

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 – IN34 – Ponticello al km 354+190

SCALA:

-
---

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

RS6K   00   R   78   PR   IN3400   001   A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	N. Gruttadauria	Mag. 2022	M.B. Di Prima	Mag. 2022	P. Mosca	Mag. 2022	F. Sacchi	
				<i>M.B. Di Prima</i>		<i>P. Mosca</i>		Mag. 2022	

ITALFERR S.p.A.  
 Gruppo Ferrovie dello Stato  
 Direzione Niscemi  
 S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering  
 Dott. Ing. Francesco Sacchi  
 Ordine degli Ingegneri Stab. di Roma n. 23172 Sez. A

File: RS6K00R78PRIN3400001A.doc

n. Elab.:



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](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://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 354+190**

**Indagini strutturali**



Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5074	A	21/02/2022	20/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

## Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Opera

**Ponticello al km 354+190**



UTM ED50 - Fuso 33 S

439651.00 m E - 4101164.00 m N

Rev. A  
Data: 20/04/2022

**Rapporto Finale**  
**INDAGINI STRUTTURALI**

## Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Denominazione opera:	<i>Ponticello al km 354+190</i>
Tipologia:	<i>Ponte con impalcato in c.a. e spalle in muratura</i>
n. campate:	<i>1</i>
Linea:	<i>Caltagirone - Gela</i>
Progr.va [km]:	<i>354+190</i>
Comune:	<i>Gela (CL)</i>



Rev. A	<b>Rapporto Finale</b>	
Data: 20/04/2022	<b>INDAGINI STRUTTURALI</b>	

PREMESSA .....	4
A. Indagini sulle strutture .....	5
A.1. Carotaggi .....	5
A.2. Indagine sclerometrica .....	6
B. Prove laboratorio .....	7
B.1. Determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio.....	7
B.2. Determinazione della resistenza a compressione di carote di calcestruzzo.....	9
ALLEGATI .....	10
A. Schema ubicazione indagini	
B. Determinazione modulo elastico dinamico	
C. Determinazione massa volumica e resistenza a compressione	
D. Prove di trazione su barre d'armatura	

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	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: 20/04/2022	<b>Rapporto Finale          INDAGINI STRUTTURALI</b>	

## PREMESSA

Nella giornata del 21 febbraio 2022, su incarico di Italferr nell'ambito dell'“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 **SIDERCEM s.r.l. - Istituto di Ricerca e Sperimentazione**, ha provveduto ad effettuare una campagna di indagini diagnostiche sull'opera:

### **Ponticello al km 354+190**

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

#### **Indagini sulle Strutture**

- ✓ n. 1 prelievo di carota in calcestruzzo ( $D_{min} = 100 \text{ mm}$ ) [UNI EN 12504-1];
- ✓ n. 2 indagini sclerometriche [UNI EN 12504 - 2];

#### **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.

		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: 20/04/2022	<b>Rapporto Finale</b> <b>INDAGINI STRUTTURALI</b>		

## 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
CC1	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone
SC1	Ponte al km 354+190 - Trave B - a 0,15 m da intradosso soletta, a 1,00 m da spalla lato Caltagirone
SC2	Ponte al km 354+190 - Trave C - a 0,15 m da intradosso soletta, a 1,00 m da spalla lato Caltagirone

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

### A.1. Carotaggi

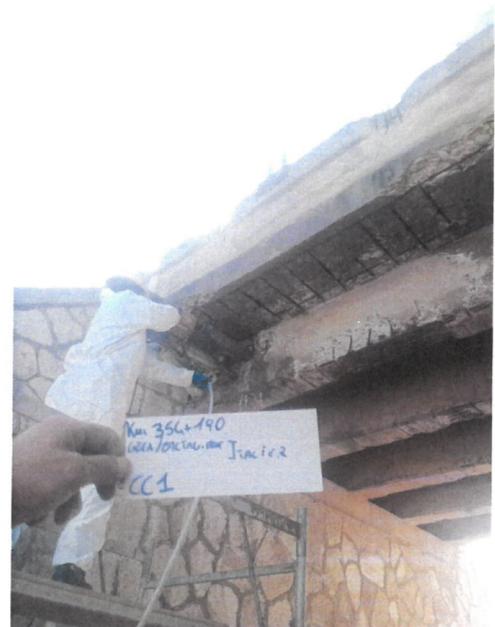
Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni cilindrici (*carote*), mediante carotatrici a corona diamantata con raffreddamento ad acqua e dispositivo di fissaggio alla parete da carotare.

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.

Dalla struttura è stata prelevata n° 1 carota (diametro  $\Phi$  100 mm). Per il dettaglio dei dati rilevati, si rimanda agli allegati C e D.

Fig. A.1-a - Fase di prelievo della carota CC1



## A.2. Indagine sclerometrica

La durezza superficiale del calcestruzzo, è stata determinata dalla misura dell'indice di rimbalzo con prove sclerometriche (*martello di Schmidt*) [UNI EN 12504-2].

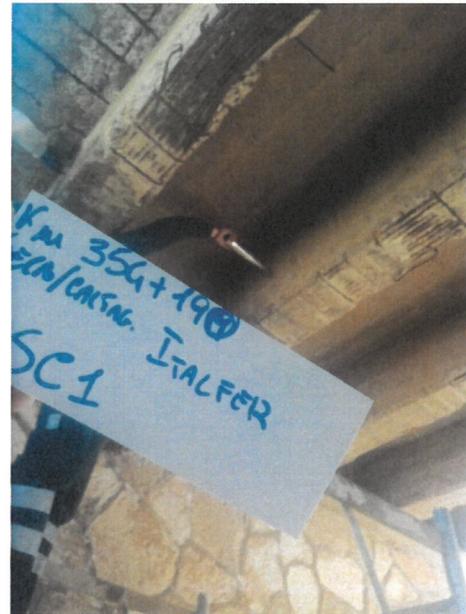
Lo strumento consiste in una massa battente di acciaio, azionata da una molla che contrasta un'asta di percussione a contatto della superficie di prova del calcestruzzo.

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

Preventivamente alla prova è stata eseguita la verifica di taratura dello sclerometro su apposita incudine di acciaio, di forma cilindrica, avente diametro di 15 cm, massa di circa 17 kg e durezza superficiale HCR pari a 53. Prima di eseguire le battute si è provveduto a pulire la superficie di prova con l'ausilio di una pietra abrasiva di carborundum. La misura è stata eseguita effettuando una serie di dodici battute sclerometriche per ciascun punto di prova. Il valore dell'indice sclerometrico, che è un'espressione della durezza superficiale del materiale indagato, è ottenuto dalla media aritmetica dei dieci valori ricavati, scartando i valori massimo e minimo delle dodici battute eseguite.

I dati sperimentali delle prove sclerometriche effettuate nei punti di indagine sono inseriti nell'allegato B.

Fig. A.2 - Fase di esecuzione della prova



## 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  $\nu$ , e dalla sua densità  $\rho$ ), 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 F per le risultanze di prova.

 <b>ITALFERR</b> <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</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: 20/04/2022	<b>Rapporto Finale</b> <b>INDAGINI STRUTTURALI</b>	

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-a	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	27595	26982	26134	24835
CC1-b	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	25186	24626	23852	22667
CC1-c	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	23793	23265	22534	21414

## 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 rettificata 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<sup>^</sup>; 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 G.

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

Sigla	Ubicazione	D <sub>agg</sub> [mm]	P [g]	M <sub>v</sub> (**) [kg/m <sup>3</sup> ]	d [mm]	h [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	F [kN]	f <sub>c</sub> [MPa]
CC1-a	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	41,3	1454	2200	94,2	95,0	6969	68,3	9,9
CC1-b	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	47,2	1444	2170	94,2	95,3	6969	57,7	8,3
CC1-c	Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	52,1	1504	2260	94,2	95,3	6969	79,3	11,4

	<i>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</i>	
Rev. A Data: 20/04/2022	<b>Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI</b>	

## ALLEGATI

- A. Schema ubicazione indagini
- B. Prove sclerometriche
- C. Determinazione modulo elastico dinamico
- D. Determinazione massa volumica e resistenza a compressione



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](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)

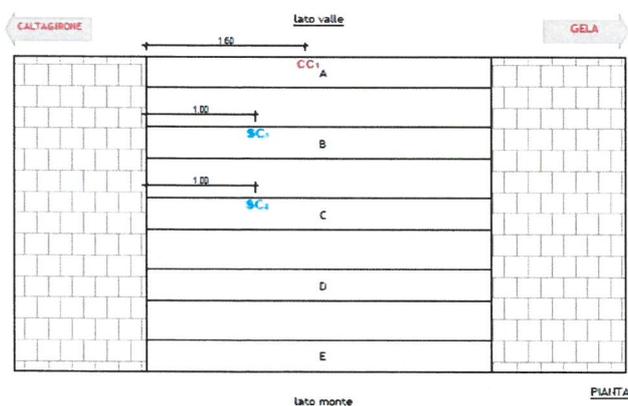
Timbro a secco



**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 354+190



**Allegato A**  
**Schema ubicazione indagini**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5074	A	21/02/2022	20/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



## PIANTA E SEZIONE SOTTOVIA

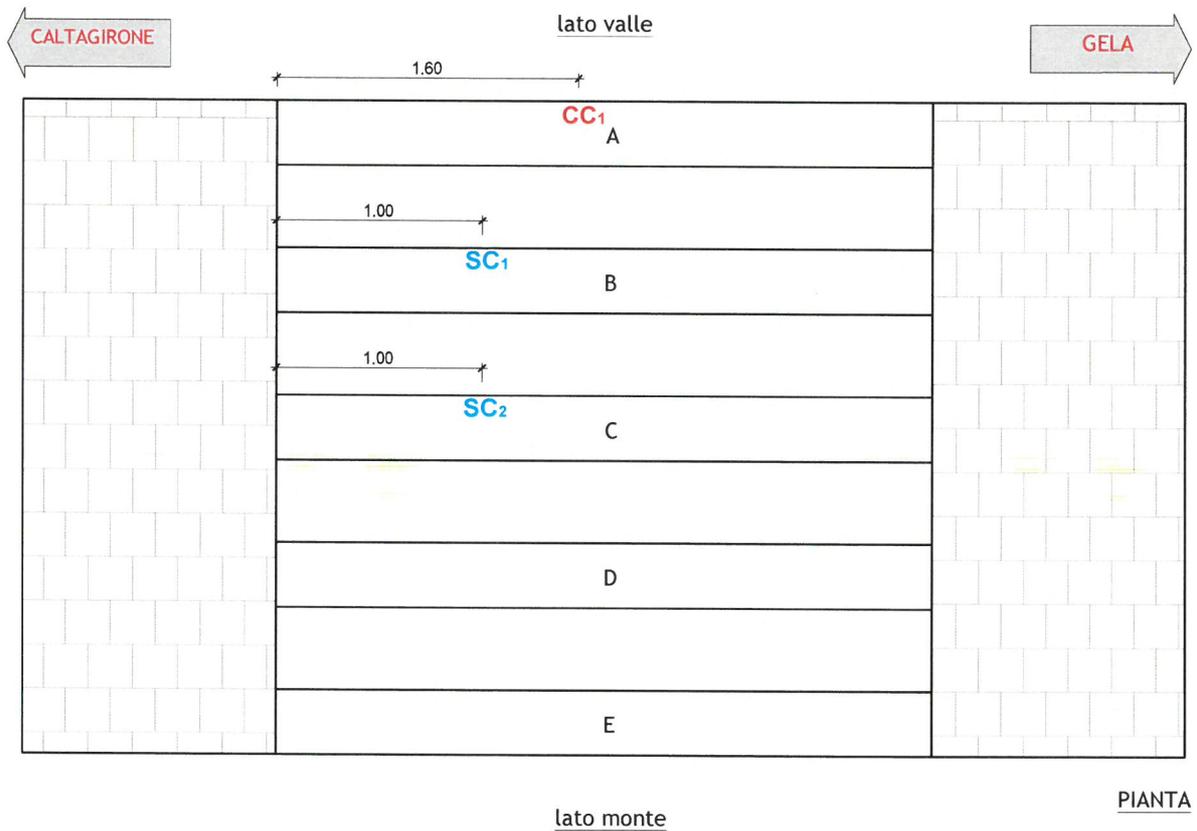
al km 354+190

Ubicazione Prove eseguite

Legenda:

CCx Prelievo di carote di calcestruzzo

SCx Prova sclerometrica





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](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



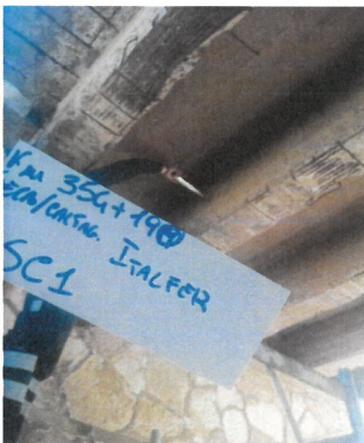
Timbro a secco



**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**

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

**Ponticello al km 354+190**



**Allegato B**

**Prove sclerometriche**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (R.B)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5074	A	21/02/2022	20/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5074	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	22/02/2022		<b>C-DIA-C 9733      08/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	21/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	21/02/2022				
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

**Direttore per l'esecuzione del contratto** ing. Stefano Ballerini

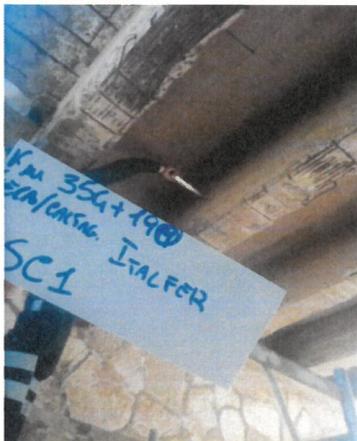
**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (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 21/02/2022 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
Sclerometro	BOVIAR GEI Concrete		14C0101M	Sidercem	All'utilizzo	-

**CERTIFICATO DI PROVA**  
**PROVA SCLEROMETRICA**  
**UNI EN 12504-2 - D.M. 17/01/2018**

Foto 1- Postazione SC1



**Lo Sperimentatore**  
 per. ind. Alberto La Placa

Foto 2- Postazione SC2



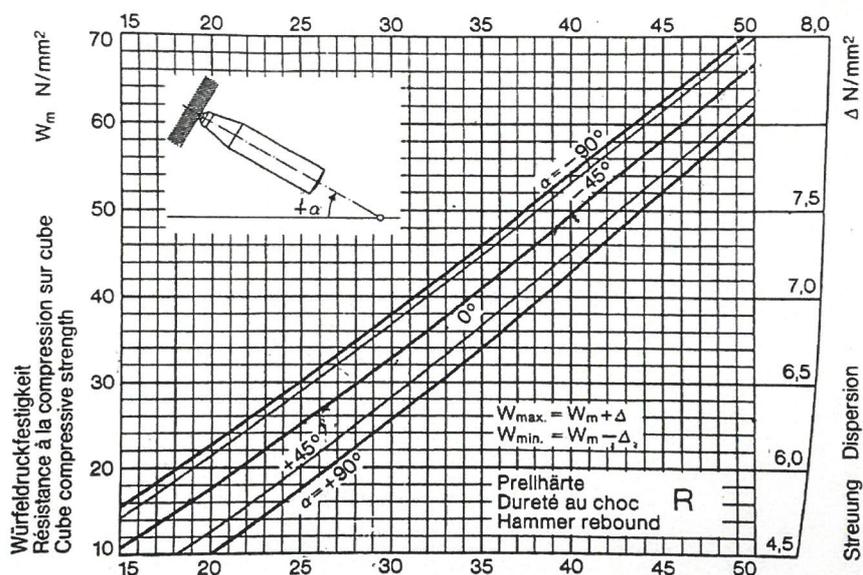
**Il Direttore di laboratorio**  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5074	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	22/02/2022		<b>C-DIA-C 9733      08/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	21/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	21/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 2/2

**CERTIFICATO DI PROVA**  
**PROVA SCLEROMETRICA**  
**UNI EN 12504-2 - D.M. 17/01/2018**

**Diagramma 1:** Correlazione tra indice di rimbalzo e resistenza a compressione fornito dal costruttore



**Tabella 1** Riepilogo dei risultati ottenuti(SC1-SC2)

Sigla	Elemento	Localizzazione	Battute sclerometriche												ID		ID Mediano	Angolo di battuta α [°]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	max		
SC1	Ponte al km 354+190 - Trave B	a 0,15 m da intradosso soletta, a 1,00 m da spalla lato Caltagirone	26	26	24	20	30	26	22	26	24	26	22	24	20	30	25	0
SC2	Ponte al km 354+190 - Trave C	a 0,15 m da intradosso soletta, a 1,00 m da spalla lato Caltagirone	24	22	22	20	24	24	30	26	22	32	28	26	20	32	24	0

NOTE: Indice sclerometrico pari alla mediana delle battute eseguite

Lo Sperimentatore  
 per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di laboratorio  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è autenticato dalla Sidercem s.r.l. mediante l'apposizione del timbro a secco visibile in alto. In assenza, originali e copie sono da ritenersi contraffatte. E' vietata la riproduzione anche parziale, senza l'autorizzazione.



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](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



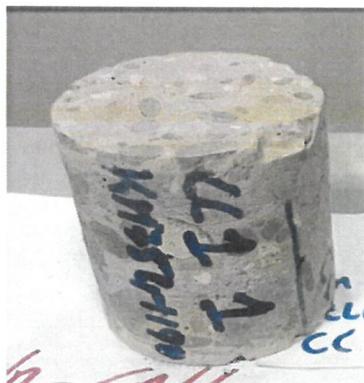
Timbro a secco



**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**

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

**Ponticello al km 354+190**



**Allegato C**

**Determinazione modulo elastico dinamico**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5074	A	21/02/2022	20/04/2022	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 5074	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	22/02/2022		Divisione:	Diagnostica	
Data inizio prova:	16/03/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/03/2022		<b>C-DIA-C 9734    08/04/2022</b>		
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 16/03/2022 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

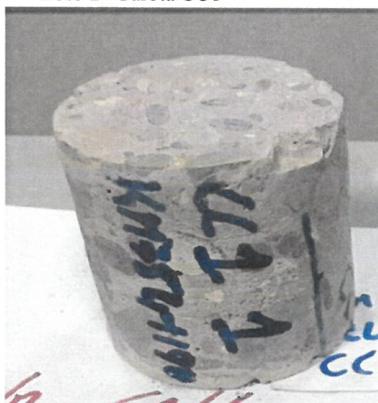
Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
APPARECCHIATURA AD ULTRASUONI	LBG	25	Sidercem	All'utilizzo	-
Bilancia:	Ohaus	JA25781	SIDERCEM	15/01/22	31/01/23

**CERTIFICATO DI PROVA**

**MODULO ELASTICO DINAMICO DEL CALCESTRUZZO DA ULTRASUONI E CAROTAGGIO**

UNI EN 12504 – 4:2005    UNI 9524:1989

Foto 1- Carota CC1



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 5074	<b>CERTIFICATO</b>	<b>C-DIA-C 9734    08/04/2022</b>		Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	22/02/2022				Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/03/2022				Settore:	CND
Data fine prova:	16/03/2022					
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  $\nu$ , e dalla sua densità  $\rho$ ), 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  $\nu$  secondo valori compresi tra 0,00 ( $E = \nu v^2$  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 <sup>3</sup> ]	[mm]				
CC1-a	Ponte al km 354+190 - Trave A	imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	26,8	3545	2196	95,0	27595	26982	26134	24835
CC1-b	Ponte al km 354+190 - Trave A	imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	28,0	3404	2174	95,3	25186	24626	23852	22667
CC1-c	Ponte al km 354+190 - Trave A	imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	29,4	3241	2264	95,3	23793	23265	22534	21414

**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

Lo Sperimentatore  
dott. ing. Nicola Cruttadauria

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](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://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 354+190**



**Allegato D**

**Determinazione massa volumica e resistenza a compressione**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5074	A	21/02/2022	20/04/2022	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/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 2.2.1 EDIZ. 2  
REV 2 del 21/03/2018

Timbro a secco

Prot. N°	77835	<b>CERTIFICATO</b>	<b>Emesso il :</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta
Data accettazione:	22/02/2022			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
		<b>615509</b>	<b>20/04/2022</b>		

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 21/02/2022

(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	SIDERCEM	15/01/22	31/01/23
Calibro:	A corsoio	CAL 1119	SIDERCEM	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 <sub>agg</sub> [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m <sup>3</sup> ]	d [mm]	h [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	F [kN]	f <sub>c</sub> [MPa]			
21/02/2022	16/03/2022	CC1-a	Caltagirone - Gela- Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	41,3	1454	2200	94,2	95,0	6969	68,3	9,9	S	R	a
21/02/2022	16/03/2022	CC1-b	Caltagirone - Gela- Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	47,2	1444	2170	94,2	95,3	6969	57,7	8,3	S	R	a
21/02/2022	16/03/2022	CC1-c	Caltagirone - Gela- Ponte al km 354+190 - Trave A - imbocco lato valle, a 1,60 da spalla lato Caltagirone	52,1	1504	2260	94,2	95,3	6969	79,3	11,4	S	R	a

**Legenda :** D<sub>agg</sub>= Diametro massimo aggregato; P: peso del campione; Mv: Massa volumica; d: diametro del provino; h: altezza del provino; F: carico totale; f<sub>c</sub>: 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  
dott. ing. Calogero Puleo

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

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