

# COMUNE DI CUSANO MUTRI

PROVINCIA DI BENEVENTO

PROGETTO ESECUTIVO

Data: Luglio 2021

ELABORATO 12



## RELAZIONE GEOTECNICA, SULLE FONDAZIONI E SUI MATERIALI

**LAVORI DI “RIPRISTINO SEZIONI DI DEFLUSSO E OPERE IDRAULICHE  
TRASVERSALI TORRENTE TITERNO - C.DA SANTA MARIA -  
INTERVENTI URGENTI A SEGUITO EVENTI METEOROLOGICI  
ECCEZIONALI DEL 21 E 22 DICEMBRE 2019”**

Il Tecnico:

*GIUSEPPE PARENTE Ingegnere*

Corso Marzio Carafa n.140 Cerreto Sannita (BN)  
- tel 0824860050 - cell 3281279470 -  
parente.studiotecnico@gmail.com; giuseppe.parente@ingpec.eu

Committente:

Amministrazione Comunale

IL PRESENTE ELABORATO NON PUO' ESSERE USATO NE RIPRODOTTO SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELL'AUTORE.  
TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI.

Ripristino briglie	Relazione geotecnica	
--------------------	----------------------	--

## 1 PREMESSA

In Cusano Mutri (BN), alla contrada Santa Maria del Castagneto, lungo l'asta torrentizia denominata fiume Titerno è stato programmato il ripristino delle opere di regolazione del deflusso delle acque meteoriche danneggiate dagli ultimi eventi eccezionali alluvionali.

La scelta del tipo d'opera è stata fatta anche sulla base delle risultanze delle indagini geologiche e geotecniche sul sito di costruzione.

Tutti i dati di input assunti, con le relative unità di misura, e i risultati di calcolo delle azioni, delle sollecitazioni, delle caratteristiche dei materiali, delle verifiche geotecniche e strutturali, ecc., relativi al presente progetto, sono riportati nel tabulato di calcolo allegato, prodotto dal software utilizzato.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si assume a riferimento il Metodo agli Stati Limite di cui al D.M. 17.01.2018

La normativa di riferimento per le indagini geognostiche, il calcolo, la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno previste in progetto è dunque la seguente:

- Legge 05/11/1971, n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;*
- Legge 02/02/1974, n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- Istruzioni CNR 10024/86 - *Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;*
- D.P.R. 06/06/2001, n. 380 - *Testo unico per l'edilizia;*
- D.M. 14/01/2008 - *Norme Tecniche sulle Costruzioni (nel seguito anche "NTC 2008");*
- Circolare 02/02/2009, n. 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*
- D.M. 17/01/2018 - *Norme Tecniche sulle Costruzioni (nel seguito anche "NTC" o "NTC 2018");*
- DM 11/03/1988 - *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii 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;*
- Circolare Min. LL.PP. 24/09/1988, n. 30483 - *Legge 2 febbraio 1974 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di contenimento del deflusso. Istruzioni per l'applicazione.*
- DM 11/02/1992 - *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.*

Ripristino briglie	Relazione geotecnica	
--------------------	----------------------	--

- **DM 16/01/1996** - *Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica*;
- Circolare Min. LL.PP. 10/04/1997, n. 65/AA.GG. - *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.*

Quest'ultimo blocco di norme (a partire dal DM 11/03/1988) si devono applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle NTC 2008. Le azioni sismiche si valutano assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B.4 del D.M. 16/01/1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui a quest'ultimo D.M., nonché alla Circ. LL. PP. 10/04/1997, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.

## 2.1 Definizioni

**Stato limite:** è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze elencate nelle NTC.

**Durabilità:** capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali (caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture) per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui ci si trova e del livello previsto di manutenzione.

## 3 IMPOSTAZIONE STRUTTURALE

Nel muro di sostegno a mensola in cemento armato (c.a.) la funzione di sostegno è affidata al terreno direttamente agente su di esso. Essendo previsto realizzato in opera il calcolo degli elementi strutturali costituenti il muro viene svolto considerando lo schema di mensola incastrata ad un estremo e libera all'altro estremo. Il muro viene quindi considerato come composto da una mensola in elevazione, da una mensola di fondazione di monte e da una mensola di fondazione di valle, soggette a determinate distribuzioni di carichi.

## 4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Per la valutazione della sicurezza delle strutture previste in progetto viene utilizzato il **Metodo semiprobabilistico agli Stati Limite** basato sull'impiego di coefficienti parziali di sicurezza sulle resistenze dei materiali (riduzione delle resistenze), sui carichi agenti (amplificazione dei carichi) e sui sistemi strutturali e geotecnici. I coefficienti parziali di sicurezza sulle resistenze dei materiali ( $\gamma_M$ ) e delle azioni ( $\gamma_F$ ), per loro natura variabili aleatorie, tengono conto della variabilità delle rispettive grandezze, delle incertezze relative alle tolleranze geometriche e dell'affidabilità del modello di calcolo. I coefficienti parziali sono fissati dalla normativa.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è generalmente espressa dalla seguente equazione formale

$$E_d \leq R_d$$

in cui  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, funzione appunto delle azioni di progetto ( $F_d$ ) e della geometria del problema, mentre  $R_d$  è la resistenza di progetto, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati ( $X_d$ ) e della geometria di progetto.

Ripristino briglie	Relazione geotecnica	
--------------------	----------------------	--

Il valore di progetto della resistenza di un dato materiale  $X_d$  è, a sua volta, funzione del valore caratteristico della resistenza, definito come frattile 5% della distribuzione statistica della grandezza, attraverso l'espressione  $X_d = X_k / \gamma_M$ .

Il valore di progetto della generica azione agente sulla costruzione  $F_d$  è ottenuto dal suo valore caratteristico  $F_k$ , inteso come frattile 95% della distribuzione statistica o come valore caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno, attraverso l'espressione:  $F_d = \gamma_F F_k$ . Nel caso di combinazione di più azioni variabili di origine diversa si definisce un valore di combinazione  $\psi_0 F_k$ , ove  $\psi_0$  è un opportuno coefficiente di combinazione che tiene conto della ridotta probabilità che più azioni di diversa origine si realizzino simultaneamente con il loro valore caratteristico.

In condizioni di esercizio (SLE) la verifica si effettua confrontando il valore limite di progetto  $C_d$  dell'aspetto di funzionalità esaminato (es. spostamento massimo ammissibile) con il corrispondente valore di progetto dell'effetto delle azioni ( $E_d$ ):

$$E_d \leq C_d$$

## 5 VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Con riferimento alla tabella 2.4.1 delle NTC, la **vita nominale di progetto**  $V_N$  dell'opera strutturale di che trattasi viene fissata in **50 anni**.

Tab. 2.4.1 – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

In tale periodo la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, si fissa come **classe d'uso** la II (tra le quattro previste dalla norma di cui al paragrafo 2.4.2. delle NTC), a cui corrisponde il coefficiente d'uso  $C_u = 1$ .

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Ripristino briglie	Relazione geotecnica	
--------------------	----------------------	--

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di  $C_U$  anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

In funzione della vita nominale e del coefficiente d'uso assunti si calcola il **periodo di riferimento  $V_R$**  necessario per valutare l'azione sismica di progetto:

$$V_R = V_N C_U = \text{anni} \quad (\geq 35 \text{ anni})$$

## 6 PRE-DIMENSIONAMENTO

Il pre-dimensionamento geometrico del muro di sostegno, riportato nel Tabulato, è stato fatto sulla base di regole empiriche riscontrabili in letteratura tecnica<sup>1</sup>.

Nel caso in cui le verifiche geotecniche e strutturali previste dalla normativa non risultano soddisfatte si procede a rivedere il pre-dimensionamento effettuato e/o a variare i materiali da impiegare.

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

L'area interessata è pressoché pianeggiante con lieve declivio verso est / sud-est, e sotto l'aspetto geomorfologico e litostratigrafico si presenta stabile, con piano campagna caratterizzato da quota topografica media di circa 364 metri s.l.m.. La successione litostratigrafica dall'alto verso il basso, almeno per i primi strati, vede una copertura dighiaia poligeniche ed eterogenee per una profondità di ml. 1/1.50 a seguire argille grige/bluastre compatte per una profondità dai 1.5/2 metri in poi.

Nel torrente Titerno, CHE è parte di un territorio ad alta sismicità, sono state condotte delle indagini e delle prove geofisiche e geotecniche, quali prove penetrometriche dinamiche pesanti e la caratterizzazione sismica locale con il metodo MaSw che ha definito la  $V_{s30} = 347,00$  m/s e dunque un sottosuolo di Categoria C.

### 7.2 Programma e risultati delle indagini geotecniche

Dalla relazione geologica e dall'osservazione e dall'analisi dei luoghi coinvolti, costituiti da terreni coesivi, è possibile affermare che è altamente improbabile che si possano verificare fenomeni di liquefazione dei terreni. In particolare, in riferimento alle circostanze riportate nelle NTC in cui è possibile omettere la verifica a liquefazione, si rientra nel caso 5 ovvero di distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici riportati nelle stesse NTC.

Realizzazione muro di sostegno terreno	Relazione geotecnica e sulle fondazioni, Relazione generale di calcolo	Pag. 51 di 56
--	---	---------------

Ai fini sismici, le indagini svolte, in linea generale, hanno restituito le condizioni stratigrafiche escludendo la presenza di un substrato rigido o di una formazione ad esso assimilabile che influenzano la propagazione delle onde sismiche.

Si osserva pure che trattandosi di intervento di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la progettazione viene basata anche sulle conoscenze disponibili, anche di letteratura, e sulle indagini e prove documentate eseguite in passato sulla medesima area.

I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche attribuite ai terreni sono riportati nell'allegato tabulato di calcolo.

### **7.3 Caratterizzazione e modellazione geotecnica**

Il modello geotecnico, ossia lo schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, del regime delle pressioni interstiziali e che comprenda i valori caratteristici delle grandezze fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce coinvolte per l'analisi quantitativa dei problemi geotecnici - è indicato nell'allegato Tabulato di calcolo.

Il **valore caratteristico di un parametro geotecnico** è una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. Deve derivare dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e prove e misure in sito.

Atteso che l'opera di sostegno sarà corredata a tergo da adeguati drenaggi non viene considerata, nei calcoli, la presenza di falda.

## **8 CONCLUSIONI**

Le verifiche effettuate di tipo geotecnico confermano il pre-dimensionamento esistente ed effettuato e pertanto l'opera di sostegno e di fondazione progettata risponde ai requisiti di sicurezza e funzionalità prescritti dalla normativa vigente e alle dimensioni preesistenti.