

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 – IN03 – Ponticello al km 338+684

SCALA:

-

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

RS6K 00 R 78 PR IN0300 001 A

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

File: RS6K00R78PRIN0300001A.doc

n. Elab.:

ITALFERR SpA
Gruppo Ferrovie dello Stato
Mag. 2022
Divisione Tecnica
S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Codice degli Ingegneri Roma n. 231/232



P.I.V.A.: 01479620856

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

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Timbro a secco

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

Ponte ad arco al km 338+684

Indagini strutturali



Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emisione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Opera

Ponte ad arco al km 338+684



UTM ED50 - Fuso 33 S

447449.00 m E - 4109444.00 m N

Rev. A
 Data: 16/02/2022


 Rapporto Finale
 INDAGINI STRUTTURALI

Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Denominazione opera:	<i>Ponte ad arco al km 338+684</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>338+684</i>
Comune:	<i>Niscemi (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.2.e Pompa idraulica manuale	11
A.2.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	

	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: 16/02/2022	Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI	

PREMESSA

Nella giornata del 19 gennaio 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:

Ponte ad arco al km 338+684

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

Indagini sulle Strutture

- ✓ n. 7 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. 1 orizzontali, eseguiti in corrispondenza della spalla lato Caltagirone;
 - ✓ 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 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte
C2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte
C3	Ponte al km 338+684 - Timpano faccia lato valle - a 0,55 m da muro d'ala lato Gela, in linea col fine arco
C4	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 2,60 m da imposta d'arco, a 2,70 m da imbocco lato valle
C6	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 3,10 m da imposta d'arco, a 2,10 m da imbocco lato monte
C7	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 3,10 m da imposta d'arco, a 2,10 m da imbocco lato monte
C8	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 2,60 m da imposta d'arco, a 2,70 m da imbocco lato valle
CC1	Ponte al km 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte
CC2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte
CC3	Ponte al km 338+684 - Arco faccia lato monte - a 0,60 m da estradosso, a 0,30 m da spalla lato Gela
MPD1	Opera al km 338+684 - spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco 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°7 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 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte	850
C2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte	720
C3	Ponte al km 338+684 - Timpano faccia lato valle - a 0,55 m da muro d'ala lato Gela, in linea col fine arco	900
C4	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 2,60 m da imposta d'arco, a 2,70 m da imbocco lato valle	2050
C6	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 3,10 m da imposta d'arco, a 2,10 m da imbocco lato monte	2400
C7	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 3,10 m da imposta d'arco, a 2,10 m da imbocco lato monte	2500
C8	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 2,60 m da imposta d'arco, a 2,70 m da imbocco lato valle	3300

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 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte	350
CC2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte	320
CC3	Ponte al km 338+684 - Arco faccia lato monte - a 0,60 m da estradosso, a 0,30 m da spalla lato Gela	330

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 CC3



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 rigidità 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

	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: 16/02/2022	Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI	

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 adoperava 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.

 <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANO</small>	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: 16/02/2022	Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI	

A.2.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.2.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;

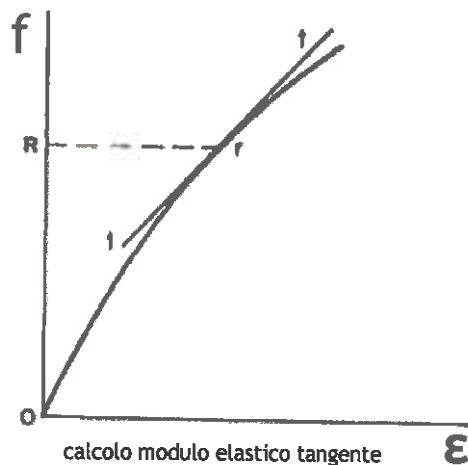
k_a = rapporto tra l'area misurata del martinetto e l'area media del taglio;

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:

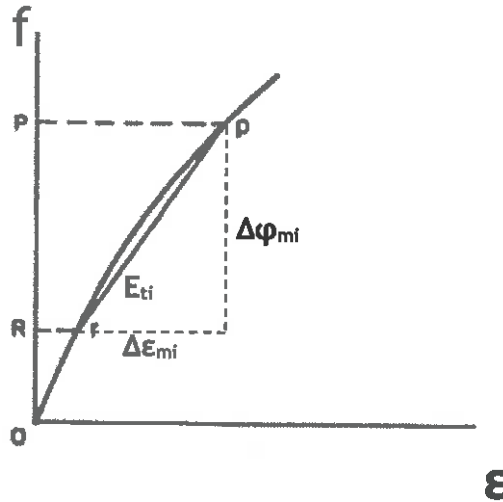
E_{ti} = Modulo Elastico tangente;

δf_{mi} = Incremento di sforzo;

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

	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: 16/02/2022	Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI	

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 - martinetti 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 (*Figura A.2.i.a - Esecuzione del taglio ed inserimento dei martinetti*).

Le basi di misura sono disposte in maniera da consentire la misura delle deformazioni assiali e trasversali (*Figura A.2.i.b - 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.2.i.a- Sequenza -Fasi di Prova

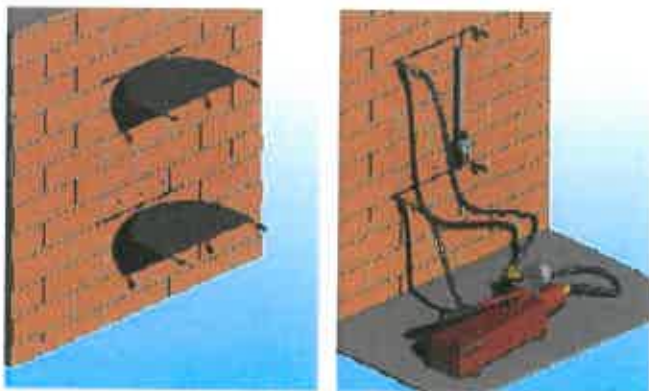
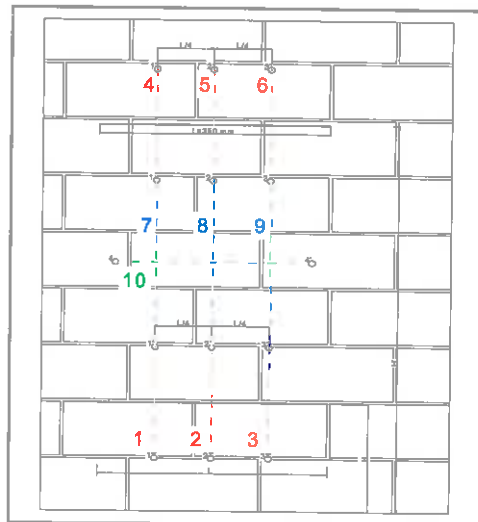


Figura A.2.i.b - Disposizione basi di misura



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.2.i.c - 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 spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco lato monte
	[MPa]		[MPa]	
MPD1	5371,9	0,21	4,52	

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 ferrosan 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.44.a - Riepilogo ubicazioni e risultati indagini magnetometriche

Sigla	Ubicazione
PAC1	Ponte al km 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 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 dei coeff. di Poisson			
		u=0	u=0,1	u=0,15	u=0,2
CC1	Ponte al km 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte	29285	28635	27735	26357
CC2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte	24529	23983	23230	22076
CC3	Ponte al km 338+684 - Arco faccia lato monte - a 0,60 m da estradosso, a 0,30 m da spalla lato Gela	24154	23617	22875	21739

		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: 16/02/2022	Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI		

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;
- ⇒ rettilinearità 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 _{egg} [mm]	P [g]	M _v (**) [kg/m ³]	d [mm]	h [mm]	A [mm ²]	F [kN]	f _c [MPa]
CC1	Ponte al km 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte	78,4	2876	2240	93,4	187,2	6851	96,3	14,1
CC2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte	49,8	2728	2150	93,4	185,0	6851	63,6	9,3
CC3	Ponte al km 338+684 - Arco faccia lato monte - a 0,60 m da estradosso, a 0,30 m da spalla lato Gela	51,0	2798	2230	93,4	183,5	6851	92,2	13,5

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



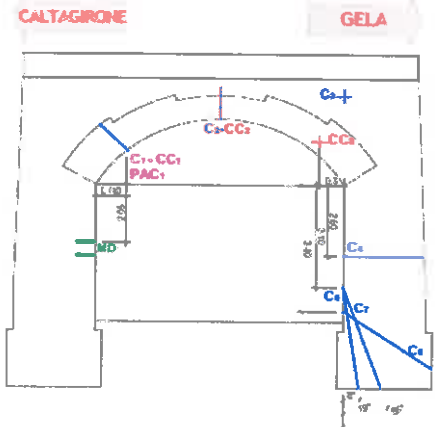
Timbro a secco



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

Ponte ad arco al km 338+684

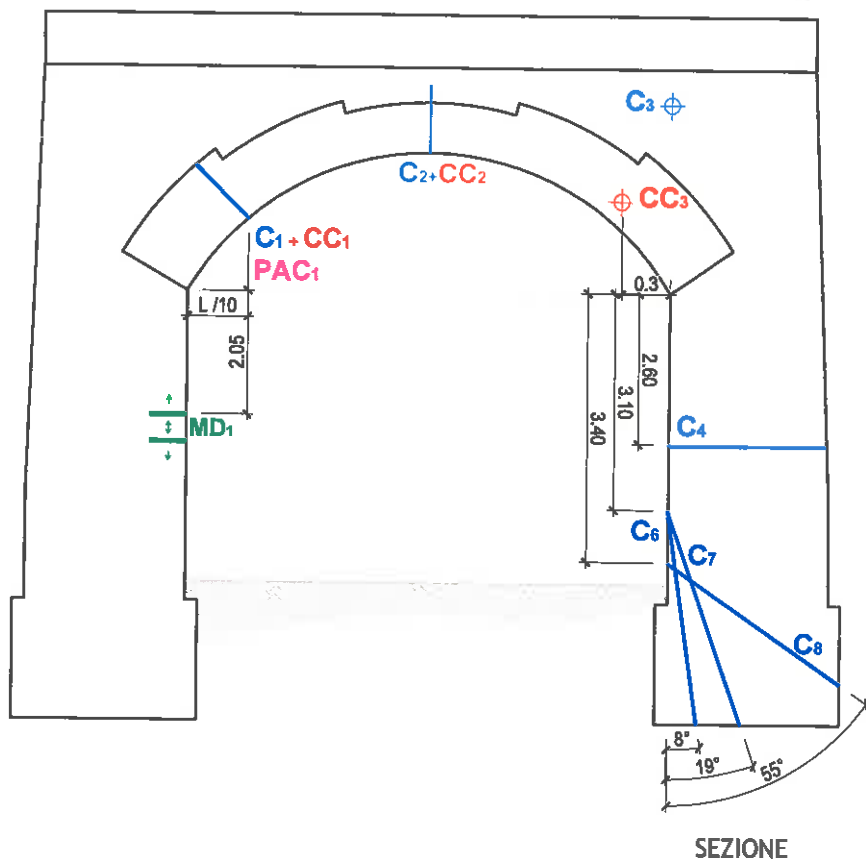


Allegato A
Schema ubicazione indagini

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	dott. Ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

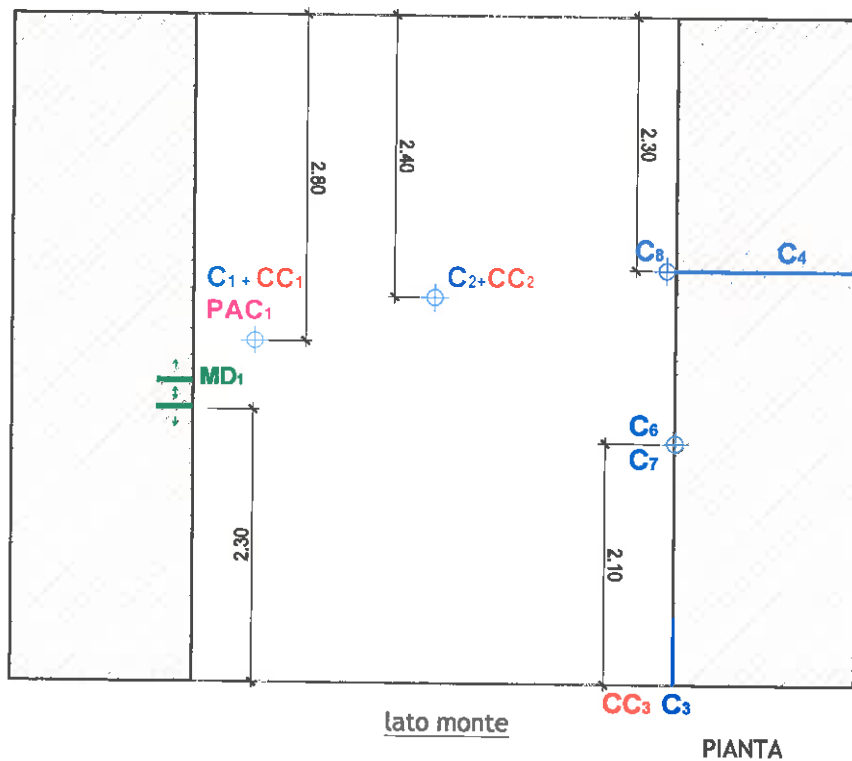
CALTAGIRONE

GELA



SEZIONE

lato valle



PIANTA E SEZIONE PONTE AD ARCO
 al km 338+684
 Ubicazione Prove eseguite

Legenda:

- CCx Prelievo di carote di calcestruzzo
- PACx Indagine pacometrica
- Cx Microcarotaggio
- MDx Martinetto doppio



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

Ponte ad arco al km 338+684



Allegato B
Stratigrafie microcarotaggi

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9417 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 1/8

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
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

Oggetto:

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) I prelievi sono stati eseguiti in data 19/01/2022 dal personale Sidercem srl
- (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
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. Ind. *Alberto La Placa*

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena



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 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO C-DIA-C 9417 14/02/2022	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	21/01/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 2/8

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

Tabella 1 Colonna stratigrafica carota C1

Data prelievo:		25/01/22				
Sigla	Ubicazione					
C1	Ponte al km 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 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		
78	Calcestruzzo	Buono		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra		
85	Terra	Scarso				



Lo sperimentatore
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

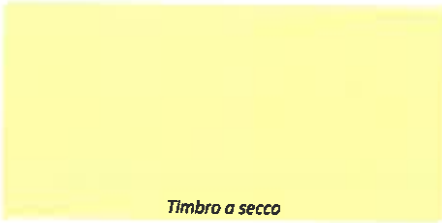


Istituto di Ricerca e Sperimentazione

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 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCem s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9417 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 3/8

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

Tabella 2 Colonna stratigrafica carota C2

Data prelievo:		25/01/22				
Sigla	Ubicazione					
C2	Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte					
	NOTE carotaggio d100 per i primi 32 cm per prelievo campione da sottoporre a prova di compressione			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note	
60	Calcestruzzo		Buono		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
72	Terra		Scarso			



Lo sperimentatore
per. Ind. Alberto La Plata

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9417 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

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

Tabella 3 Colonna stratigrafica carota C3

Data prelievo:		25/01/22			
Sigla	Ubicazione				
C3	Ponte al km 338+684 - Timpano faccia lato valle - a 0,55 m da muro d'ala lato Gela, in linea col fine arco				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
80	Muratura	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
90	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
 per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9417 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 5/8

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

Tabella 4 Colonna stratigrafica carota C4

Data prelievo:		25/01/22			
Sigla	Ubicazione				
C4	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 2,60 m da imposta d'arco, a 2,70 m da imbocco lato valle				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
215	Muratura	Scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
240	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9417 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 6/8

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

Tabella 5 Colonna stratigrafica carota C6

Data prelievo:		25/01/22				
Sigla	Ubicazione					
C6	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 3,10 m da imposta d'arco, a 2,10 m da imbocco lato monte					
	NOTE inclinazione 8°			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note		
60	Muratura	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra		
240	Calcestruzzo	Discreto				
250	Terra	Molto scarso				



Lo sperimentatore
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCÉM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9417 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 7/8

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

Tabella 6 Colonna stratigrafica carota C7

Data prelievo:		25/01/22				
Sigla	Ubicazione					
C7	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 3,10 m da imposta d'arco, a 2,10 m da imbocco lato monte					
	NOTE inclinazione 19°			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note		
85	Muratura	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra		
250	Calcestruzzo	Discreto				
260	Terra	Scarso				



Lo sperimentatore
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena


Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO C-DIA-C 9417 14/02/2022	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	21/01/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 8/8

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

Tabella 7 Colonna stratigrafica carota C8

Data prelievo:		25/01/22				
Sigla	Ubicazione					
C8	Ponte al km 338+684 - Spalla lato Gela - a 2,60 m da imposta d'arco, a 2,70 m da imbocco lato valle					
	NOTE inclinazione 55°			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note		
130	Muratura	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra		
315	Calcestruzzo	Scarso				
330	Terra	Molto scarso				
						

Lo sperimentatore
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8
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

Ponte ad arco al km 338+684



Allegato C

Prove con martinetto piatto doppio

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	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

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione	21/01/2022		C-DIA-C 9420 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
Materiale di provi:	muratura				

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 19/01/2022 dal personale Sidercem srl
- (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	
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-21	dicembre-22
MANOMETRO	ALLEMANO 100 bar	20191106010	Sidercem	dicembre-21	aprile-22

CERTIFICATO DI PROVA
Martinetto piatto doppio
(ASTM C1197)

Foto 1 Esecuzione primo taglio



Lo sperimentatore
 per .ind. Alberto La Placa

Foto 2 Lettura deformazioni



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.



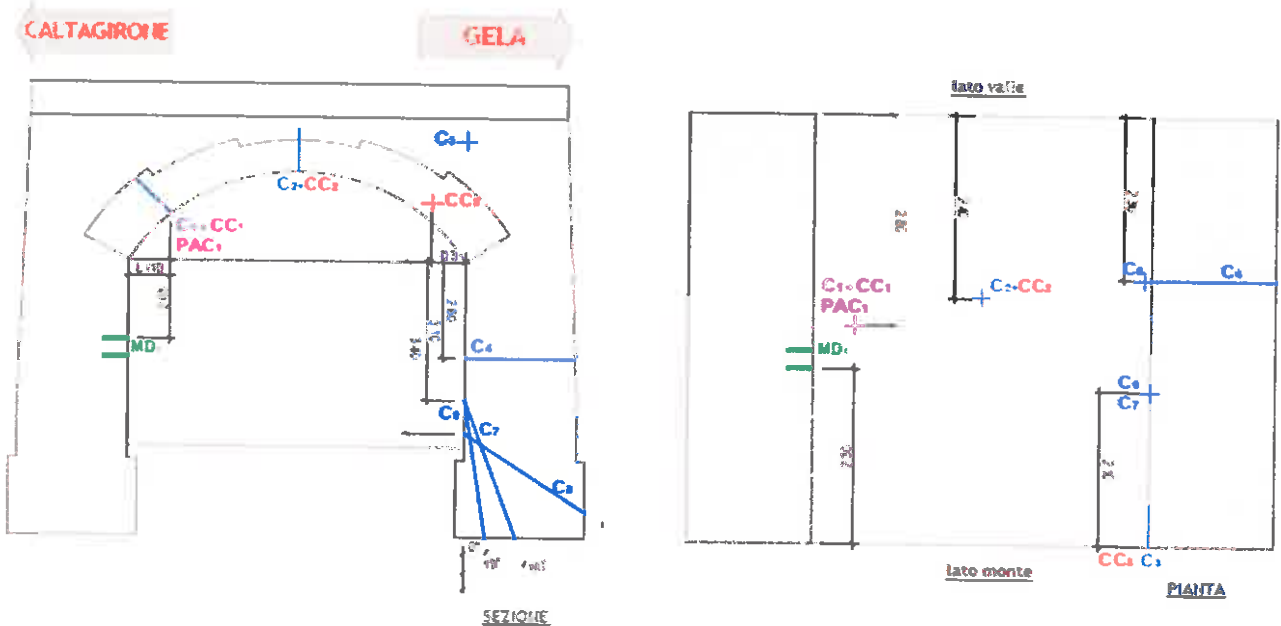
Laboratorio di Caltanissetta
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422
 e-mail: info@sidercem.it
 CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO			Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione	21/01/2022				C-DIA-C 9420 14/02/2022		Divisione:
Data inizio prova:	19/01/2022	Settore:	CND				
Data fine prova:	19/01/2022	PROVA CON MARTINETTO PIATTO DOPPIO					
Materiale di prov:	muratura						ASTM C1197
Ubicazione prova:		Opera al km 338+684 - spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco lato monte					
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
 per .ind. 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 5008	CERTIFICATO				Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta							
Data accettazione:	21/01/2022					C-DIA-C 9420 14/02/2022				Divisione: Diagnostica			
Data inizio prova:	19/01/2022									Settore: CND			
Data fine prova:	19/01/2022												
Materiale di prova:	muratura												
MARTINETTO PIATTO DOPPIO						MPD1							
ASTM C1197													
Ubicazione indagini	Opera al km 338+684 - spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco lato monte												
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.	2,60	m	(H)
	M sup	2,05	m	(H')

Ora	ciclo	Fase	Pressioni [bar]	Tensioni [MPa]	Deformazioni rilevate							
					Base 1		Base 2		Base 3		Base 4	
[hh:mm]					m	e [10 ⁻⁵]	m	e [10 ⁻⁵]	m	e [10 ⁻⁵]	m	e [10 ⁻⁵]
12:00	1	post-taglio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
12:05	-	carico	5	0,41	10	2,50	20	5,00	20	5,00	-3	-0,75
12:10	-	-	10	0,82	32	8,00	40	10,00	42	10,50	-7	-1,75
12:15	-	-	15	1,23	44	11,00	60	15,00	66	16,50	-10	-2,50
12:20	-	scarico	0	0,00	-4	-1,00	0	0,00	-2	-0,50	-2	-0,50
12:25	2	carico	15	1,23	46	11,50	58	14,50	60	15,00	-10	-2,50
12:30	-	-	20	1,64	58	14,50	90	22,50	88	22,00	-13	-3,25
12:35	-	-	25	2,05	80	20,00	118	29,50	120	30,00	-16	-4,00
12:40	-	-	30	2,46	106	26,50	154	38,50	160	40,00	-25	-6,25
12:45	-	-	35	2,87	138	34,50	194	48,50	206	51,50	-38	-9,50
12:50	-	-	40	3,28	166	41,50	240	60,00	258	64,50	-55	-13,75
12:55	-	-	45	3,69	186	46,50	298	74,50	330	82,50	-72	-18,00
13:00	-	-	50	4,11	246	61,50	374	93,50	420	105,00	-95	-23,75
13:05	-	-	55	4,52	296	74,00	490	122,50	530	132,50	-130	-32,50
13:10	-	scarico	15	1,23	146	36,50	270	67,50	280	70,00	-65	-16,25
13:15	-	-	0	0,00	86	21,50	230	57,50	208	52,00	-35	-8,75

Nota: allungamento delle basi di misura da 45 a 50 bar imputabile a rottura della muratura

Lo sperimentatore
per ind. Alberto La Placa

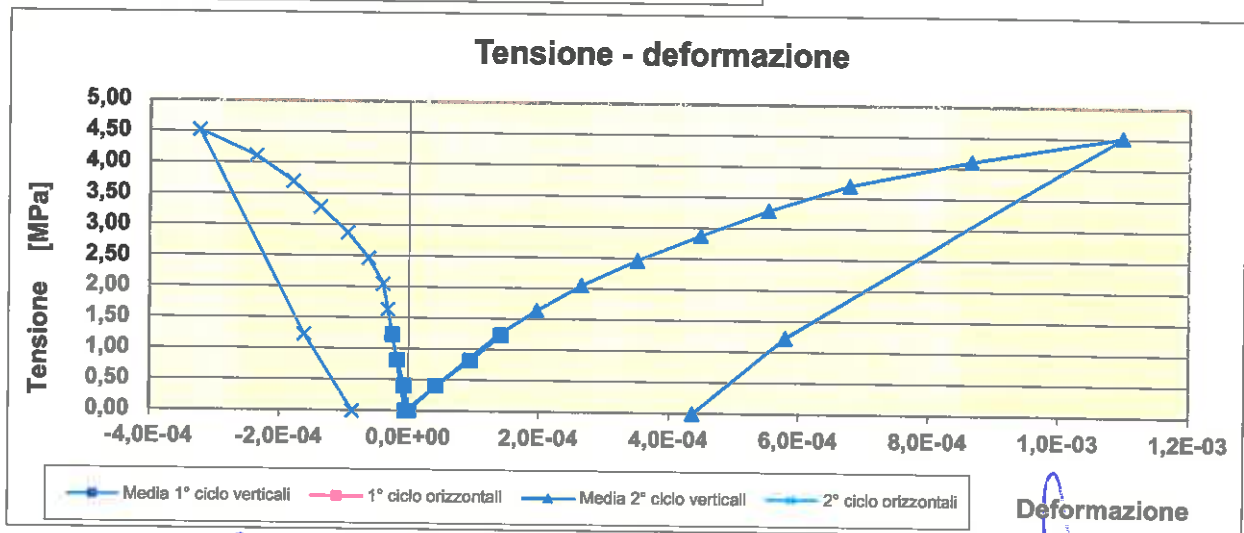
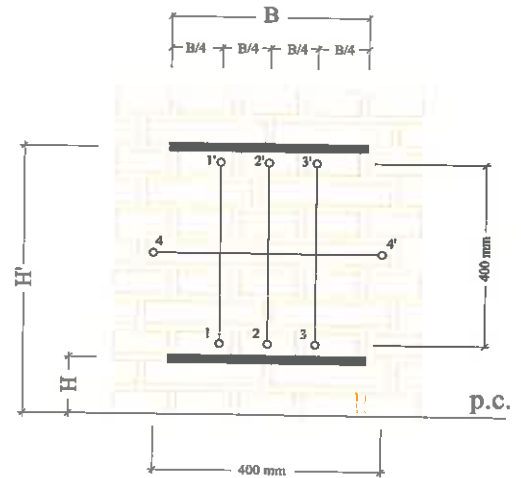
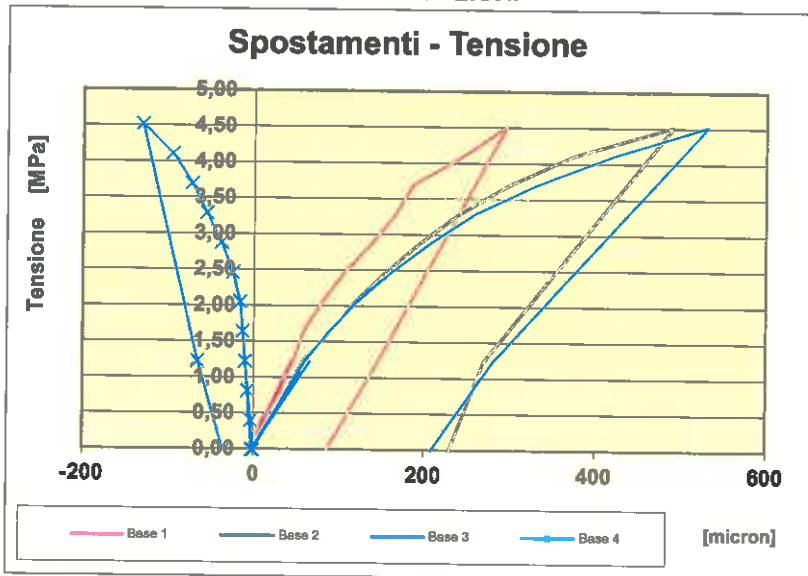
Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

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

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO				Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta			
Data accettazione:	21/01/2022					C-DIA-C 9420 14/02/2022			
Data inizio prova:	19/01/2022	MARTINETTO PIATTO DOPPIO							
Data fine prova:	19/01/2022					ASTM C1197			
Materiale di prova:	muratura	MARTINETTO PIATTO DOPPIO							
						ASTM C1197			
Ubicazione indagini:	Opera al km 338+684 - spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco lato monte								
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 .ind. *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 5008	CERTIFICATO				Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022					C-DIA-C 9420 14/02/2022		
Data inizio prova:	19/01/2022	Settore: CND						
Data fine prova:	19/01/2022				MARTINETTO PIATTO DOPPIO			MPD1
Materiale di prova:	muratura	ASTM C1197						
Ubicazione indagini: Opera al km 338+684 - spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco lato monte								
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.	2,60	m	(H)
	M sup	2,05	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		
[hh:mm]								
12:00	1	post-taglio	0	0,00	0,00E+00	0,00E+00	-	-
12:05	-	carico	5	0,41	4,17E-05	-7,50E-06	9852,2	0,18
12:10	-	-	10	0,82	9,50E-05	-1,75E-05	7697,1	0,18
12:15	-	-	15	1,23	1,42E-04	-2,50E-05	8796,6	0,18
12:20	-	scarico	0	0,00	-5,00E-06	-5,00E-06	-	-
12:25	2	carico	15	1,23	1,37E-04	-2,50E-05	8693,1	0,18
12:30	-	-	20	1,64	1,97E-04	-3,25E-05	6841,8	0,17
12:35	-	-	25	2,05	2,65E-04	-4,00E-05	6007,5	0,15
12:40	-	-	30	2,46	3,50E-04	-6,25E-05	4829,5	0,18
12:45	-	-	35	2,87	4,48E-04	-9,50E-05	4174,7	0,21
12:50	-	-	40	3,28	5,53E-04	-1,38E-04	3909,6	0,25
12:55	-	-	45	3,69	6,78E-04	-1,80E-04	3284,1	0,27
13:00	-	-	50	4,11	8,67E-04	-2,38E-04	2179,7	0,27
13:05	-	-	55	4,52	1,10E-03	-3,25E-04	1784,8	0,30
13:10	-	scarico	15	1,23	5,80E-04	-1,63E-04	-	-
13:15	-	-	0	0,00	4,37E-04	-8,75E-05	-	-

Lo sperimentatore
per .ind. 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

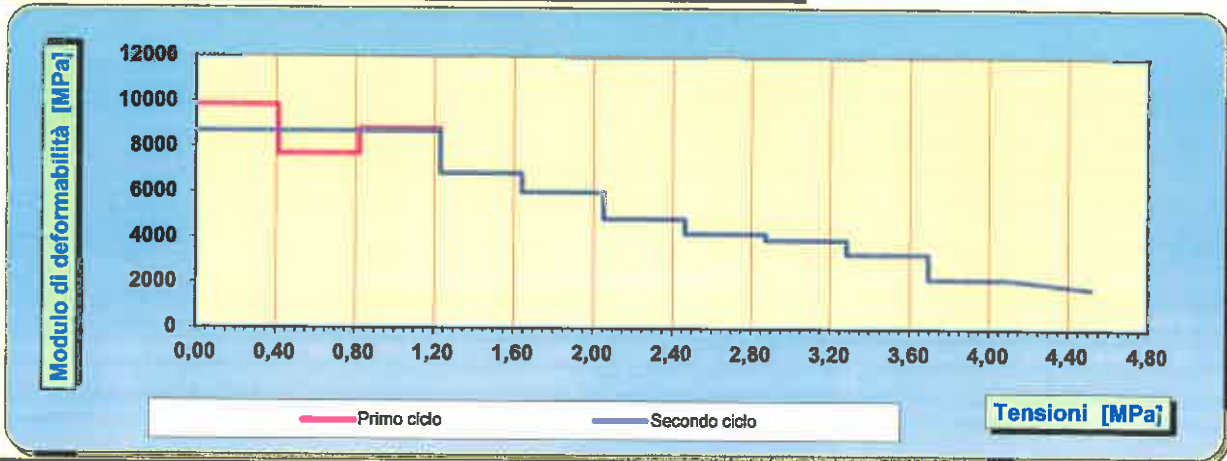
Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO				Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	21/01/2022					C-DIA-C 9420	
Data inizio prova:	19/01/2022	MARTINETTO PIATTO DOPPIO					
Data fine prova:	19/01/2022						
Materiale di prova:	muratura		MPD1				
Ubicazione indagini: Opera al km 338+684 - spalla lato Caltagirone a 2,30 m da imbocco lato monte							
Tipologia Muraria: Muratura in pietrame							
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	Ka=Am/At	0,915

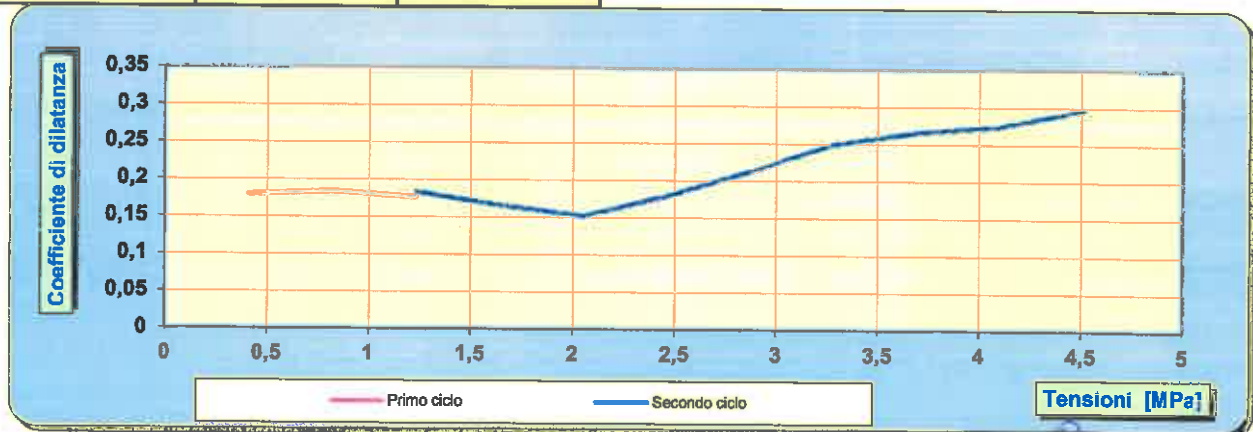
Foglio 6/6

7 - Riepilogo

Pressione di rottura	4,52 MPa		
	Medio	Secante	
Modulo di deformabilità	1° ciclo	8782,0	8396,8
	2° ciclo	5371,9	7887,5
			MPa MPa



Modulo di dilatanza	1° ciclo	0,18
	2° ciclo	0,21



Lo sperimentatore
per .ind. 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.



s.r.l.

P.I.V.A.: 01479620856

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

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Timbro a secco

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

Ponte ad arco al km 338+684



Allegato D
Indagini magnetometriche

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	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 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9418 14/02/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022				
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 in data **19/01/2022**
- (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
Pacometro	Ferrosan Hilti P5250	31224/014714003	Sidercem	All'utilizzo	

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

Foto n°1 Ubicazione PAC1



Lo Sperimentatore
 per. Ind. *Alberto La Placa*

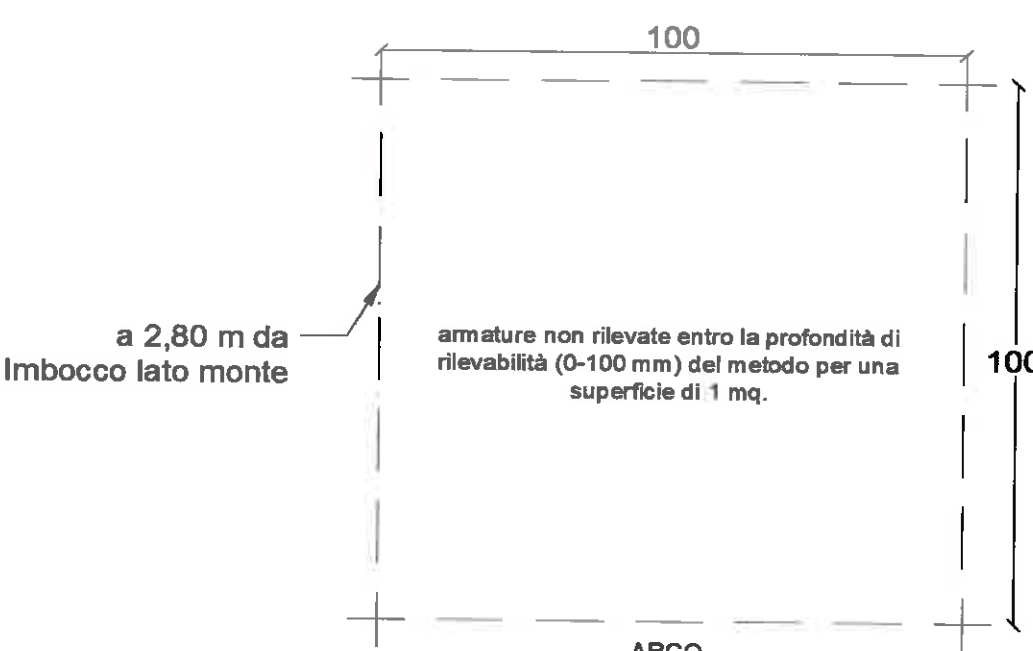
Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. *Vincenzo Arena*

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

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO C-DIA-C 9418 14/02/2022	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	21/01/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	19/01/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	19/01/2022			
Materiale di prova:	Acciaio			

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

Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC1

Elemento strutturale:	Ponte al km 338+684 - Arco			
Ubicazione:	a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte			
PAC1				
				
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



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:

Direttore Esecuzione Contratto:

Referente di Contratto:

Italferr S.p.A.

ing. Stefano Ballerini

ing. Francesco Sacchi

Ponte ad arco al km 338+684



Allegato E

Determinazione modulo elastico dinamico

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



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 2.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5008	CERTIFICATO C-DIA-C 9419 14/02/2022	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	21/01/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	11/02/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	11/02/2022			
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 11/02/2022 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	LBG	25	Sidercem	All'utilizzo	-
Bilancia:	Ohaus	JA25781	SIDERCEM	15/01/22	31/01/23

CERTIFICATO DI PROVA

MODULO ELASTICO DINAMICO DEL CALCESTRUZZO DA ULTRASUONI E CAROTAGGIO

UNI EN 12504 – 4:2005 UNI 9524:1989

Foto 1- Misurazione carota CC2



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 5008	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	21/01/2022		C-DIA-C 9419 14/02/2022	Divisione: Diagnostica
Data inizio prova:	11/02/2022			Settore: CND
Data fine prova:	11/02/2022			
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	V_{us}	M_v	D	$\nu=0$	$\nu=0,1$	$\nu=0,15$	$\nu=0,2$
			[ms]	[m/s]	[kg/m ³]	[mm]				
CC1	Ponte al km 338+684 - Arco	a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte	51,8	3614	2242	187,2	29285	28635	27735	26357
CC2	Ponte al km 338+684 - Arco	chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte	54,8	3376	2152	185,0	24529	23983	23230	22076
CC3	Ponte al km 338+684 - Arco faccia lato monte	a 0,60 m da estradosso, a 0,30 m da spalla lato Gela	55,7	3294	2226	183,5	24154	23617	22875	21739

Legenda:

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

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

Lo Sperimentatore
dott. ing. Nicola Grutadauria

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

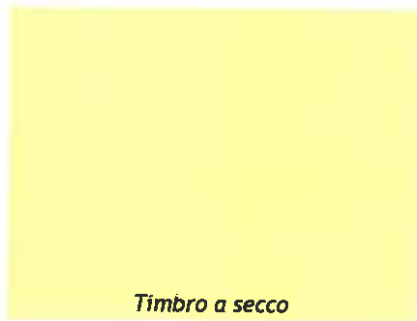
Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

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

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Timbro a secco

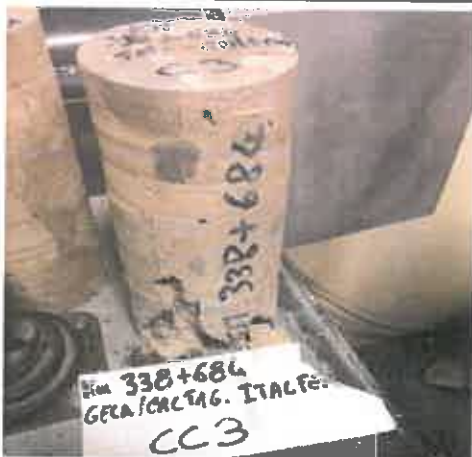
Laboratorio: Via Libero Grassi,7
(Area Industriale Calderaro)
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta
Tel.: 0934 565012
Fax.: 0934 575422
e-mail: info@sidercem.it
pec: sidercem@legalmail.it
web: www.sidercem.it



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

Ponte ad arco al km 338+684



Allegato F

Determinazione massa volumica e resistenza a compressione

Prot.n.	Rev.	Indagini	Emisione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	77714	CERTIFICATO	Emesso il :	Luogo emissione:	SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta
Data accettazione:	21/01/2022			Laboratorio autorizzato: D.M. prot. 0000011 del 13/02/2020	
Data prova:	Vedi colonna data rottura			Divisione	L. 1086/71 - Circ. 7617/STC
Materiali:	Carote di calcestruzzo			Settore	Calcestruzzi
		614762	11/02/2022		

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 sottoscarpa 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 19/01/2022

(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 COMPRESSIONE 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} [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m³]	d [mm]	h [mm]	A [mm²]	F [kN]	f _c [MPa]			
19/01/2022	11/02/2022	CC1	Caltagirone - Gela- Ponte al km 338+684 - Arco - a 0,50 m da imposta arco lato Caltagirone, a 2,80 m da imbocco lato monte	78,4	2876	2240	93,4	187,2	6851	96,3	14,1	S	R	-
19/01/2022	11/02/2022	CC2	Caltagirone - Gela- Ponte al km 338+684 - Arco - chiave in asse, a 2,40 m da imbocco lato monte	49,8	2728	2150	93,4	185,0	6851	63,6	9,3	S	R	-
19/01/2022	11/02/2022	CC3	Caltagirone - Gela- Ponte al km 338+684 - Arco faccia lato monte - a 0,60 m da estradosso, a 0,30 m da spalla lato Gela	51,0	2798	2230	93,4	183,5	6851	92,2	13,5	S	R	-

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

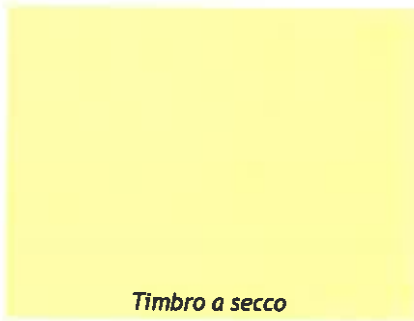
Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena



P.I.V.A.: 01479620856

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

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Timbro a secco

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

Ponte ad arco al km 338+684



Allegato G

Documentazione fotografica

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5008	A	19/01/2022	11/02/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

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 C6



Foto 7 - Estrazione microcarota C7



Foto 8 - Estrazione microcarota C8



Foto 9 - Taglio della muratura MPD1



Foto 10 - Lettura deformazione MPD1



G - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 11 - Estrazione carota CC1



Foto 12 - Ubicazione PAC1

