

# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

3<sup>^</sup> Direzione – Viabilità Metropolitana

APQ “Area Interna Nebrodi”- PO.FESR. 2014-2020

Delibera CIPE 52/2018

## “ITINERARIO STRADALE S. P. 176 TRATTO CASTEL DI LUCIO - MISTRETTA”

### PROGETTO ESECUTIVO

(Art. 23 Comma 8 D. Lgs. 18 aprile 2016 N° 50)

**Elaborati:**

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. RELAZIONE TECNICA</li><li>2. FASCICOLO FOTOGRAFICO</li><li>3. ELABORATI GRAFICI</li><li>4. RELAZIONE GEOLOGICA E INDAGINI</li><li><b>5. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE</b></li><li>6. ESECUTIVI DEI FERRI STRUTTURE IN C.A.</li><li>7. ANALISI PREZZI</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>8. ELENCO PREZZI</li><li>9. COMPUTO METRICO E QUADRO ECONOMICO</li><li>10. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI</li><li>11. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</li><li>12. SCHEMA DI CONTRATTO</li><li>13. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO</li><li>14. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA</li></ol> |
|--|--|

AGGIORNAMENTO PREZZI ai sensi del c.2 dell'art. 26 del D.L. 50 del 17/05/2022

### **5 – RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE -**

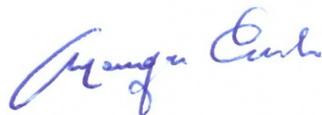
CUP: B37H19002040002

**I PROGETTISTI:**

Ing. Anna CHIOFALO



Geom. Carmelo MANGANO



Geom. Antonino LETIZIA



**VERIFICA PROGETTO**

Art. 26 del D. Lgs N° 50/2016

Verbale in data 22/03/2022

**IL VERIFICATORE**

F.to Ing. Nicola BARBALACE

**APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA**

VERBALE DI VALIDAZIONE del \_\_\_\_\_

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

F.to ing. Rosario BONANNO

OGGETTO: *PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE E MESSA IN SICUREZZA*  
*“ITINERARIO STRADALE S.P. 176 CASTEL DI LUCIO - MISTRETTA”*

**RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO DELLE STRUTTURE**

**Inquadramento generale dell’arteria.**

La S. P. N° 176 Castelluzese presenta uno sviluppo lineare complessivo di km 43 circa, ha inizio al Km. 112+340 della S.S. 113, nel Comune di S.Stefano di Camastra e finisce nel centro abitato del Comune di Mistretta. Il suo percorso, ricade all’interno del territorio dei Comuni di Pettineo, Motta D’Affermo, Castel di Lucio e Mistretta. E si snoda con sviluppo ed andamento piano-altimetrico tortuoso con sezione a mezza costa.

L’arteria ha una rilevante importanza per i centri abitati dei Comuni di Castel di Lucio e Mistretta, in quanto li collega:

- alla viabilità primaria (S. S. 113 ed S.S. 117 ed Autostrada A20 ME - PA) ed al presidio ospedaliero di S. Agata Militello;
- alle stazioni Ferroviarie Silver di S. Agata Militello e Cafalù-Castelbuono;
- al porto di S. Agata Militello e Cafalù;
- agli Istituti Scolastici primari e secondari presenti nei Comuni di Mistretta e Sant.Agata Militello.

L’asse viario in argomento costituisce anche un importante arteria di collegamento e via di fuga per il Comune di Castel di Lucio e Mistretta in caso di interruzione della S.S. 117 .

Il tratto di strada oggetto di intervento nel presente progetto è quello compreso fra i Comuni di Castel di Lucio e Mistretta, cioè dal km 26 al km 35 circa, e comprende 4 interventi di carattere strutturale.

**Stato di fatto.**

La strada in questione si presenta in condizioni di mantenimento precarie e non garantisce una sicura transitabilità a causa di numerosi avvallamenti e lesioni del piano viabile. La strada, a causa delle caratteristiche geomorfologiche spesso è soggetta a dissesti del piano viabile e frane.

L’instabilità dei pendii a valle della strada – si manifestano con una certa assiduità ed in particolare in occasione di eventi alluvionali eccezionali. Anche la pavimentazione del tipo flessibile in conglomerato bituminoso presenta, in quasi tutto il percorso, un livello di degrado sia funzionale che strutturale non essendo stata adeguata al traffico veicolare attuale. La strada presenta, infatti, in quasi l’intero suo percorso il sottofondo stradale risalente all’epoca della sua costruzione e cioè alla fine degli anni ’60. . In particolare il piano viabile risulta interessato da fenomeni di fessurazione a ragnatela ed a blocchi, da ormaie e da buche.

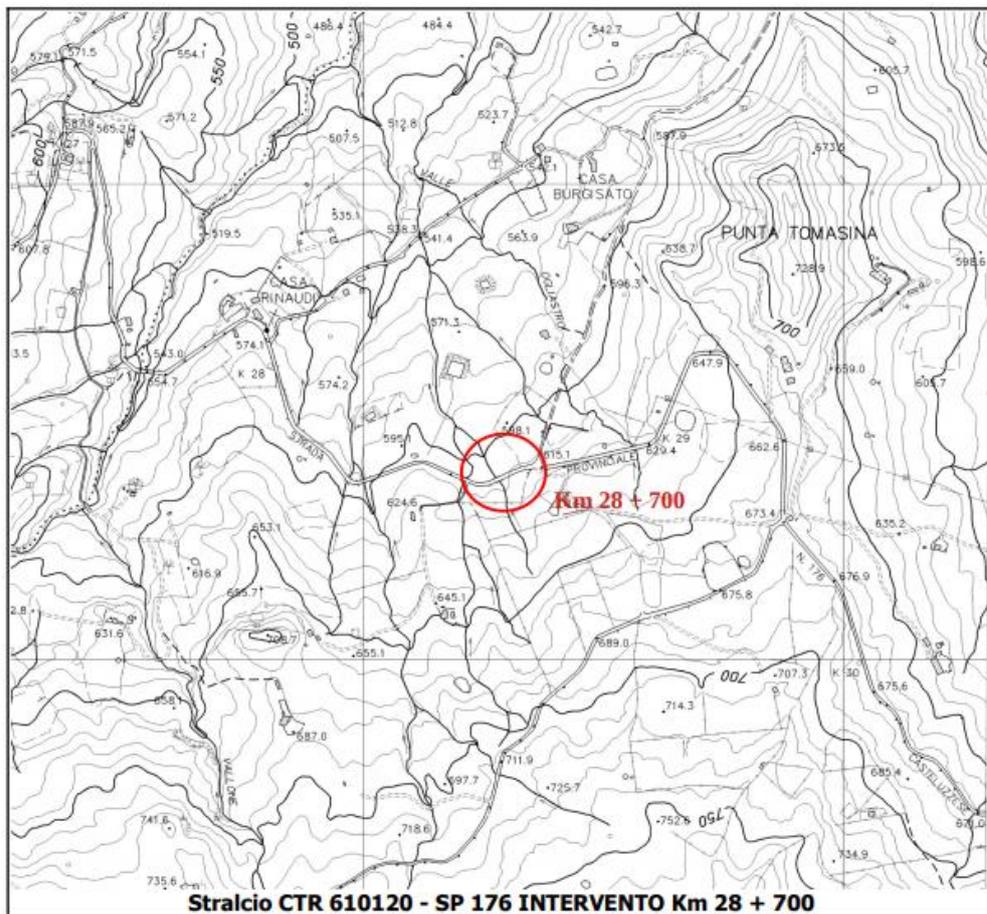
Sono presenti numerosi avvallamenti e fessurazioni determinate dallo scivolamento del pendio a valle e che, in occasione delle piogge nella stagione invernale, possono causare l'incremento dell'instabilità del pendio.

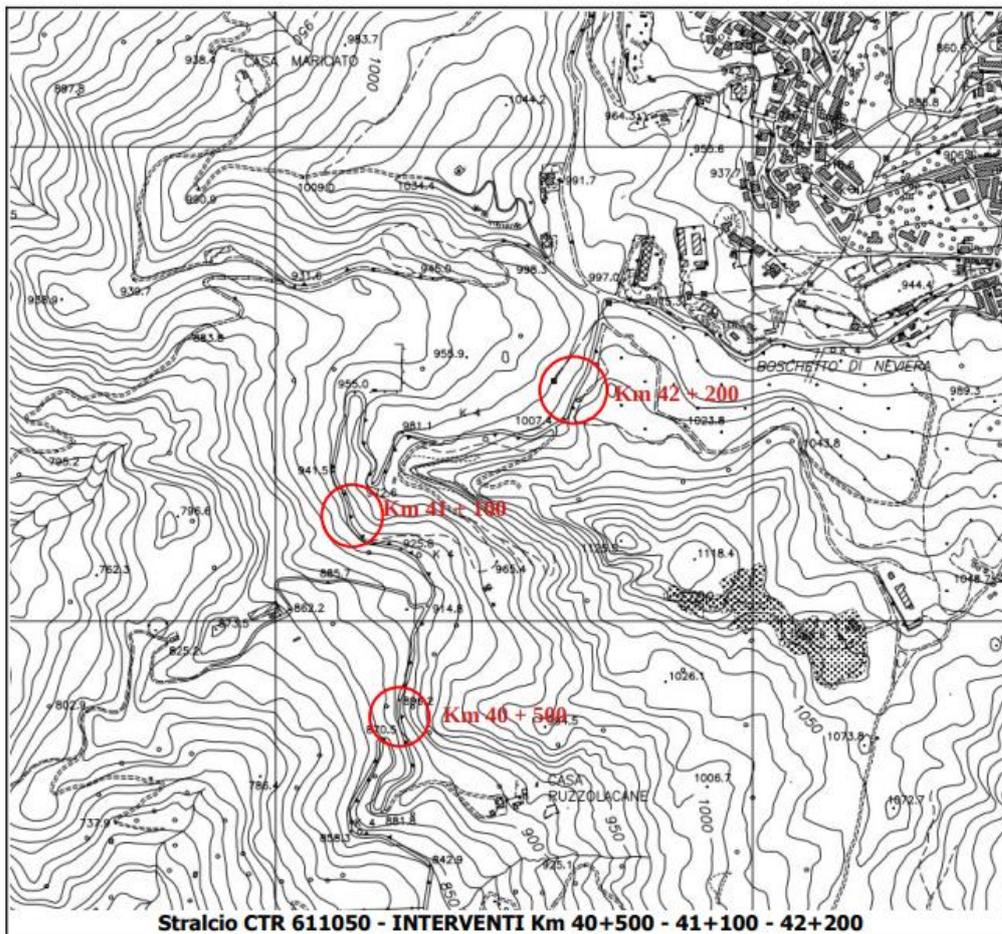
Le limitate protezioni laterali presenti su buona parte del tracciato, costituite in parte da parapetti in muratura che presentano in più parti evidenti lesioni dovute a fenomeni di scivolamento e ribaltamento degli stessi ed in parte da barriera metallica di sicurezza che risulta posizionata ad altezza non regolamentare o con ammaccature e paletti divelti.

La strada, nel tratto di intervento, ha una larghezza media di circa sei metri lineari; i versanti a monte si presentano instabili con peggioramento delle loro condizioni di equilibrio in occasione di eventi piovosi continui e ripetuti, non necessariamente di portata eccezionale ed in occasione delle escursioni termiche.

Più precisamente il tratto preso in esame ed oggetto di intervento è il tratto compreso fra i Comuni di Castel di Lucio e Mistretta, cioè dal km 26 al km 35 circa in quanto, in atto, è il tratto maggiormente dissestato.

Dal punto di vista cartografico, i luoghi di progetto sono individuati nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, l'area è rappresentata nelle tavolette "611050". "511050"





Gli interventi previsti in progetto individuati planimetricamente nelle figure precedenti sono gli interventi che maggiormente possono compromettere la funzionalità della strada in oggetto in quanto sono fenomeni di dissesto già in stato avanzato e l'ulteriore aggravamento comporterebbe il totale isolamento dei paesi di Mistretta e Castel di Lucio.

Tali interventi sono così stati denominati ed individuati planimetricamente:

- INTERVENTO N° 1 – RICOSTRUZIONE CORPO STRADALE AL KM 28+700
- INTERVENTO N° 2 – RICOSTRUZIONE OPERE DI SOSTEGNO AL KM 40+500
- INTERVENTO N° 3 – RICOSTRUZIONE OPERE DI SOSTEGNO AL KM 41+100
- INTERVENTO N° 4 – RICOSTRUZIONE CARREGGIATA AL KM 42+100.

Dal punto di vista geo-stratigrafico locale l'area in esame è stata interessata da studio geologico redatto dal dott. Biagio Privitera sulla scorta dei risultati delle indagini in situ eseguite dalla ditta GEORAS srl, con sede legale in CATANIA (95127) via Vittorio Emanuele Orlando, 168. Lo studio Geologico è stato posto alla base delle scelte progettuali per le opere strutturali previste in progetto.

La descrizione dei luoghi dal punto di vista geologico è stata ampiamente descritta della relazione geologica fornita dal dott. Privitera; dallo studio si evidenzia la caratteristica conformazione del suolo con le principali litologie che si possono così descrivere:

- *Coperture detritiche e riporti (non cartografabili);*
- *Argille Varicolori Oav (Unità di Troina Complesso Sicilide);*
- *Flysch Numidico OMi (Unità di Marangone del Complesso Panormide);*
- *Flysch Numidico OM (Unità di Monte Salici – Monte Castelli – Complesso Sicilide);*
- *Flysch Numidico: membro costituito da argille brune e quarzareniti giallastre in grossi banchi OMa (Unità di Monte Salici – Monte Castelli – Complesso Sicilide).*

In particolare il flysch Numidico è la formazione di base del territorio e, tale formazione, è evidenziata nelle indagini geognostiche effettuate nei luoghi di intervento.

Si tratta di detriti eterometrici costituiti da una matrice di natura prevalente argilloso – marnoso – sabbiosa inglobante blocchi rocciosi anche di grosse dimensioni. La copertura detritica, ha spessori modesti corrispondenti alla parte alterata della formazione che generalmente non supera i tre - quattro metri di profondità.

Il progetto è stato sviluppato sulla base delle informazioni acquisite dai rilievi e le misurazioni eseguite sui luoghi, nonché dai risultati delle indagini necessarie per porre in essere le corrette interpretazioni progettuali.

Alla luce dell'esito delle indagini sono stati effettuati gli approfondimenti necessari affinché, evidenziate le cause delle problematiche in atto, potessero essere trascritte in progetto le scelte per gli interventi progettuali tali da rispondere adeguatamente al mandato conferito.

La strada in esame è classificata sotto l'aspetto tecnico-funzionale quale strada extraurbana di **tipo F** in base all'art.2 commi 2 e 3 del C.d.S.

## **DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO**

Si premette che la natura e l'entità degli interventi di progetto, correlati e subordinati alle somme disponibili nell'ambito del finanziamento concesso, sono volti alla mitigazione delle criticità idrogeologiche ed infrastrutturali che rivestono carattere prioritario. Si riportano pertanto gli interventi di progetto come appresso descritti, rimandando per gli approfondimenti ai relativi elaborati grafici. L'obiettivo principale degli interventi è volto a migliorare gli

standard di sicurezza della strada al fine di dotare la collettività di una infrastruttura più moderna ed efficiente.

Come anticipato in premessa gli interventi strutturali inseriti nel progetto sono quattro, dislocati lungo una lunghezza stradale di circa 20 km. Tali interventi sono quelli, a giudizio dei progettisti, gli interventi prioritari al fine di evitare future interruzioni del transito lungo l'asse viario.

Planimetricamente essi sono stati individuati secondo le progressive chilometriche e precisamente:

- INTERVENTO N° 1 – RICOSTRUZIONE CORPO STRADALE AL KM 28+700
- INTERVENTO N° 2 – RICOSTRUZIONE OPERE DI SOSTEGNO AL KM 40+500
- INTERVENTO N° 3 – RICOSTRUZIONE OPERE DI SOSTEGNO AL KM 41+100
- INTERVENTO N° 4 – RICOSTRUZIONE CARREGGIATA AL KM 42+100.

Di seguito verranno descritti con maggior dettaglio :

#### **INTERVENTO N° 1** – RICOSTRUZIONE CORPO STRADALE AL KM 28+700

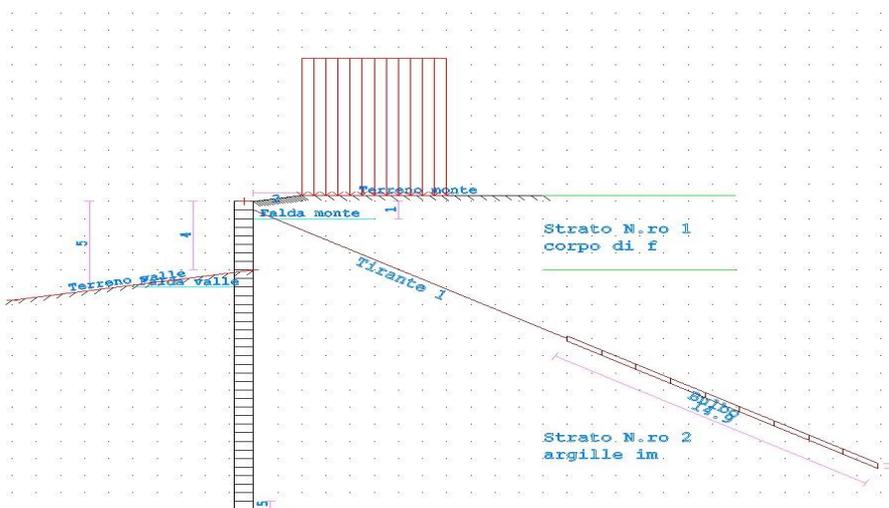


*Foto aerea dell'intervento n° 1*

Il sito è da tempo interessato ad un vistoso avvallamento che negli anni ha comportato alla Città Metropolitana di Messina interventi di ricarica in urgenza per permettere il mantenimento del transito veicolare. Con il presente progetto si interviene strutturalmente per bloccare il movimento franoso. Si interverrà con:

- il consolidamento del tratto dissestato con l'utilizzo di una paratia di pali tirantata disposti a quinconce e sormontata da una trave di collegamento in c.a. che ha anche la funzione di sostegno del nuovo corpo stradale.
- i pali avranno una lunghezza di 18 metri e un diametro di 800 mm. Saranno disposti su due file poste a distanza di 1,20 una dall'altra mentre i pali avranno una distanza fra di loro di 2,40 m.
- I tiranti, dimensionati a 45 ton, avranno una lunghezza complessiva di 30,00 metri di cui 15 di bulbo. Verranno disposti sulla trave di coronamento ad interasse di 4,80 metri l'uno dall'altro.
- Per permettere all'acqua di superficie di defluire più facilmente verranno posti in opera dreni superficiali realizzati a sacco con pietrame e tessuto non tessuto, fino all'imbocco dell'impluvio, posto poco più a valle.
- Il corpo stradale sarà ricostruito interamente per tutta la lunghezza dell'intervento mediante la posa di terre armate ad altezza variabile per permettere il ripristino della livelletta stradale.
- Le cunette di raccolta acque di scolo a monte saranno interamente ricoltivate e il tombino di attraversamento del corpo stradale sarà anch'esso ricostruito con un tubo armco di dimensioni adeguate.
- A completamento dell'intervento sarà ricostruito il cassonetto stradale e il manto bituminoso.
- La barriera stradale sarà riposizionata qualora in buone condizioni o sostituita con nuova barriera.

Per l'individuazione dei parametri geologici e geotecnici sono state eseguiti due sondaggi (S1 ed S.2) i quali hanno evidenziato che la superficie di scorrimento del movimento franoso si trova a circa 6-7 metri dal piano stradale, Si è deciso di impostare l'opera strutturale alla base del rilevato stradale e ricostruire il rilevato con una struttura in terre armate



*Fig. 1a -schema di carico  
intervento 28+700*

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite in zona, e della relazione geologica si è rappresentata, per semplicità, la stratigrafia del terreno secondo due litotipi aventi le seguenti caratteristiche (*gli spessori del terreno sono stati decurtati del rilevato stradale, 3 metri, che verrà interamente asportato.*):

**PARAMETRI CARATTERISTICI DI PROGETTO**

Sono stati individuati n° 2 strati significativi:

descrizione	Profondità ml	Peso di volume ton/mc	Peso dei grani	Angolo di attrito °	Coesion e efficace kg/cm2	Coesion e non drenata Kg/cm2	Indice di plasticità
<i>Terreno di copertura</i>	0.00-4.00	1.90	2.50	26-30	0,00	0,0	---
<i>Terreno di substrato alternanza lino sabbioso e limo argilloso</i>	4.00-20.00	1,90	2.55	21	0,3	0,3	---

L'interpretazione delle prove SPT condotte nei sondaggi S.1 e S.2 hanno dato valori dell'angolo di attrito interno compresi tra i 27° e i 31°, tuttavia si ritiene che gli stessi valori possano essere sovrastimati in ragione della frazione grossolana presente nel litotipo ed alle forti pressioni litostatiche cui questa unità geologica è stata sottoposta, almeno fino al Pliocene inferiore. (*sovracosolidazione*) il rimaneggiamento e l'alterazione degli strati pertanto potrebbe portare a ridurre tali valori e pertanto, in via precauzionale, si è considerato un valore di attrito molto più basso.

La Categoria del Suolo da considerare è la **categoria "B"** con un indice topografico **Sr = 1.0**

## INTERVENTO N° 2 – RICOSTRUZIONE OPERE DI SOSTEGNO AL KM 40+500



**Fig. 2 individuazione su ortofoto dell'intervento n° 2 km 40+500**

Il sito è da tempo interessato ad un lungo avvallamento che ha comportato il cedimento sub verticale del muro di valle lasciandolo integro. La frana, generata a valle della strada, con il passare degli anni sta risalendo verso monte con “effetto richiamo” coinvolgendo la strada, dapprima marginalmente e, negli ultimi anni anche nella parte a monte. I diversi interventi di ricarica non mostrano in apparenza l’entità del dissesto che, se trascurato, potrebbe interrompere il transito della S.P.161. Con il presente progetto si interviene strutturalmente per bloccare il movimento franoso.

Si interverrà con la costruzione di una paratia tirantata a sostegno del piede del muro esistente in modo da bloccare l'effetto richiamo dovuto allo scivolamento verso valle del pendio:

L'intervento consiste quindi nella realizzazione di :

- costruzione della pista di accesso all'area per il posizionamento della macchina dei pali alla base delle fondazione del muro esistente.
- Costruzione della paratia tirantata costituita da una doppia fila di pali del diametro di 800 mm e lunghi 11 metri posti ad interasse di 2,40m. Le file dei pali sono poste a distanza di 1,50 m l'una dall'altra. I pali sono sormontati e collegati fra di loro da un cordolo di testa in c.a. che funge anche da base di ancoraggio dei tiranti.
- I tiranti, dell'ordine di 45 ton saranno disposti ad un interasse di 4,80 metri e avranno una lunghezza di 30 metri di cui 15m di frusta e 15,00 metri di bulbo.
- Il cordolo di testa dei pali fungerà da quindi da cuneo alla base del muro ed eviterà futuri cedimenti, salvaguardando l'intero corpo stradale. La livelletta della strada sarà quindi risagomata smussando i repentini cambi di pendenza dovuti ai precedenti cedimenti del corpo stradale. Il cassonetto stradale sarà pertanto ricostruito nei tre strati convenzionali.
- A completamento verrà sostituita la barriera danneggiata con nuova barriera stradale.
- Verrà effettuata anche la risagomatura delle cunette e delle caditoie per un ottimale smaltimento delle acque piovane.

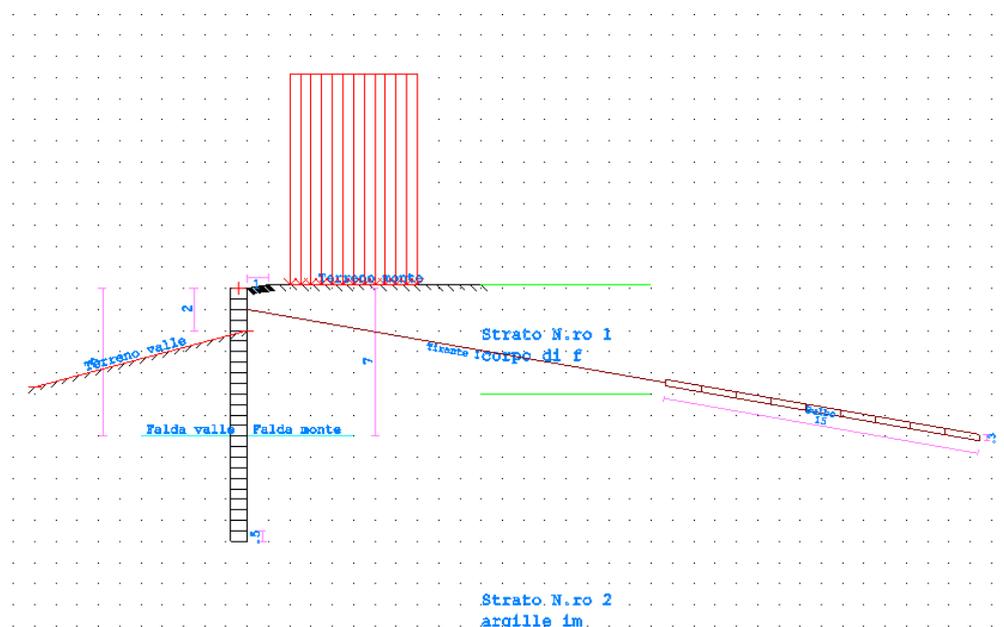


Fig. 2 a – schema di carico intervento km 40+500

Per maggiore dettaglio, il tratto di intervento è riportato nelle tavole grafiche di progetto.

## Caratteristiche del terreno

Per il dimensionamento strutturale e le verifiche di stabilità delle opere da realizzare, si è fatto riferimento ai risultati delle indagini geognostiche e geofisiche effettuate in sito dalla società GEORAS srl, con sede legale in CATANIA (95127) via Vittorio Emanuele Orlando, 168 e la relazione geologica del dott. Privitera, geologo incaricato dalla Città metropolitana di Messina per lo studio geologico.

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite in zona, e della relazione geologica si è rappresentata, per semplicità, la stratigrafia del terreno secondo due litotipi aventi le seguenti caratteristiche:

sono state eseguiti due sondaggi con relative prove SPT e sono stati prelevati n° 3 campioni indisturbati – le prove masw hanno completato il quadro di studio e hanno permesso di effettuare una disamina completa del terreno di sedime.

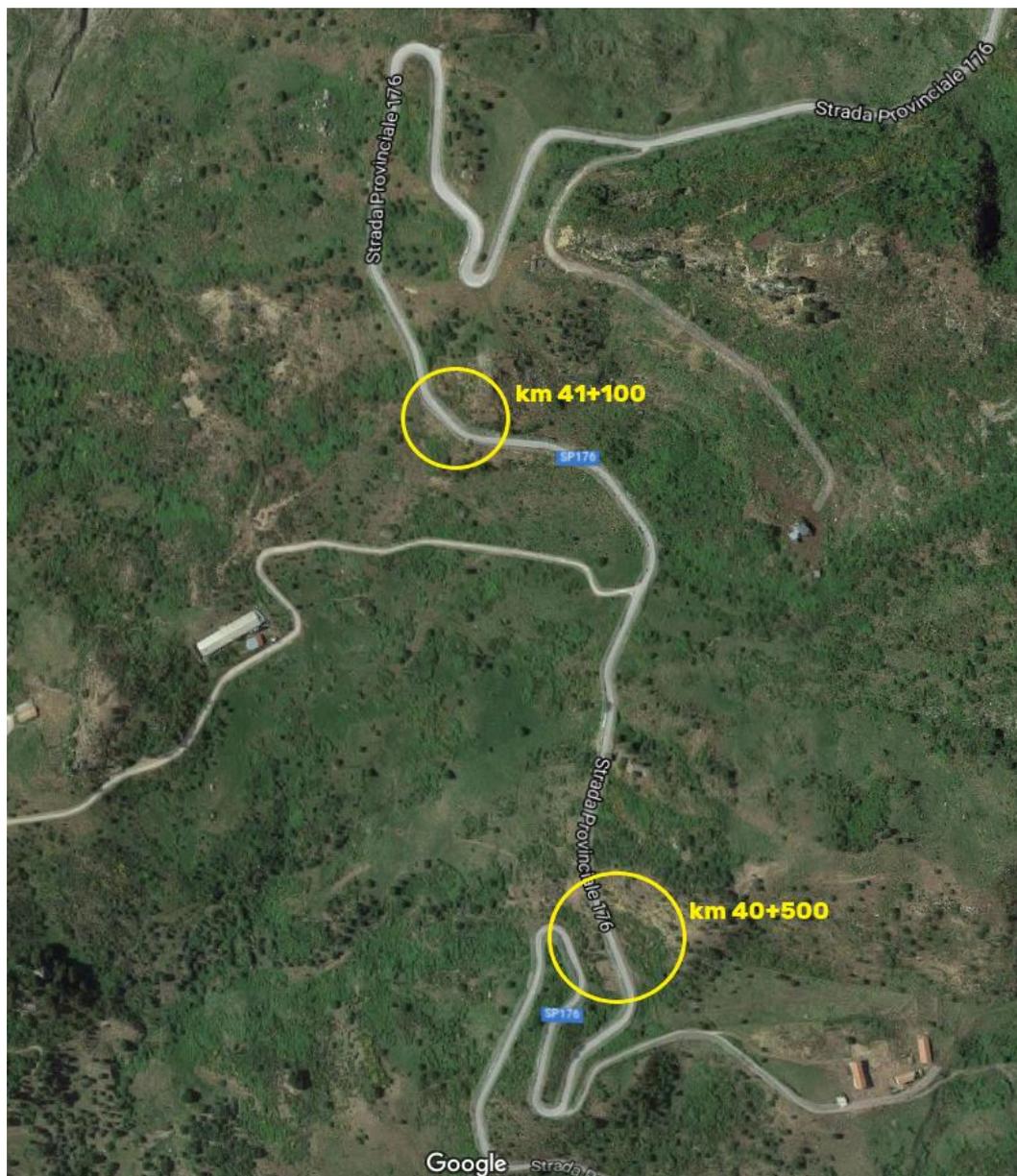
### *PARAMETRI CARATTERISTICI DI PROGETTO*

Sono stati individuati n° 3 strati significativi (gli spessori fanno riferimento alla base del muro) :

descrizione	Profondità ml	Peso di volume ton/mc	Peso dei grani	Angolo di attrito °	Coesione efficace kg/cm2	Coesione non drenata Kg/cm2	Indice di plasticità
<i>Terreno di copertura (corpo in frana)</i>	0.00- 4.00	1.90	2.70	29	0,00	0,0	---
<i>Terreno di substrato Flysch Numidico sabbie ghiaiose e algille con limo)</i>	4.00- 8.00	1,90	2.75	28	0,3	0,0	---
<i>Terreno roccioso imposto (quarzareniti)</i>	8.00- 20.00	2.0	2.75	36	0,0	0,0	

Le prove in situ hanno fornito anche la caratterizzazione dei terreni di fondazione classificandoli in CATEGORIA **B.**”; il coefficiente di amplificazione topografica nella relazione geologica è stato calcolato in **St con valore 1,1**

## INTERVENTO N° 3 – RICOSTRUZIONE OPERE DI SOSTEGNO AL KM 41+100



*Fig. 3 – individuazione su ortofoto dell'intervento n° 3 – km 41+100*

Il sito è inserito entro un dissesto che coinvolge buona parte del corpo stradale per una lunghezza di circa 70 metri lungo un tratto in curva.

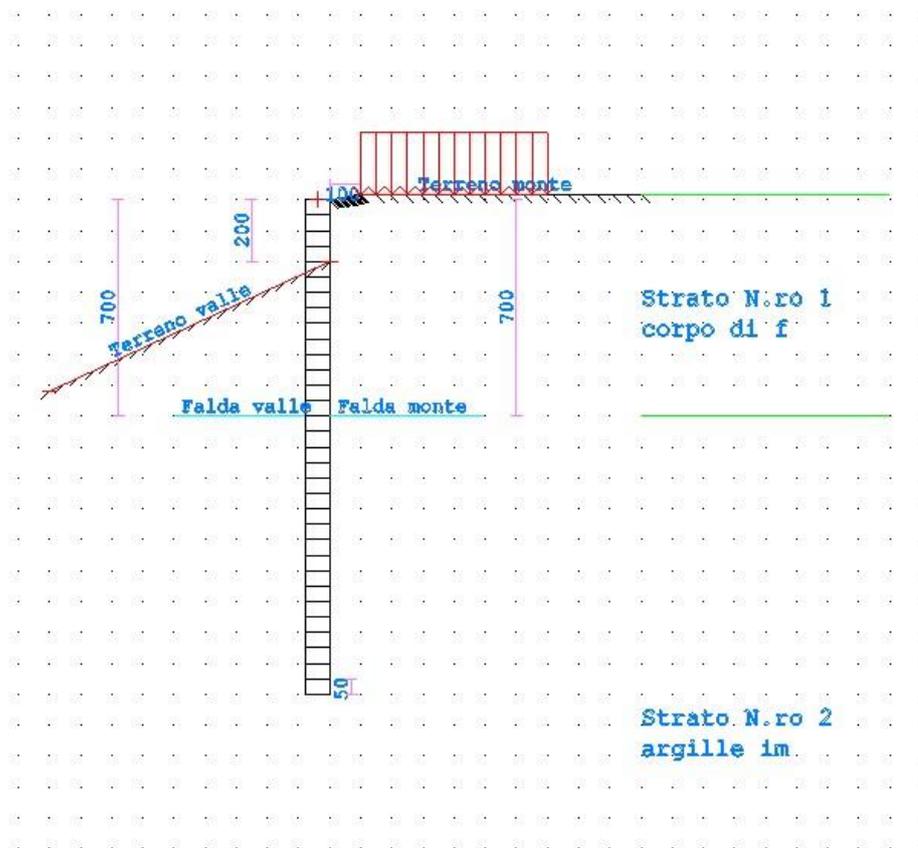
La cattiva regimentazione delle acque superficiali ha innescato un movimento franoso che, evolvendo, ha trascinato parte della carreggiata di valle con vistose lesioni sul manto bituminoso. In atto la frana coinvolge l'intera larghezza della strada ma potrebbe facilmente evolvere interrompendo del tutto il transito.

È necessario quindi un intervento di consolidamento della scarpata di valle con opere di sostegno profonde per evitare l'evolversi del dissesto.

Con il presente progetto si interviene strutturalmente per la ricostruzione del corpo stradale dissestato.

Si interverrà con:

- la costruzione di una paratia di pali del diametro di 800 mm e della profondità complessiva di 16 metri posti su due file poste a distanza di 1,70 l'una dall'altra.
- Considerate le discrete qualità di portanza del terreno di fondazione non è necessario apporre tirantature alla struttura.
- il rifacimento del cassonetto stradale riportando la livelletta alla quota iniziale, la stesura di conglomerato bituminoso nei tre strati di base, di collegamento e di usura, per tutta la zona interessata dai lavori;
- il rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale in prossimità dell'intervento di consolidamento;
- la ricostruzione delle cunette a monte per il ripristino della funzionalità e un ottimale smaltimento delle acque piovane fino al più vicino impluvio naturale.



*Fig. 3a – schema di carico intervento km 41+100*

Per maggiore dettaglio, il tratto di intervento è riportato nelle tavole grafiche di progetto.

## Caratteristiche del terreno

Per il dimensionamento strutturale e le verifiche di stabilità delle opere da realizzare, si è fatto riferimento ai risultati delle indagini geognostiche e geofisiche effettuate in sito dalla società GEORAS srl e la relazione geologica del dott. Privitera, geologo incaricato dalla Città metropolitana di Messina per lo studio geologico.

In questo sito, al fine di poter ricostruire la litostratigrafia di dettaglio, sono stati eseguiti n. 2 sondaggi meccanici verticali a rotazione e carotaggio continuo spinti fino ad una profondità di 20 m e 15 m, rispettivamente denominati S.5 e S.8, sono stati prelevati n° 3 campioni indisturbati sottoposto ad analisi di laboratorio; eseguite n° 8 prove SPT e una MASW.

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite in zona, e della relazione geologica si è rappresentata, per semplicità, la stratigrafia del terreno secondo due litotipi aventi le seguenti caratteristiche:

### *PARAMETRI CARATTERISTICI DI PROGETTO*

Sono stati individuati n° 2 strati significativi:

descrizione	Profondità à ml	Peso di volume ton/mc	Peso dei grani	Angolo di attrito °	Coesion e efficace kg/cm2	Coesion e non drenata Kg/cm2	Indice di plasticità
<i>Terreno di copertura</i>	0.00-6.00	1.90	2.70	29	0,00	0,0	---
<i>Terreno di substrato argille sabbiose</i>	6.00- 20.00	1,90	2.75	29	0.3	0,0	---

Le prove in situ hanno fornito anche la caratterizzazione dei terreni di fondazione classificandoli in CATEGORIA **B.**; il coefficiente di amplificazione topografica nella relazione geologica è stato calcolato in **St con valore 1,3**

## INTERVENTO N° 4 – RICOSTUZIONE CARREGGIATA AL KM 42+100.



Fig. 4 individuazione su ortofoto dell'intervento n° 4 – km 42+100

Il sito è stato interessato ad un movimento franoso che ha comportato il cedimento della piattaforma stradale di valle con parziale coinvolgimento di terreni privati a monte e a valle della strada. La frana, generata a causa della presenza di acqua di falda non regimentata a monte della strada e il cattivo convogliamento e allontanamento a valle, ha coinvolto la strada, dapprima marginalmente e, negli ultimi mesi in modo evidente tanto da costituire serio pericolo di totale interruzione del transito della S.P.176. Con il presente progetto si interviene strutturalmente per bloccare il movimento franoso mediante la costruzione di opere di sostegno del corpo stradale e la contemporanea costruzione di dreni sub orizzontali per la captazione e allontanamento delle acque profonde e superficiali.

Si interverrà con:

- il consolidamento del tratto dissestato con l'utilizzo di un muro di sostegno in c.a H=3,00 m della lunghezza di circa 50 metri, fondato su due file di pali profondi L = 14,00 m; Le indagini geologiche hanno individuato il terreno imposto ad una profondità di circa m. 6,00 dal piano strada. I pali saranno costituiti da fori del D = 800 mm con getti di cemento armato C32/40 sia in fondazione che in elevazione;

- esecuzione di tiranti di ancoraggio del muro da 35 ton ed interasse di 4 metri e posto ad un'altezza di ml 1,00 dalla fondazione;
- alla base del muro verranno inseriti dei dreni sub-orizzontali della lunghezza di circa 30 metri per la captazione delle acque provenienti da monte in modo da abbattere le spinte idrostatiche. Le acque captate saranno allontanate con apposite opere di smaltimento fino al più vicino impluvio.
- il rifacimento del cassonetto stradale riportando la livelletta alla quota iniziale, la stesa di conglomerato bituminoso nei tre strati di base, di collegamento e di usura, per tutta la zona interessata dai lavori;
- il rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale in prossimità dell'intervento di consolidamento;
- il rifacimento ed integrazione della protezione laterale, con smonto dei vecchi guard rail, posa in opera di nuova barriera di sicurezza;
- la risagomatura delle cunette e delle caditoie per un ottimale smaltimento delle acque piovane.

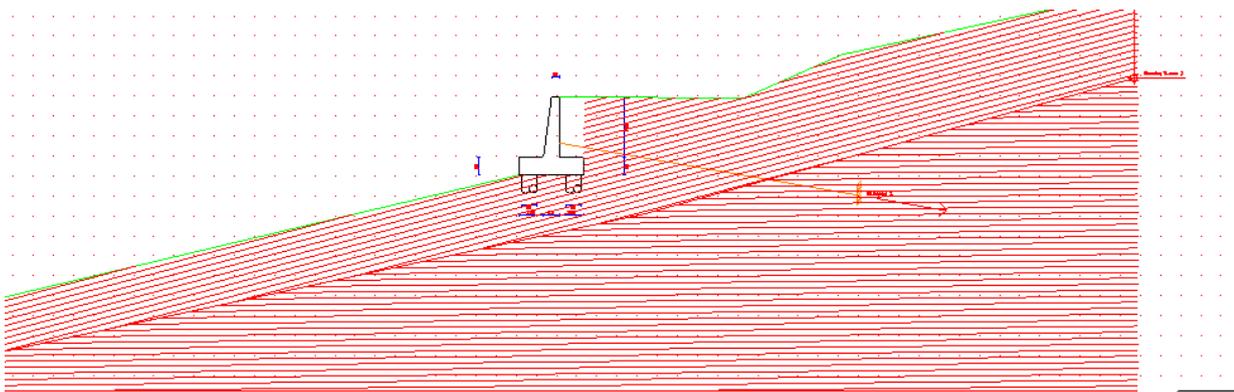


fig. 4 a - (schema costruttivo muro su pali km 42+100 )

Trattandosi di un intervento di ricostruzione del piano viabile esistente non saranno apportate modifiche importanti all'ambiente circostante e quindi non si produrrà nessun impatto ambientale. Il nuovo muro di sostegno, eseguito in sostituzione di quello compromesso, si inserirà armoniosamente nel contesto della zona uniformandosi agli altri manufatti esistenti.

Per maggiore dettaglio, i tratti di intervento sono riportati nelle tavole grafiche di progetto.

### **Caratteristiche del terreno**

Per il dimensionamento strutturale e le verifiche di stabilità delle opere da realizzare, si è fatto riferimento ai risultati delle indagini geognostiche e geofisiche effettuate in sito dalla società GEORAS e la relazione geologica del dott. Privitera, geologo incaricato dalla Città metropolitana di Messina per lo studio geologico. In detto sito, al fine di poter ricostruire la litostratigrafia di dettaglio, sono stati eseguiti n. 2 sondaggi meccanici verticali a rotazione e carotaggio continuo spinti fino ad una profondità di 20 m ciascuno, per complessivi 40 m di perforazione. In considerazione della natura e del tipo di fenomeno di dissesto classificabile come complessa in ragione del fatto che risente sia del cinematisimo di frana per scivolamento, sia di colamento. Sono state eseguite prove SPT e prova MASW.

È stato posizionato anche un inclinometro ed un piezometro per monitorare il livello di falda e gli spostamenti del corpo di frana. Dalle letture si è rilevato che la falda si trova ad una quota di – 5 metri.

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite in zona, e della relazione geologica si è rappresentata, per semplicità, la stratigrafia del terreno secondo due litotipi aventi le seguenti caratteristiche:

**PARAMETRI CARATTERISTICI DI PROGETTO**

Sono stati individuati n° 2 strati significativi:

<b>descrizione</b>	<b>Profondità à ml</b>	<b>Peso di volume ton/mc</b>	<b>Peso dei grani</b>	<b>Angolo di attrito °</b>	<b>Coesione e efficace kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Coesione e non drenata Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Indice di plasticità</b>
<i>Terreno di copertura</i>	0.00-3.00	1.90	2.70	25	0,25	0,0	---
<i>Terreno di substrato Flysch Numidico Argille sabbiose</i>	7.00- 20.00	1,90	2.75	28	0,1	0,2	---

Le prove in situ hanno fornito anche la caratterizzazione dei terreni di fondazione classificandoli in CATEGORIA **B.**”; il coefficiente di amplificazione topografica nella relazione geologica è stato calcolato in **St con valore 1,1**

Di seguito si allegano i tabulati di calcolo di tutti gli interventi previsti in progetto.

Si è anche provveduto alla verifica del pendio e si allega il risultato dei coefficienti di sicurezza .

Le tavole grafiche degli esecutivi dei ferri per ogni singolo tipo di muro sono anche suddivise per intervento.

*Messina,*

Il tecnico progettista  
*ing. Anna CHIOFALO*

## RELAZIONE SUI MATERIALI

**RELAZIONE TECNICA**  
**SUI MATERIALI DELLE STRUTTURE IN C.A.**

OGGETTO: *PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE E MESSA IN SICUREZZA "ITINERARIO STRADALE S.P. 176 CASTEL DI LUCIO MISTRETTA"*

**Descrizione dell'intervento**

Il progetto prevede 4 interventi di ricostruzione del piano viabile e consolidamento strutturale delle scarpate di valle ai km. 28+700, km 40+500, km 41+100 e 42+100 della S.P. 176 Castelluzzese nei Comuni di Castel di Lucio e Mistretta;

l'intervento previsto consiste nella ricostruzione di porzioni di carreggiata ceduta causa frana mediante costruzione di paratie di pali in c.a. del D=800 posti su due file a quinconce e tirantate con tiranti di 45 ton (nei primi tre interventi) e la costruzione di un muro di sostegno in c.a. fondato su pali costituiti da pali del D 800 e tirantato con un ordine di tiranti da 35ton. È prevista anche la realizzazione di opere minori quali ricostruzione delle cunette di raccolta delle acque piovane e ricostruzione di manto stradale con conglomerato bituminoso.

**PREMESSA**

I materiali da utilizzare per le opere in c.a. sono stati scelti in funzione delle caratteristiche del terreno di fondazione e delle condizioni di aggressività terreno anche in funzione della possibile presenza di acqua di falda.

Si precisa che nei tabulati numerici per la verifica dei coefficienti di sicurezza, allegati alla relazione di calcolo strutturale, è stato indicato, per motivi di sicurezza, una classe del calcestruzzo inferiore a quella da utilizzare in fase esecutiva e che viene indicata nella presente relazione.

**MATERIALI IN GENERE**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, e nello specifico putrelle HEB160 e tiranti a due trefoli da 30 ton, utilizzati nelle opere in oggetto ed indicati alla presente relazione, devono pertanto rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;***
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;***
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.***

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere di cui al presente progetto proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

**a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;**

**b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;**

**c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.**

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

## **CEMENTI**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1. Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606. Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lettera C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

## **ACQUA DI IMPASTO**

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

## **AGGREGATI**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi. Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo. La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità descritti in fase di progetto. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. Gli aggregati dovranno

rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare: -il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1: 1999 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS<sub>0,2</sub>); -il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%; -non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

### **ADDITIVI**

Gli additivi, ove previsti, per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri. Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

### **Materiali da costruzione**

#### **Calcestruzzi per conglomerati:**

I materiali da utilizzare per le opere in c.a. sono stati scelti in funzione delle caratteristiche del terreno di fondazione e delle condizioni di aggressività terreno anche in funzione della possibile presenza di acqua di falda.

Pertanto, anche se nei tabulati relazione di calcolo è stato indicato, per motivi di sicurezza, una classe del calcestruzzo inferiore, in fase esecutiva si utilizzerà il calcestruzzo previsto nelle NTC 2018 per le opere in fondazione del tipo

Classe	Classe di esposizione	Consistenza	Aggregato	Tipo Cemento	Quantità Cemento [q.li]	Sabbia [m <sup>3</sup> ]	Ghiaia [m <sup>3</sup> ]	Acqua [lt]
C32/40	XC1/XC2	S2/S3	Dmax 15	42.5	3.0	0.4	0.8	175

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove

proporzioni previste.

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione ottimali.

La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30%. L'impasto di materiali, se realizzati in cantiere, dovrà essere fatto a mezzo di macchine impastatrici. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolate a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità d'acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il cemento e la consistenza degli impasti, saranno determinate in funzione della destinazione d'uso ed al procedimento di posa in opera calcestruzzo. **Tutti i calcestruzzi messi in opera dovranno essere costipati mediante vibratore meccanico.**

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta.

#### **Prove sui materiali.**

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La definizione del calcestruzzo viene effettuata mediante la classe di resistenza, contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 2061 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;

- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio per carpenteria, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, EN 10002-I, UNI EN 10045-1.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale riconosciuto. L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, salvo pattuizioni contrarie.

#### acciai

per gli acciai si utilizzerà l'acciaio controllato in stabilimento del tipo **B450C** previsto già nella relazione di calcolo e conforme al D.M. 14/01/2008.

Non saranno poste in opera barre eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

La certificazione della corrispondenza dei materiali sarà controllata durante i lavori prelevando campioni di calcestruzzo durante i getti e barre di acciaio dalle forniture in cantiere, riportando il tutto nella relazione a struttura ultimata di cui all'art. 6 della L.1086/71.

## **Il tecnico**