica e la rasatura e dalla EN 1504-2 per la protezione delle superfici e in accordo ai Principi 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definiti dalla EN 1504-3.

DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL

Aspetto	polvere	
Massa volumica apparente	1340 kg/m ³	UEAtc
Natura mineralogica aggregato	silice – carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 – 0,5 mm	EN 12192-1
Conservazione	= 6 mesi nella confezione originale in luogo asciutto	
Confezione	sacchi 25 / 5 kg	
Acqua d'impasto	= 4,5 l / 1 sacco 25 kg – = 0,9 l / 1 sacco 5 kg	
Spandimento dell'impasto	140 – 160 mm	EN 13395-1
Massa volumica dell'impasto	= 2050 kg/m ³	
pH dell'impasto	≥ 12,5	
Inizio / Fine presa	= 8 – 10 min. = 22 – 25 min. a +5 °C = 3 – 4 min. a +30 °C	
Temperature di applicazione	da -5 °C a +40 °C	
Spessore minimo	2 mm	
Spessore massimo per strato	40 mm	
Rasa	= 17,5 kg/m ² per cm di spessore	

Rilevazione all'0 +27 °C di temperatura, 80% U.A. e assenza di ventilazione.

10062626x10 Code P12R301006

PERFORMANCE				
HIGH-TECH				
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-7	Prestazione GeoLite® 10	
Protezione dalla corrosione	EN 15183	nessuna corrosione	specificata superata	
Adesione per taglio	EN 15184	≥ 80% del valore della barra nuda	specificata superata	
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-3 classe R4	GeoLite® 10 Prestazione in condizioni CC e PCC alla temperatura di:	
Resistenza a compressione	EN 12190	≥ 45 MPa (28 gg)	+5 °C	
			+21 °C	
			> 6 MPa (4 h)	> 10 MPa (4 h)
			> 12 MPa (24 h)	> 20 MPa (24 h)
Resistenza a trazione per flessione	EN 10671	nessuno	> 20 MPa (7 gg)	> 30 MPa (7 gg)
			> 40 MPa (28 gg)	> 45 MPa (28 gg)
			> 3 MPa (4 h)	> 4 MPa (4 h)
			> 4 MPa (24 h)	> 6 MPa (24 h)
Legame di adesione	EN 1542	≥ 2 MPa (28 gg)	> 5 MPa (7 gg)	> 7 MPa (7 gg)
			> 6 MPa (28 gg)	> 8 MPa (28 gg)
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	profondità di carbonatazione < spessore di riferimento [MC 10.45]	specificata superata	
Modulo elastico a compressione	EN 13412	≥ 20 GPa (28 gg)	21 GPa (28 gg)	
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	EN 13687-1	forza di legame dopo 50 cicli ≥ 2 MPa	> 2 MPa	
Assorbimento capillare	EN 13057	≤ 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{0,5}	< 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{0,5}	
Contenuto ioni cloruro (Determinato sul prodotto in polvere)	EN 1015-17	≤ 0,05%	< 0,05%	
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Euroclasse	A1	
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-2 (C)	Prestazione GeoLite® 10	
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-2	classe di riferimento	Classe I, $s_g < 5$ m	
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	EN 1062-3	$w < 0,1$ kg·m ⁻² ·h ^{0,5}	$w < 0,1$ kg·m ⁻² ·h ^{0,5}	
Forza di adesione per trazione diretta	EN 1542	≥ 0,8 MPa	> 2 MPa	
Ritiro lineare	EN 12571-1	≤ 0,3%	< 0,3%	
Coefficiente di espansione termica	EN 1770	$\alpha_t < 30 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\alpha_t < 30 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	
Resistenza all'abrasione	EN ISO 5470-1	perdita di peso < 3000 mg	specificata superata	
Adesione in seguito a shock termico	EN 13687-2	≥ 2 N/mm ²	> 2 N/mm ²	
Resistenza all'urto	EN ISO 6272-1	classe di riferimento	Class III : > 20 Nm	
Sostanze pericolose		conformi al punto 5.4		
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI				
Conformità	EC 1-R plus GEV-Emissione		Cert. GEV 3540/11.01.02	
LEED®				
LEED® Contributo Punti *	Punti LEED®			
MR Credito 4 Contenuto di Riciclati	fino a 2			
MR Credito 5 Materiali Regionali	fino a 2			
QI Credito 4.1 Materiali Basso Emissivi	fino a 1			

9. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per ciascuna prova elencata successivamente vengono indicate, in parentesi, le norme di riferimento. Potranno comunque essere utilizzati, in alternativa, documenti di riferimento di comprovata validità, quali le norme di prova pubblicate dall'UNI, le norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati in GUUE, nonché le Linee Guida, i rapporti tecnici e le raccomandazioni messe dell'EOTA. L'impiego di eventuali altri documenti di riferimento sarà esplicitamente rappresentato e giustificato.

Settore "A": Prove su strutture in calcestruzzo armato normale, precompresso e muratura

- prova magnetometrica (BS 1881-204:1988 Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters);
- prova sclerometrica (UNI EN 12504-2:2021 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 2: Prove non distruttive Determinazione dell'indice sclerometrico);
- prova di estrazione - metodo Pull Out (UNI EN 12504-3:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione);
- prova ultrasonica (UNI EN 12504-4:2021 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici);
- prelievo in opera di calcestruzzo (campioni cilindrici estratti mediante carotaggio e polveri - UNI EN 12504-1:2021 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione);
- prelievo in opera di provini di acciaio (barre lisce e barre ad aderenza migliorata - UNI EN ISO 6892-1:2020 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente, UNI EN ISO 6892-2:2018 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 2: Metodo di prova a temperatura elevata, UNI EN ISO 6892-3:2015 Materiali metallici - Prova di trazione - Metodo di prova a bassa temperatura);
- analisi chimica (UNI EN 14630:2007 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della profondità di carbonatazione di un calcestruzzo indurito con opportuni metodi di cui alla UNI 11747:2019 Prove sul calcestruzzo indurito. Determinazione della profondità di penetrazione degli ioni cloruro);
- prove con martinetti piatti singoli e doppi (ASTM C1197-20e1 Standard Test Method for In Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method);
- prove di carico statiche (impalcati, solai, elementi strutturali etc. - ACI 437.2M-13 Code Requirements for Load Testing of Existing Concrete Structures and Commentary – Metric o "Linee Guida 2 - 2015 ReLUIS").
- prova penetrometrica - metodo Windsor (ASTM C803 / C803M - 18 Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete);
- prova di adesione a strappo - metodo Pull Off (ASTM D4541:17 Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers, ASTM D7234-21 Standard Test Method for Pull-Off Adhesion Strength of Coatings on Concrete Using Portable Pull-Off Adhesion Testers, UNI EN ISO 16276-1:2007 Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante sistemi di verniciatura - Valutazione e criteri di accettabilità dell'adesione/coesione - forza di rottura - di un rivestimento - Parte 1: Prova di adesione a strappo);
- analisi elettrochimica per la misura del potenziale e della velocità di corrosione (UNI 10174:2020 Istruzioni per l'ispezione delle strutture di cemento armato esposte ad ambienti aggressivi mediante mappatura di potenziale);
- prove di carico statiche a compressione diagonale sulle murature (ASTM E519/E519M-21 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages);
- monitoraggio delle strutture (UNI/TR 11634:2016 Linee guida per il monitoraggio strutturale);
- termografia ad infrarossi (UNI EN 16714-1:2016 Prove non distruttive - Prove termografiche - Parte 1: Principi generali; UNI EN 16714-2:2016 Prove non distruttive – Prove termografiche - Parte 2: Strumentazione; UNI EN 16714-3:2016 Prove non distruttive – Prove termografiche - Parte 3: Termini e definizioni);
- indagini endoscopiche (UNI EN 13018:2016 Prove non distruttive - Esame visivo – Principi generali - Esame visivo remoto; Raccomandazione NORMAL 42/93: Criteri generali per l'applicazione delle PnD);
- indagini georadar (RILEM TC 127-MS: Tests for masonry materials and structures; ASTM D6432-19: Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation);
- caratterizzazione meccanica delle malte per murature (RILEM TC 177-MDT o equivalente e RILEM 127 D.6 - "Shove test");

- misura di umidità del legno (UNI EN 13183-1:2003 Umidità di un pezzo di legno segato - Determinazione tramite il metodo per pesata; UNI EN 13183-2:2003 Umidità di un pezzo di legno segato - Stima tramite il metodo elettrico; UNI EN 13183-3:2005 Umidità di un pezzo di legno segato - Stima tramite il metodo capacitivo);
- prova penetrometrica nel legno (UNI 11119:2004 Beni culturali - Manufatti lignei – Strutture portanti degli edifici - Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera).

Settore "B": Prove su strutture metalliche e strutture composte.

- prova magnetoscopica (UNI EN ISO 9934-1:2017 Prove non distruttive - Magnetoscopia - Parte 1: Principi generali);
- liquidi penetranti (UNI EN ISO 23277:2015 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità);
- ultrasuoni (UNI EN ISO 11666:2018 Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni - Livelli di accettabilità; UNI EN ISO 22825:2017 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con ultrasuoni - Controllo delle saldature di acciaio austenitico e leghe a base nichel; UNI EN 10308:2004 Prove non distruttive - Controllo con ultrasuoni delle barre di acciaio);
- prova di durezza Brinell in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 6506 del 2019 Materiali metallici - Prova di durezza Brinell);
- prova di durezza Vickers in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 6507 del 2018 Materiali metallici - Prova di durezza Vickers);
- prova di durezza Rockwell in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 6508 del 2016 Materiali metallici - Prova di durezza Rockwell);
- prova di durezza Leeb in situ (pertinenti parti della UNI EN ISO 16859 del 2015 Materiali metallici - Prova di durezza Leeb);
- spessometria in situ (UNI EN 16809:2019 Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni);
- misura delle coppie di serraggio (UNI EN 14831:2005 Elementi di collegamento - Comportamento al serraggio - Metodo di prova semplificato coppia/angolo);
- prelievo di bulloni e di campioni di carpenteria.
- estensimetria (UNI 10478-1:1996 Prove non distruttive. Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza. Termini e definizioni, UNI 10478-2:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Scelta degli estensimetri e dei componenti accessori, UNI 10478-3:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Installazione estensimetrica e sua verifica, UNI 10478-4:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Circuiti di misura, elaborazione e presentazione dei risultati, UNI 10478-5:1998 Prove non distruttive - Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza - Controllo delle caratteristiche);
- indagine spettrometrica in situ (ASTM E1086 - 14 Standard Test Method for Analysis of Austenitic Stainless Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry, ASTM E415-21 Standard Test Method for Analysis of Carbon and Low-Alloy Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry;
- monitoraggio delle strutture (UNI/TR 11634:2016 Linee guida per il monitoraggio strutturale).

105

Settore "C": Prove dinamiche sulle strutture.

- prove dinamiche sulle strutture di elevazione (UNI 11568:2015 Vibrazioni - Strumentazione e analisi per la misura delle vibrazioni - Strumentazione di misura, UNI 9916:2014 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, UNI 9614:2017 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, UNI 10985:2002 Vibrazioni su ponti e viadotti - Linee guida per l'esecuzione di prove e rilievi dinamici);
- prove di tensionamento su catene e tiranti (UNI ISO 5348:2007 Vibrazioni meccaniche e urti - Montaggio meccanico degli accelerometri, UNI 11568:2015 Vibrazioni - Strumentazione e analisi per la misura delle vibrazioni - Strumentazione di misura).

LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI

- Legge 5-11-1971 n. 1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – 80/2016 – LINEA GUIDA – Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.
- UNI EN 12504-1:2021 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (Testo A)" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 245 del 20 ottobre 2001 – Supplemento Ordinario n. 239 (Rettifica G.U. n. 47 del 25 febbraio 2002)
- UNI EN 12390-4:2019 – Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 4: Resistenza alla compressione. Specifiche per macchine di prova.
- UNI EN 206:2021 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- D.M. 16.02.2007 – "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione".
- D.M. 17.1.2018 – "Norme tecniche per le costruzioni".
- UNI EN ISO 13791:2019 – "Valutazione della resistenza a compressione in sito delle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo".
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- UNI EN 11666:2018 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Livelli di accettabilità
- UNI EN ISO 5817:2014 - Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni
- UNI EN 13480-5:2022 - Tubazioni industriali metalliche - Parte 5: Collaudo e prove
- UNI EN ISO 23277:2015 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità
- UNI EN ISO 3452-1:2021 - Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti - Parte 1: Principi generali

106

NORME EUROPEE

- UNI EN 206:2021 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 338:2016 - Legno strutturale - Classi di resistenza
- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- UNI EN 1990:2006 Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1992-1-2:2019 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1993-1-1:2014 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1995-1-2:2005 - Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

ALTRI RIFERIMENTI TECNICI

- prove con martinetti piatti singoli e doppi (ASTM C1197-20 Standard Test Method for In Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements – Norma inattiva);