

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA FERROVIARIA CATANIA C.LE - GELA

TRATTA FERROVIARIA CALTAGIRONE - GELA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD

RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE - GELA

LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA

INDAGINI E RILIEVI OPERE D'ARTE ESISTENTI

Relazione tecnica sulle indagini strutturali – IN20 – Ponticello al km 346+034

SCALA:

-

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

RS6K 00 R 78 PR IN2000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	N. Gruttaruria	Mag. 2022	M.B. Di Prima	Mag. 2022	P. Mosca	Mag. 2022	F. Sacchi Mag. 2022

File: RS6K00R78PRIN2000001A.doc

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direz. Tecnica
S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri Prov. di Roma n. 23173 Sez. A



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it

Timbro a secco



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034

Indagini strutturali



Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Rev. A
Data: 05/04/2022

Rapporto Finale
INDAGINI STRUTTURALI

Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Opera

Ponticello al km 346+034



UTM ED50 - Fuso 33 S

445348.21 m E - 4103756.39 m N

Rev. A
Data: 05/04/2022

**Rapporto Finale
INDAGINI STRUTTURALI**

Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Denominazione opera:	<i>Ponticello al km 346+034</i>
Tipologia:	<i>Ponte ad arco in calcestruzzo con spalle in muratura</i>
n. campate:	<i>1</i>
Linea:	<i>Caltagirone - Gela</i>
Progr.va [km]:	<i>346+034</i>
Comune:	<i>Gela (CL)</i>



PREMESSA	4
A. Indagini sulle strutture	5
A.1. Microcarotaggi	6
A.2. Carotaggi	7
A.3. Prove con Martinetti piatti	8
A.3.a Martinetto doppio	8
A.3.b Calibrazione del martinetto	9
A.3.b.1 Procedimento sperimentale di calibrazione	9
A.3.c Attrezzatura per il taglio	10
A.3.d Misura delle deformazioni	10
A.3.e Pompa idraulica manuale	11
A.3.f Cenni teorici	12
A.3.g Caratteristiche deformabilità - martinetto doppio	13
A.4. Indagine magnetometriche	15
B. Prove laboratorio	16
B.1. Determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio	16
B.2. Determinazione della resistenza a compressione di carote di calcestruzzo	18
ALLEGATI	19
A. Schema ubicazione indagini	
B. Stratigrafie microcarotaggi	
C. Prove con martinetto piatto doppio	
D. Indagini magnetometriche con pacometro	
E. Indagini ultrasoniche	
F. Determinazione massa volumica e resistenza a compressione	
G. Documentazione fotografica	

PREMESSA

Nella giornata del 7 febbraio 2022, su incarico di Italferr nell'ambito delle "Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela", la scrivente **SIDERCER s.r.l. - Istituto di Ricerca e Sperimentazione**, ha provveduto ad effettuare una campagna di indagini diagnostiche sull'opera:

Ponticello al km 346+034

L'indagine ha comportato l'esecuzione delle seguenti attività:

Indagini sulle Strutture

- ✓ n. 8 microcarotaggi continui (Dmin = 40 mm) [UNI EN 12504-1] così distribuiti:
 - ✓ n. 1 in chiave all'arco;
 - ✓ n. 1 sul rene dell'arco;
 - ✓ n. 1 sul timpano lato valle lato monte;
 - ✓ n. 2 orizzontali, eseguiti in entrambe le spalle;
 - ✓ n. 3 sub-verticali od obliqui, eseguiti sulla fondazione della spalla lato Gela;
- ✓ n. 1 Prova con martinetto piatto doppio in corrispondenza della spalla lato Caltagirone.
- ✓ n. 3 prelievi di carote in calcestruzzo (Dmin = 100 mm) [UNI EN 12504-1];
- ✓ n. 1 indagine magnetometrica con pacometro [BS 1881-204:1998];

Prove di laboratorio

- ✓ n. 3 prove di compressione con massa volumica su carota [UNI EN 12390-3 - UNI EN 12390-7];
- ✓ n. 3 prove di determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio [UNI EN 12504-4 - UNI 9524].

Nel seguito si riportano sinteticamente le attività svolte, per il cui dettaglio si rimanda agli allegati alla presente.

A. Indagini sulle strutture

Conformemente al piano d'indagine elaborato dalla scrivente ed approvato dalla Committenza, si riportano riepilogo ed ubicazioni secondo le convenzioni stabilite.

Tab. A.a - Ubicazione indagini

Sigla	Ubicazione
C1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte
C2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte
C3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 0,45 m da estradosso cordolo, a 0,15 m da muro d'ala, lato monte
C4	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,10 m da imposta d'arco, a 3,75 m da imbocco lato monte
C4 bis	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Gela - a 1,60 m da imposta d'arco, a 4,00 m da imbocco lato monte
C6	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 2,00 m da imposta d'arco, a 3,60 m da imbocco lato valle
C7	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 2,00 m da imposta d'arco, a 3,60 m da imbocco lato valle
C8	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,85 m da imposta d'arco, a 3,75 m da imbocco lato monte
CC1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte
CC2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte
CC3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,00 m da estradosso cordolo, a 0,70 m da muro d'ala, lato monte

Di seguito - *dopo una descrizione di dettaglio delle attività esperite* - si riepilogheranno i dati rilevati.

A.1. Microcarotaggi

Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni cilindrici (*carote*), mediante carotatrici a corona diamantata con raffreddamento ad acqua e dispositivo di fissaggio alla parete da carotare.

Il prelievo di carote dalle strutture in opera è stato eseguito secondo le indicazioni della norma UNI 12504-1, secondo cui il criterio fondamentale da adottare nella fase di estrazione è quello di arrecare il minimo danneggiamento al campione.

Ad ogni operazione di estrazione, la carotatrice è stata adeguatamente ancorata in modo che durante l'avanzamento, non subisse vibrazioni tali da danneggiare il campione consentendo l'estrazione a diametro costante ed asse rettilineo.

Dalle strutture sono state prelevate complessivamente n°8 carote (*diametro Φ 50 mm*) le cui ubicazioni sono illustrate dalla tabella seguente.

Fig. A.1-a - Estrazione della carota C4



Tab. A.1.a- Riepilogo ubicazione e dati rilevati - Microcarotaggi

Sigla Carotaggio	Ubicazione	Profondità
		[mm]
C1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte	1300
C2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte	450
C3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 0,45 m da estradosso cordolo, a 0,15 m da muro d'ala, lato monte	900
C4	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,10 m da imposta d'arco, a 3,75 m da imbocco lato monte	1500
C4 bis	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Gela - a 1,60 m da imposta d'arco, a 4,00 m da imbocco lato monte	2000
C6	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 2,00 m da imposta d'arco, a 3,60 m da imbocco lato valle	2000
C7	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 2,00 m da imposta d'arco, a 3,60 m da imbocco lato valle	2100
C8	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,85 m da imposta d'arco, a 3,75 m da imbocco lato monte	1700

Per il dettaglio delle stratigrafie e dei dati rilevati, si rimanda all' allegato B.

A.2. Carotaggi

Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni cilindrici (*carote*), mediante carotatrici a corona diamantata con raffreddamento ad acqua e dispositivo di fissaggio alla parete da carotare.

Il prelievo di carote dalle strutture in opera è stato eseguito secondo le indicazioni della norma UNI EN 12804-1, secondo cui il criterio fondamentale da adottare nella fase di estrazione è quello di arrecare il minimo danneggiamento al campione.

Ad ogni operazione di estrazione, la carotatrice è stata adeguatamente ancorata in modo che durante l'avanzamento, non subisse vibrazioni tali da danneggiare il campione consentendo l'estrazione a diametro costante ed asse rettilineo.

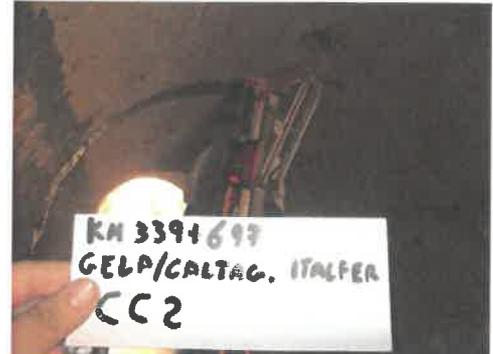
Dalle strutture sono state prelevate complessivamente n°3 carote (diametro Φ 100 mm) le cui ubicazioni sono illustrate dalla tabella seguente.

Tab. A.2.a - Riepilogo ubicazione e dati rilevati (diametri Φ 100 mm).

Sigla	Ubicazione	Lunghezza [mm]
CC1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte	350
CC2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte	450
CC3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,00 m da estradosso cordolo, a 0,70 m da muro d'ala, lato monte	300

Per il dettaglio dei dati rilevati alle prove di laboratorio, si rimanda agli allegati E e F.

Fig. A.2-a - Fase di prelievo della carota CC2



A.3. Prove con Martinetti piatti

Tra le informazioni chiave nello studio delle murature vi è la conoscenza delle condizioni di equilibrio, degli sforzi e della resistenza ai carichi. La corretta valutazione delle caratteristiche meccaniche e tensionali di una muratura è indispensabile per procedere alle successive fasi di progetto, ad esempio per:

- definire il grado di sicurezza e le potenzialità in caso di nuove condizioni di utilizzo;
- qualificare eventuali sovraccarichi indotti nelle murature;
- programmare adeguati interventi di consolidamento.

In tale ambito si è collocata la prova con i martinetti piatti, che consente di ottenere sperimentalmente dati significativi, ed in particolare lo stato tensionale di esercizio, la resistenza a compressione ed il modulo di deformabilità di una muratura.

Il programma di prove ha comportato l'esecuzione di una misura con martinetto piatto singolo ed una con martinetto piatto doppio, le cui ubicazioni sono riportate nell'allegato A.

Di seguito si riportano alcuni dettagli di tale metodica di prova.



A.3.a Martinetto doppio

La tecnica si basa sul principio della prova di compressione monoassiale. Inserendo un secondo martinetto parallelo al primo e distante da esso circa 50 cm, la muratura compresa tra i due tagli costituirà un campione indisturbato e con dimensioni sufficienti tali da essere rappresentativo della muratura esaminata. I cicli di carico, applicati mediante la pompa oleodinamica, sono eseguiti mettendo in pressione simultaneamente i martinetti; le deformazioni assiali e trasversali si leggono con un deformometro removibile di precisione ed i relativi grafici sforzo-deformazione forniscono i moduli di deformabilità della muratura ai vari livelli di sollecitazione.



Dopo questi brevi cenni, di seguito si riportano i dettagli delle procedure necessarie per eseguire, a perfetta regola d'arte, la prova.

A.3.b Calibrazione del martinetto

Un martinetto piatto ha una propria rigidezza che si oppone all'espansione quando viene gonfiato; essa è dovuta alla resistenza del metallo alla flessione, in modo particolare al contorno ed all'azione di diaframma dell'acciaio quando si espande. Perciò la pressione del liquido di misura nel martinetto è maggiore dello sforzo che il martinetto esercita. Il coefficiente K_m è il fattore correttivo principale che viene utilizzato nella relazione di calcolo fra la pressione imposta e lo sforzo applicato all'elemento strutturale. Pertanto più precisa sarà la definizione di K_m tanto più il valore dello sforzo calcolato sarà prossimo a quello reale.

La definizione di K_m avviene solo sperimentalmente calibrando in laboratorio il martinetto; solitamente i martinetti sono forniti dal produttore con valori di K_m sperimentali, diversamente si procede alla relativa calibrazione, come descritto di seguito.

A.3.b.1 Procedimento sperimentale di calibrazione

Scopo della calibrazione è ottenere il coefficiente K_m (rapporto tra la pressione misurata al manometro e quella di spinta effettiva del martinetto) cercando per quanto possibile di ricostruire le reali condizioni di prova.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

A tal fine il martinetto è stato calibrato seguendo il metodo previsto dalla norma ASTM C1197-2009;

- STANDARD DI PROVA: ASTM C1197-2009. Distanza tra le piastre mantenuta costante e pari a 3 volte lo spessore delle lamiere del martinetto (5,4 mm). 3 cicli di carico. (fig. 1)



- COMPENSAZIONE DELLA DISTANZA DELLE PIASTRE: tramite pressa idraulica GALDABINI modello 5000 kN matr. n° 30785, verificata dall'Università degli studi di Enna; (fig. 3)

- PRECISIONE E TRACCIABILITÀ: su pressa dinamometro AEP Ka1 1000kN; (fig. 2)

su martinetto: manometro Alemanno 400 bar; (fig. 2)

A.3.c Attrezzatura per il taglio

Per la realizzazione del taglio in cui alloggiare i martinetti si adopera una particolare moto-troncatrice a trasmissione eccentrica utilizzando dischi diamantati di dimensioni idonee che consentono di praticare tagli semicircolari a profondità adeguata per i relativi modelli di martinetti.

A.3.d Misura delle deformazioni

Il deformometro impiegato è uno strumento di misura analogico, removibile, di elevata ed unica ripetibilità. Per le misure delle basi V ed H (nella prova a doppio), esso viene utilizzato per la rilevazione delle misure di convergenza a cavallo dei tagli in cui vengono introdotti i martinetti. È costituito da una barra in invar alle cui estremità sono montate due testine munite di punte coniche. Una delle testine è fissa, mentre l'altra è libera di effettuare una certa rotazione attorno ad uno speciale coltello.

Le punte coniche dello strumento si posizionano nei forellini di appositi capisaldi in acciaio inox già applicati, con l'ausilio della dima in dotazione, alla struttura da controllare con adesivo adatto. Le letture indicate sul micrometro si riferiscono al movimento della testina ruotante conseguente all'eventuale spostamento dei capisaldi a causa delle deformazioni e vanno raffrontate ai valori iniziali di zero.

A.3.e Pompa idraulica manuale

Per la messa in carico dei martinetti e per la relativa lettura si è scelta una pompa manuale idraulica che dispone di un manometro (range standard: 0-25 bar e 0-100 bar) di precisione classe 1. È dotata di un circuito di scambio in modo da poter utilizzare il campo di misura più adatto alla prova da eseguire con la massima risoluzione di lettura. Il cuore dello strumento è il dispositivo pompante che assicura un ottimo controllo sulle letture effettuate mantenendo la pressione costante per ogni incremento. Esso presenta un serbatoio più capiente e consente il recupero del fluido di misura che, a prova terminata, viene fatto rifluire nel suddetto serbatoio. L'utilizzo come liquido di misura di una miscela molto fluida permette che i fattori di disturbo come le perdite di carico, siano ridotti notevolmente.

Di seguito, dopo tale descrizione si riportano alcuni cenni teorici ed i risultati delle prove eseguite.

A.3.f Cenni teorici

A.2.g.a Sforzo di compressione

Il valore dello sforzo di compressione tra i martinetti è dato dalla relazione:

$$f_{mi} = p_i \cdot k_m \cdot k_a$$

dove:

f_{mi} = valore dello sforzo misurato al passo i ;

k_m = è una costante adimensionale che rappresenta le proprietà geometriche e di rigidità del martinetto;

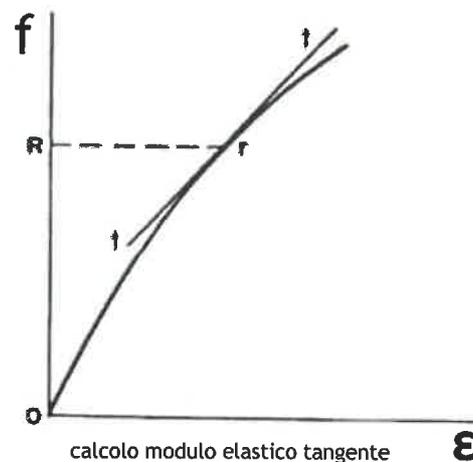
k_a = rapporto tra l'area misurata del martinetto e l'area media del taglio;

p_i = pressione corrispondente al passo in MPa o in N/mm²;

Le due costanti sono di solito minori di 1.

A.2.g.b - Modulo elastico

Si è calcolato il modulo elastico tangente dalla $E_{ti} = \frac{\delta f_{mi}}{\delta \epsilon_{mi}}$:



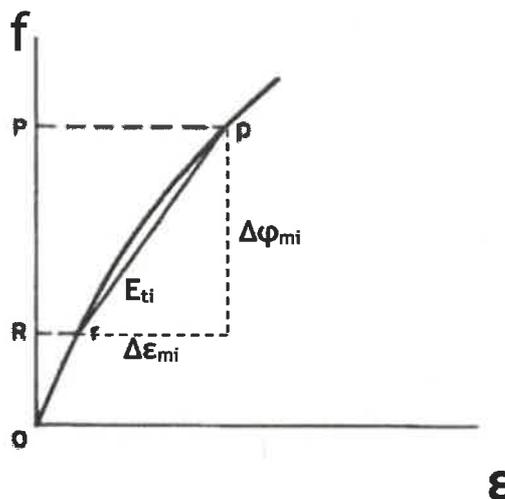
dove:

E_{ti} = Modulo Elastico tangente;

δf_{mi} = Incremento di sforzo;

$\delta \epsilon_{mi}$ = Corrispondente incremento di deformazione.

Il modulo elastico (secante) al passo di carico i , su un intervallo di corda scelto, è stato calcolato (cfr. grafico):



calcolo modulo elastico secante

$$E_{ti} = \frac{\Delta f_{mi}}{\Delta \epsilon_{mi}}$$

dove:

E_{ti} = Modulo Elastico secante al passo i ;

Δf_{mi} = Sforzo al passo di carico i ;

$\Delta \epsilon_{mi}$ = Deformazione corrispondente.

A.3.g Caratteristiche deformabilità - martinetto doppio

Questa prova consiste nell'inserire due martinetti posti ad una distanza reciproca di circa 50-60 cm. In tal modo si determina una porzione significativa di muratura sulla quale i due martinetti applicano uno stato di compressione monoassiale (*Esecuzione del taglio ed inserimento dei martinetti*).

Le basi di misura sono disposte in maniera da consentire la misura delle deformazioni assiali e trasversali (*Disposizione delle basi di misura*).

La prova viene così eseguita su un campione di muratura di grandi dimensioni, indisturbato e rappresentativo del paramento murario.

Figura A.3.g.a- Sequenza -Fasi di Prova

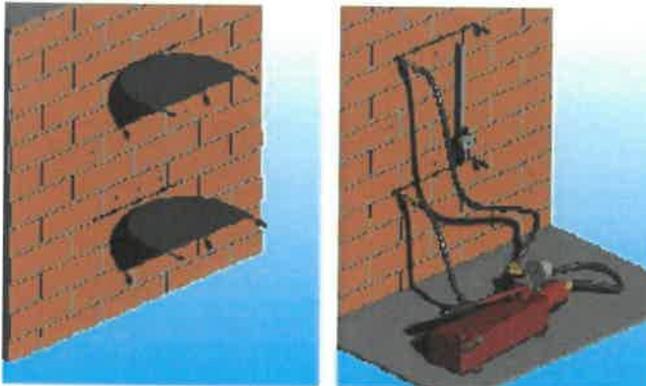
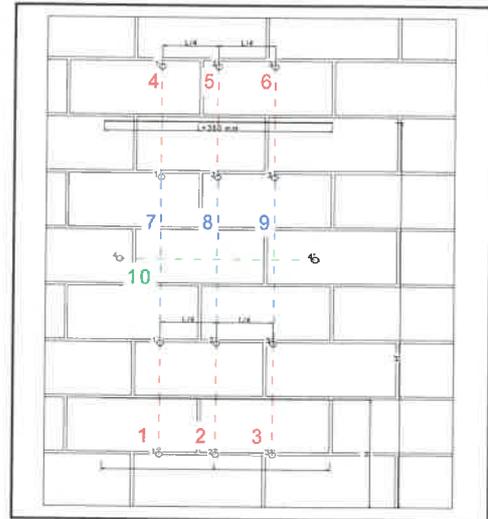


Figura A.3.g.b - Disposizione basi di misura



Sono stati eseguiti due cicli di carico/scarico, con livelli di sollecitazione gradualmente crescenti e tali da permettere di determinare i moduli di deformabilità, assiale e trasversale, per ciascun grado di sollecitazione.

La misura degli spostamenti è stata eseguita con calibro removibile, millesimale e meccanico, in "invar" con base di misura di 40 cm.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati rilevati, per la lettura completa dei risultati, si rimanda all' allegato C.

Tabella A.3.g.a - PROVE CON MARTINETTO PIATTO DOPPIO MPD1 - Sintesi dei risultati

Sigla	Modulo di deformabilità 2° ciclo di carico E	Coefficiente di Poisson medio 2° ciclo di carico V	Pressione a rottura	Ubicazione
	[MPa]		[MPa]	
MPD1	9708,3	0,32	6,16	Opera al km 346+034 - spalla lato Gela a 3,80 m da imbocco lato valle

		Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8	
Rev. A Data: 05/04/2022	Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI		

A.4. Indagine magnetometriche

Su alcuni elementi strutturali si è effettuato il rilievo della disposizione delle armature (*diametro tondino, distanza tra le barre longitudinali, passo staffe e spessore del copriferro*).

Il rilievo è stato eseguito con il pacometro (*Hilti ferroskan P250S*) costituito da una sonda emittente un campo magnetico collegata ad una unità d'elaborazione digitale ed acustica, il cui funzionamento è basato sul controllo degli effetti delle eddy current (*correnti parassite*) indotte in una barra di armatura.

Poiché ogni flusso di corrente dà origine ad un campo magnetico, le correnti parassite producono un campo magnetico secondario che interagisce con quello generato dalla bobina. Se la bobina è avvicinata ad una barra di armatura, le correnti parassite alternate si instaurano entro la superficie delle barre e danno origine ad un campo magnetico secondario che induce nella stessa, una corrente secondaria. In accordo alla legge di Lenz, la corrente secondaria si oppone a quella primaria, con conseguente diminuzione della corrente netta che passa attraverso la bobina ed aumenta l'impedenza apparente della stessa, mentre, in assenza di conduttori, la corrente che circola nella bobina rimane inalterata. In questo modo, la presenza della barra è dedotta controllando la variazione di corrente nella bobina.

Operativamente la sonda viene fatta scorrere sulla superficie da investigare, che in corrispondenza dei tondini d'acciaio percepisce l'assorbimento del campo magnetico, mentre, l'unità d'elaborazione emette un segnale digitale ed acustico. In ogni punto di indagine il rilievo viene eseguito facendo scorrere la sonda prima in un senso e poi nel senso ortogonale, così viene determinata la maglia d'armatura, il copriferro viene rilevato dallo strumento.

Nel caso specifico è stata effettuata una indagine magnetometrica.

Tab. A.4.a - Riepilogo ubicazioni e risultati indagini magnetometriche

Sigla	Ubicazione
PAC1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte

Si rimanda all'allegato D per gli schemi grafici e i risultati dei dati rilevati.

B. Prove laboratorio

B.1. Determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio

La tecnica d'analisi si fonda sullo studio della propagazione di impulsi di vibrazione meccanica lungo una serie di traiettorie all'interno dell'elemento strutturale da analizzare.

Lo scopo delle prove è:

- Verificare l'omogeneità di un elemento strutturale;
- Valutare qualsiasi mutamento delle proprietà dei materiali a causa di fenomeni di degrado;
- Esaminare i difetti in elementi strutturali (cavità, fessurazioni, strati superficiali danneggiati, ...).
- Stimare l'ordine di grandezza le proprietà meccaniche dei materiali utilizzati.

Le velocità cui ci si riferisce, relative alle onde P (onde longitudinali primarie o di pressione), sono state determinate, calcolando il rapporto tra la distanza tra le sonde (pari nel caso specifico all'altezza della carota) ed il tempo di transito rilevato. Essa dipende dalle caratteristiche elastomeccaniche e dinamiche del mezzo (modulo di elasticità E_d , modulo di Poisson ν , e dalla sua densità ρ), secondo la seguente relazione, valida per mezzi omogenei e isotropi:

$$v_p = \sqrt{\frac{E_d \cdot (1 - \nu)}{\rho \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}} \Rightarrow E_d = \frac{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} \cdot \rho V_p^2$$

E_d è approssimativamente pari al modulo tangente all'origine ed è quindi sempre più elevato del modulo secante, secondo la relazione di letteratura:

$$E = \frac{E_d}{1.062}$$

Nella tabella seguente si mostra una sintesi dei dati rilevati, rimandando al certificato riportato nell'allegato E per le risultanze di prova.

Tab. B.1.a - Riepilogo risultati modulo elastico dinamico

Sigla	Parte d'opera Localizzazione	Modulo elastico dinamico Ed al variare del coeff. di Poisson			
		u=0	u=0,1	u=0,15	u=0,2
CC1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte	39604	38724	37507	35644
CC2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte	33957	33202	32159	30561
CC3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,00 m da estradosso cordolo, a 0,70 m da muro d'ala, lato monte	30383	29708	28774	27344

B.2. Determinazione della resistenza a compressione di carote di calcestruzzo

I campioni di calcestruzzo prelevati secondo la norma UNI EN 12504-1, sono stati rettificati, in laboratorio, alle dimensioni previste dalla medesima norma.

Successivamente sulle carote già rettificate sono state verificate le tolleranze riferite al parallelismo tra le facce dei provini cilindrici ed alla perpendicolarità delle generatrici, così come stabilito dalla UNI EN 12390-1 i cui limiti sono sintetizzati nel seguito:

- planarità delle superfici: $\pm 0,0006 d$; essendo $d \approx 100$ mm si avrà una tolleranza pari a circa 0,06 mm;
- perpendicolarità delle superfici: $\pm 0,5$ mm;
- rettezza delle generatrici: $\pm 0,2$ mm.

La massa volumica per le carote di calcestruzzo è stata determinata secondo la UNI EN 12390-7, parte 2[^]; la resistenza a compressione secondo la UNI EN 12390-3, mediante una pressa da compressione "Tecnotest".

I risultati ottenuti dalle prove di laboratorio sulle carote estratte, sono riportati nelle tabelle seguenti, rimandando per un maggior dettaglio al certificato riportato nell'allegato F.

Tab. B.2.a - Riepilogo risultati resistenza a compressione carote

Sigla	Ubicazione	D _{agg} [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m ³]	d [mm]	h [mm]	A [mm ²]	F [kN]	f _c [MPa]
CC1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte	33,2	3076	2260	94,0	195,7	6940	226,7	32,7
CC2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte	29,9	2934	2150	94,0	196,8	6940	143,4	20,7
CC3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,00 m da estradosso cordolo, a 0,70 m da muro d'ala, lato monte	35,2	3008	2200	94,0	196,9	6940	132,1	19,1

ALLEGATI

- A. Schema ubicazione indagini
- B. Stratigrafie microcarotaggi
- C. Prove con martinetto piatto doppio
- D. Indagini magnetometriche con pacometro
- E. Indagini ultrasoniche
- F. Determinazione massa volumica e resistenza a compressione
- G. Documentazione fotografica



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7
 (Area Industriale Calderaro)
 C.P. 287 - 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934 565012
 Fax.: 0934 575422
 e-mail: info@sidercem.it
 pec: sidercem@legalmail.it
 web: www.sidercem.it



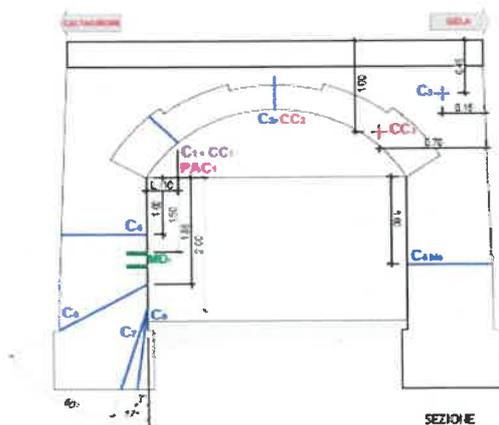
Timbro a secco



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034



Allegato A
Schema ubicazione indagini

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr. C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente:	<i>Italferr S.p.A.</i>
Direttore Esecuzione Contratto:	<i>ing. Stefano Ballerini</i>
Referente di Contratto:	<i>ing. Francesco Sacchi</i>

Ponticello al km 346+034



Allegato B
Stratigrafie microcarotaggi

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 1/9

Richiedente: ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

Committente: Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Oggetto: Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) I prelievi sono stati eseguiti nel periodo compreso tra le date 04/02/2022 e 07/02/2022
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
CAROTATRICE	HILTI DD350-CA	17654	Sidercem	All'utilizzo	-

CERTIFICATO DI PRELIEVO

Estrazione di microcarote

[UNI EN 12504-1]

Foto n°1 - Estrazione carota C4



Foto n°2 - Estrazione carota C8



Lo sperimentatore
per *Alberto La Placa*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. *Vincenzo Arena*

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 2/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
 Estrazione di microcarote
 [UNI EN 12504-1]

Tabella 1 Colonna stratigrafica carota C1

Data prelievo:		07/02/22				
Sigla	Ubicazione					
C1	Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte					
	NOTE carotaggio d100 per i primi 35 cm per prelievo campione da sottoporre a prova di compressione			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note		
88	Calcestruzzo	Buono		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra		
90	Guaina	Discreto				
110	Calcestruzzo	Discreto				
130	Terra	Molto scarso				



Lo sperimentatore
 per il dott. Alberto La Blaca

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 3/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
Estrazione di microcarote
[UNI EN 12504-1]

Tabella 2 Colonna stratigrafica carota C2

Data prelievo:		07/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C2	Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte				
			Ø campione:	100 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
45	Calcestruzzo	Buono		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	



Lo sperimentatore
per *Alberto Di Elia*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. *Vincenzo Arena*

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 4/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
 Estrazione di microcarote
 [UNI EN 12504-1]

Tabella 3 Colonna stratigrafica carota C3

Data prelievo:		07/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 0,45 m da estradosso cordolo, a 0,15 m da muro d'ala, lato monte				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
70	Muratura	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
90	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
Per. Ing. Roberto Valera

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 5/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
Estrazione di microcarote
[UNI EN 12504-1]

Tabella 4 Colonna stratigrafica carota C4

Data prelievo:		07/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C4	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,10 m da imposta d'arco, a 3,75 m da imbocco lato monte				
			Ø campione:	50 mm	L campione: 1500 mm
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
130	Muratura	Scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
150	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
dott. ing. Alberto De Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
e-mail: info@sidercem.it
CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022		
Data inizio prova:	04/02/2022				
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				
		Divisione:	Diagnostica		
		Settore:	CND		

Foglio 6/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
Estrazione di microcarote
[UNI EN 12504-1]

Tabella 5 Colonna stratigrafica carota C4 bis

Data prelievo:		07/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C4 bis	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Gela - a 1,60 m da imposta d'arco, a 4,00 m da imbocco lato monte				
			Ø campione:	50 mm	L campione: 2000 mm
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note
1	160	Muratura	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra
2	200	Terra	Molto scarso		



Lo sperimentatore
per. Ing. Aurelio La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°9 fogli numerati da 1 a 9
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 7/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
 Estrazione di microcarote
 [UNI EN 12504-1]

Tabella 6 Colonna stratigrafica carota C6

Data prelievo:		07/02/22				
Sigla	Ubicazione					
C6	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 2,00 m da imposta d'arco, a 3,60 m da imbocco lato valle					
	NOTE inclinazione 6°			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note	
1	100	Muratura	Buono			
2	190	Calcestruzzo	Buono		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
	200	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
 per *And. Alberto La Blaca*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 8/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
 Estrazione di microcarote
 [UNI EN 12504-1]

Tabella 7 Colonna stratigrafica carota C7

Data prelievo:		07/02/22				
Sigla	Ubicazione					
C7	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 2,00 m da imposta d'arco, a 3,60 m da imbocco lato valle					
	NOTE inclinazione 17°			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note	
1	105	Muratura	Discreto			
2	200	Calcestruzzo	Molto scarso			
	210	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
 dott. ing. *Alberto La Placa*

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. *Vincenzo Arena*

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9688 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 9/9

CERTIFICATO DI PRELIEVO
Estrazione di microcarote
[UNI EN 12504-1]

Tabella 8 Colonna stratigrafica carota C8

Data prelievo:		07/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C8	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,85 m da imposta d'arco, a 3,75 m da imbocco lato monte				
	NOTE inclinazione 60°		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
160	Muratura	Scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
2 170	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
per *[Signature]*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. *[Signature]* Vincenzo Arena



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



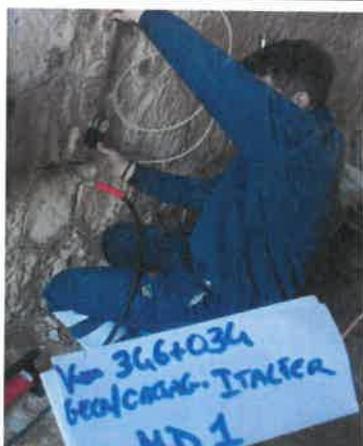
Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034



Allegato C

Prove con martinetto piatto doppio

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.



Laboratorio di Caltanissetta
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
e-mail: info@sidercem.it
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione	15/02/2022			
Data inizio prova:	07/02/2022			
Data fine prova:	07/02/2022			
Materiale di provi:	muratura			
		C-DIA-C 9691 05/04/2022	Divisione:	Diagnostica
			Settore:	CND

Foglio 1/6

Richiedente: ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

Committente: Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

Referente di Contratto: ing. Dario Tiberti

Oggetto: Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) Le prove sono state eseguite in data 07/02/2022 dal personale Sidercem srl
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata	Materiale	Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
MOTOTRONCATRICE A SCOPPIO PER MARTINETTI PIATTI	HUSQVARNA	K970 RING	Sidercem	All'utilizzo	-
MARTINETTI PIATTI	BOVIAR	350X260X4/620X260X4	Sidercem	All'utilizzo	-
MANOMETRO Digitale	AEP transducers 700 bar	933032	Boviar	dicembre-22	dicembre-23
MANOMETRO	ALLEMANO 100 bar	20191106010	Sidercem	dicembre-21	aprile-22

CERTIFICATO DI PROVA
Martinetto piatto doppio
(ASTM C1197)

Foto 2 - Lettura deformazioni



Lo sperimentatore
per *ing. Alberto La Placa*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.



Laboratorio di Caltanissetta

via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)

C.P. 287 – 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422

e-mail: info@sidercem.it

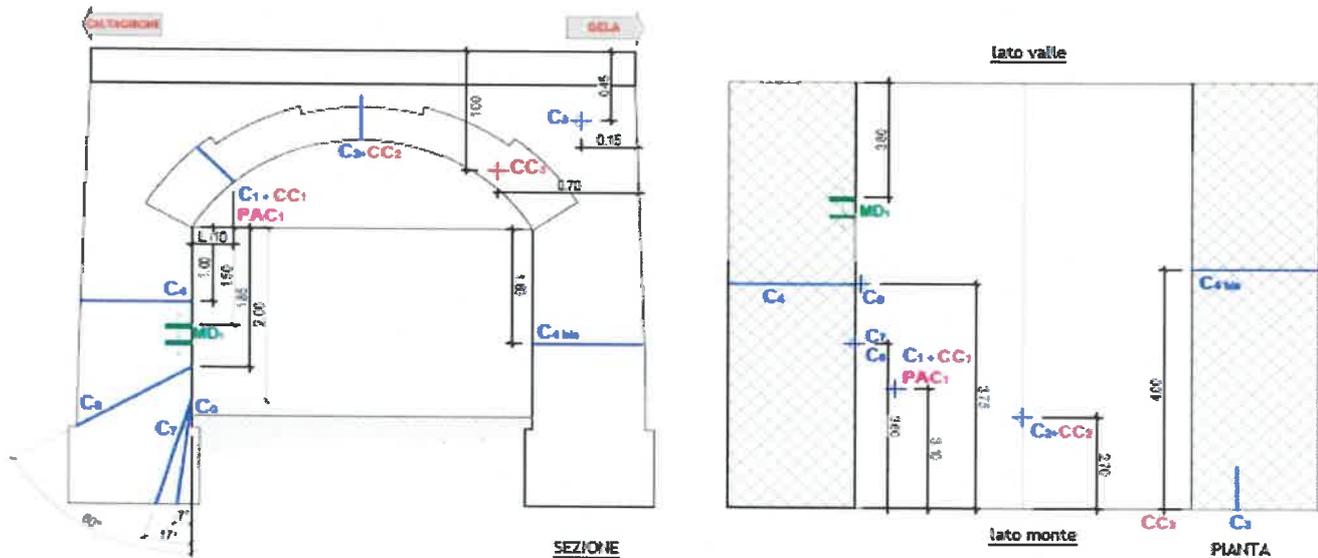
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO			Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione	15/02/2022					
Data inizio prova:	07/02/2022	C-DIA-C 9691	05/04/2022	Divisione: Diagnostica		
Data fine prova:	07/02/2022			Settore: CND		
Materiale di prov:	muratura	PROVA CON MARTINETTO PIATTO DOPPIO				
		ASTM C1197			Prova n°	
Ubicazione prova:		Opera al km 346+034 - spalla lato Gela a 3,80 m da imbocco lato valle			MPD1	
Tipologia Muraria:		Muratura in pietrame				
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	$Ka=Am/At$ 0,915

Foglio 2/6

1 - UBICAZIONE DEL PUNTO DI PROVA



Lo sperimentatore
Alberto La Rocca

Il Direttore di Laboratorio
Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di ricerca e sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta

via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)

C.P. 287 – 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422

e-mail: info@sidercem.it

CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO				Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta				
Data accettazione:	15/02/2022									
Data inizio prova:	07/02/2022	C-DIA-C 9691 05/04/2022				Divisione: Diagnostica				
Data fine prova:	07/02/2022									
Materiale di prova:	muratura	MARTINETTO PIATTO DOPPIO				MPD1				
		ASTM C1197								
Ubicazione indagine:	Opera al km 346+034 - spalla lato Gela a 3,80 m da imbocco lato valle									
Tipologia Muraria:	Muratura in pietrame									
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400		Km	0,897	Ka=Am/At		0,915	

Foglio 3/6

4 - RISULTATI DI PROVA: martinetto piatto doppio

Altezza da imposta arco:	M inf.	2,10	m (H)
	M sup	1,50	m (H')

Ora	ciclo	Fase	Pressioni	Tensioni	Deformazioni rilevate							
					Base 1		Base 2		Base 3		Base 4	
[hh:mm]			[bar]	[MPa]	m	e [10 ⁻⁵]	m	e [10 ⁻⁵]	m	e [10 ⁻⁵]	m	e [10 ⁻⁵]
14:40	1	post-taglio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14:45	-	carico	4	0,33	23	5,75	7	1,75	7	1,75	0	0,00
14:50	-	-	8	0,66	28	7,00	15	3,75	17	4,25	-5	-1,25
14:55	-	-	12	0,99	35	8,75	23	5,75	25	6,25	-7	-1,75
15:00	-	-	16	1,31	41	10,25	45	11,25	39	9,75	-9	-2,25
15:05	2	-	20	1,64	52	13,00	57	14,25	57	14,25	-12	-3,00
15:10	-	scarico	0	0,00	5	1,25	8	2,00	14	3,50	-2	-0,50
15:15	-	carico	20	1,64	50	12,50	55	13,75	52	13,00	-13	-3,25
15:20	-	-	25	2,05	70	17,50	70	17,50	67	16,75	-19	-4,75
15:25	-	-	30	2,46	103	25,75	90	22,50	84	21,00	-25	-6,25
15:30	-	-	35	2,87	139	34,75	113	28,25	109	27,25	-43	-10,75
15:35	-	-	40	3,28	165	41,25	140	35,00	139	34,75	-63	-15,75
15:40	-	-	45	3,69	201	50,25	185	46,25	176	44,00	-90	-22,50
15:45	-	-	50	4,11	247	61,75	224	56,00	212	53,00	-113	-28,25
15:50	-	-	55	4,52	294	73,50	268	67,00	247	61,75	-150	-37,50
15:55	-	-	60	4,93	343	85,75	315	78,75	297	74,25	-198	-49,50
16:00	-	-	65	5,34	377	94,25	352	88,00	335	83,75	-262	-65,50
16:05	-	-	70	5,75	407	101,75	385	96,25	367	91,75	-327	-81,75
16:10	-	-	75	6,16	482	120,50	463	115,75	467	116,75	-444	-111,00
16:15	-	scarico	20	1,64	337	84,25	307	76,75	287	71,75	-312	-78,00
16:20	-	-	0	0,00	225	56,25	190	47,50	185	46,25	-202	-50,50

Nota: allungamento delle basi di misura da 70 a 75 bar imputabile a rottura della muratura

Lo sperimentatore
per And. Roberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di ricerca e sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
e-mail: info@sidercem.it
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta			
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9691	05/04/2022	Divisione: Diagnostica	
Data inizio prova:	07/02/2022				Settore: CND	
Data fine prova:	07/02/2022					
Materiale di prova:	muratura					

MARTINETTO PIATTO DOPPIO

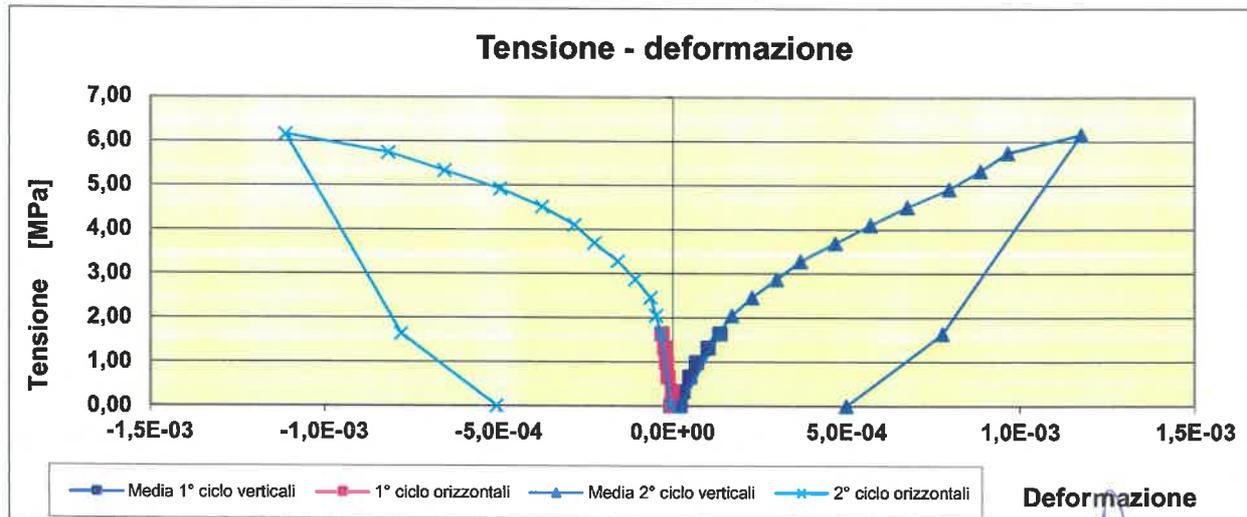
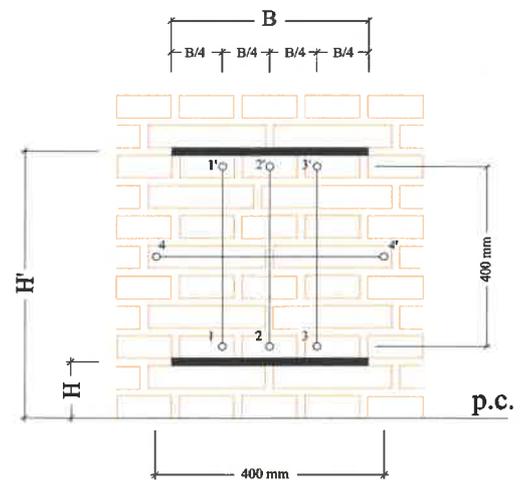
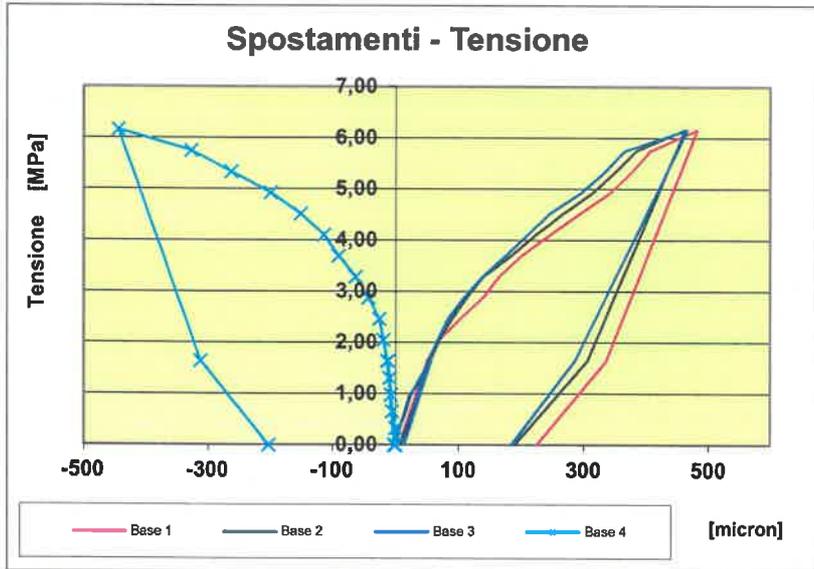
ASTM C1197

MPD1

Ubicazione indagini:	Opera al km 346+034 - spalla lato Gela a 3,80 m da imbocco lato valle						
Tipologia Muraria:	Muratura in pietrame						
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	$Ka=Am/At$	0,915

Foglio 4/6

5 - DIAGRAMMI TENSIONI - DEFORMAZIONI



Lo sperimentatore
per *Ad. Alberto La Placa*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di ricerca e sperimentazione
C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/assetta: 01754820874
P.I.V.A.: 01479620856
Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
e-mail: info@sidercem.it
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO		Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta			
Data accettazione:	15/02/2022			C-DIA-C 9691 05/04/2022			
Data inizio prova:	07/02/2022	Divisione: Diagnostica					
Data fine prova:	07/02/2022	Settore: CND					
Materiale di prova:	muratura	MARTINETTO PIATTO DOPPIO					
ASTM C1197		MPD1					
Ubicazione indagine	Opera al km 346+034 - spalla lato Gela a 3,80 m da imbocco lato valle						
Tipologia Muraria:	Muratura in pietrame						
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	Ka=Am/At	0,915

Foglio 5/6

6 - VALUTAZIONE CARATTERISTICHE MECCANICHE

Altezza da p.c.:	M inf.	2,50	m	(H)
	M sup	1,90	m	(H')

Ora	Ciclo	Fase	Pressioni [bar]	Tensioni [MPa]	Deformazioni rilevate		Modulo di deformabilità E	Modulo di Dilatanza u
					Verticali media e _v	Orizzontali e _h		
14:40	1	post-taglio	0	0,00	0,00E+00	0,00E+00	-	-
14:45	-	carico	4	0,33	3,08E-05	0,00E+00	10651,1	0,00
14:50	-	-	8	0,66	5,00E-05	-1,25E-05	17134,3	0,25
14:55	-	-	12	0,99	6,92E-05	-1,75E-05	17134,3	0,25
15:00	-	-	16	1,31	1,04E-04	-2,25E-05	9383,1	0,22
15:05	2	-	20	1,64	1,38E-04	-3,00E-05	9611,9	0,22
15:10	-	scarico	0	0,00	2,25E-05	-5,00E-06	-	-
15:15	-	carico	20	1,64	1,31E-04	-3,25E-05	15157,3	0,25
15:20	-	-	25	2,05	1,73E-04	-4,75E-05	9852,2	0,28
15:25	-	-	30	2,46	2,31E-04	-6,25E-05	7037,3	0,27
15:30	-	-	35	2,87	3,01E-04	-1,08E-04	5864,4	0,36
15:35	-	-	40	3,28	3,70E-04	-1,58E-04	5935,1	0,43
15:40	-	-	45	3,69	4,68E-04	-2,25E-04	4174,7	0,48
15:45	-	-	50	4,11	5,69E-04	-2,83E-04	4071,2	0,50
15:50	-	-	55	4,52	6,74E-04	-3,75E-04	3909,6	0,56
15:55	-	-	60	4,93	7,96E-04	-4,95E-04	3374,0	0,62
16:00	-	-	65	5,34	8,87E-04	-6,55E-04	4519,4	0,74
16:05	-	-	70	5,75	9,66E-04	-8,18E-04	5185,4	0,85
16:10	-	-	75	6,16	1,18E-03	-1,11E-03	1947,1	0,94
16:15	-	scarico	20	1,64	7,76E-04	-7,80E-04	-	-
16:20	-	-	0	0,00	5,00E-04	-5,05E-04	-	-

Lo sperimentatore
Ing. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di ricerca e sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta

via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)

C.P. 287 - 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422

e-mail: info@sidercem.it

CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

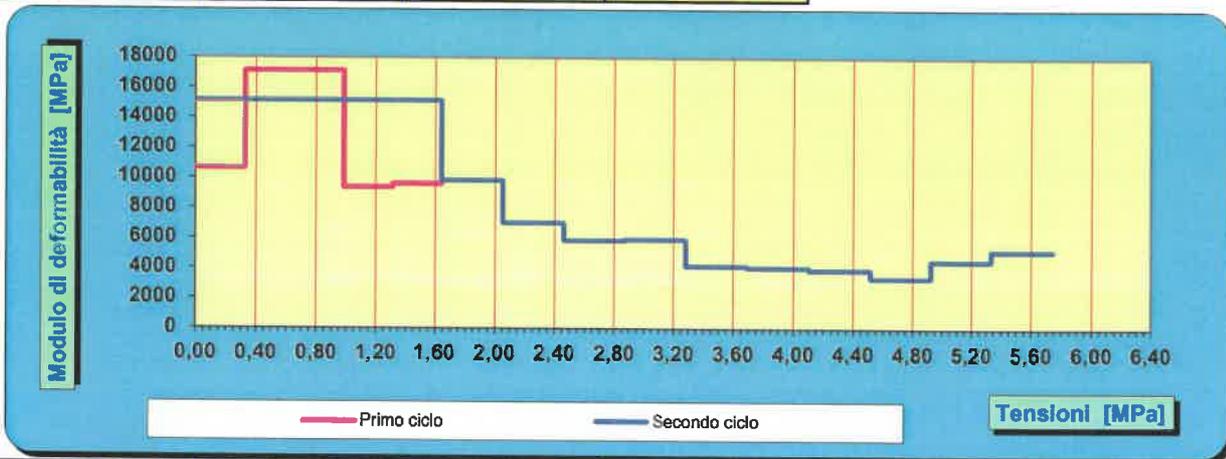
Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO		Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta			
Data accettazione:	15/02/2022			C-DIA-C 9691 05/04/2022			
Data inizio prova:	07/02/2022	Divisione: Diagnostica					
Data fine prova:	07/02/2022	Settore: CND					
Materiale di prova:	muratura						
MARTINETTO PIATTO DOPPIO			MPD1				
ASTM C1197							
Ubicazione indagini:	Opera al km 346+034 - spalla lato Gela a 3,80 m da imbocco lato valle						
Tipologia Muraria:	Muratura in pietrame						
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	Ka=Am/At	0,915

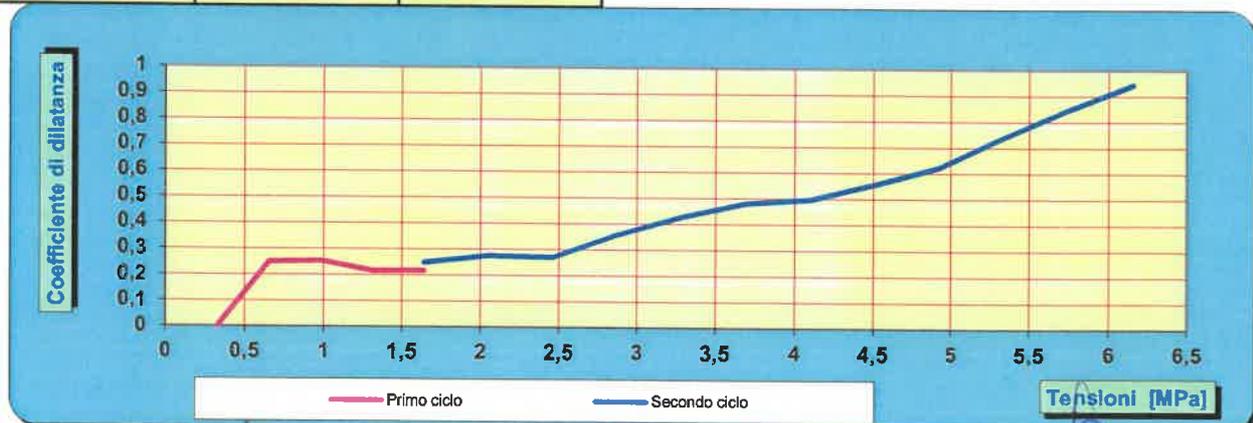
Foglio 6/6

7 - Riepilogo

Pressione di rottura		6,16 MPa		
		Medio	Secante	
Modulo di deformabilità	1° ciclo	15978,7	11870,2	MPa
	2° ciclo	9708,3	9839,1	MPa



Modulo di dilatanza	1° ciclo	0,19
	2° ciclo	0,32



Lo sperimentatore
per *[Signature]* Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. *[Signature]* Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr. C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it

Timbro a secco



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034



Allegato D
Indagini magnetometriche

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874
 P.I.V.A.: 01479620856
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
 e-mail: info@sidercem.it
 CER 1.1.2 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9689	05/04/2022	Divisione: Diagnostica
Data inizio prova:	04/02/2022				Settore: CND
Data fine prova:	07/02/2022				
Materiale di prova:	Acciaio				

Foglio 1/2

Richiedente: ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto
Committente: Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi
Oggetto: Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Le ubicazioni delle prove sono state indicate e sottoscritte dal: **Direttore per l'esecuzione del contratto**
- (2) Le prove sono state eseguite nel periodo compreso tra le date 04/02/2022 e 07/02/2022
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
Pacometro	Ferrosan Hilti PS250	31224/014714003	Sidercem	All'utilizzo	-

CERTIFICATO DI PROVA
 INDAGINE MAGNETOMETRICA
 [BS 1881-204:1998]

Foto n°1 Ubicazione PAC1



Lo Sperimentatore
 dott. ing. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



SIDERCEM
S.r.l.
Istituto di Ricerca e Sperimentazione
C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874
P.I.V.A.: 01479620856
Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
e-mail: info@sidercem.it
CER 1.1.2 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9689	05/04/2022
Data inizio prova:	04/02/2022			
Data fine prova:	07/02/2022		Divisione:	Diagnostica
Materiale di prova:	Acciaio		Settore:	CND

Pagina 2/2

**CERTIFICATO DI PROVA
INDAGINE MAGNETOMETRICA
[BS 1881-204:1998]**

Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC1

Elemento Strutturale:	Ponte al km 346+034 - Arco			
Ubicazione:	a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte			
<p>PAC1</p>				
Staffe	Diametro (*)	Tipo di barra	Copriferro	Passo staffe
	[mm]	(**)	minimo [mm]	[mm]
	nr	nr	nr	-
Barre longitudinali	Diametro (*)	Tipo di barra	Copriferro	
	[mm]	(**)	minimo [mm]	
	nr	nr	nr	
Note:	b: base putrella e: spessore ala h: altezza putrella			

Lo Sperimentatore
per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it



Timbro a secco



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034



Allegato E

Determinazione modulo elastico dinamico

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (R.B)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874
 P.I.V.A.: 01479620856
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
 e-mail: info@sidercem.it
 CER 2.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO C-DIA-C 9690 05/04/2022	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	22/02/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	22/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 1/2

Richiedente: ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

Committente: Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Oggetto: Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) Le prove sono state eseguite in data 22/02/2022 dal personale Sidercem srl
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
APPARECCHIATURA AD ULTRASUONI	MAE	M043424/M043425	Sidercem	All'utilizzo	-
Bilancia:	Ohaus	JA25781	SIDERCEM	gennaio-22	gennaio-23

CERTIFICATO DI PROVA

MODULO ELASTICO DINAMICO DEL CALCESTRUZZO DA ULTRASUONI E CAROTAGGIO

UNI EN 12504 – 4:2005 UNI 9524:1989

Foto 1- Misurazione carota CC3



Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2

Lo Sperimentatore
 dott. ing. Nicola Gruttadauria

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874
 P.I.V.A.: 01479620856
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
 e-mail: info@sidercem.it
 CER 2.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	CERTIFICATO	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		C-DIA-C 9690	Divisione:	Diagnostica	
Data inizio prova:	22/02/2022				Settore:	CND
Data fine prova:	22/02/2022		05/04/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo					

Foglio 2/2

CERTIFICATO DI PROVA

MODULO ELASTICO DINAMICO DEL CALCESTRUZZO DA ULTRASUONI E CAROTAGGIO

UNI EN 12504 – 4:2005 UNI 9524:1989

A- CARATTERISTICHE DELLA PROVA

La tecnica d'analisi si fonda sullo studio della propagazione di impulsi di vibrazione meccanica lungo una serie di traiettorie all'interno dell'elemento strutturale da analizzare. Lo scopo delle prove è:

- Verificare l'omogeneità di un elemento strutturale;
- Valutare qualsiasi mutamento delle proprietà dei materiali a causa di fenomeni di degrado;
- Esaminare i difetti in elementi strutturali (cavità, fessurazioni, strati superficiali danneggiati, ...).
- Stimare l'ordine di grandezza le proprietà meccaniche dei materiali utilizzati.

B-STIMA DEL MODULO ELASTICO DINAMICO

Le velocità cui ci si riferisce, relative alle onde P (onde longitudinali primarie o di pressione), sono state determinate, calcolando il rapporto tra la distanza tra le sonde (pari nel caso specifico all'altezza della carota) ed il tempo di transito rilevato. Essa dipende dalle caratteristiche elastomeccaniche e dinamiche del mezzo (modulo di elasticità E_d , modulo di Poisson ν , e dalla sua densità ρ), secondo la seguente relazione, valida per mezzi omogenei e isotropi:

$$v_p = \sqrt{\frac{E \cdot (1 - \nu)}{\rho \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}} \Rightarrow E = \frac{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} \cdot \rho v_p^2$$

Il presente certificato restituisce, sulla base delle misure eseguite, una stima del modulo elastico dinamico secondo la relazione sopra esposta, al variare del Coeff. di Poisson ν secondo valori compresi tra 0,00 ($E = \nu^2$ ipotesi di calcestruzzo fessurato) e 0,20.

Tabella 1.a - Risultati delle prove di laboratorio sui provini ricavati dai campioni prelevati in cantiere.

Sigla	Parte d'opera	Localizzazione	PARAMETRI FISICI				Modulo elastico dinamico E_d al variare del coeff. di Poisson			
			T	Vus	Mv	D	u=0	u=0,1	u=0,15	u=0,2
			[ms]	[m/s]	[kg/m ³]	[mm]				
CC1	Ponte al km 346+034 - Arco	a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte	46,8	4182	2265	195,7	39604	38724	37507	35644
CC2	Ponte al km 346+034 - Arco	chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte	49,5	3976	2148	196,8	33957	33202	32159	30561
CC3	Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone	a 1,00 m da estradosso cordolo, a 0,70 m da muro d'ala, lato monte	53,0	3715	2201	196,9	30383	29708	28774	27344

Legenda:

T: Tempo propagazione degli ultrasuoni [ms]; Vus: Velocità ultrasonica [m/s]; D: Distanza tra le sonde [mm];

*Nota: Misura eseguita sui provini da sottoporre a prova di compressione

Il Responsabile di Cantiere
 dott. ing. Nicola Gruttadauria

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it

Timbro a secco



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034



Allegato F

Determinazione massa volumica e resistenza a compressione

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874
 P.I.V.A.: 01479620856
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
 e-mail: info@sidercem.it
 CER 2.2.1 EDIZ. 2
 REV 2 del 21/03/2018

Timbro a secco

Prot. N° 77798	CERTIFICATO	Emesso il :	Luogo emissione:
Data accettazione: 15/02/2022			SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta
Data prova: Vedi colonna data rottura			Laboratorio autorizzato: D.M. prot. 0000011 del 13/02/2020
Materiali: Carote di calcestruzzo			Divisione L. 1086/71 - Circ. 7617/STC
	615332	07/04/2022	Settore Calcestruzzi

Foglio 1 / 1

Richiedente: ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore dell'esecuzione del Contratto

Committente: Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

Referente di contratto: ing. Francesco Sacchi

Oggetto: Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscampa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

(1) La provenienza e le caratteristiche del prelievo sono dichiarate e sottoscritte dal Direttore dell'esecuzione del Contratto

(2) I prelievi sono stati eseguiti in data 07/02/2022

(3) I provini sono stati ricavati in laboratorio dai campioni consegnati dal Personale Sidercem

(4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 7617/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale:

Attrezzatura Impiegata	Matricola	Ente	Taratura		
			Data Verifica	Scadenza	
Pressa / Macchina:	Controls	15006326	UNIVERSITA' DI ENNA	15/01/22	31/01/23
Bilancia:	Ohaus	JA25781	SIDERCER	15/01/22	31/01/23
Calibro:	A corsoio	CAL 1119	SIDERCER	15/01/22	31/01/23

CERTIFICATO DI PROVA

PROVA di COMPRESIONE e MASSA VOLUMICA

DM 17/01/2018 - UNI EN 12504-1 - UNI EN 12390-3 - UNI EN 12390-7

CARATTERISTICHE DEL PRELIEVO				CARATTERISTICHE MECCANICHE E FISICHE								NOTE		
Data Prelievo	Data rottura	Sigla	Ubicazione	D _{agg}	P	Mv (**)	d	h	A	F	f _c			
				[mm]	[g]	[kg/m ³]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[kN]	[MPa]			
07/02/2022	22/02/2022	CC1	Caltagirone - Gela- Ponte al km 346+034 - Arco - a 0,55 m da imposta arco, a 3,10 m da imbocco lato monte	33,2	3076	2260	94,0	195,7	6940	226,7	32,7	S	R	a
07/02/2022	22/02/2022	CC2	Caltagirone - Gela- Ponte al km 346+034 - Arco - chiave in asse, a 2,70 m da imbocco lato monte	29,9	2934	2150	94,0	196,8	6940	143,4	20,7	S	R	a
07/02/2022	22/02/2022	CC3	Caltagirone - Gela- Ponte al km 346+034 - Spalla lato Caltagirone - a 1,00 m da estradosso cordolo, a 0,70 m da muro d'ala, lato monte	35,2	3008	2200	94,0	196,9	6940	132,1	19,1	S	R	a

Legenda : D_{agg}= Diametro massimo aggregato; P: peso del campione; Mv: Massa volumica; d: diametro del provino; h: altezza del provino; F: carico totale; f_c: resistenza a compressione;

Tipo di rottura : S = soddisfacente; A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K = non soddisfacente ai sensi della UNI EN 12390-3;

R: Provino rettificato mediante molatura; N.R.: Provino che non necessita di rettifica: "come ricevuto";

[a] Vuoti su superficie appoggio; [b] Lesioni visibili all'interno del provino; [c] Vespai visibili all'interno del provino; [d] Barre all'interno del provino;

(**) Condizioni del provino al momento della prova "come ricevuto" e metodo per la determinazione del volume "misurazione dei lati";

Lo Sperimentatore
 ing. Calogero Puleo

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da un foglio vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it

Timbro a secco



Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

Committente: Italferr S.p.A.
Direttore Esecuzione Contratto: ing. Stefano Ballerini
Referente di Contratto: ing. Francesco Sacchi

Ponticello al km 346+034



Allegato G

Documentazione fotografica

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5055	A	07/02/2022	07/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

G - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1 - Vista panoramica dell'opera



Foto 2 - Tipologia di muratura



Foto 3 - Estrazione microcarota C1

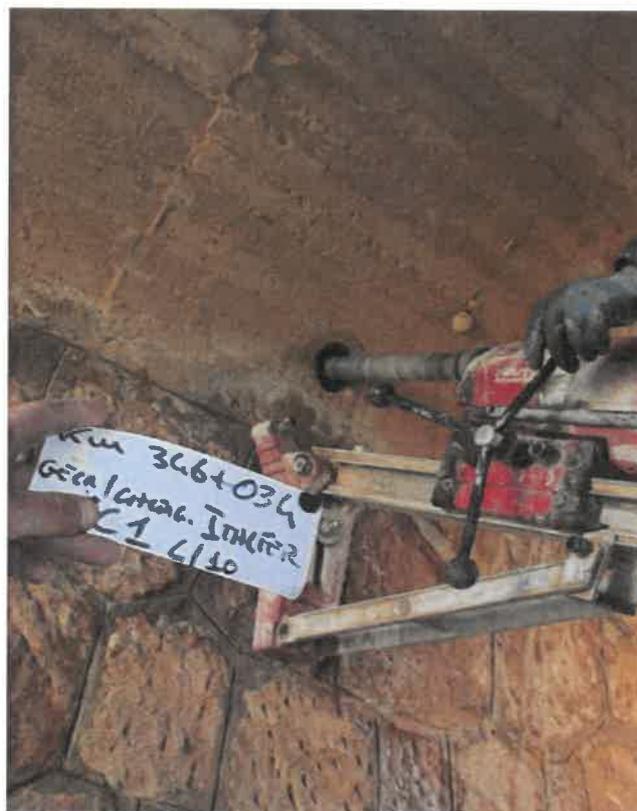


Foto 4 - Estrazione microcarota C2

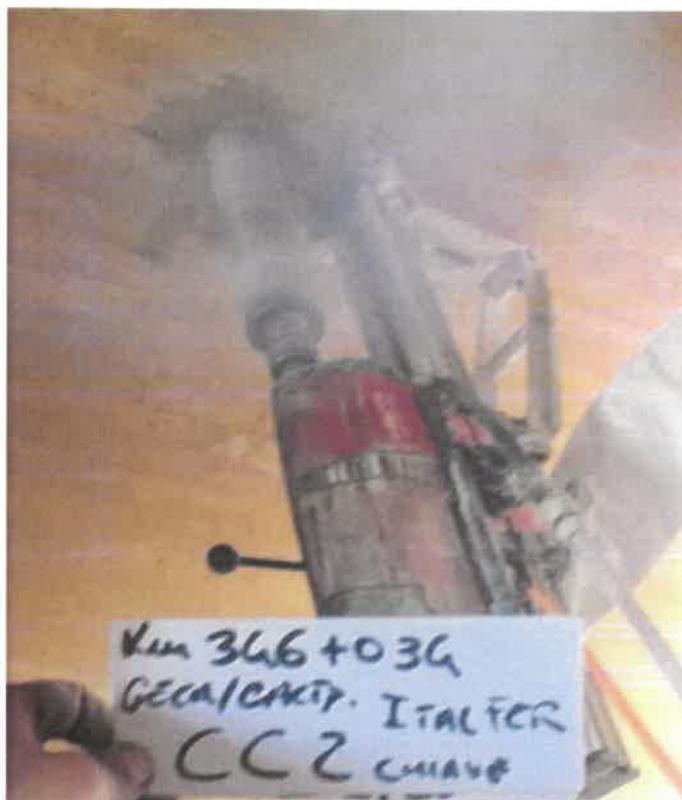


Foto 5 - Estrazione microcarota C4



Foto 6 - Estrazione microcarota C4bis



Foto 7 - Estrazione microcarota C6



Foto 8 - Estrazione microcarota C7

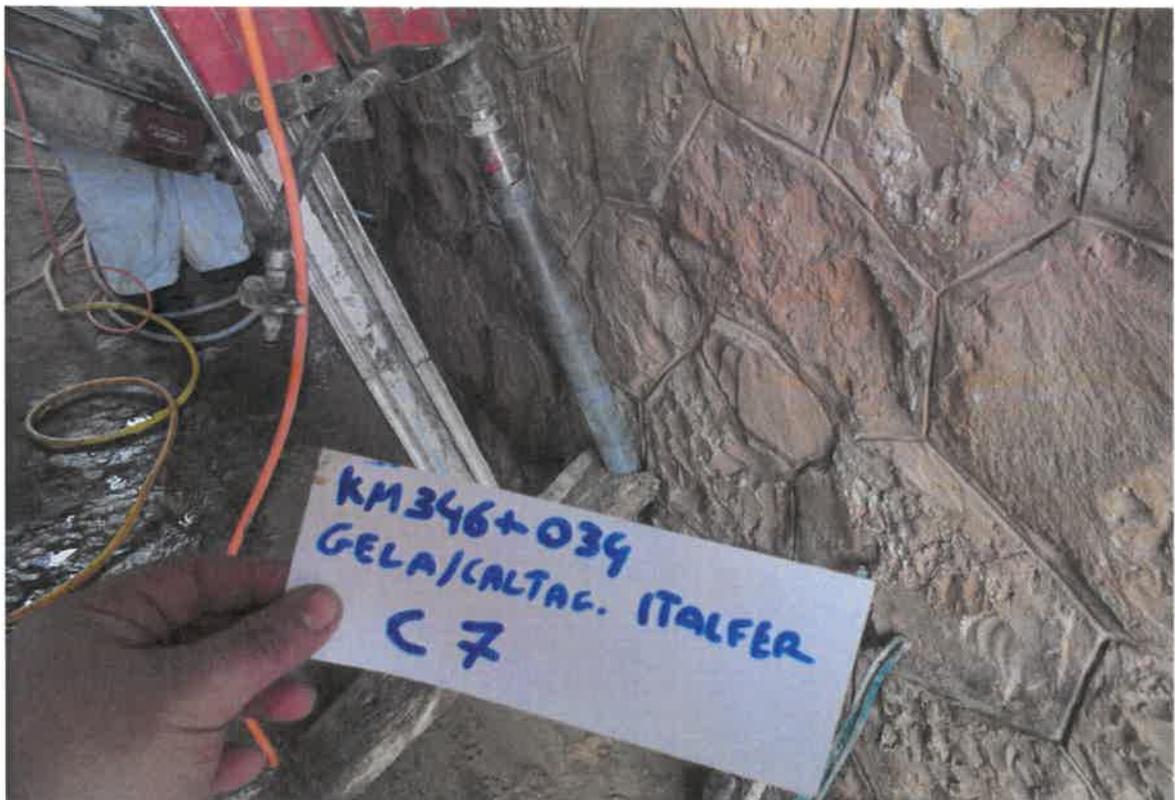


Foto 9 - Estrazione microcarota C8

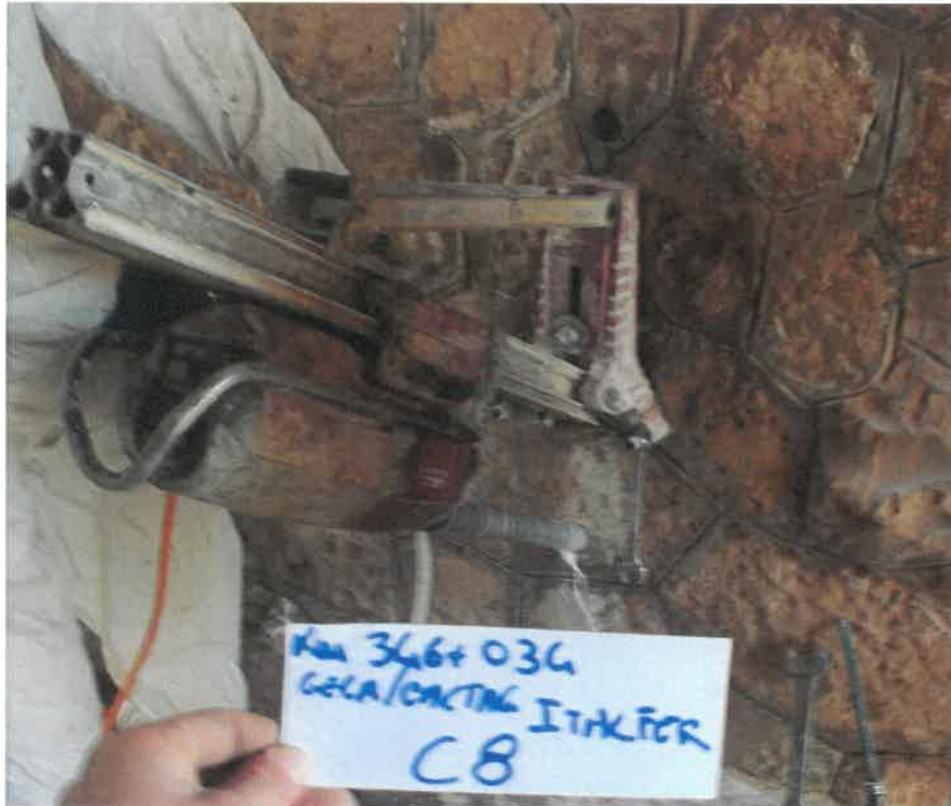


Foto 10 - Esecuzione taglio MPD1

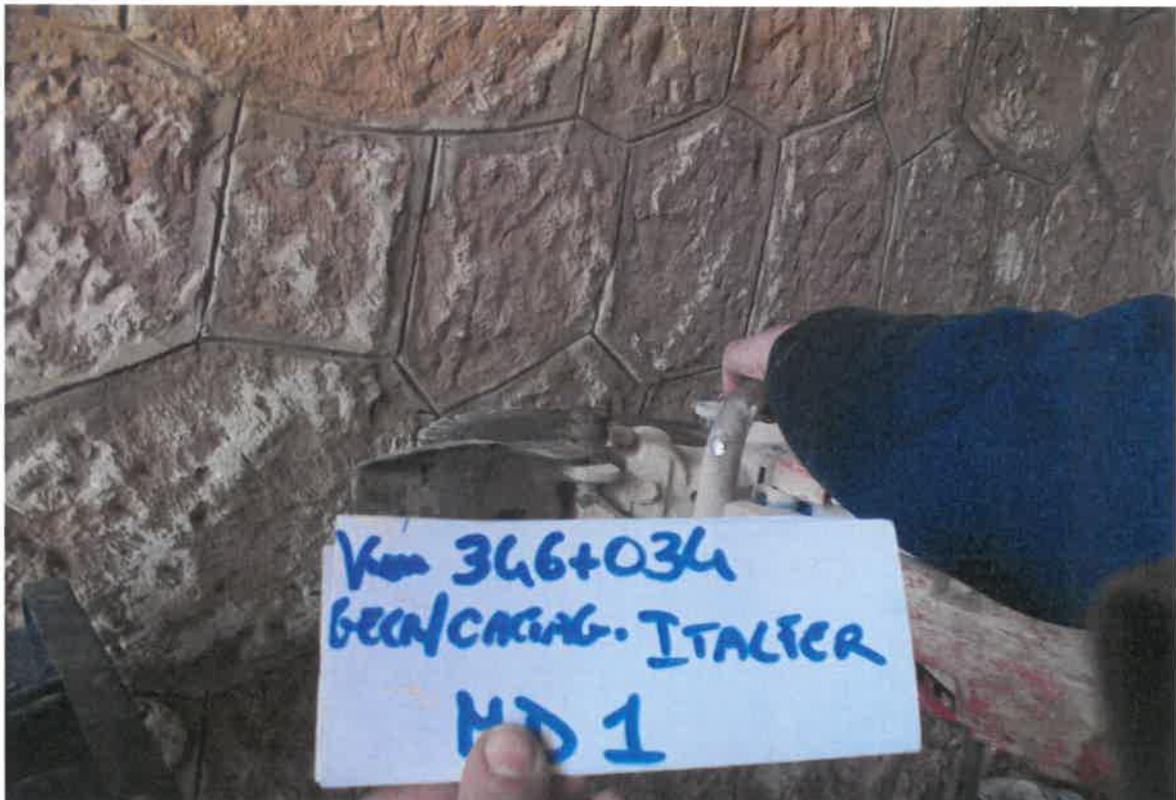


Foto 11 - Lettura derformazione MPD1



Foto 12 - Estrazione carota CC1



G - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 13 - Arco in cls - Presenza di lesioni longitudinali e trasversali



Foto 14 - Spalla ponte - Presenza di lesioni verticali

