COMUNE DI CANISTRO

Provincia dell'Aquila

PR Abruzzo FESR 2021-2027 - Priorità III - Obiettivo di Policy OP2 - Obiettivo specifico 2.4 "Promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici, la prevenzione dei rischi di catastrofe e la resilienza, prendendo in considerazione approcci ecosistemici". Azione 2.4.1. - Contrasto al dissesto idrogeologico. Attuazione programma degli interventi di consolidamento frane di cui alla D.G.R. 29 maggio 2025 n. 322. Convenzione tra la Regione Abruzzo e il Comune di Canistro del 31/12/2025 per la realizzazione dell'intervento denominato "Consolidamento e risanamento idrogeologico nelle aree a rischio intervento in località Fonticella -Area 2".

C U P : C 5 7 H 2 2 0 0 3 2 3 0 0 0 2 - C o d . R e N D i S : 1 3 1 R 0 5 1 / M T . I m p o r t o : € 1 . 2 2 3 . 1 4 2 , 0 0

Cofinanziato dall'Unione europea

COESIONE ITALIA 21-27 ABRUZZO

LAVORI DI "CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO IDROGEOLOGICO NELLE AREE A RISCHIO. INTERVENTO IN LOCALITÀ FONTICELLA, AREA 2: MADONNA DELLA FONTICELLA - CUP C57H22003230002

PROGETTO ESECUTIVO



IL SINDACO
Ing. Gianmaria VITALE

IL R.U.P.
Ing. Chiara STORIONE

(Visti e Approvazioni)

APM engineering
Societa' di Servizi di Ingegneria
Sede Legale: Via Giuseppe Saragat, 62 - L'Aquila
Sede Operativa: Via B.Cesidio, 37A - L'Aquila
Tel.:+39.0862.1969400 - Fax:+39.0862.1966502
www.apmaq.it - info@apmaq.it - info@pec.apmaq.it

Il Tecnico
Ing. Paolo MASCIOCCHI
Albo Ingegneri AQ n. 1942
Ing. Antonio MANNA
Albo Ingegneri AQ n. 1622

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DELL'AQUILA — ANTONIO MANNA — ISCRITTO ALL'ALBO — COL. N. 1622

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DELL'AQUILA — civile e ambientale, industriale, dell'informazione — Ingegnere PAOLO MASCIOCCHI — N° 1942 — Sezione A

(Timbro e Firma)

Tav.
ES.04

Elaborato
PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE

Data: Settembre 2026

Scala: /

Rev.	Data	Motivo	Redazione	Verifica Direttore Tecnico
01	SET 2026	Revisione Progetto Esecutivo	Ing. A.Manna - Ing. P.Masciocchi	Ing. Antonio Manna
00	NOV 2022	Trasmissione Progetto Esecutivo	Ing. A.Manna - Ing. P.Masciocchi	Ing. Antonio Manna

SOMMARIO

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO 2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 2
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO 3
Paratia n. 1 (Sulla Sede Stradale di Via Trento) 4
Paratia n. 2 (A Valle della Chiesetta) 4
4. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO 4
5. PARAMETRI DA MONITORARE E STRUMENTAZIONE 4
6. PROGRAMMAZIONE DELLE MISURE (FREQUENZE E DURATA) 5
6.1 Fase di "Ante-Operam" (Fase di Taratura / Baseline) 5
6.2 Fase di "Corso d'Opera" (Fase di Costruzione) 5
6.3 Fase di "Post-Operam" (Fase di Esercizio) 6
7. LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MISURA 6
8. SOGLIE DI ATTENZIONE, DI ALLARME E PROCEDURE ATTOATIVE 6
8.1 Definizione dei Valori di Soglia 6
8.2 Protocollo di Attivazione e Contromisure 7
9. REPORTISTICA E CONDIVISIONE DEI DATI 8
ALLEGATO 1. RIEPILOGO STRUMENTAZIONE AREA 1 8

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente Piano di Monitoraggio Geotecnico e Strutturale (di seguito PMG) viene redatto in ottemperanza alle disposizioni del **D.M. 17/01/2018 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018)**, con specifico riferimento ai paragrafi:

- **§ 6.2.6**: "Monitoraggio dell'opera e del terreno circostante"
- **§ 6.5**: "Opere di sostegno"
- **§ 6.9**: "Stabilità dei pendii naturali e dei fronti di scavo"

L'intervento principale in Area 2 è localizzato ad est del centro abitato di Canistro Superiore, in corrispondenza del sito denominato "Fonticella", dove sorge la storica Chiesetta della Madonna della Fonticella. L'obiettivo primario delle opere è la mitigazione del dissesto idrogeologico a protezione della viabilità di Via Trento, del versante circostante e dello stesso edificio di culto in muratura.

Il monitoraggio geotecnico risponde alla necessità di verificare la congruenza tra le ipotesi progettuali (modello geotecnico e strutturale) e il reale comportamento del complesso opera-terreno nel tempo, con particolare attenzione alla sicurezza del cantiere in fase costruttiva e alla stabilità complessiva del versante in fase di esercizio.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il sito si sviluppa a una quota media di circa 770 m s.l.m. su un versante con pendenza media del 37%. Dal punto di vista morfologico, l'area è caratterizzata da una sezione a "V" legata alla presenza dell'asse di un impluvio naturale (fosso) che interseca perpendicolarmente Via Trento.

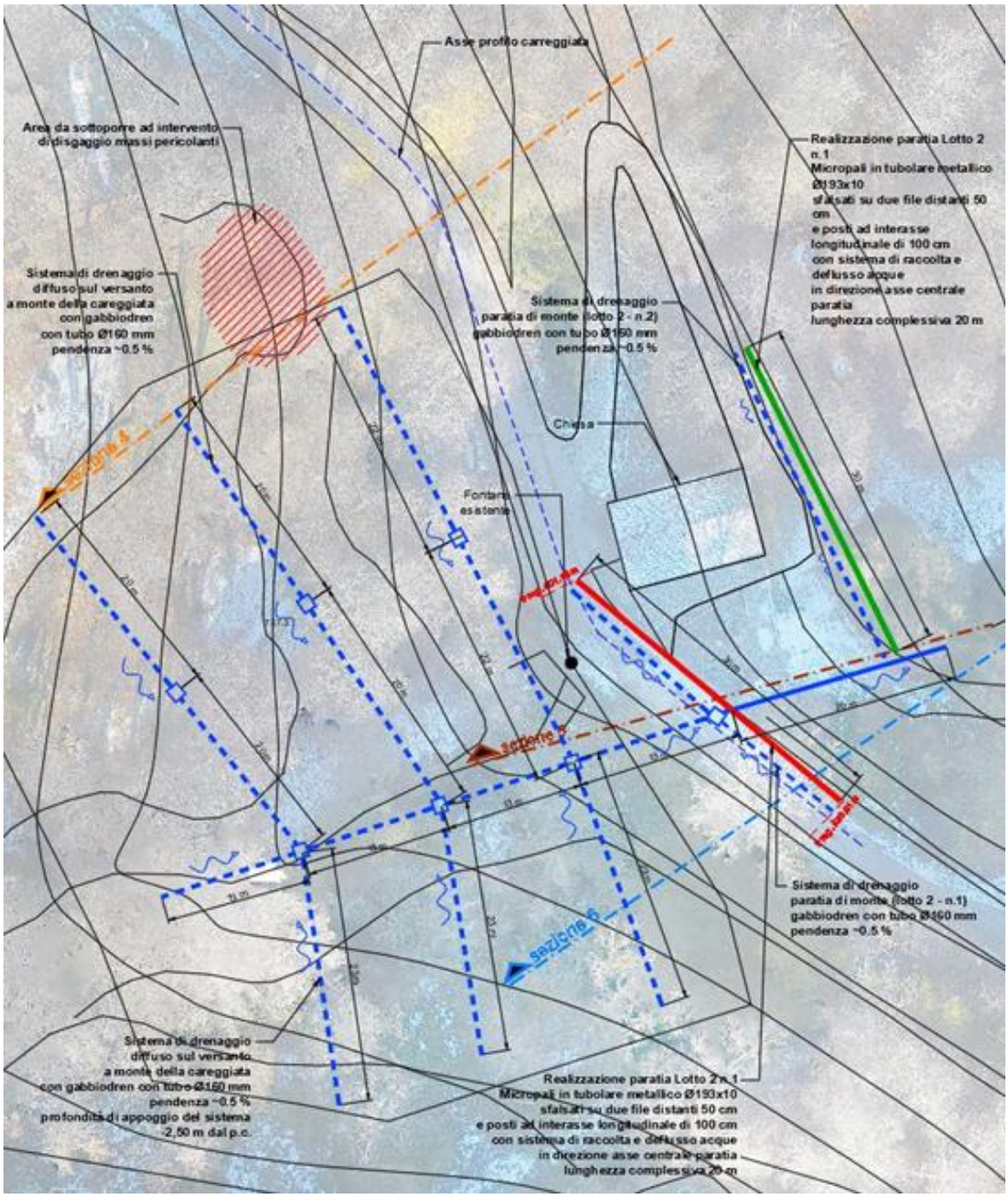
Le principali criticità e i dissesti attivi osservati nell'area comprendono:

- **Cedimenti della sede stradale:** Deformazioni e cedimenti della pavimentazione stradale lungo Via Trento e Via Cavour, in particolare a monte della chiesetta.
- **Danni strutturali all'edificio di culto:** Presenza di lievi fessurazioni e lesioni sui paramenti murari in muratura portante sul prospetto di valle della chiesetta.
- **Cedimento delle opere di contenimento esistenti:** Lesioni evidenti sul muro di sostegno in calcestruzzo che sostiene il terrapieno a monte del piazzale antistante la chiesa.
- **Instabilità vegetazionale**: Piante d'alto fusto inclinate o rototraslate a valle della strada, indice di un cinematismo attivo della coltre detritica superficiale.
- **Presenza di massi instabili:** Individuazione di alcuni blocchi rocciosi instabili e pericolanti sul versante che sovrasta Via Trento.

La causa scatenante di tali fenomeni è identificata nella circolazione idrica superficiale e sotterranea di prima infiltrazione che, in assenza di regimentazione, satura la coltre detritica abbattendone i parametri di resistenza al taglio.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN PROGETTO

Per eliminare il fattore principale d'innesco dei movimenti di versante, si prevede la realizzazione di un articolato sistema idraulico continuo a monte di Via Trento. Sarà realizzata una diffusa rete di drenaggio sul versante basato sull'impiego di trincee drenanti mediante la posa in opera di blocchi drenanti sintetici preassemblati tipo *Gabbiodren*. I blocchi sono disposti lungo linee approssimativamente perpendicolari alla linea di massima pendenza del versante, alloggiati all'interno di scavi a sezione obbligata. Alla base delle trincee è posizionato un tubo drenante fessurato da 160 mm avente pendenza minima dello 0.5%. Per ogni tratta di lunghezza superiore a 22 m, la continuità viene interrotta da pozzetti d'ispezione in calcestruzzo per consentire la manutenzione ordinaria e lo spurgo in fase di esercizio.



Planimetria generale interventi nell'Area 1

Al fine di bloccare i cinematismi profondi e garantire la stabilità della strada e della chiesa, il progetto prevede la realizzazione di **due paratie di micropali** ad alta resistenza:

Paratia n. 1 (Sulla Sede Stradale di Via Trento)

- **Ubicazione:** Realizzata lungo la piattaforma viaria di Via Trento, a monte della chiesetta.
- **Caratteristiche geometriche:** Sviluppo planimetrico di 30.00 m in pianta.
- **Specifiche dei pali:** Micropali in tubolare d'acciaio 193x10 mm con lunghezza complessiva di 20.00 m. I pali sono disposti su due file sfalsate distanti tra loro 50 cm con interasse longitudinale pari a 100 cm.

Paratia n. 2 (A Valle della Chiesetta)

- **Ubicazione:** Realizzata nel terreno immediatamente a valle dell'edificio di culto, per proteggerne le fondazioni da fenomeni di scalzamento o scorrimento del piede.
- **Caratteristiche geometriche:** Sviluppo planimetrico di 30.00 m in pianta.
- **Specifiche dei pali:** costituiti da micropali 193x10 mm lunghi 20.00 m, disposti su doppia fila sfalsata ad interasse di 100 cm e distanza trasversale di 50 cm.

Entrambe le opere d'arte sono dotate sul paramento di monte di una barriera drenante continua in *Gabbiodren* per eliminare le spinte idrostatiche dirette sulle strutture. Le acque raccolte alla base delle paratie vengono collegate tramite pozzetti a condotte interrate in PVC che scaricano a gravità nel fosso naturale situato ad est.

4. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il piano è strutturato per rispondere ai seguenti obiettivi:

- **Controllo in fase di cantiere (Fase Costruttiva):** Verificare che le operazioni di scavo, perforazione e costipamento delle terre rinforzate non inneschino cinematismi deformativi imprevisti o accelerazioni del corpo di frana.
- **Validazione del modello di calcolo (Metodo Osservativo indiretto):** Confrontare i dati deformativi reali (flessione dei micropali e spostamento del terreno) con le previsioni teoriche derivanti dall'analisi agli elementi finiti o all'equilibrio limite.
- **Verifica dell'efficacia delle opere di drenaggio:** Monitorare l'andamento delle pressioni idrauliche a monte della paratia per garantire che i gabbioni drenanti mantengano il livello di falda al di sotto della quota critica di progetto.
- **Verifica del comportamento a lungo termine (Fase di Esercizio):** Garantire la stabilità dell'opera e del versante rispetto a eventi meteorologici intensi o sollecitazioni sismiche (Canistro ricade in zona a medio-alta sismicità).

5. PARAMETRI DA MONITORARE E STRUMENTAZIONE

Al fine di ottenere un quadro cinematico e idraulico esaustivo, vengono individuati i seguenti parametri fisici da sottoporre a misura, associati alle rispettive tecnologie strumentali:

PARAMETRO FISICO	STRUMENTO DI MISURA	POSIZIONAMENTO	FINALITÀ
SPOSTAMENTO ORIZZONTALE PROFONDO	Tubi inclinometrici + Sonda inclinometrica rimovibile	All'interno di appositi fori nel terreno a monte della paratia	Individuazione della profondità della superficie di scorrimento e del profilo deformativo della paratia.
SPOSTAMENTO PLANIMETRICO E ALTIMETRICO SUPERFICIALE	Capisaldi ottici (prismi) + Stazione Totale High-Precision / GPS	Sul cordolo di coronamento in c.a.	Monitoraggio topografico dei movimenti superficiali tridimensionali dell'opera e del versante.
PRESSIONE NEUTRA E LIVELLO DI FALDA	Piezometri a tubo aperto (tipo Casagrande) o a corda vibrante	A monte della paratia (tergo) e lateralmente all'area d'intervento	Verifica dell'efficienza idraulica del sistema di drenaggio a gabbioni.
STATO DEFORMATIVO (SOLLECITAZIONI NEI MICROPALI)	Estensimetri elettrici o a corda vibrante	Saldati sul tubolare in acciaio 193x10 a diverse quote (lungo la fibra tesa ed espressa)	Misura delle deformazioni unitarie dell'acciaio per la ricostruzione dei momenti flettenti agenti.

6. PROGRAMMAZIONE DELLE MISURE (FREQUENZE E DURATA)

Le attività di misura sono suddivise in tre fasi temporali distinte, ciascuna caratterizzata da frequenze di acquisizione mirate.

6.1 Fase di "Ante-Operam" (Fase di Taratura / Baseline)

Ha una durata minima di **30 giorni** prima dell'inizio delle attività di cantiere.

- **Obiettivo:** Definire lo stato di zero (letture di riferimento) della strumentazione e registrare l'eventuale cinematismo naturale della frana non influenzato dai lavori.
- **Frequenza:** - *Misure inclinometriche:* 2 letture a distanza di 15 giorni.
    - *Misure topografiche:* 2 campagne complete.
    - *Misure piezometriche:* Lettura continua settimanale.

6.2 Fase di "Corso d'Opera" (Fase di Costruzione)

Dall'avvio delle perforazioni fino al completamento del rinterro delle terre rinforzate e delle opere accessorie (durata stimata: **4-6 mesi**).

- **Frequenza standard:**
    - *Misure inclinometriche:* 1 lettura ogni 7-10 giorni (o in corrispondenza di particolari fasi di scavo).
    - *Misure topografiche:* 2 letture a settimana.

- *Misure piezometriche:* 1 lettura ogni 3 giorni (giornaliera in caso di eventi piovosi intensi).
- *Estensimetri:* Acquisizione automatica giornaliera mediante datalogger o manuale ad ogni avanzamento dello scavo a valle.

6.3 Fase di "Post-Operam" (Fase di Esercizio)

Dal collaudo dell'opera e per una durata minima di **36 mesi** (estendibile in base all'evoluzione dei dati).

- **Frequenza:**
  - *Mesi 1-12:* - Inclinometri e Topografia: 1 volta al mese.
    - Piezometri ed Estensimetri: 1 volta al mese.
  - *Mesi 13-36:*
    - Inclinometri e Topografia: 1 volta ogni 3 mesi.
    - Piezometri ed Estensimetri: 1 volta ogni 3 mesi.
  - *Misure straordinarie:* Da eseguirsi tempestivamente entro 24 ore da eventi sismici con magnitudo locale M_L > 4.0 (avvertiti nell'area della Marsica) o precipitazioni cumulative superiori a 50 mm in 24 ore.

7. LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

- ***PARATIA DI MONTE E DI VALLE***

Dato lo sviluppo planimetrico di **30 metri** delle paratie, si prevede, per ogni paratia, l'installazione di una maglia di monitoraggio così distribuita:

1. **Sezioni di monitoraggio principali (N. 2 sezioni strumentate):**
   - **Sezione AA (Progressiva** 10.00 m**):** - N. 1 tubo inclinometrico solidale a un micropalo della fila di monte (profondità 20.00 m).
     - N. 1 verticale estensimetrica sul micropalo (coppie di sensori disposte a -2.0 m, -5.0 m, -8.0 m dal piano di coronamento).
     - N. 1 piezometro di monte (profondità 12.00 m) posizionato a 3.0 m a tergo della paratia.
   - **Sezione BB (Progressiva** 20.00 m**):**
     - Strumentazione speculare alla Sezione AA.
2. **Strumentazione diffusa lungo lo sviluppo dell'opera:**
   - N. 4 prismi topografici distribuiti sul cordolo di coronamento (posizionati a progressiva 0 m, 5 m, 15 m, 25 m, 30 m).
   - N. 1 piezometro di controllo esterno al corpo di frana (area stabile) per la lettura del livello regionale indisturbato.

8. SOGLIE DI ATTENZIONE, DI ALLARME E PROCEDURE ATTOATIVE

In adempimento alle prescrizioni normative, vengono fissati dei valori di soglia prestazionali (Stati Limite di Servizio e di Sicurezza dell'opera e del versante). Le soglie sono strutturate su tre livelli:

8.1 Definizione dei Valori di Soglia

I valori limite indicati sono derivati dal calcolo strutturale della sezione del micropalo 193X10 (momento di snervamento e plastificazione) e dai limiti di deformabilità geometrica tollerabili dalle terre rinforzate soprastanti.

STRUMENTO / PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	SOGLIA S1 (ATTENZIONE)	SOGLIA S2 (ALLARME)
SPOSTAMENTO INCLINOMETRICO CUMULATO (PARATIA)	mm	15.0 mm	30.0 mm
VELOCITÀ DI SPOSTAMENTO (TESTA PARATIA)	mm/giorno	> 1.5 mm/g (per 3 g. consecutivi)	> 4.0 mm/g
DEFORMAZIONE UNITARIA ESTENSIMETRICA	με	1100, με (pari al 60% dello snervamento dell'acciaio)	1800, με (snervamento teorico acciaio S355)
LIVELLO PIEZOMETRICO DI MONTE	m dal p.c.	Risalita fino a -2.0 m dal p.c.	Risalita oltre -0.5 m dal p.c. (mancato drenaggio)

8.2 Protocollo di Attivazione e Contromisure

Superamento della Soglia S1 (Attenzione)

1. **Comunicazione:** Invio immediato di una notifica tecnica alla Direzione Lavori (D.L.), al Progettista e all'Impresa esecutrice entro 12 ore dall'acquisizione del dato.
2. **Azioni correttive immediate:**
    - Raddoppio della frequenza delle letture (es. da settimanale a bisettimanale).
    - Ispezione visiva approfondita del paramento esterno delle terre rinforzate e delle vie di scarico dei gabbioni drenanti per escludere occlusioni.
    - Analisi del trend temporale delle misure (verifica dell'eventuale tendenza all'asintoto).

Superamento della Soglia S2 (Allarme)

1. **Comunicazione:** Notifica immediata telefonica e via PEC a tutti gli enti interessati (D.L., R.U.P., Genio Civile di L'Aquila, Comune di Canistro) entro 2 ore dall'evento.
2. **Azioni di emergenza:**
    - Sospensione immediata di qualsiasi attività di scavo o di carico nel cantiere e allontanamento del personale dall'area sottostante il versante.
    - Attivazione di interventi di stabilizzazione provvisionali d'urgenza (es. posizionamento di un rinfianco al piede in massi ciclopici o scogliere, esecuzione di drenaggi d'urgenza superficiali).
    - Convocazione di un tavolo tecnico d'urgenza tra Progettista delle strutture, Geologo ed Impresa per ridefinire le scelte progettuali (es. esecuzione di tiranti d'ancoraggio integrativi o riduzione dell'altezza del pendio in terra rinforzata).

9. REPORTISTICA E CONDIVISIONE DEI DATI

La corretta archiviazione e gestione dei dati è fondamentale per l'efficacia del PMG. Saranno prodotti i seguenti documenti:

- **Rapporti di installazione (Verbale di Zero):** Redatti subito dopo la posa in opera della strumentazione, contenenti le schede tecniche degli strumenti, i certificati di taratura del produttore e le letture di riferimento iniziali.
- **Report periodici di monitoraggio:** In fase di cantiere avranno cadenza quindicinale, mentre in fase di esercizio saranno trimestrali. Ciascun report conterrà:
    - Tabelle riassuntive delle misure aggiornate.
    - Grafici degli spostamenti cumulati (profili inclinometrici) e serie storiche degli spostamenti superficiali, delle pressioni idrauliche e delle deformazioni dei pali.
    - Interpretazione geotecnica sintetica del comportamento globale del sistema.
    - Dichiarazione esplicita del rispetto delle soglie di sicurezza.
- **Rapporto di fine monitoraggio:** Al termine del triennio di controllo, contenente l'analisi complessiva del comportamento dell'opera e il benestare tecnico alla chiusura del piano di monitoraggio.

ALLEGATO 1. RIEPILOGO STRUMENTAZIONE AREA 2

Le tabelle che seguono sintetizzano la strumentazione richiesta per ogni tipologia di paratia trattata.

PARATIA DI MONTE E DI VALLE	
STRUMENTO DI MISURA	**QUANTITA'**
TUBI INCLINOMETRICI + SONDA INCLINOMETRICA RIMOVIBILE	2+2
CAPISALDI OTTICI (PRISMI) + STAZIONE TOTALE HIGH-PRECISION / GPS	4+4
PIEZOMETRI A TUBO APERTO (TIPO CASAGRANDE) O A CORDA VIBRANTE	2 + 1 fuori dal corpo frana
ESTENSIMETRI ELETTRICI O A CORDA VIBRANTE	2

Num. ORD TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI €	
		par. ug.	lung.	larg.	H/peso		Prezzo	Totale
1 L.01.20.10.a (M)	Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm, in terreni a granulometria fine quali argille, limi, limi sabbiosi, ecc: - per ogni metro lineare fino a 20 m dal piano di campagna							
	Tubi inclinometrici e piezometri a tubo aperto	7,000	15,000			105,00		
	Sommano m					105,00	84,11	8.831,55
2 L.01.40.80.a (M)	Piezometro a tubo aperto, installato in foro già predisposti, compresa la fornitura dei materiali occorrenti, l'eventuale formazione del manto drenante, l'esecuzione dei tappi impermeabili, con l'esclusione della fornitura del pozzetto protettivo: - per metri di tubo installato da m 0 a m 80 dal piano campagna							
	Piezomentri	3,000	15,000			45,00		
	Sommano m					45,00	23,43	1.054,35
3 L.01.40.80.b (M)	Piezometro a tubo aperto, installato in foro già predisposti, compresa la fornitura dei materiali occorrenti, l'eventuale formazione del manto drenante, l'esecuzione dei tappi impermeabili, con l'esclusione della fornitura del pozzetto protettivo: - per l'allestimento di ciascun piezometro							
	Piezomentri	3,000				3,00		
	Sommano cad					3,00	148,36	445,08
4 L.01.40.100.a (M)	Tubi inclinometrici installati in fori già predisposti compresi la cementazione dal basso con miscela cemento-bentonite, nonchè la fornitura dei tubi, della valvola a perdere e manicotti: - per ogni metro lineare di tubo da m 0 a m 80 dal piano campagna							
	Tubi inclinometrici	4,000	15,000			60,00		
	Sommano m					60,00	70,66	4.239,60
5 L.01.40.100.b (M)	Tubi inclinometrici installati in fori già predisposti compresi la cementazione dal basso con miscela cemento-bentonite, nonchè la fornitura dei tubi, della valvola a perdere e manicotti: - per ogni allestimento da m o a m 80 dal piano di campagna							
	Tubi inclinometrici	4,000				4,00		
	Sommano cad					4,00	170,17	680,68
6 L.01.40.110.e (M)	Misure inclinometriche mediante sonda dotata di sensore servo-inclinometrico biassiale, sensibilità 20.000 sen a: - per ogni livello di lettura eseguito su quatto guide							
	Misure inclinometriche	40,000				40,00		
	Sommano cad					40,00	12,20	488,00
7 L.01.40.110.f (M)	Misure inclinometriche mediante sonda dotata di sensore servo-inclinometrico biassiale, sensibilità 20.000 sen a: - elaborazione dei dati relativi a ciascuna misura eseguita su un tubo inclinometrico, comprensiva della restituzione grafica							
	Misure inclinometriche	40,000				40,00		
	Sommano cad					40,00	61,63	2.465,20
8 NP.02 (M)	Fornitura e posa in opera del sistema di monitoraggio topografico per il controllo degli spostamenti della paratia, comprensivo di tutti i materiali, i dispositivi, le opere accessorie di ancoraggio e la manodopera specializzata necessaria per la corretta installazione, la messa in stazione e la verifica funzionale della strumentazione, come di seguito dettagliato: a) Stazione totale robotizzata — n. 1 stazione totale elettronica di precisione, con precisione angolare ≤ 1" e precisione in distanza ≤ 1 mm + 1,5 ppm, dotata di							
	A RIPORTARE							18.204,46

Committente:
Progettista:

Num. ORD TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI €	
		par. ug.	lung.	larg.	H/peso		Prezzo	Totale
	RIPORTO							18.204,46
	sistema di puntamento automatico dei prismi (ATR), memoria interna e connettività per scarico dati, installata su pilastro di centratura forzata in calcestruzzo armato realizzato in posizione stabile esterna all'opera e al corpo di frana. Il pilastro, di dimensioni minime 30×30×80 cm con piastra metallica di adattamento, è ancorato al substrato tramite micropali o tirafondi, ed è dotato di copertura di protezione in acciaio zincato con chiusura a lucchetto. La fornitura comprende il trasporto, la messa in stazione con orientamento su capisaldi fissi di riferimento, la verifica della stabilità del punto di stazione e l'acquisizione della configurazione geometrica iniziale della rete. b) Prismi topografici su cordolo di coronamento della paratia — n. 4 prismi riflettori in lega di alluminio con staffa di ancoraggio regolabile, idonei per misure di spostamento con stazione totale di precisione, posizionati sul cordolo di coronamento della paratia alle progressive indicative 0 m, 5 m, 15 m, 25 m e 30 m. La fornitura comprende tasselli ad espansione per ancoraggio su calcestruzzo, piastra di base con regolazione triassiale e dispositivo anti-rotazione, nonché la centratura con precisione millimetrica e la rilevazione delle coordinate iniziali di riferimento (lettura zero). La voce comprende, senza oneri aggiuntivi: la redazione degli schemi di installazione as-built, la fornitura dei certificati di calibrazione della strumentazione, il rilievo topografico delle coordinate di impianto in sistema di riferimento di progetto e la compilazione della scheda di monitoraggio iniziale (Lettura Zero) per ciascun punto strumentato.							
	Monitoraggio topografico paratie di monte e di valle	2,000				2,00		
	Sommano corpo					2,00	2.400,00	4.800,00
9 NP.03 (M)	Fornitura e posa in opera di estensimetri a corda vibrante (VW – Vibrating Wire) per la misura delle deformazioni assiali su elementi strutturali dell'opera (pali, paratie, tiranti, cordoli o travi di coronamento), comprensiva di tutti i materiali, i dispositivi, i cavi di collegamento, le opere di protezione e la manodopera specializzata necessaria per la corretta installazione, la taratura e la verifica funzionale, come di seguito dettagliato: a) Estensimetri a corda vibrante — fornitura di estensimetri del tipo a corda vibrante (VW), con campo di misura ≥ 3.000 με (microstrain), risoluzione ≤ 1 με, precisione ≤ ±0,1% del fondo scala, dotati di termometro NTC integrato per la compensazione termica delle letture. Gli strumenti devono essere corredati di certificato di taratura individuale rilasciato dal produttore, con costante di calibrazione specifica per ciascuna unità. La posa avviene mediante saldatura (per elementi metallici) o annegamento nel getto (per elementi in calcestruzzo armato), con disposizione longitudinale sull'asse neutro dell'elemento o in coppie simmetriche per la separazione della componente flessionale da quella assiale, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto. b) Cavi di collegamento e protezione — fornitura e posa di cavi schermati multipolari di collegamento tra lo strumento e il punto di lettura/acquisizione, del tipo resistente all'umidità e agli agenti chimici presenti nel terreno (guaina in HDPE o poliuretano), posati in cavidotto o tubo corrugato protettivo. Comprende la giunzione stagno tra il cavo dello strumento e il cavo di prolunga, la numerazione e l'etichettatura di ciascun canale e la verifica della continuità elettrica al termine della posa. c) Caselline di testa e protezioni — fornitura e posa di cassette di testa in acciaio inox o HDPE, con chiusura a lucchetto, per il contenimento e la							
	A RIPORTARE							23.004,46

Num. ORD TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI €	
		par. ug.	lung.	larg.	H/peso		Prezzo	Totale
	RIPORTO							23.004,46
	protezione dei capi cavo in superficie. Dove necessario, realizzazione di pozzetti di ispezione in calcestruzzo con chiusino in ghisa a traffico pedonale o carrabile, secondo indicazione di progetto. d) Azzeramento e lettura iniziale (lettura zero) — rilevazione della lettura di frequenza iniziale (f_0) di ciascun estensimetro a opera posata e prima dell'applicazione dei carichi, con registrazione della temperatura di riferimento. Compilazione della scheda strumento individuale con numero seriale, costante di calibrazione, lettura zero e data di installazione. La voce comprende, senza oneri aggiuntivi: la redazione degli schemi di installazione as-built con indicazione delle posizioni e delle quote degli strumenti, la fornitura dei certificati di taratura, la verifica della continuità e dell'isolamento dei circuiti di misura e la compilazione del registro strumentazione del piano di monitoraggio. Si valuta a corpo l'intera fornitura e posa in opera come sopra descritta, intendendosi remunerati tutti gli oneri di installazione indipendentemente dal numero di cicli di lettura successivi, che rimangono oggetto di separata contabilizzazione.							
	Estensimetri	2,000				2,00		
	Sommano corpo					2,00	1.000,00	2.000,00
	TOTALE							**25.004,46**

Data

Il Tecnico

_____