



COMUNE DI PALERMO
AREA GESTIONE DEL TERRITORIO
SETTORE OPERE PUBBLICHE

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO SULLE PARETI ROCCIOSE
SOVRASTANTI IL CIMITERO DI SANTA MARIA DEI ROTOLI
**PROGETTO DI INDAGINI, PROVE DI LABORATORIO SUI
MATERIALI E IN SITU PROPEDEUTICHE AL COLLAUDO STATICO**



R1

Relazione

19-04-2021
Approvato in qualità di CSE
Ing. Giuseppe A. Barbagallo



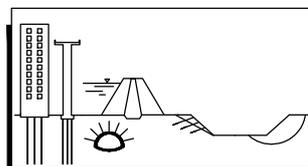
Il Responsabile del Procedimento
Arch. Rosalia Guzzo

Il Direttore dei Lavori
Prof. Ing. Fabio Cafiso



Il collaudatore statico
Arch. Loredana Tarallo

Palermo, gennaio 2021
Lav. n. 12034



PRO - GEO
progettazione geotecnica

I. R.
Studio Tecnico Associato

Ing. Marco Bonamini

INDICE

1 - PREMESSA ED OGGETTO	2
2 - BREVE CENNO SULL'INTERVENTO REALIZZATO	2
3 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4 - PROVE DA ESEGUIRE	8
5 - QUADRO ECONOMICO E TEMPI ESECUTIVI.....	10
6 - REQUISITI DELLA DITTA ESECUTRICE.....	11
7 - ONERI A CARICO DELLA DITTA ESECUTRICE.....	12

1 - PREMESSA ED OGGETTO

Nella presente nota si riferisce sulle prove da eseguire in situ e in laboratorio nell'ambito propedeutiche al collaudo statico degli *“Interventi di consolidamento sulle pareti rocciose sovrastanti il cimitero Santa Maria dei Rotoli a Palermo”*.

Si evidenzia che si tratta delle prove finali, per la cui definizione si è tenuto conto di quelle eseguite nel corso dei lavori sia per l'accettazione dei materiali che per il collaudo di alcune delle opere realizzate. La progettazione di tali prove rientra nell'ambito degli incarichi degli scriventi direttore dei lavori e collaudatore statico.

A differenza delle prove eseguite in corso d'opera, a carico dell'impresa esecutrice, le prove in argomento verranno pagate con le somme a disposizione dell'Amministrazione, all'interno delle quali è prevista una specifica cifra sia nel progetto a base di gara che nelle Perizie di Variante redatte in corso d'opera.

Nel seguito, dopo un breve richiamo alle opere realizzate, si indicano la normativa di riferimento e le prove da eseguire. Si illustrano, poi, il quadro economico, desunto dal computo metrico estimativo allegato, e i tempi esecutivi; in ultimo si riferisce sui requisiti minimi della ditta che deve effettuare le indagini, scelta con la procedura individuata dal R.U.P., e sugli oneri a carico della stessa.

2 - BREVE CENNO SULL'INTERVENTO REALIZZATO

Il Cimitero Santa Maria dei Rotoli a Palermo si sviluppa al piede di un vasto costone roccioso con morfologia ad *“anfiteatro”* (fig. 1), dal quale in passato si sono verificati numerosi crolli di blocchi che, in alcuni casi, hanno raggiunto l'area cimiteriale arrecando ingenti danni alle cappelle e alle tombe.

Per mitigare tali condizioni di gravissimo rischio idrogeologico per il camposanto, è stato realizzato un intervento di tipo *“misto”*, comprendente:

- **opere di difesa “passiva”**, mediante le quali non si consolida l'ammasso roccioso, ma si impedisce che gli eventuali massi in caduta dai fronti

lapidei possano raggiungere il cimitero (fig. 2); si tratta di barriere paramassi ad elevato assorbimento di energia ubicate nel pendio compreso tra il costone lapideo potenziale sorgente dei crolli e il camposanto, che hanno determinato una riduzione della “*vulnerabilità*” della zona urbanizzata in oggetto nei riguardi della caduta massi;

- **opere di tipo “attivo”**, di consolidamento dell'ammasso roccioso, effettuate direttamente sulle pareti rocciose, mediate le quali si è ridotta la “*pericolosità*” dei fronti lapidei incombenti sul cimitero Santa Maria dei Rotoli.

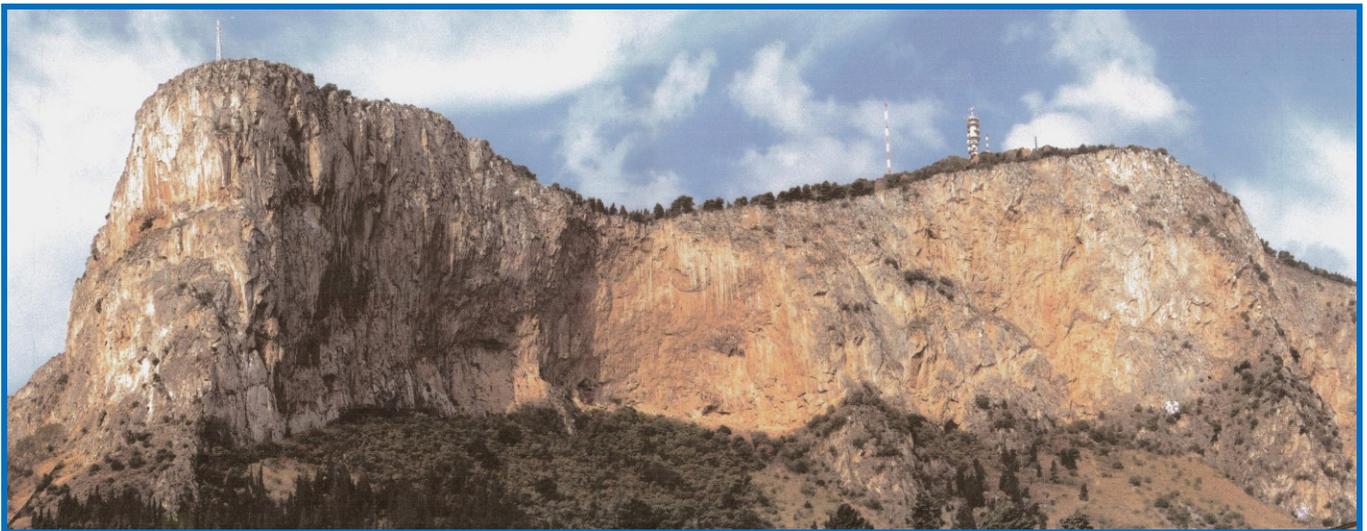


Fig. 1 - Vista generale del costone roccioso incombente sul cimitero

Come già specificato, le opere di difesa passiva sono costituite da barriere paramassi ad elevato assorbimento di energia caratterizzate da un'altezza utile di intercettazione pari a 5 m, da un M.E.L. (*Maximum Energy Level*) di 2.000 kJ e da un S.E.L. (*Service Energy Level*) di 667 kJ (fig. 3).

Per le successive implicazioni circa le prove previste nel presente progetto, si rileva che le fondazioni dei controventi di monte e laterali delle barriere sono

costituiti da tiranti del tipo “a bulbo iniettato” con armatura in barre di acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm della lunghezza di 6 m; parimenti, le fondazioni dei montanti sono costituite da tirafondi del tipo “a bulbo iniettato” con armatura in barre di acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm della lunghezza di 3 m.

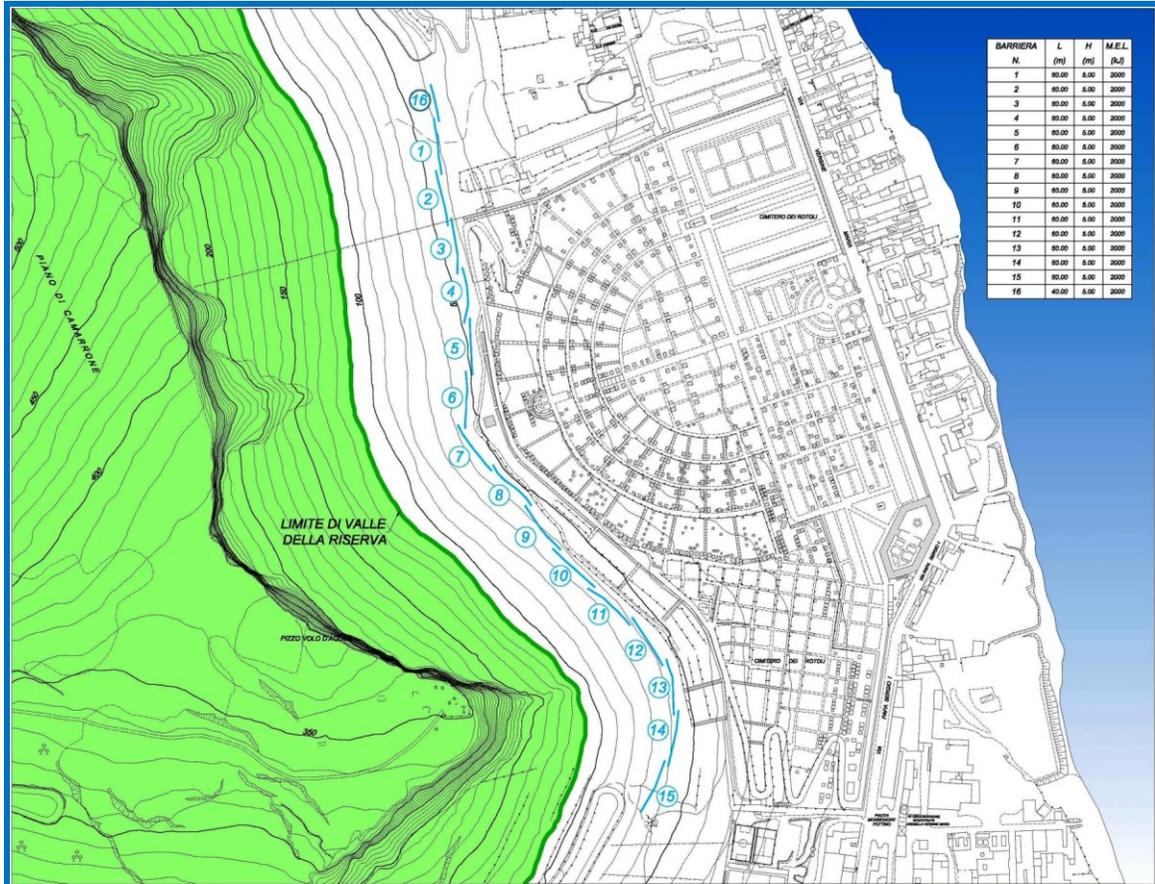


Fig. 2 - Planimetria con ubicazione delle barriere paramassi

Gli interventi di tipo attivo rientrano in due tipologie:

- **di carattere esteso**, in quanto riguardano intere zone del costone roccioso e, in particolare, la fascia sommitale, nella quale la roccia si presenta più

- fratturata. Si tratta di (fig. 4): pannelli di funi di acciaio armonico $\phi 8$ mm con funi di bordo in acciaio armonico $\phi 16$ mm (fig. 5), fissati mediante ancoraggi del tipo “a bulbo iniettato” con armatura in barre di acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm; pannelli di rete metallica a doppia torsione con funi diagonali in acciaio armonico $\phi 12$ mm, ancorati a chiodi del tipo “a bulbo iniettato” con armatura in barre di acciaio B450C $\phi 24$ mm;
- **di carattere puntuale**, di consolidamento di singoli elementi lapidei in equilibrio instabile, comprendenti imbracature con funi in acciaio armonico $\phi 16$ mm ancorate a tiranti (fig. 6) o il placcaggio diretto sempre mediante tiranti. In entrambi i casi gli ancoraggi sono del tipo “a bulbo iniettato” con armatura in barre di acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm.



Fig. 3 - Barriere paramassi realizzate

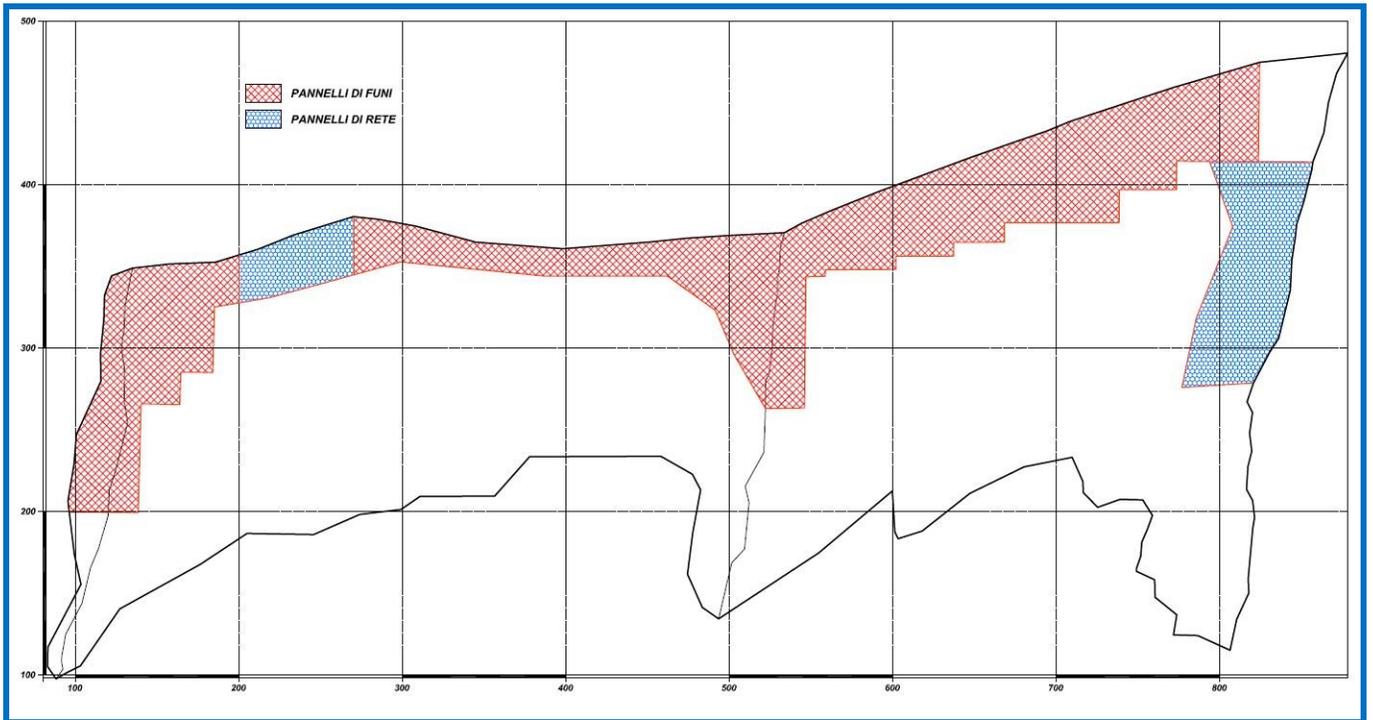


Fig. 4 - Prospetto del costone roccioso con ubicazione degli interventi attivi estesi



Fig. 5 - Intervento attivo di tipo esteso con pannelli di funi



Fig. 6 - Intervento attivo di tipo puntuale di consolidamento del blocco lapideo P58

Le opere di difesa passiva sono funzionali nei confronti dei numerosissimi blocchi in equilibrio instabile presenti nei fronti lapidei delle dimensioni: dell'ordine del metro cubo, se ubicati nelle fasce superiori e centrali del costone carbonatico; di qualche metro cubo, se ubicati nella fascia inferiore del medesimo costone. I massi in equilibrio instabile di dimensioni superiori a quelle innanzi indicate, che in caso di crollo potrebbero avere all'impatto con le barriere energia superiore a quelle che esse sono in grado di dissipare, sono stati consolidati con gli interventi di tipo attivo puntuali. Infine, gli interventi attivi di carattere esteso sono stati necessari per consolidare tutta la fascia sommitale del costone lapideo incombente sul cimitero, dove la roccia è più fratturata, al fine di garantire la sicurezza delle maestranze impegnate negli interventi di tipo attivo sottostanti.

3 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il presente progetto si è fatto riferimento alla normativa di seguito indicata:

- **D.M. Infrastrutture 17/01/2018** “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;

- **Circolare 21 gennaio 2019 n°7 C.S.LL.PP.;**
- **D.M. 11/3/88** “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”;
- **UNI 11211-4** (gennaio 2012), relative alle “*Opere di difesa dalla caduta massi*”;
- **UNI EN 10002-1/2004; UNI EN ISO 7438/2005; UNI EN ISO 6892-1/2009; UNI EN ISO 15630-3/2010;**
- **Raccomandazioni AICAP per ancoraggi nei terreni e nelle rocce** (giugno 2012);
- **DPR 380/2001;**
- **Circolare 08 settembre 2010 n°7617/STC e n°7618/STC.**

4 - PROVE DA ESEGUIRE

Sono state previste prove di laboratorio e prove in situ. Le prime comprendono:

- prove di trazione con determinazione di snervamento, rottura ed allungamento su n°4 terne di provini di barra in acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm;
- prove di trazione con determinazione di snervamento, rottura ed allungamento su n°1 terna di provini di barra in acciaio B450C del diametro di 24 mm;
- prove di piegamento e raddrizzamento su n°4 terne di provini di barra in acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm;
- prove di piegamento e raddrizzamento su n°4 terne di provini di barra in acciaio B450C del diametro di 24 mm;

- prove di trazione con estensimetro su n°1 terna di funi di acciaio armonico del diametro di 12 mm;
- prove di trazione con estensimetro su n°4 terna di funi di acciaio armonico del diametro di 16 mm;
- prove di trazione su n°12 golfari per barre in acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm e su n°3 golfari per barre in acciaio B450C del diametro id 24 mm.

Il numero delle terne soggette alle singole prove è stato definito sulla base delle varie forniture in cantiere dei vari materiali.

Le prove in situ comprendono:

- n°20 prove di tiro di ancoraggi del tipo “*a bulbo iniettato*” con armatura in barre in acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm realizzabili senza procedere con metodi di progressione su corda, in quanto da effettuare alla sommità accessibile del costone lapideo in studio;
- n°20 prove di tiro di ancoraggi del tipo “*a bulbo iniettato*” con armatura in barre in acciaio ad alta resistenza del diametro di 26,5 mm realizzabili con l’ausilio di metodi di progressione su corda, in quanto da effettuare sul fronte roccioso subverticale del costone lapideo in studio.

Si rileva quanto appresso:

1. le prove saranno del tipo ad incrementi di carico e saranno eseguite secondo la procedura standardizzata nelle “*Raccomandazioni AICAP per ancoraggi nei terreni e nelle rocce*” (giugno 2012). Tuttavia, non si effettuerà la misura degli allungamenti, in quanto gli ancoraggi sono realizzati senza il tratto di ancoraggio libero;
2. essendo il massimo carico di esercizio degli ancoraggi degli interventi puntuali pari a $T_e^{\max} = 210,35 \text{ kN}$, il carico di collaudo sarà pari a $T_c = 1,2 \times T_e^{\max} = 253 \text{ kN}$; per gli ancoraggi degli interventi di carattere

puntuale si fissa il carico di collaudo pari a 100 kN, ben maggiore del 20% in più del relativo carico di esercizio. **In ogni caso sono necessari martinetti da almeno 300 kN;**

3. come risulta dalla fig. 7, l'intero costone oggetto dell'intervento di mitigazione del rischio crolli è stato suddiviso in n°5 zone distinte, individuate con le lettere A, B, C, D, E. Le prove di tiro sopra indicate saranno distribuite nelle singole aree: n°4 prove nella parte sommitale e n°4 prove sul fronte lapideo subverticale per ciascuna delle singole aree citate.

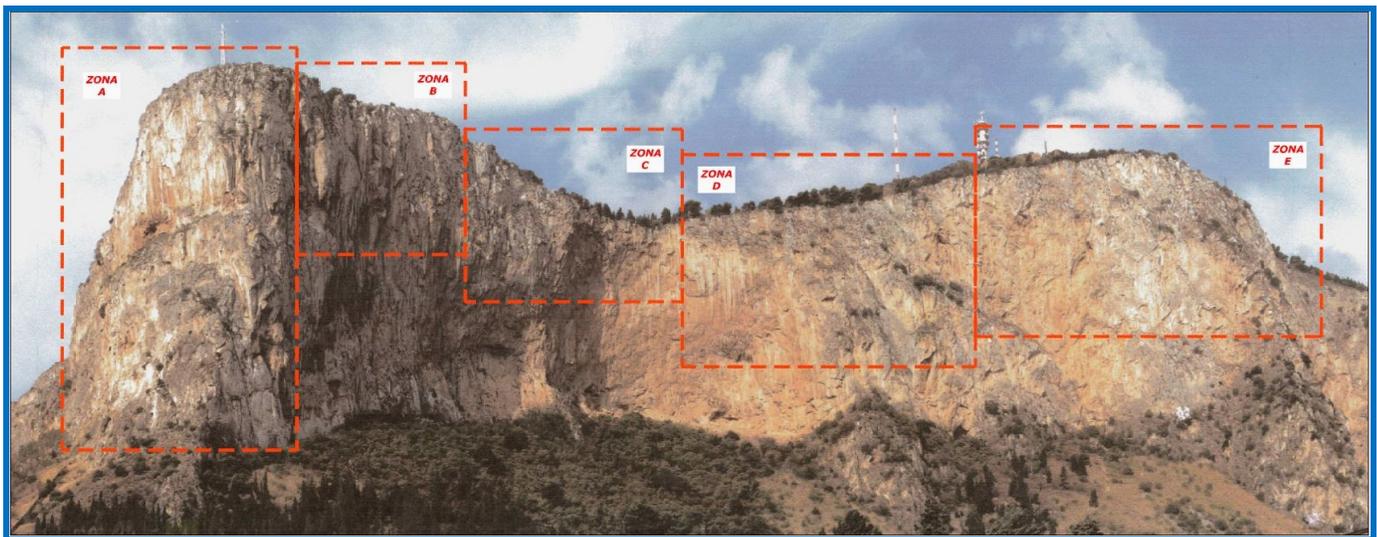


Fig. 7 - Suddivisione in zone del costone lapideo in argomento

5 - QUADRO ECONOMICO E TEMPI ESECUTIVI

Come risulta dall'elaborato B1 - *Computo metrico estimativo*, il costo delle prove è pari a € 36.150,87. Il quadro economico è appresso riportato:

A) importo lavori:	€ 36.150,87
A1) a detrarre oneri della sicurezza non soggetti a ribasso	<u>€ 1.145,85</u>
A2) importo a base d'asta (soggetto a ribasso)	€ 35.005,02

B) IVA 22%: € 7.953,19

C) Fondo art. 113 comma 2 Dlgs 50/2016 1,85%: € 668,79

Sommano: € 44.772,85

I **tempi esecutivi** vengono fissati in **giorni** naturali e consecutivi **30 (trenta)** e sono comprensivi anche della stesura dei certificati delle prove eseguite e di una relazione finale comprendente anche grafici con ubicazione delle prove in situ effettuate (elaborati sulla base di file forniti dalla direzione dei lavori), i certificati di taratura dei martinetti utilizzati e la documentazione fotografica.

Per ogni giorno naturale e consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori verrà applicata una **penale pari all'1 (uno) per mille dell'importo contrattuale**. In ogni caso la penale non potrà superare il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale.

6 - REQUISITI DELLA DITTA ESECUTRICE

Il laboratorio presso cui verranno effettuate le prove dovrà essere autorizzato ai sensi dell'art. 59 comma 2 del DPR 380/2001 e delle Circolari del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 7617 e 7618 del 2010, come previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018).

Per le prove di tiro degli ancoraggi la ditta dovrà disporre di martinetto da almeno 300 kN con certificato di taratura in corso di validità rilasciato da apposito ente indicato dalla vigente normativa.

Infine, per il supporto alla realizzazione delle prove in parete si dovrà utilizzare personale specializzato con qualifica in corso di validità di **“addetto e preposto ai sistemi di accesso e posizionamento mediante funi”** ottenuto da ente che svolge attività di specifica formazione, come previsto nella legge 81/2008.

7 - ONERI A CARICO DELLA DITTA ESECUTRICE

Rimane a carico della ditta esecutrice il trasporto del materiale da sottoporre alle prove di laboratorio dalla sede in cui è depositato il materiale, sita in Palermo, alla sede del laboratorio.

Palermo, gennaio 2021

IL COLLAUDATORE STATICO

(Dott. Arch. Loredana Tarallo)



IL DIRETTORE DEI LAVORI

(Prof. ing. Fabio Cafiso)

