

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 – MU03 – Muro di sottoscarpa al km 347+805/820

SCALA:

-

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

RS6K 00 R 78 PR MU0300 001 A

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

File: RS6K00R78PRMU0300001A.doc

n. Elab.:

ITALENTRA S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Piazzale Francesco Crispien
00187 Roma, Italia
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Qualità degli Ingegneri: Roma, n. 23172/2012



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

Muro di sostegno al km 347+805/820

Indagini strutturali

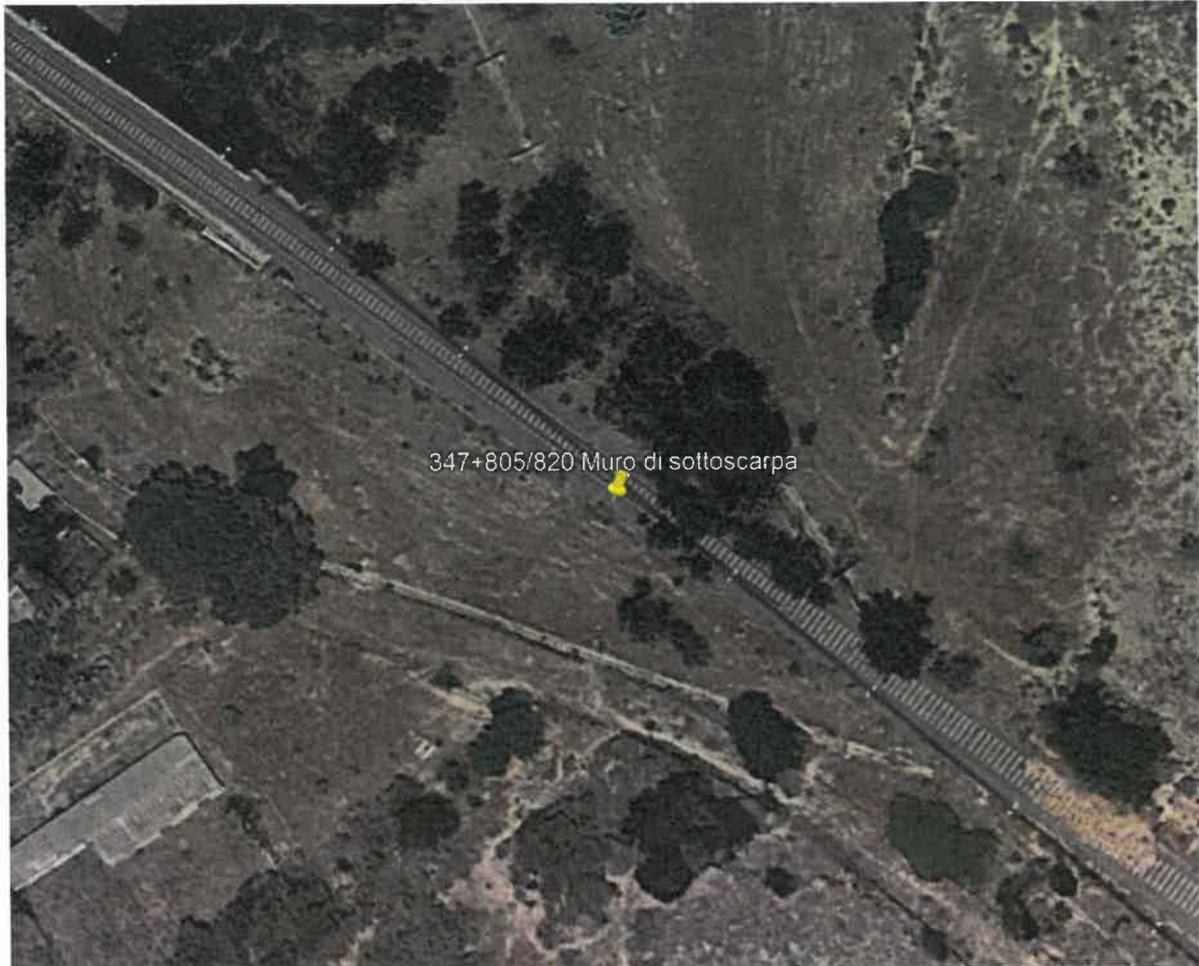


Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Opera

Muro di sostegno al km 347+805/820



UTM ED50 - Fuso 33 S

444105.31 m E- 4103099.08 m N

Rev. A
Data: 17/03/2022

Rapporto Finale
INDAGINI STRUTTURALI

Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Denominazione opera:	<i>Muro di sostegno al km 347+085/820</i>
Tipologia:	<i>Muro di sostegno in calcestruzzo</i>
Linea:	<i>Caltagirone - Gela</i>
Progr.va [km]:	<i>347+085/820</i>
Comune:	<i>Gela (CL)</i>



PREMESSA	4
A. Indagini sulle strutture	5
A.1. Microcarotaggi	6
A.2. Carotaggi	7
A.3. Indagine magnetometriche	8
A.4. Indagine sclerometrica	10
B. Prove laboratorio.....	11
B.1. Determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio.....	11
B.2. Determinazione della resistenza a compressione di carote di calcestruzzo.....	13
ALLEGATI	14

- A. Schema ubicazione indagini
- B. Stratigrafie microcarotaggi
- C. Indagine magnetometrica
- D. Prove sclerometriche
- E. Determinazione modulo elastico dinamico
- F. Determinazione resistenza a compressione
- G. Documentazione fotografica

PREMESSA

Nella giornata del 16 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:

Muro di sostegno al km 347+805/820

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

Indagini sulle Strutture

- ✓ n. 12 microcarotaggi continui ($D_{min} = 40$ mm) [UNI EN 12504-1] così distribuiti:
 - ✓ n. 6 sub-verticali od obliqui eseguiti sulla fondazione del muro;
 - ✓ n. 6 orizzontali, eseguiti sul muro;
- ✓ n. 2 indagini magnetometriche con pacometro [BS 1881-204:1998];
- ✓ n. 4 indagini sclerometriche [UNI EN 12504 - 2];
- ✓ n. 2 prelievi di carote in calcestruzzo ($D_{min} = 100$ mm) [UNI EN 12504-1];

Prove di laboratorio

- ✓ n. 2 prove di compressione con massa volumica su carota [UNI EN 12390-3 - UNI EN 12390-7];
- ✓ n. 2 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 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,20 m da estradosso muro
C2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro
C3 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,50 m da estradosso muro
MC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,20 m da estradosso muro
MC2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,35 m da estradosso muro
MC3 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,35 m da estradosso muro
C1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,25 m da estradosso muro
C2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,20 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro
C3 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,20 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro
MC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,40 m da estradosso muro
MC2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro
MC3 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro
CC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,15 m da estradosso muro
CC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro
PAC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro
PAC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro
SC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,20 m da estradosso muro
SC2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,60 m da estradosso muro
SC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,50 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,40 m da estradosso muro
SC2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,50 m da estradosso muro

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° 12 carote (*diametro Φ 50 mm*) le cui ubicazioni sono illustrate dalla tabella seguente.

Fig. A.1-a - Estrazione carota C1 sez1



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

Sigla	Ubicazione	Profondità
Carotaggio		[mm]
C1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,20 m da estradosso muro	1400
C2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro	1050
C3 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,50 m da estradosso muro	1300
MC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,20 m da estradosso muro	1300
MC2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,35 m da estradosso muro	1000
MC3 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,35 m da estradosso muro	1000
C1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,25 m da estradosso muro	1300
C2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,20 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro	1000
C3 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,20 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro	1000
MC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,40 m da estradosso muro	1200
MC2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro	900
MC3 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro	800

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°2 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 - Φ 40 mm).

Sigla	Ubicazione	Lunghezza [mm]
CC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,15 m da estradosso muro	280
CC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro	330

Fig. A.2-a - Fase di prelievo carota CC1 sez2



Per il dettaglio dei dati rilevati, si rimanda agli allegati E e F.

A.3. Indagine magnetometriche

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

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

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

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

Nel caso specifico è stata effettuata n° 2 indagini magnetometriche. Nella tabella seguente si mostrano le ubicazioni e i risultati di prova.

Fig. A.3 - a - Indagine pacometrica PAC1 sez2



Rev. A
 Data: 17/03/2022

**Rapporto Finale
 INDAGINI STRUTTURALI**

Tab. A.3.a - Riepilogo ubicazioni e risultati indagini magnetometriche e saggi

Sigla	Ubicazione	staffe		barre longitudinali		copriferro minimo		Passo staffe	Note
		diam	tipo	diam	tipo	staffe	long		
PAC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro	nr	nr	nr	nr	nr	nr	-	armature non rilevate entro i limiti del metodo (100 mm)
PAC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro	nr	nr	nr	nr	nr	nr	-	armature non rilevate entro i limiti del metodo (100 mm)

Si rimanda all'allegato C per gli schemi grafici dei dati rilevati.

A.4. 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 D.

Fig. A.4 - 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 ν , e dalla sua densità ρ), secondo la seguente relazione, valida per mezzi omogenei e isotropi:

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

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

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

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

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

Sigla	Parte d'opera Localizzazione	Modulo elastico dinamico Ed al variare del coeff. di Poisson			
		u=0	u=0,1	u=0,15	u=0,2
CC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,15 m da estradosso muro	30863	30177	29229	27776
CC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro	30072	29404	28480	27065

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^a; la resistenza a compressione secondo la UNI EN 12390-3, mediante una pressa da compressione "Tecnotest".

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

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

Sigla	Ubicazione	D _{agg} [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m ³]	d [mm]	h [mm]	A [mm ²]	F [kN]	f _c [MPa]
CC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,15 m da estradosso muro	32,3	2970	2180	94,0	196,5	6940	116,4	16,8
CC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro	45,9	3112	2280	94,0	197,0	6940	111,6	16,1

ALLEGATI

- A. Schema ubicazione indagini
- B. Stratigrafie microcarotaggi
- C. Indagine magnetometrica
- D. Prove sclerometriche
- E. Determinazione modulo elastico dinamico
- F. Determinazione 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



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

Muro di sostegno al km 347+805/820

	<p>Allegato A</p> <p>Schema ubicazione indagini</p>
--	-------------------------------------------------------------------

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (R/B)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

PROSPETTO E SEZIONI MURO DI SOSTEGNO

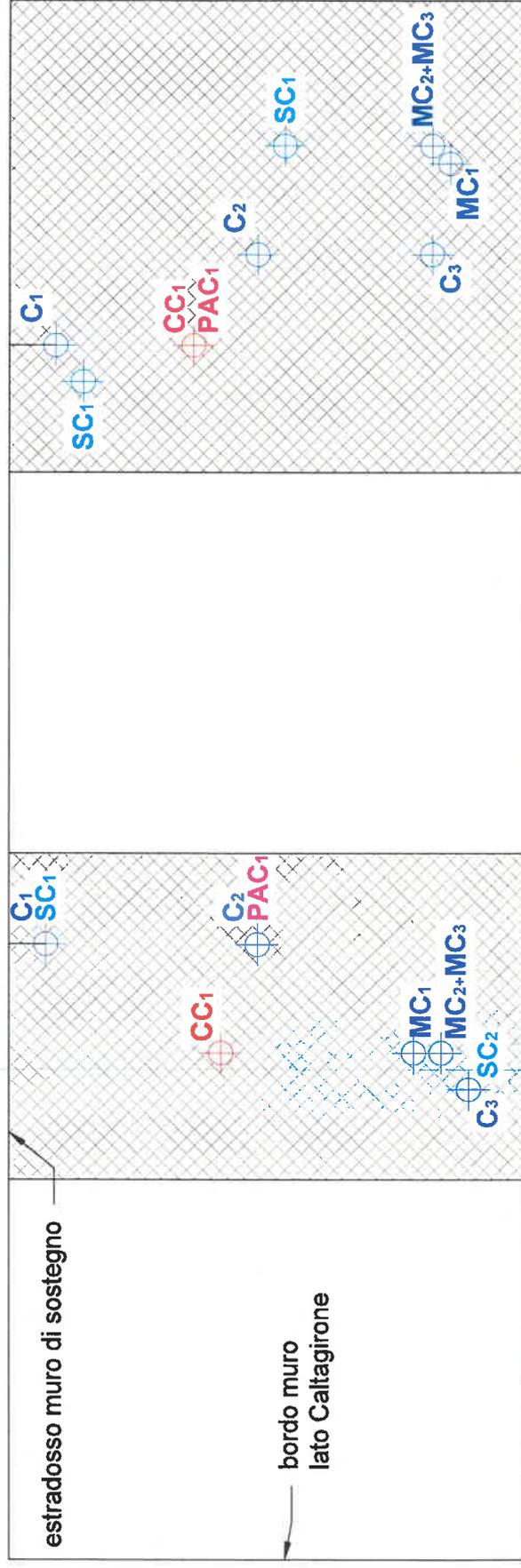
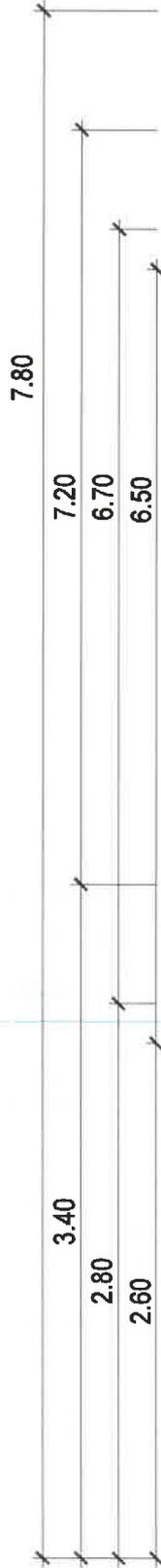
al km 347+805/820

Ubicazione Prove eseguite

Legenda:

- CCx Prelievo di carote di calcestruzzo
- Cx Microcarotaggio
- MCx Microcarotaggio in fondazione
- PACx Indagine magnetometrica
- SCx Prova sclerometrica

PROSPETTO



SEZIONE 1

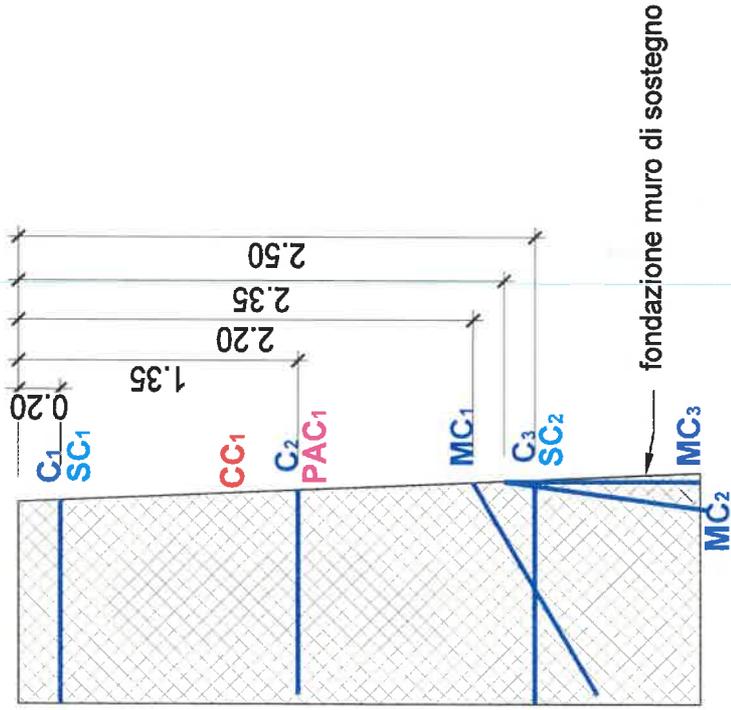
SEZIONE 2

PROSPETTO E SEZIONI MURO DI SOSTEGNO

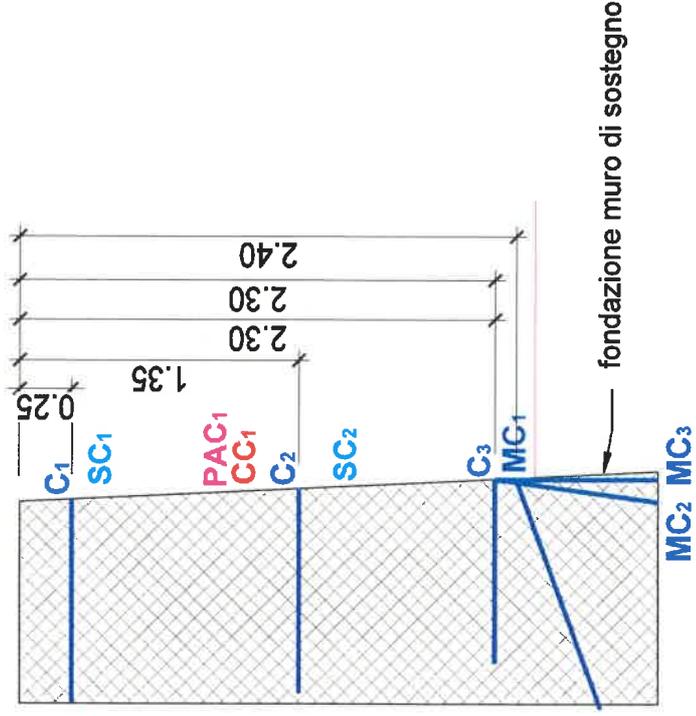
al km 347+805/820
Ubicazione Prove eseguite

- Legenda:**
- CCx Prelievo di carote di calcestruzzo
 - Cx Microcarotaggio
 - MCx Microcarotaggio in fondazione
 - PACx Indagine magnetometrica
 - SCx Prova sclerometrica

SEZIONE 1



SEZIONE 2





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

Muro di sostegno al km 347+805/820



Allegato B
Stratigrafie microcarotaggi

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (R/B)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	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 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	
Data inizio prova:	16/02/2022			
Data fine prova:	16/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			
		Divisione:	Diagnostica	
		Settore:	CND	

Foglio 1/13

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

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) I prelievi sono stati eseguiti in data 16/02/2022 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
CAROTATRICE	HILTI DD350-CA	17654	Sidercem	All'utilizzo	-

CERTIFICATO DI PRELIEVO

Estrazione di microcarote

[UNI EN 12504-1]

Foto n°1 - Estrazione carota C1 sez1



Lo sperimentatore
per. ind. *Alberto La Placa*

Foto n°2 - Estrazione carota MC1 sez2



Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°13 fogli numerati da 1 a 13
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 2/13

CERTIFICATO DI PRELIEVO

Estrazione di microcarote
[UNI EN 12504-1]

Tabella 1 Colonna stratigrafica carota C1 sez1

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,20 m da estradosso muro				
			Ø campione:	50 mm	L campione: 1400 mm
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note
100	Calcestruzzo		Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra
140	Terra		Molto scarso		



Lo sperimentatore
per. ind. *Alberto La Placa*

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

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 3/13

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

Tabella 2 Colonna stratigrafica carota C2 sez1

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro				
			Ø campione:	50 mm	L campione: 1050 mm
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
100	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
105	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 4/13

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

Tabella 3 Colonna stratigrafica carota C3 sez1

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C3 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,50 m da estradosso muro				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
110	Calcestruzzo	Scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
130	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
per. ind. *Alberto La Placa*

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

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 5/13

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

Tabella 4 Colonna stratigrafica carota MC1 sez1

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
MC1 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,20 m da estradosso muro				
	NOTE inclinazione 60°		Ø campione:	50 mm	L campione: 1300 mm
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
120	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
130	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
per. ind. *Alberto La Placa*

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

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 6/13

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

Tabella 5 Colonna stratigrafica carota MC2 sez1

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
MC2 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,35 m da estradosso muro				
	NOTE inclinazione 8°		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1 100	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	



Lo sperimentatore
 per. ind. *Alberto La Placa*

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

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 7/13

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

Tabella 6 Colonna stratigrafica carota MC3 sez1

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
MC3 sez1	Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,35 m da estradosso muro				
	NOTE microcarotaggio verticale	Ø campione:	50 mm	L campione:	1000 mm
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
95	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
100	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore
per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 8/13

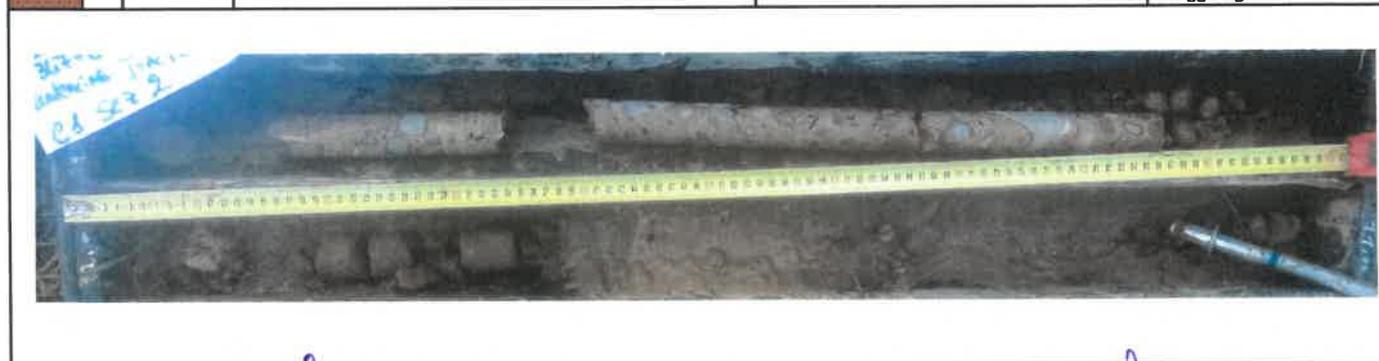
CERTIFICATO DI PRELIEVO

Estrazione di microcarote

[UNI EN 12504-1]

Tabella 7 Colonna stratigrafica carota C1 sez2

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,25 m da estradosso muro				
			Ø campione:	50 mm	L campione: 1300 mm
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note
100	Calcestruzzo		Discreto		
130	Terra		Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra



Lo sperimentatore
per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 9/13

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

Tabella 8 Colonna stratigrafica carota C2 sez2

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,20 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
100	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	



Lo sperimentatore
per. ind. *Alberto La Plaça*

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

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 10/13

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

Tabella 9 Colonna stratigrafica carota C3 sez2

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C3 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,20 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro				
			Ø campione:	50 mm	L campione: 1000 mm
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
90	Calcestruzzo	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
100	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°13 fogli numerati da 1 a 13
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

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	
Data inizio prova:	16/02/2022			
Data fine prova:	16/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			
		Divisione:	Diagnostica	
		Settore:	CND	

Foglio 11/13

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

Tabella 10 Colonna stratigrafica carota MC1 sez2

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
MC1 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,40 m da estradosso muro				
	NOTE inclinazione 70°		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
120	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	



Lo sperimentatore
per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°13 fogli numerati da 1 a 13
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

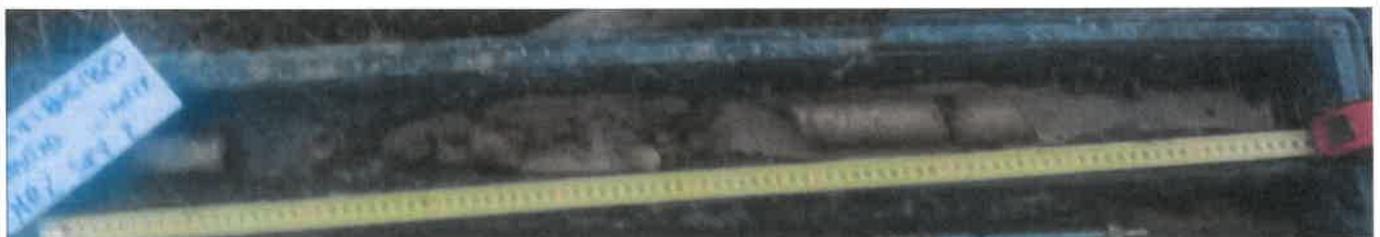
Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9574 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 12/13

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

Tabella 11 Colonna stratigrafica carota MC2 sez2

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
MC2 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro				
	NOTE inclinazione 8°		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
80	Calcestruzzo	Molto scarso		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°13 fogli numerati da 1 a 13
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

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO C-DIA-C 9574 16/03/2022	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	18/02/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 13/13

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

Tabella 12 Colonna stratigrafica carota MC3 sez2

Data prelievo:		16/02/22			
Sigla	Ubicazione				
MC3 sez2	Muro al km 347+805/820 - a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 2,30 m da estradosso muro				
	NOTE microcarotaggio verticale		Ø campione:	50 mm	L campione: 800 mm
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
75	Calcestruzzo	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
80	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°13 fogli numerati da 1 a 13
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

Muro di sostegno al km 347+805/820



Allegato C

Indagini magnetometriche

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	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 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9576	16/03/2022	Divisione: Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022				Settore: CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Acciaio				

Foglio 1/3

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 **16/02/2022**
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

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

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

Foto n°1 - Ubicazione PAC1 sez2



Lo Sperimentatore
 per. ind. Alberto La Placa

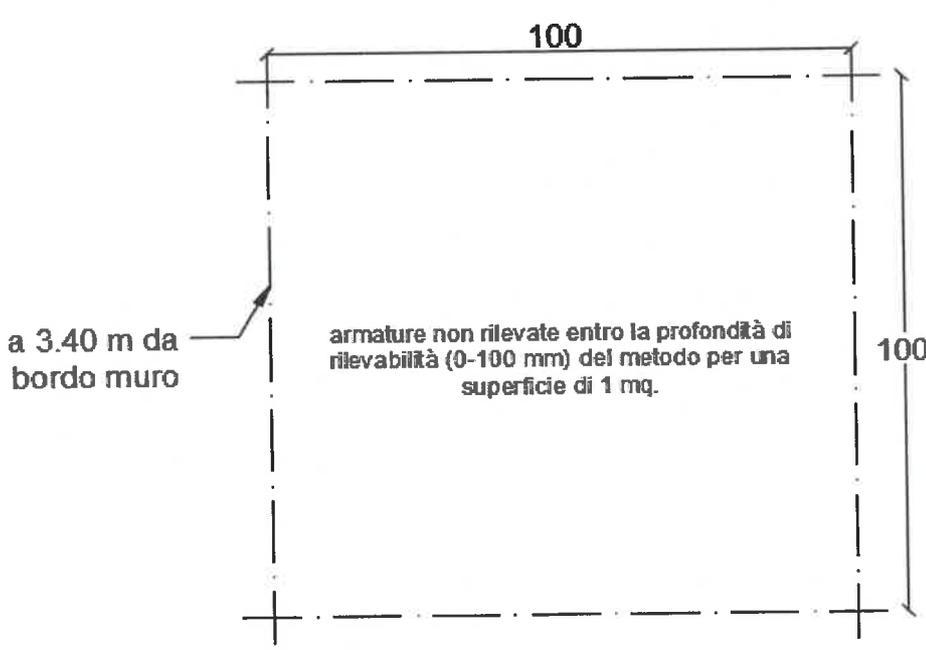
Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°3 fogli numerati da 1 a 3
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta			
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9576	16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022				Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022					
Materiale di prova:	Acciaio					

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

Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC1 sez1

Elemento Strutturale:	Muro al km 347+805/820			
Ubicazione:	a 3,40 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,35 m da estradosso muro			
<p>PAC1</p>  <p style="text-align: center;">armature non rilevate entro la profondità di rilevabilità (0-100 mm) del metodo per una superficie di 1 mq.</p>				
Staffe	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	Passo staffe
	[mm]	nr	minimo [mm]	[mm]
Barre longitudinali	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	
	[mm]	nr	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



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

Muro di sostegno al km 347+805/820



Allegato D

Prove sclerometriche

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9575 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 1/2

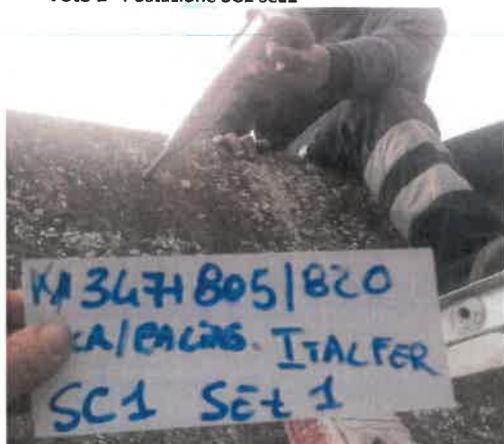
Richiedente:	ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto
Committente:	Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante
Referente di Contratto:	ing. Francesco Sacchi
Direttore per l'esecuzione del contratto	ing. Stefano Ballerini
Oggetto:	Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscampa 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 16/02/2022 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 sez1



Lo Sperimentatore
 per. ing. Alberto La Placa

Foto 2- Postazione SC1 sez2



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.

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9575 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	16/02/2022				
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

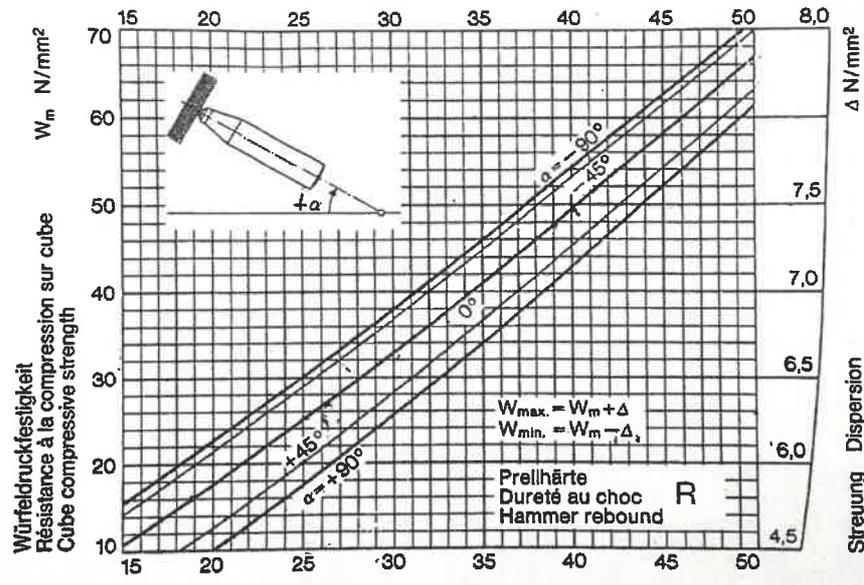


Tabella 1 Riepilogo dei risultati ottenuti(SC1 sez1-SC2 sez2)

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 sez1	Muro al km 347+805/820	a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,20 m da estradosso muro	32	26	28	30	26	32	24	26	28	30	28	26	24	32	28	0
SC2 sez1	Muro al km 347+805/820	a 2,60 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,60 m da estradosso muro	24	22	20	24	26	22	20	20	22	24	26	20	20	26	22	0
SC1 sez2	Muro al km 347+805/820	a 6,50 m da inizio muro lato Caltagirone, a 0,40 m da estradosso muro	30	32	28	34	30	32	26	28	30	26	32	28	26	34	30	0
SC2 sez2	Muro al km 347+805/820	a 7,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,50 m da estradosso muro	22	24	20	22	26	22	20	24	22	22	24	20	20	26	22	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.

Prot. N°	C-DIA-A 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione:	SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9575 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica	
Data inizio prova:	16/02/2022			Settore:	CND	
Data fine prova:	16/02/2022					
Materiale di prova:	Calcestruzzo					

**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

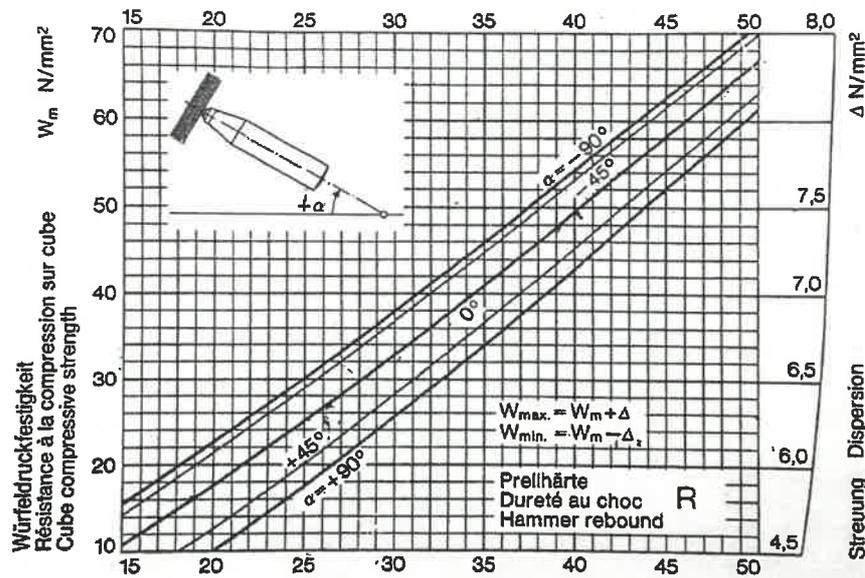


Tabella 1 Riepilogo dei risultati ottenuti (SC1 sez1-SC2 sez2)

Sigla	Elemento	Localizzazione	Battute sclerometriche												ID		ID Mediano	Angolo di battuta
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	max		α
SC1 sez1	Muro al km 347+805/820	a 2,60 m da inizio muro lato caltagirone, a 0,20 m da estradosso muro	32	26	28	30	26	32	24	26	28	30	28	26	24	32	28	0
SC2 sez1	Muro al km 347+805/820	a 2,60 m da inizio muro lato caltagirone, a 1,60 m da estradosso muro	24	22	20	24	26	22	20	20	22	24	26	20	20	26	22	0
SC1 sez2	Muro al km 347+805/820	a 6,50 m da inizio muro lato caltagirone, a 0,40 m da estradosso muro	30	32	28	34	30	32	26	28	30	26	32	28	26	34	30	0
SC2 sez2	Muro al km 347+805/820	a 7,80 m da inizio muro lato caltagirone, a 1,50 m da estradosso muro	22	24	20	22	26	22	20	24	22	22	24	20	20	26	22	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



P.I.V.A.: 01479620856

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

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

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



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

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

Muro di sostegno al km 347+805/820



Allegato E

Determinazione modulo elastico dinamico

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	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 5064	CERTIFICATO C-DIA-C 9577 16/03/2022	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	18/02/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	22/02/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	22/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 1/2

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

(1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto

(2) Le prove sono state eseguite in data 22/02/2022 dal personale Sidercem srl

(3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.

(4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
APPARECCHIATURA AD ULTRASUONI	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 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 5064	CERTIFICATO	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	18/02/2022		C-DIA-C 9577 16/03/2022	Divisione:	Diagnostica	
Data inizio prova:	22/02/2022			Settore:	CND	
Data fine prova:	22/02/2022					
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 sez1	Muro al km 347+805/820	a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,15 m da estradosso muro	52,2	3764	2178	196,5	30863	30177	29229	27776
CC1 sez2	Muro al km 347+805/820	a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro	54,2	3635	2276	197,0	30072	29404	28480	27065

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 Gruttadauria

Il Direttore di Laboratorio
 dott. ing. Vincenzo Arena

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



P.I.V.A.: 01479620856

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

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

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

Timbro a secco



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

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

Muro di sostegno al km 347+805/820



Allegato F

Determinazione massa volumica e resistenza a compressione

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	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°	77814	CERTIFICATO	Emesso il :	Luogo emissione:	
Data accettazione:	18/02/2022			SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data prova:	Vedi colonna data rottura			Laboratorio autorizzato: D.M. prot. 0000011 del 13/02/2020	
Materiali:	Carote di calcestruzzo			Divisione	L. 1086/71 - Circ. 7617/STC
		614974	17/03/2022		

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
Ente Appaltante:	Italferr s.p.A.
Responsabile del procedimento:	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: Responsabile del procedimento

(2) I prelievi sono stati eseguiti in data 16/02/2022

(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 _{agg} [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m ³]	d [mm]	h [mm]	A [mm ²]	F [kN]	f _c [MPa]			
16/02/2022	22/02/2022	CC1 Sez1	Caltagirone - Gela- Muro al km 347+805/820 - a 2,80 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,15 m da estradosso muro	32,3	2970	2180	94,0	196,5	6940	116,4	16,8	S	R	a
16/02/2022	22/02/2022	CC1 Sez2	Caltagirone - Gela- Muro al km 347+805/820 - a 6,70 m da inizio muro lato Caltagirone, a 1,00 m da estradosso muro	45,9	3112	2280	94,0	197,0	6940	111,6	16,1	S	R	a

Legenda : D_{agg}= Diametro massimo aggregato; P: peso del campione; Mv: Massa volumica; d: diametro del provino; h: altezza del provino; F: carico totale; f_c: resistenza a compressione;
Tipo di rottura : S = soddisfacente; A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K = non soddisfacente ai sensi della UNI EN 12390-3;
R: Provino rettificato mediante molatura; **N.R.:** Provino che non necessita di rettifica: "come ricevuto";
 [a] Vuoti su superficie appoggio; [b] Lesioni visibili all'interno del provino; [c] Vespai visibili all'interno del provino; [d] Barre all'interno del provino;
 (***) Condizioni del provino al momento della prova "come ricevuto" e metodo per la determinazione del volume "misurazione dei lati";

Lo Sperimentatore
ing. Calogero Puleo

Il Direttore di Laboratorio
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da un foglio 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

Muro di sostegno al km 347+805/820



Allegato G

Documentazione fotografica

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RL)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5064	A	16/02/2022	17/03/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Foto 1 - Vista panoramica dell'opera



Foto 2 - Tipologia costruttiva



Foto 3 - Estrazione microcarota C1 sez.1



Foto 4 - Estrazione microcarota C2 sez.1

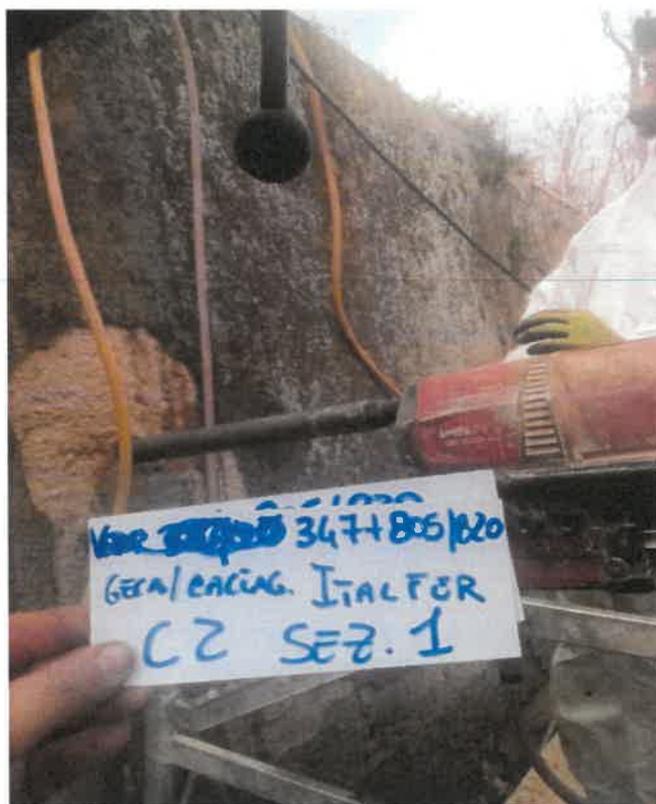


Foto 5 - Estrazione microcarota C3 sez.2



Foto 6 - Estrazione microcarota MC1 sez.1

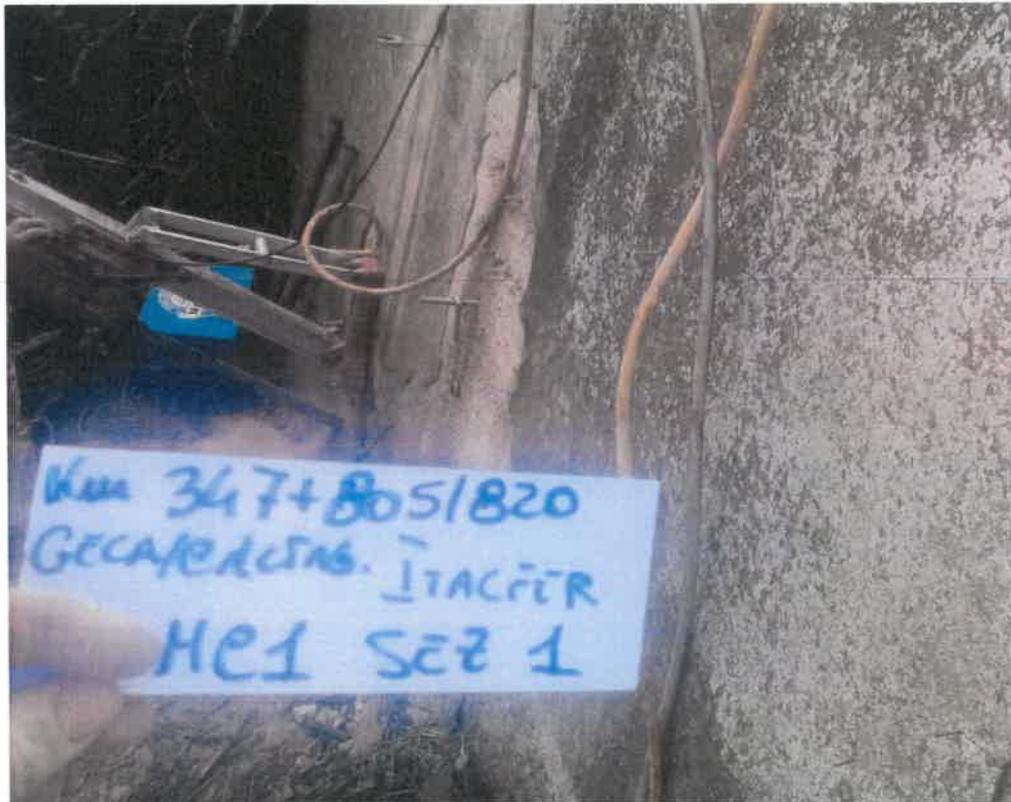


Foto 7 - Estrazione microcarota MC2 sez.2



Foto 8 - Estrazione microcarota MC3 sez.1



Foto 9 - Indagine magnetometrica PAC1 sez.2



Foto 10 - Prova sclerometrica SC1 sez,1

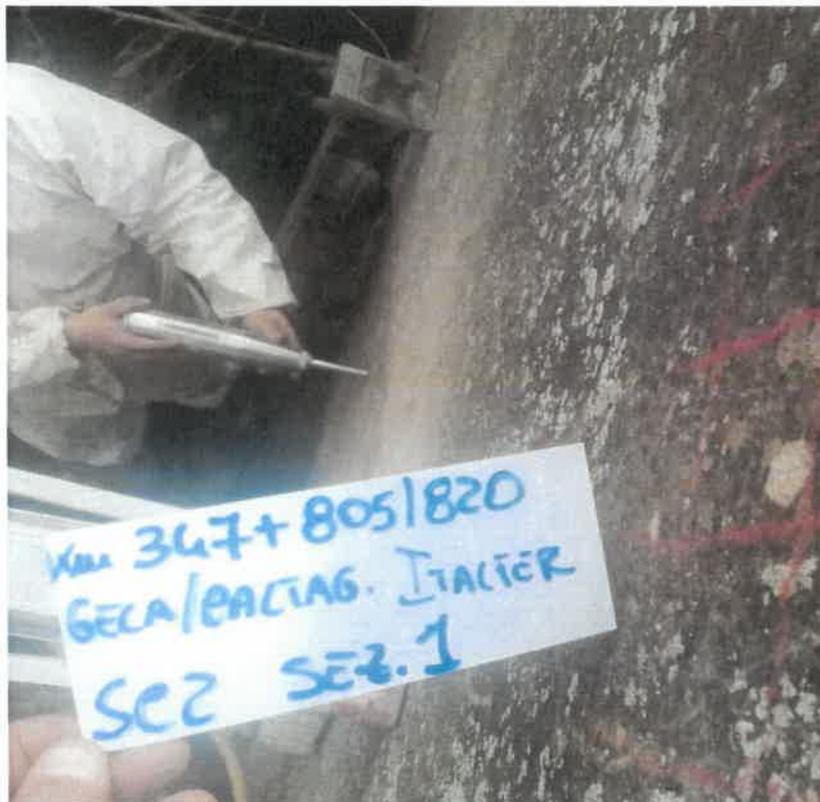


Foto 11 - Estrazione carota CC1 sez.2



Foto 12 - Esecuzione ripristini

