

**S.S.131 DI "CARLO FELICE"**  
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici 2° stralcio  
dal km 108+300 al km 158+000

**PROGETTO ESECUTIVO**

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Nicola D'Alessandro - Delta Ingegneria srl  
Ordine Ing. di Agrigento n. A995

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanatica - Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli  
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore Frasca

PROTOCOLLO

DATA



OPERE D'ARTE MINORI  
Ponticello idraulico L=40.00 m Km 138+970 - PO04 su S07  
RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

LOPLSQ E 1901

NOME FILE

S07GE00GETRE01A

CODICE  
ELAB.

S07GE00GETRE01

REVISIONE

SCALA

A

.

D

C

B

A

Emissione

Marzo 2020

Ing.D. D'ALESSANDRO

Ing. M. CARLINO

Ing.N. D'ALESSANDRO

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**S.S. 131 di “Carlo Felice”**

**Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131**

**Risoluzione di nodi critici – 2° stralcio**

**Dal km 108+300 al km 158+000**

**RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO**

**PONTE PO.04 ALLA PK 138+970**

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUZIONE .....</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>                 | <b>4</b>  |
| <b>3. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>                   | <b>5</b>  |
| <b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>              | <b>6</b>  |
| 5.1 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI.....                      | 6         |
| 5.2 PROFILI STRATIGRAFICI DELL'AREA .....                | 7         |
| 5.3 UNITÀ GEOTECNICA C – COLTRI ELUVIO COLLUVIALI .....  | 8         |
| 5.4 UNITÀ GEOTECNICA BA – BASALTI ALTERATI .....         | 8         |
| 5.5 UNITÀ GEOTECNICA B – BASALTI NON ALTERATI.....       | 8         |
| <b>6. AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....</b>             | <b>11</b> |

## 1.INTRODUZIONE

La presente relazione geotecnica inerisce al progetto di "Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 "Carlo Felice", dal km 108+300 al km 158+000, con risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio", ed in particolare al ponte monocampata in acciaio previsto sulla S07 al km 138+970, di cui sono previste le seguenti opere interagenti con il terreno:

- Esecuzione micropali di fondazione delle fondazioni ponte;
- Esecuzione muri andatori.

Tutte le verifiche sono state condotte in accordo al metodo semiprobabilistico agli stati limite

secondo quanto indicato dalle NTC 2008.

A seguire, per l'opera in esame, sono brevemente riassunte le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dall'opera stessa e poi esposte le caratterizzazioni geotecniche dei terreni.

Le verifiche geotecniche delle opere di fondazione delle spalle del ponte e dei muri d'ala sono riportate nella apposita relazione sulle fondazioni, a cui si rimanda .

## 2.DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella progettazione sono state tenute in conto le seguenti normative:

- D.M. del 11-3-1988 – “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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- D.M. del 16-1-1996 – “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”
- D.M. del 16-1-1996 – “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”
- Circolare del 15-10-1996 – “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M. del 9-1-1996”
- Circolare del 10-4-1997 – “Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al D.M. 16 gennaio 1996
- O.P.C.M. del 20-3-2003 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2008)

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

### 3.DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il ponte di scavalco del fosso posto circa al km 138+970 della S.S. 131 è un'opera a campata unica di luce pari a 40 metri. Sulla viabilità di accesso S07.

Per quanto riguarda le sottostrutture, sono state adottate spalle di tipo ordinario in cemento armato. Le fondazioni sono di tipo profondo, su micropali f300 mm.

A ridosso della spalla è stata prevista la costruzione di un muro andatore al fine di arretrare la chiusura del cono del rilevato.

I muri andatori, di varia altezza, sono previsti con fondazioni dirette.

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il modello geologico di riferimento è caratterizzato dalla presenza delle andesiti e dei basalti della Subunità di Dualchi, affioranti o sub-affioranti, molto fratturati verso il tetto per uno spessore di circa 2 m. In superficie il sondaggio S1 (campagna indagini Sondedile s.r.l. 2015/2016), collocato in corrispondenza della spalla SP1 del ponte in progetto, evidenzia uno spessore di coltre eluvio-colluviale pari a circa 6 m, mentre, in corrispondenza della spalla SP2 (in corrispondenza del sondaggio S2 - campagna indagini Sondedile s.r.l. 2015/2016) i basalti risultano essere affioranti. In corrispondenza dell'incisione del corso d'acqua sono presenti depositi alluvionali ghiaiosi e sabbioso grossolani, per uno spessore massimo di circa 3 m lungo l'asse vallivo.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 5.1 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

Nel corso della progettazione l'area in oggetto è stata indagata con una serie di sondaggi e prove di laboratorio. Dall'interpretazione delle risultanze delle campagne geotecniche eseguite si sono ricavati i parametri geotecnici dei litotipi incontrati nella tratta in esame.

Nello specifico, le campagne di indagine condotte nell'area sono:

- Campagna di indagine geognostica del 1997-1998-1999-2005;
- Campagna di indagine geognostica integrativa ANAS del 2015 (Sonedile s.r.l.).

Per i dettagli di tali campagne si rimanda agli elaborati **T00GE00GEORE01A** – “Documentazione indagini geognostiche preesistenti – tomo I”, **T00GE00GEORE02A** – “Documentazione indagini geognostiche preesistenti – tomo II”, **T00GE00GEORE05A** – “Documentazione indagini geognostiche – 2015/2016”.

Complessivamente sono state eseguite le seguenti indagini:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- prelievo di campioni indisturbati di terreno, di campioni rimaneggiati e di campioni di roccia; sui quali sono state eseguite le prove geotecniche di laboratorio;

Progetto Esecutivo

- esecuzione di prove Down-Hole in sito;
- esecuzione di prospezioni geofisiche;
- realizzazione di pozzetti esplorativi.

### INDAGINI ANAS DEL 2015

La campagna di indagine geognostica eseguita nel 2015 è stata condotta dalla società Sonedile S.r.l..

Nel dettaglio le indagini eseguite consistono in:

- 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1 e S2), a differenti profondità dal p.c., con prelievo di campioni di terreno e di roccia, sui quali sono state eseguite analisi e prove di laboratorio.

### **5.2 PROFILI STRATIGRAFICI DELL'AREA**

Al km 138+600 della S.S. 131 è prevista la realizzazione di un ponte ad unica campata di luce pari a 40 m. La fondazione delle spalle è prevista su micropali.

Dall'interpretazione dei sondaggi delle diverse campagne di indagine eseguite e dall'esame dei risultati delle prove di laboratorio, è stata effettuata la ricostruzione stratigrafica dell'area interessata dalle opere in progetto. Dai profili stratigrafici si evince che le stratigrafie di calcolo sono differenti per le due spalle. In particolare in corrispondenza della spalla SP1 si riconosce la presenza delle seguenti unità geotecniche:

- Coltre eluvio –colluviale (**C** – da 0 a -6 m dal p.c.) costituiti prevalentemente da sabbia quarzosa e limi ;
- Basalti alterati (**BA** – da -6 m a -8 m dal p.c.), appartenenti alla formazione di Campeda, derivanti dall'alterazione dei depositi sottostanti (*Basalti compatti*);
- Basalti non alterate (**B** – da -8 m dal p.c.) appartenenti alla formazione di Campeda.

In corrispondenza della spalla SP2 si riconosce invece la presenza delle unità geotecniche di seguito riportate:

- Basalti alterati (**BA** – da 0 m a -2 m dal p.c.), appartenenti alla formazione di Campeda, derivanti dall'alterazione dei depositi sottostanti (*Basalti compatti*);



- Basalti non alterate (**B** – da -2 m dal p.c.) appartenenti alla formazione di Campeda.

Il piano di falda è stato assunto coincidente con il piano campagna.

### 5.3 UNITÀ GEOTECNICA C – COLTRI ELUVIO COLLUVIALI

Tenuto conto della natura granulometrica dei terreni interessati (*ghiosa-sabbiosa*) e della mancanza di opportune prove geotecniche, per l'unità litologica in esame si è fatto riferimento ai dati di letteratura. Pertanto le coltri eluvio colluviali sono state caratterizzate considerando i seguenti parametri di resistenza :

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale;
- $\varphi' = 25^\circ\text{-}28^\circ$  angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 0\text{-}10 \text{ kPa}$  coesione in condizioni drenate;
- $E' = 15\text{-}20 \text{ MPa}$  modulo elastico di Young.

### 5.4 UNITÀ GEOTECNICA BA – BASALTI ALTERATI

Per l'unità geotecnica BA (*Basalti alterati*) sono stati considerati i seguenti parametri di resistenza:

- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale;
- $\varphi' = 34^\circ$  angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione in condizioni drenate;
- $\tau = 180\text{-}200 \text{ KPa}$  aderenza laterale terreno-calcestruzzo;
- $E' = 200 \text{ MPa}$  modulo elastico di Young.

### 5.5 UNITÀ GEOTECNICA B – BASALTI NON ALTERATI

La caratterizzazione geomeccanica dei Basalti non alterati (**B**) è stata eseguita a partire dai valori della resistenza a compressione uniassiale ( $\sigma_{ci}$ ) ottenuta su campioni

Progetto Esecutivo

indisturbati di roccia intatta e dall'indice GSI (*Geological Strength Index*) valutato sulla base delle informazioni desumibili dai rilievi e dalle cassette catalogatrici.

Nella figure seguenti si riportano l'andamento della resistenza a compressione uniassiale (*stimata da prove di resistenza speditiva tipo Point-Load e da prove di compressione uniassiale UxDC*) e l'indice GSI con la profondità.

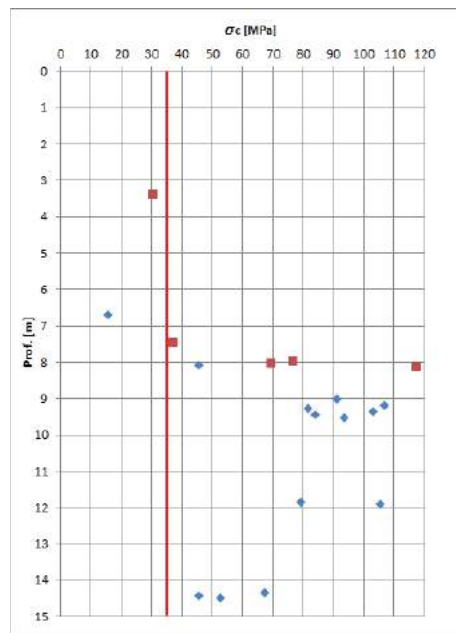


Figura 2. Unita B – Resistenza a compressione uniassiale

Progetto Esecutivo

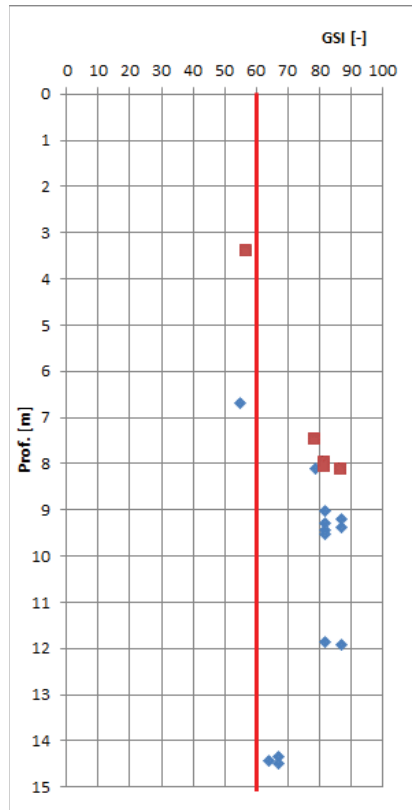


Figura 3. Unità MC - Indice GSI

La stima dei parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso è stata effettuata con il criterio di Hoek & Brown, utilizzando:

GSI = 60

$m_i = 25$ ;

$\sigma_{ci} = 35$  MPa resistenza a compressione uniassiale;

$\gamma = 22$  kN/m<sup>3</sup> peso dell'unità di volume;

D=0 fattore di disturbo.

Progetto Esecutivo

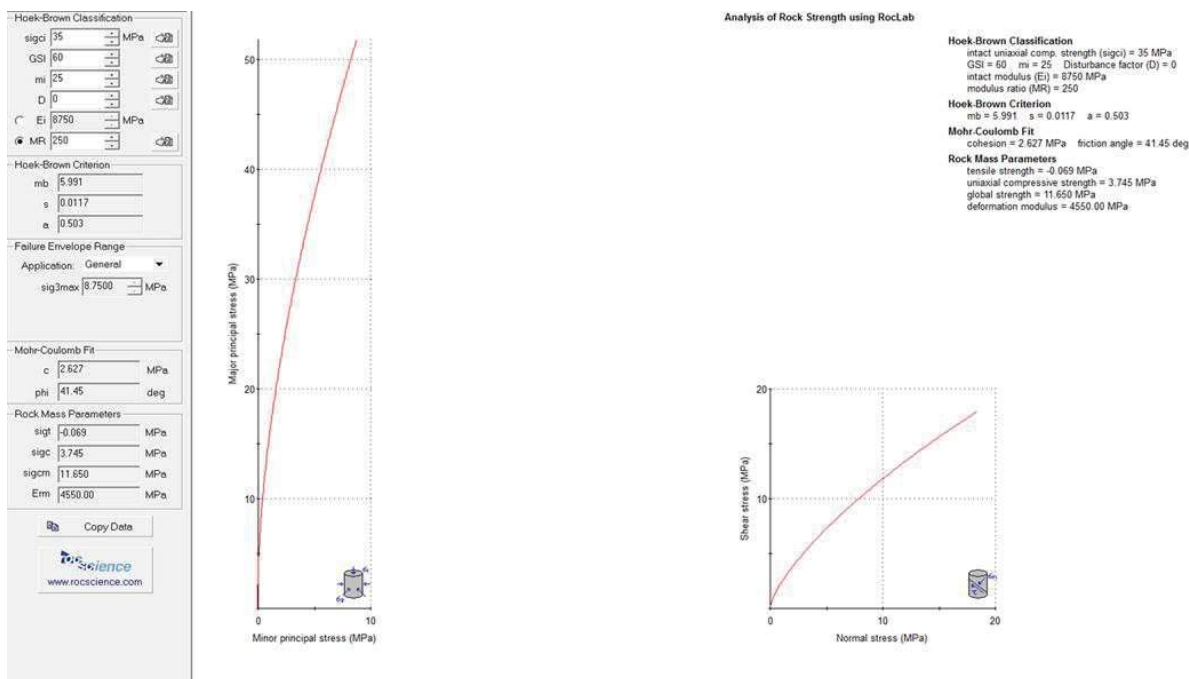


Figura 4. Unità B- Criteri di Rottura di H-B e M-C

Per l'unità geotecnica B (*Basalti*) si considerano i seguenti parametri geotecnici:

- $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale;
- $\varphi' = 40^\circ$  angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 50 \text{ kPa}$  coesione in condizioni drenate;
- $\tau = 200\text{-}250 \text{ KPa}$  aderenza laterale terreno-calcestruzzo;
- $E' = 4500 \text{ MPa}$  modulo elastico di Young.

## 6.AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

L'analisi delle stratigrafie dei sondaggi **S1** (2015) e **S2** (2015) e delle relative fotografie delle cassette catalogatrici consente di verificare che il substrato roccioso, costituito da basalti e andesiti basaltiche, vacuolari e mediamente fratturati, è presente ad una profondità di non più di 3 m dal piano di appoggio del plinto di fondazione della spalla SP1 (sondaggio S1), mentre in corrispondenza della spalla SP2 (sondaggio S2), il plinto di fondazione risulta poggiare direttamente sul substrato roccioso.

Tale stratigrafia, anche in assenza di specifiche indagini sismiche, consente in ogni caso di attribuire all'opera in oggetto una **categoria di sottosuolo di tipo A**, corrispondente ad *ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*

In base alla categoria di sottosuolo determinata (categoria A) il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S$  (cfr. Tabella 3.2.V del D.M. 2008) è pari a 1.00.

In base alle condizioni topografiche presenti in sito (T1 = superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ) per configurazioni superficiali semplici si può adottare il seguente valore del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  (cfr. Tabella 3.2.V del D.M. 2008):

| Categoria topografica | $S_T$ |
|-----------------------|-------|
| T1                    | 1.0   |

In assenza di analisi specifiche di risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata mediante la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.V);

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica (Tab. 3.2.VI);

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nel caso specifico, per i diversi stati limite, il valore di  $a_{\max}$  risulta il seguente:

Progetto Esecutivo

| Stato Limite | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $a_{max}$ [g] |
|--------------|--------------|-----------|---------------|
| SLO          | 60           | 0.025     | 0.025         |
| SLD          | 101          | 0.031     | 0.031         |
| SLV          | 949          | 0.060     | 0.060         |
| SLC          | 1950         | 0.071     | 0.071         |

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it