

S.S. 182 "TRASVERSALE DELLE SERRE"
Tronco 1° Lotto 1° Stralcio 2° completamento
Superamento del Colle dello Scornari

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

| | | |
|--|---|--|
| <p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Calabria n. 528</p> | <p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Sironi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotona n. 412</p> | <p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>IRD ENGINEERING</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p>HYpro srl</p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 140354035</p> |
| <p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Valerio Guidobaldi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p> | | |
| <p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Antonio Scalamandrè</i></p> | | |

GEOLOGIA GEOTECNICA

Geologia

Piano di monitoraggio geotecnico e strutturale

| CODICE PROGETTO | | | NOME FILE | REVISIONE | SCALA |
|-----------------|--|------------|-----------------------------|------------|-----------|
| COMP. | PROGETTO | LIV. ANNO | T00GE01GEORE04_C | | |
| DP | CZ0299 | D18 | CODICE ELAB. T00GE01GEORE04 | C | - |
| D | | | | | |
| C | Nota di riscontro Parere CTVA n.184 del 26 febbraio 2021 | Maggio '21 | Belà | Signorelli | Guiducci |
| B | Revisione a seguito di RIV DGSV 135/1 controdeduzioni | Feb. '20 | Belà | Signorelli | Guiducci |
| A | Emissione a seguito di RIV DGSV 135/1 e oss. CDS | Sett. '19 | Belà | Signorelli | Guiducci |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO | 3 |
| 2.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI..... | 3 |
| 2.2. IDROGRAFIA | 4 |
| 2.3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI DI DETTAGLIO | 4 |
| 3. CRITERI GENERALI PER IL PROGETTO DI MONITORAGGIO | 6 |
| 4. PIANO DI MONITORAGGIO..... | 7 |
| 4.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE | 7 |
| 4.1.1. <i>Piezometri a tubo aperto</i> | 7 |
| 4.1.2. <i>Pendii e Scarpate - Monitoraggio degli spostamenti superficiali</i> | 7 |
| 4.1.1. <i>Opere d'arte – Paratie di pali e Galleria artificiale</i> | 11 |
| 4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE (A CARICO DELL'IMPRESA) | 13 |
| 4.2.1. <i>Regime idraulico</i> | 13 |
| 4.2.2. <i>Spostamenti superficiali</i> | 13 |
| 4.2.3. <i>Paratie</i> | 13 |
| 4.2.4. <i>Galleria artificiale</i> | 13 |
| 4.1. CAMPAGNE DI MISURA..... | 13 |
| 4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE (A CARICO DELL'AFFIDATARIO D.L.)..... | 14 |
| 4.2.1. <i>Regime idraulico</i> | 14 |
| 4.2.2. <i>Spostamenti superficiali</i> | 14 |
| 4.2.3. <i>Paratie</i> | 14 |
| 4.2.4. <i>Galleria artificiale</i> | 14 |
| 4.3. CAMPAGNE DI MISURA..... | 15 |
| 4.1. ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO | 15 |
| 5. PIATTAFORMA DI GESTIONE DEI DATI | 16 |
| 5.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA..... | 16 |
| 5.2. INTERFACCIA UTENTE E VISUALIZZAZIONE DEI DATI..... | 17 |
| 5.3. CONFIGURAZIONE DEL SOFTWARE | 17 |
| 6. CONCLUSIONI..... | 18 |

1. PREMESSA

La presente relazione illustra il Piano di Monitoraggio strutturale e geotecnico relativo al Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento della S.S. 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1°, Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari).

Il piano, redatto in accordo alle "Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico" e del paragr. 6.2.6 del DM 17/01/2018, ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo, mediante la misura di grandezze fisiche significative, prima durante e dopo la costruzione del manufatto.

Il sistema di monitoraggio è stato definito in modo da poter fornire gli elementi necessari ad una corretta valutazione in corso d'opera, al fine di poter intervenire con eventuali azioni correttive da adottare qualora ci si discosti dalle previsioni progettuali, in termini di comportamento delle nuove strutture.

2. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Per definire la tipologia di monitoraggio si fa riferimento a:

- Modello di riferimento geologico-geomorfologico;
- Modello di riferimento geotecnico

I modelli di riferimento sono ampiamente descritti nelle specifiche relazioni ed elaborati grafici allegati.

2.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI

L'evoluzione morfologica dell'area ed i principali elementi geomorfologici rilevati sono direttamente connessi con l'azione della gravità sulle masse di versante e con il deflusso delle acque superficiali e di prima infiltrazione, che ruscellano lungo i pendii ed alla base degli stessi. Ad essi si aggiungono ulteriori fattori morfoevolutivi di rilievo, come le attività antropiche, gli elementi strutturali e tettonici e, infine, i processi di origine mista dovuti all'effetto concomitante di più fattori.

L'andamento morfologico generale risente, evidentemente, del succedersi delle diverse fasi geologiche e morfoevolutive che hanno interessato l'area in esame, a partire dal tardo Pliocene fino all'epoca attuale.

L'intero settore interessato dagli interventi in progetto comprende un sistema collinare poco pronunciato, con quote medie variabili, in prevalenza, tra i 250 ed i 300 m s.l.m., costituito in gran parte da terreni plio-pleistocenici di natura prevalentemente sabbioso limosa -argillosa. Queste colline bordano la valle fluviale del Torrente Mesima, caratterizzata da un decorso arcuato e scorrimento verso sudovest. Il loro profilo regolare culmina, generalmente, con le tipiche strutture geomorfologiche delle aree sommitali, tabulari, correlate a lembi di superfici strutturali, corrispondenti a terrazzi morfologici pleistocenici, residui di una preesistente superficie, in gran parte smantellata dalla successiva azione dei processi erosivi che hanno condotto al modellamento del territorio secondo le linee attuali.

Le unità litologiche affioranti nell'area, caratterizzate nell'insieme da una resistenza all'erosione piuttosto bassa, sono state sottoposte, successivamente alla loro deposizione, ad un'erosione di tipo areale, controllata dall'attività tettonica verificatasi nell'area e legata ad un generale, seppur discontinuo, processo di sollevamento.

Le acque incanalate naturalmente e la forza di gravità sono gli agenti modellatori principali, sono infatti presenti numerose forme di erosione (forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra") e di instabilità.

L'intera area è caratterizzata, nei settori di affioramento delle formazioni sabbiose e argilloso-siltose, da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. Sono segnalati, in prevalenza, dissesti di tipo superficiale e modesta entità, localizzati nella coltre eluviale di alterazione che ricopre, con spessori variabili, le unità del substrato.

In dipendenza del particolare regime idraulico dei corsi d'acqua presenti, della morfologia valliva e delle caratteristiche dei depositi alluvionali presenti, la morfologia degli alvei appare configurata, a volte, secondo tipologie "braided" (letto largo a rami divaganti – anastomizzati) laddove, nell'ambito di un alveo di piena piuttosto ampio, la posizione dell'alveo di magra può facilmente migrare in posizioni diverse. Tale conformazione è evidenziata dai torrenti Mesima e Scornari, che bordano l'area oggetto di intervento.

Per quanto concerne la franosità, quest'ultima è localizzata e rappresentata per lo più da fenomeni gravitativi quiescenti e secondariamente attivi (colamenti e frane complesse) la cui origine è da mettere in relazione in parte alle condizioni morfologiche (versanti più acclivi) in parte all'assetto idrogeologico (rapporti stratigrafici tra litotipi a differente comportamento meccanico-idrogeologico), nonché all'azione di intensa erosione lineare e diffusa ad opera delle acque dilavanti agenti lungo i versanti.

PROGETTAZIONE ATI:

2.2. IDROGRAFIA

Il bacino idrico del Mesima interessa una vasta area, sviluppandosi su una superficie di circa 813.36 km²., con sezione di chiusura coincidente con la foce del Mar Tirreno. Il perimetro dell'intero spartiacque è pari a 152.038 km e la lunghezza della sua asta principale è di circa 51.43 km con una pendenza media dell'1.47 % .Il valore della densità di drenaggio è 3.2 km/km².

I corsi d'acqua principali dell'area sono rappresentati dai Fiumi Mesima e dal Torrente Scornari, i quali presentano una marcata tendenza deposizionale, come evidenziato dagli estesi depositi alluvionali presenti lungo i fondivalle. Tali depositi sono tutti riferibili all'ultima fase evolutiva della rete idrografica, grosso modo corrispondente all'Olocene, ma risultano attivi solo in corrispondenza dei settori di piana attualmente interessati dal deflusso in alveo.

Verso questi assi idrografici principali converge una fitta rete di corsi minori, rappresentata da fossi e incisioni, che interessano capillarmente l'intero territorio circostante. Il reticolo risulta di tipo sub-dendritico, con collettori secondari molto brevi.

2.3. ASPETTI GEOMORFOLOGICI DI DETTAGLIO

Nel seguito si riporta una sintesi di quanto emerso dallo studio di dettaglio geomorfologico eseguito nelle precedenti fasi progettuali e gli interventi progettuali previsti al fine di eliminare/ridurre le interferenze tra il progetto e i processi geomorfologici individuati.

Inizio lotto – pk 0+300

È stata evidenziata la presenza di fenomeni erosivi areali ad opera delle acque di ruscellamento, a cui possono essere associati modesti movimenti gravitativi quiescenti, tipo colamento lento, caratterizzati da una ridotta estensione areale e spessori limitati. Nel tratto dalla pk 0+200 a 0+300 è presente un muro di sostegno in c.a. in corrispondenza del quale sono attivi fenomeni di erosione che hanno causato il parziale scalzamento della fondazione.

Interventi progettuali previsti: Lungo l'asse stradale in progetto è prevista la realizzazione di una paratia di pali in dx. La scelta progettuale è stata quella di mantenere la quota della testa paratia prossima al p.c. attuale, in modo da contenere gli scavi ed evitare la rimozione della vegetazione esistente.

Per la realizzazione dei pali sarà realizzato un rilevato provvisorio, nelle aree di riprofilatura è previsto un intervento di rinverdimento mediante stesa di terreno vegetale e idrosemina e un sistema di raccolta e canalizzazione delle acque.

Il muro esistente non interferisce con l'opera in progetto. Si evidenzia, inoltre, che la realizzazione del rilevato provvisorio al piede del muro stesso, costituisce un intervento stabilizzante, migliorandone le condizioni di stabilità.

Tratto pk 0+400 – 0+500

Lungo il versante sono stati riconosciuti fenomeni di erosione diffusa e processi di dilavamento. Questi processi erosivi sono molto evidenti ed attivi in corrispondenza delle porzioni del versante caratterizzate da una pendenza maggiore e nella parte bassa. Nella parte alta, la presenza di vegetazione riduce in modo significativo l'azione dei processi in atto.

Interventi progettuali previsti: in questo tratto si prevede la riprofilatura della scarpata esistente, con scarpate di altezza 5,0 m e pendenza 1V:2H e berma di 2,0 m. Sono previsti interventi di protezione dell'erosione superficiale mediante stesa di geostuoia in polipropilene e idrosemina a spessore e un sistema di regimazione delle acque superficiali. Al piede della scarpata è prevista una paratia di pali.

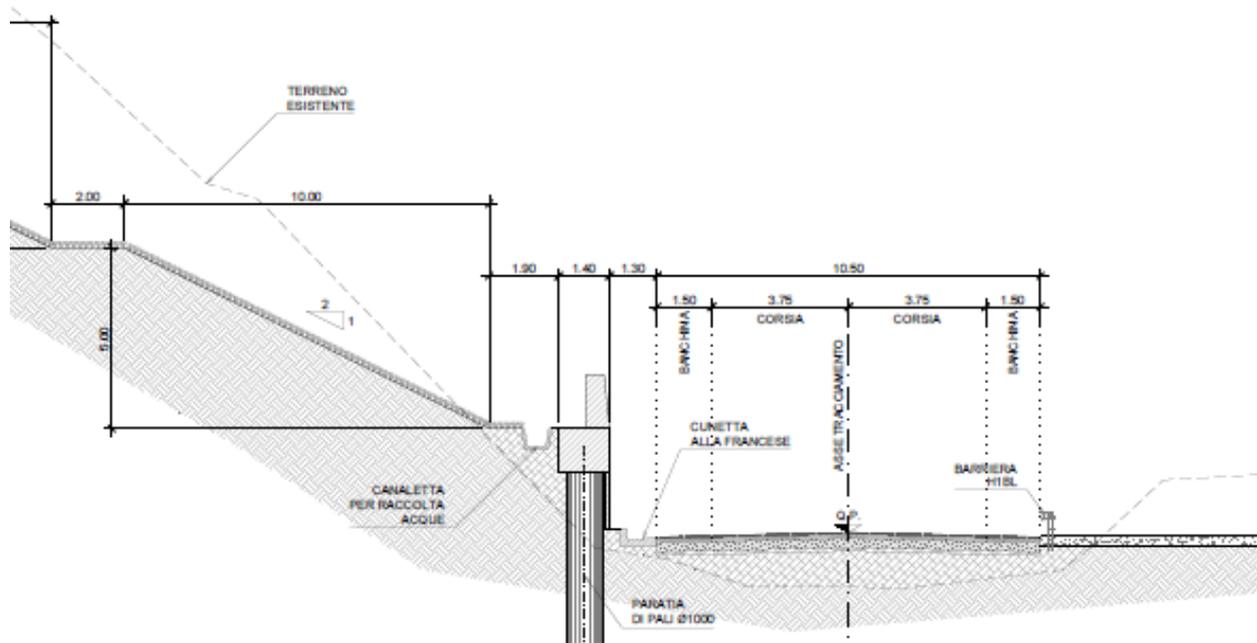


Figura 2-1 Riprofilatura scarpata esistente – sezione tipo.

Tratto da pk. 0+550 a 0+920 – Galleria artificiale

Nel tratto in cui sarà realizzata la galleria artificiale sono stati rilevati processi di erosione diffusa ad opera delle acque di dilavamento, più evidenti nella parte bassa del versante. Si riscontra, inoltre, la presenza di depositi eluvio-colluviali, con spessori ridotti, compresi tra 1,0 e 2,0 m. È stato riconosciuto un corpo di frana, valutato come quiescente.

Interventi progettuali previsti: I fenomeni individuati non interferiscono con l'opera in progetto.

Tuttavia, è previsto l'impiego di sistemi di tipo antierosivo (biostuoia e idrosemina potenziata) e una sistemazione ambientale finale con piantumazione di fasce arbustive. Sono inoltre previsti interventi per la regimazione delle acque superficiali, con particolare riferimento alla parte bassa del versante e agli imbocchi della galleria artificiale.

Tratto da pk. 0+920 a 1+200

Area interessata da erosione diffusa.

Interventi progettuali previsti: In questo tratto è prevista la realizzazione di una paratia di pali a p.c. per contenere gli scavi ed evitare la rimozione della vegetazione esistente. Presente un sistema di raccolta e canalizzazione delle acque.

3. CRITERI GENERALI PER IL PROGETTO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio proposto si prefigge lo scopo di:

- verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e il comportamento osservato;
- verificare lo stato di attività degli elementi geomorfologici osservati e controllare la validità della soluzione progettuale proposta;
- controllare la possibilità di riattivazione di fenomeni definiti “quiescenti”;
- verifica della qualità delle prestazioni dell’opera, dopo la costruzione.

Note le condizioni di progetto, la scelta della strumentazione da installare è una diretta conseguenza dei parametri che si intendono monitorare.

| | Grandezza da misurare | Strumentazione prevista |
|--|---|----------------------------|
| <i>Regime idraulico</i> | Misura di pressioni interstiziali | Piezometri a tubo aperto |
| <i>Fenomeni di erosione diffusa</i> | Spostamenti di punti significativi del pendio, in superficie. | Capisaldi topografici |
| <i>Comportamento delle strutture (paratie, galleria artificiale)</i> | Spostamenti della struttura | Mire ottiche, inclinometri |

Gli strumenti di monitoraggio dovranno essere installati:

- all’esterno, almeno tre mesi prima dell’inizio dei lavori, in modo da poter acquisire un numero di dati significativi ai fini della valutazione della situazione “*ante-operam*”;
- all’interno delle parti componenti l’opera, durante le fasi realizzative.

Gli elementi geomorfologici osservati sono dissesti di tipo superficiale e di modesta entità, localizzati nella coltre eluviale di alterazione che ricopre le unità del substrato. Per questo motivo è stata esclusa l’installazione di strumentazione finalizzata alla determinazione di spostamenti del terreno in profondità, ma è previsto un sistema di monitoraggio degli spostamenti in superficie.

Per quanto riguarda il regime idraulico, si prevede la lettura dei piezometri già installati nel corso delle campagne di indagini geognostiche.

4. PIANO DI MONITORAGGIO

4.1. UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

4.1.1. PIEZOMETRI A TUBO APERTO

Lungo il tracciato sono stati installati i seguenti piezometri (si rimanda alla Planimetria ubicazione indagini, elab. T00GE00GEOPU01 per l'ubicazione degli strumenti):

| | Ubicazione | Sondaggio | Data di installazione |
|---|----------------------|-----------|-----------------------|
| 1 | Fine lotto | S1 (2005) | 2005 |
| 2 | Paratia - PA01 | S4 (2005) | 2005 |
| 3 | Galleria artificiale | S2 (2014) | 2014 |
| 4 | Inizio lotto | Si1-pz | 2019 |
| 5 | Galleria artificiale | Si2-pz | 2019 |
| 6 | Fine lotto | Si3-pz | 2019 |

4.1.2. PENDII E SCARPATE - MONITORAGGIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

Per il monitoraggio degli spostamenti superficiali nelle aree interessate da fenomeni di erosione superficiale si prevede l'installazione di capisaldi topografici solidali con il terreno e un controllo cadenzato degli spostamenti, mediante tecnologia satellitare GPS.

L'ubicazione dei capisaldi è riportata negli stralci planimetrici riportati di seguito.

I capisaldi devono essere ubicati in luoghi facilmente accessibili, di norma su manufatti in calcestruzzo aventi dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantire un'adeguata stabilità e permanenza nel tempo. Il punto deve avere una posizione tale da consentire la realizzazione di una valida stazione GPS (assenza di ostacoli stabili e di disturbi elettromagnetici che impediscano o che rendano difficoltosa la ricezione dei segnali satellitari e in zona preferibilmente non interessata da movimentazione di mezzi pesanti). Qualora non sia possibile individuare nella zona prescelta un manufatto di caratteristiche appropriate, la sede del contrassegno deve essere realizzata appositamente mediante uno scavo di dimensioni e profondità, dipendenti dalla natura del terreno, adeguate a garantirne la stabilità e la permanenza nel tempo.

Tabella 4-1 Capisaldi topografici per GPS.

| Ubicazione | Intervento previsto | n. capisaldi topografici |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Inizio lotto – pk 0+300 | Paratia di pali | n.10 |
| Tratto pk 0+400 – 0+500 | Riprofilatura scarpata | n.8 |
| Tratto da pk. 0+550 a 0+920 | Galleria artificiale | - |
| Tratto da pk. 0+920 a 1+200 | Paratia di pali | n. 2 |

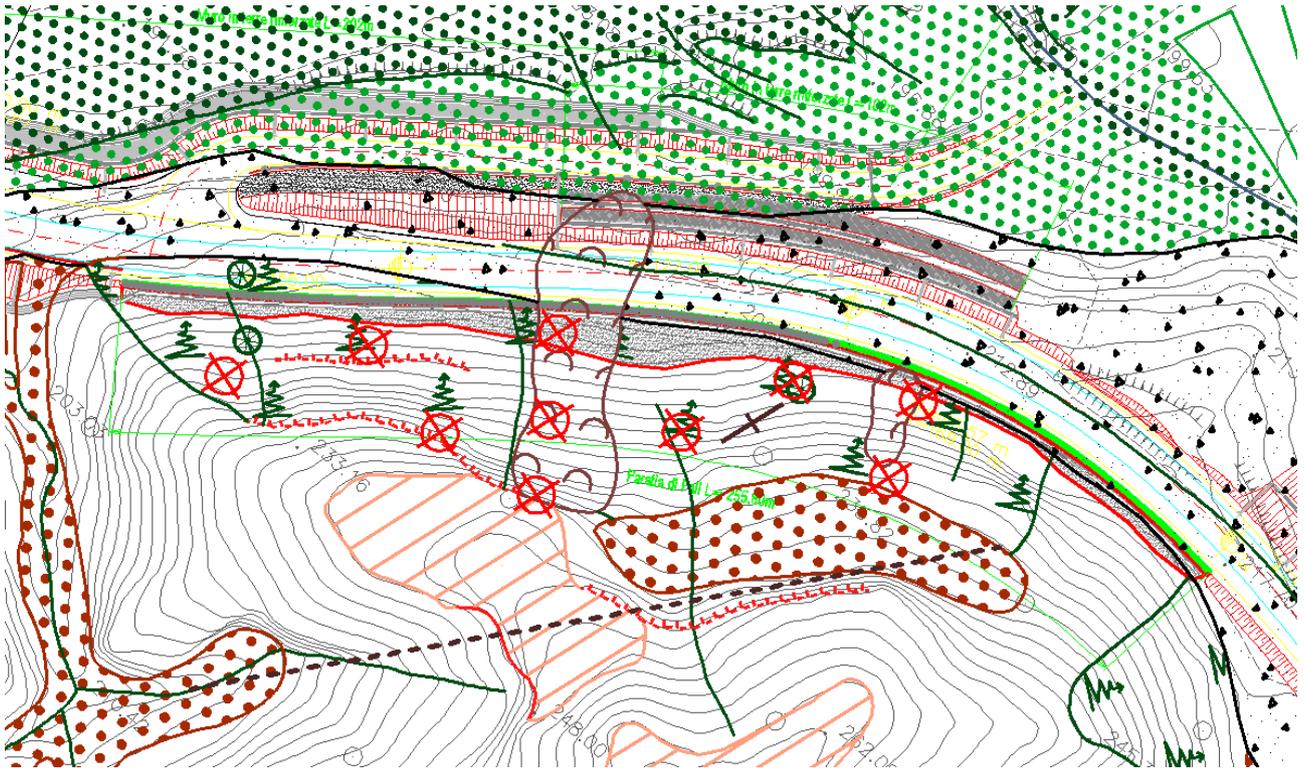


Figura 4-1 Ubicazione dei capisaldi topografici – tratto da inizio lotto a pk 0+300.

PROGETTAZIONE ATI:

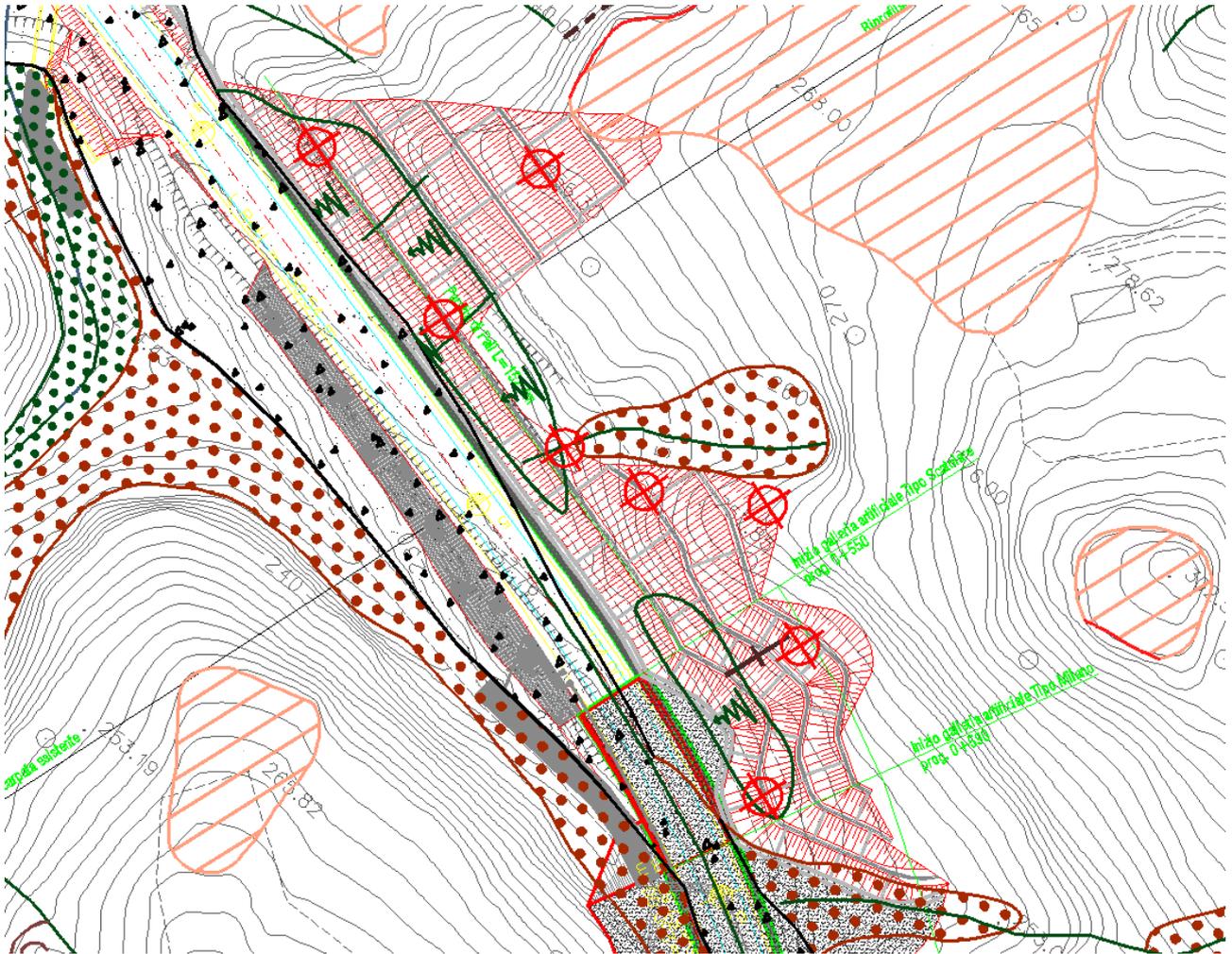


Figura 4-2 Ubicazione dei capisaldi topografici – tratto da pk 0+400 a pk 0+500.

PROGETTAZIONE ATI:

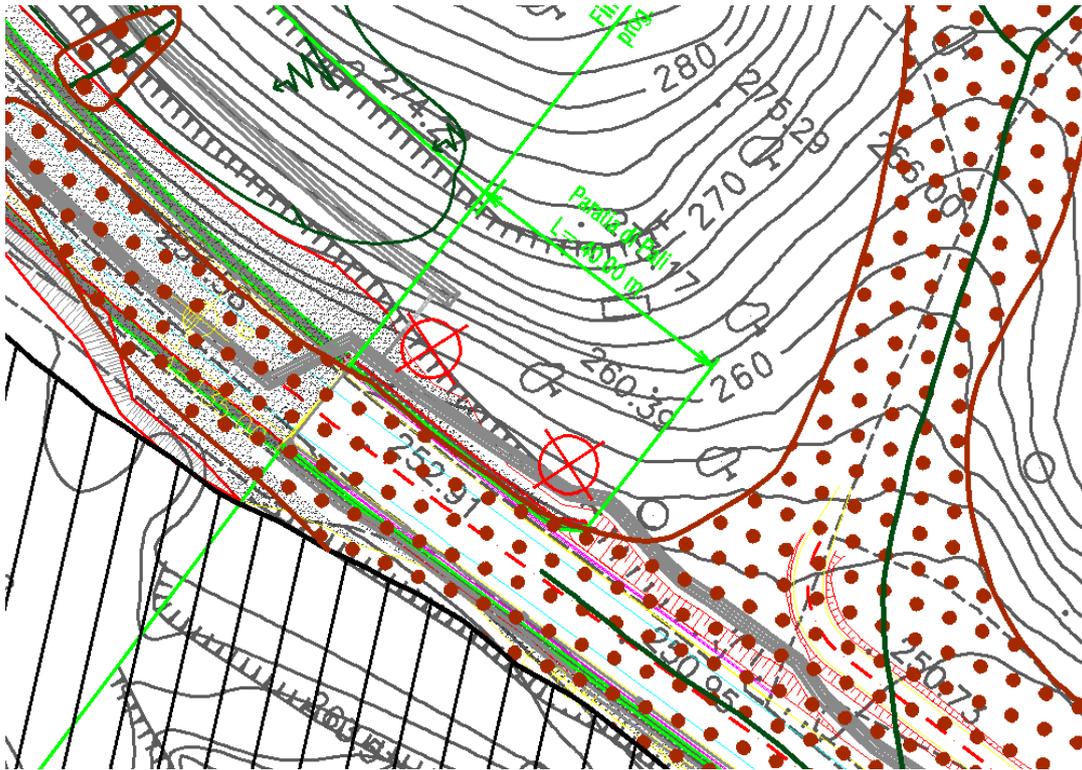


Figura 4-3 Ubicazione dei capisaldi topografici – tratto da pk 0+920 a pk 1+200.

PROGETTAZIONE ATI:

4.1.1. OPERE D'ARTE – PARATIE DI PALI E GALLERIA ARTIFICIALE

Per le opere d'arte sono previste sezioni di misure attrezzate con:

- Inclino metro tradizionale, per il monitoraggio degli spostamenti del terreno in profondità;
- Mire ottiche sul cordolo di testa;
- Mire ottiche lungo il fusto dei pali e sul rivestimento della paratia.

Il numero e la tipologia degli strumenti installati è riportato nella tabella seguente.

Tabella 4-2 Strumenti installati su opere d'arte.

| Opera | n. mire ottiche cordolo | n. mire ottiche pali/rivestimento | n. inclinometri |
|---------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Paratia PA01 | 4 | 4 | 1 (L = 18,0 m) |
| Paratia PA02 | 3 | - | - |
| Paratia PA03 | 2 | 2 | - |
| Paratia PA04 | 1 | 1 | - |
| Galleria GA01 | - | - | 3 (L = 18,0 m) |



Figura 4-4 Ubicazione della strumentazione di monitoraggio.

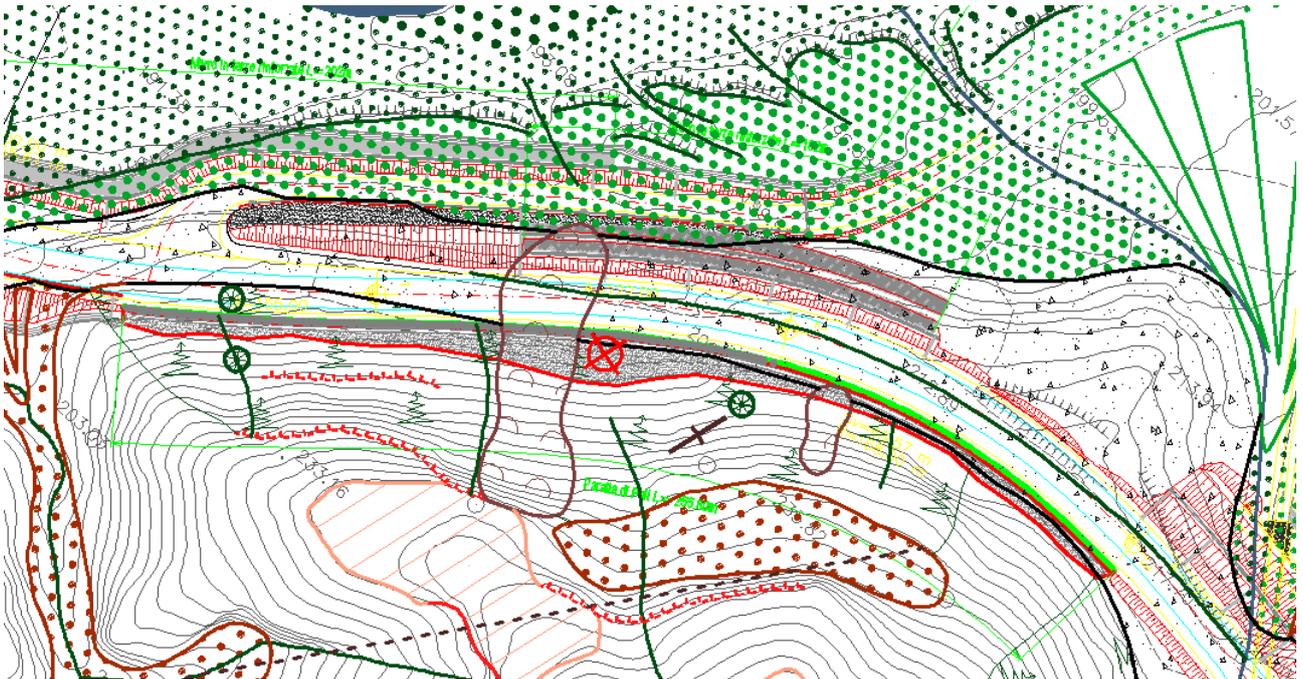


Figura 4-5 Ubicazione degli inclinometri – Paratia PA01.

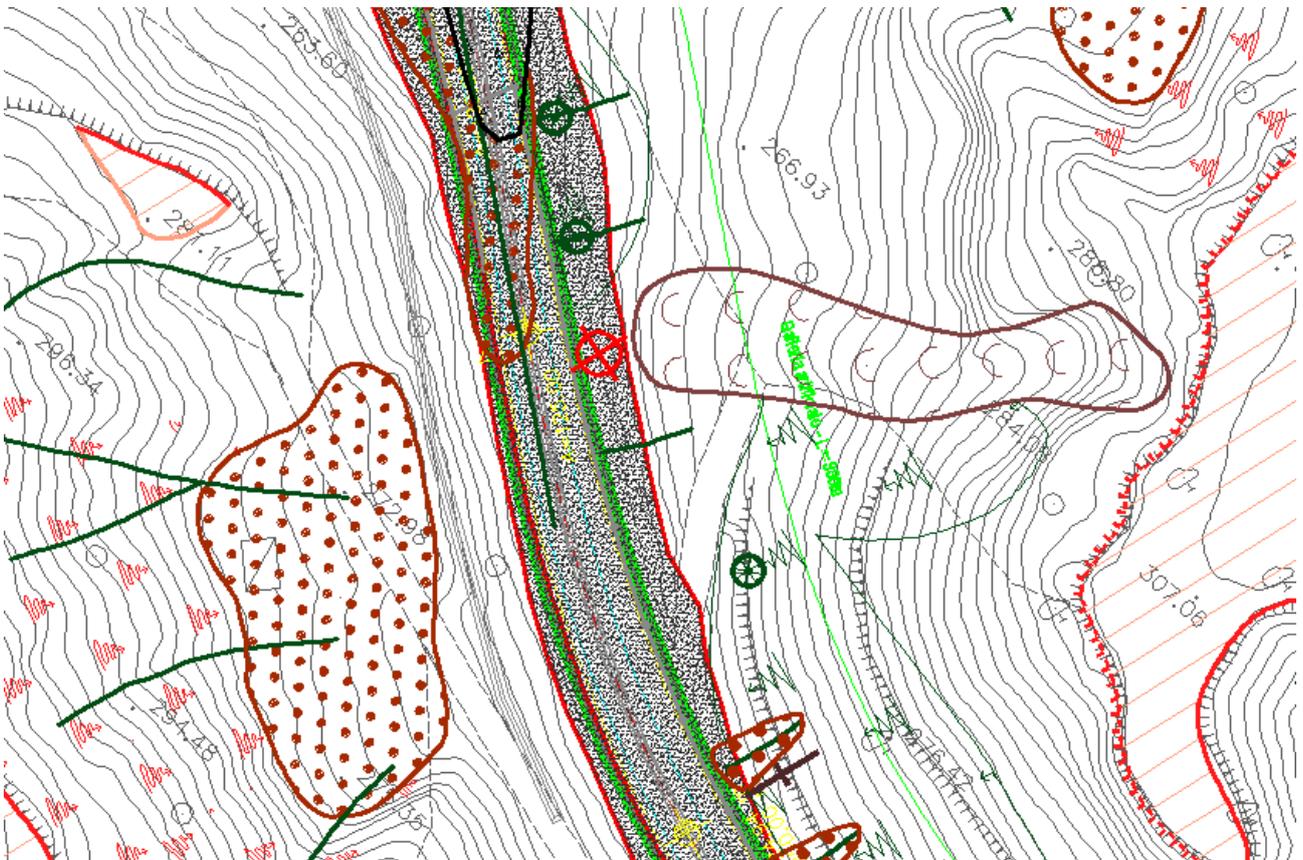


Figura 4-6 Ubicazione degli inclinometri – Galleria artificiale GA01.

PROGETTAZIONE ATI:

4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE (A CARICO DELL'IMPRESA)

Il piano di monitoraggio è eseguito a carico dell'impresa. L'affidatario della DL eseguirà delle letture con frequenza minore, come riportato nei paragrafi successivi.

4.2.1. REGIME IDRAULICO

Si prevede la lettura dei piezometri installati con la seguente frequenza:

- 1 volta al mese per almeno tre mesi prima dell'inizio dei lavori;
- 1 volta ogni 15 gg per tutta la durata dei lavori
- 1 volta ogni 2 mesi, per 1 anno dopo il termine dei lavori.

4.2.2. SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

Si prevede il controllo cadenzato degli spostamenti della rete di capisaldi con n.1 lettura / 30 gg, per tutta la durata dei lavori e con letture trimestrali per 1 anno dopo la fine dei lavori.

4.2.3. PARATIE

Il piano di monitoraggio previsto per la lettura delle mire ottiche può essere sintetizzato come segue:

- lettura di zero effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- n. 1 lettura / 7gg durante l'esecuzione degli scavi;
- n.1 lettura / 30 gg in fase di fermo o al raggiungimento del fondo scavo, in caso di stabilizzazione dei fenomeni deformativi, per tutta la durata dei lavori;
- n.1 lettura / 3 mesi per 1 anno dopo il termine dei lavori.

4.2.4. GALLERIA ARTIFICIALE

Il piano di monitoraggio previsto per la lettura degli inclinometri può essere sintetizzato come segue:

- lettura di zero effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- n. 1 lettura / 15 gg durante l'esecuzione degli scavi;
- n.1 lettura / 60 gg per tutta la durata dei lavori;
- n.1 lettura / 2 mesi per 1 anno dopo il termine dei lavori.

4.1. CAMPAGNE DI MISURA

Per una durata complessiva dei lavori di 750 giorni, si sintetizzano nella tabella seguente, il numero di letture complessive.

Tabella 4-3 Campagne di misura su apparecchiatura in opera.

| | Tipologia | ANTE OPERAM (3 mesi) | CORSO D'OPERA (25 mesi) | POST OPERAM (12 mesi) |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <i>Regime idraulico</i> | Lettura piezometri | 3 letture | 50 letture | 6 letture |
| <i>Spostamenti superficiali</i> | Rilievo topografico | - | 25 letture | 4 letture |
| <i>Paratia PA01(130 gg)</i> | Livellazione geometrica | - | 18 + 10 letture | 4 letture |
| <i>Paratia PA02 (70 gg)</i> | " | - | 10 + 20 letture | 4 letture |
| <i>Paratia PA03 (50 gg)</i> | " | - | 7 + 15 letture | 4 letture |
| <i>Paratia PA04 (20 gg)</i> | " | - | 3 +15 letture | 4 letture |
| <i>Galleria GA01(150 gg)</i> | Letture inclinometriche | - | 8 + 15 letture | 6 letture |

PROGETTAZIONE ATI:

In sintesi, per la stima dei costi del monitoraggio, si fa riferimento alle seguenti quantità:

| Tipologia | n. strumenti | n.letture | Tot. misurazioni | |
|-------------------------|----------------|-----------|------------------|---------|
| Lettura piezometri | 6 | 59 | 354 | |
| Rilievo topografico | 20 capisaldi | 29 | 580 | |
| Livellazione geometrica | PA01 L = 256 m | 32 | 8.186 m x 2 | 27,5 km |
| " | PA02 L = 153 m | 34 | 5.182 m x 2 | |
| " | PA03 L = 80 m | 26 | 2.080 m | |
| " | PA04 L = 40 m | 22 | 880 m x 2 | |
| Lecture inclinometriche | 4 x L = 18.0 m | 29 | 2.088 m | |

4.2. FREQUENZA DELLE LETTURE (A CARICO DELL’AFFIDATARIO D.L.)

4.2.1. REGIME IDRAULICO

Si prevede la lettura dei piezometri installati con la seguente frequenza:

- 1 volta prima dell’inizio dei lavori;
- 1 volta ogni 120 gg per tutta la durata dei lavori
- 1 volta ogni 6 mesi, per 1 anno dopo il termine dei lavori.

4.2.2. SPOSTAMENTI SUPERFICIALI

Si prevede il controllo cadenzato degli spostamenti della rete di capisaldi con n.1 lettura / 120 gg, per tutta la durata dei lavori e con letture semestrali per 1 anno dopo la fine dei lavori.

4.2.3. PARATIE

Il piano di monitoraggio previsto per la lettura delle mire ottiche può essere sintetizzato come segue:

- lettura di zero effettuata al momento dell’installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- n. 1 lettura / 21 gg durante l’esecuzione degli scavi;
- n.1 lettura / 120 gg in fase di fermo o al raggiungimento del fondo scavo, in caso di stabilizzazione dei fenomeni deformativi, per tutta la durata dei lavori;
- n.1 lettura / 6 mesi per 1 anno dopo il termine dei lavori.

4.2.4. GALLERIA ARTIFICIALE

Il piano di monitoraggio previsto per la lettura degli inclinometri può essere sintetizzato come segue:

- lettura di zero effettuata al momento dell’installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target);
- n. 1 lettura / 60 gg durante l’esecuzione degli scavi;
- n.1 lettura / 120 gg per tutta la durata dei lavori;
- n.1 lettura / 6 mesi per 1 anno dopo il termine dei lavori.

4.3. CAMPAGNE DI MISURA

Per una durata complessiva dei lavori di 750 giorni, si sintetizzano nella tabella seguente, il numero di letture complessive.

Tabella 4-4 Campagne di misura su apparecchiatura in opera.

| | Tipologia | ANTE OPERAM (3 mesi) | CORSO D'OPERA (25 mesi) | POST OPERAM (12 mesi) |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <i>Regime idraulico</i> | Lettura piezometri | 1 letture | 7 letture | 2 letture |
| <i>Spostamenti superficiali</i> | Rilievo topografico | - | 7 letture | 2 letture |
| <i>Paratia PA01(130 gg)</i> | Livellazione geometrica | - | 6 + 2 letture | 2 letture |
| <i>Paratia PA02 (70 gg)</i> | " | - | 3 + 5 letture | 2 letture |
| <i>Paratia PA03 (50 gg)</i> | " | - | 2 + 3 letture | 2 letture |
| <i>Paratia PA04 (20 gg)</i> | " | - | 1 + 3 letture | 2 letture |
| <i>Galleria GA01(150 gg)</i> | Letture inclinometriche | - | 2 + 7 letture | 2 letture |

4.1. ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO

L'analisi dei dati di monitoraggio sarà a cura di figure professionali specifiche all'interno delle strutture organizzative dell'impresa e della Direzione Lavori. L'installazione degli strumenti e l'analisi dei dati di monitoraggio sono previsti a cura dell'Impresa esecutrice dei lavori, mentre la D.L. avrà la possibilità di fare dei controlli puntuali sia con misure in contraddittorio (stimate in quantità pari a circa il 50% delle misure previste a carico dell'Impresa), sia tramite verifiche specifiche.

5. PIATTAFORMA DI GESTIONE DEI DATI

I dati raccolti dovranno essere gestiti mediante un sistema informativo geografico (GIS) per il monitoraggio, che ha lo scopo di archiviare, rendere consultabili ed elaborabili i dati derivanti dal monitoraggio durante le diverse fasi realizzative dell'opera, confrontarli fra di loro e con tutti gli altri dati derivanti da ulteriori indagini, fornendo un supporto alle decisioni in tempo reale.

La piattaforma per la gestione dei dati di monitoraggio comunemente usata è del tipo web-based o equivalente. Dovrà prevedere un sistema di archiviazione dati su database SQL o equivalente, garantendo la totale sicurezza dei dati.

La piattaforma web di gestione dovrà avere le seguenti funzionalità:

- Consentire l'accesso alle informazioni solamente agli utenti autorizzati
- Archiviare e visualizzare tutti i documenti
- Archiviare e visualizzare le tavole di progetto
- Visualizzare gli elaborati relativi al monitoraggio
- Raggruppare gli elaborati secondo una struttura logica
- Consentire il download degli elaborati
- Visualizzare le informazioni all'interno di una planimetria (GIS)

Il sistema di gestione dati dovrà garantire la riservatezza delle informazioni attraverso un accesso protetto da password fornito esclusivamente agli utenti autorizzati. Inoltre dovrà consentire la corretta archiviazione di tutti i documenti, dalle tavole di progetto alle relazioni tecniche con possibilità di visualizzazione online.

Infine, si potrà avere la possibilità d'interagire con la planimetria dell'area, visualizzando i diversi "layers" (isolinee e stradale), la planimetria dell'intervento e la posizione degli strumenti di monitoraggio.

All'occorrenza, dovrà essere pensato per gestire in tempo reale su sito Web i dati generati con macchine di scavo meccanizzate.

5.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Il Sistema, basato su Web Server GIS, dovrà presentare almeno le seguenti peculiarità:

- la banca dati risiederà fisicamente su un unico computer ma sarà consultabile a chiunque abbia una connessione internet, secondo diversi livelli di accesso e conseguentemente di disponibilità delle informazioni.
- qualsiasi utente avrà accesso al sistema senza la necessità di avere i software dedicati installati sul suo computer ma utilizzando i programmi residenti sul server
- si dovrà prevedere almeno la realizzazione di due postazioni, una ubicata in area locale e una presso l'entità che gestisce il server Web.

Quella locale (cantiere) sarà dotata di Personal Computer su cui saranno installati tutti i software applicativi e dedicati alla strumentazione installata oltre che i software idonei all'interrogazione automatica dei datalogger e lo scarico dei dati (Multilogger). Il Server remoto, installato presso gli uffici del gestore del sito Web, sarà invece dotato dei programmi e degli strumenti per la gestione del Data Base sul Web.

Il flusso delle informazioni sarà il seguente:

- Esecuzione delle misure in automatico mediante interrogazione degli strumenti installati da parte dei Data Logger.
- Esecuzione delle misure manuali (p.es con strumentazione portatile) o automatiche con scarico manuale (mediante collegamento locale ai sensori con centralina portatile o personal computer portatile).

PIANO DI MONITORAGGIO STRUTTURALE E GEOTECNICO

- Nell'ufficio di cantiere/locale: creazione nel Data Base dei nuovi eventuali strumenti/famiglie di strumenti.
- Nell'ufficio di cantiere/locale: scarico automatico dei dati acquisiti in automatico mediante trasmissione con GSM o dispositivo analogo e caricamento o scarico manuale da centralina/pc computer portatile dei dati acquisiti/trasferiti manualmente; trasferimento e caricamento manuale dei dati tramite opportuni file excel/csv direttamente nel database o tramite maschere di inserimento; creazione di archivio locale dei dati grezzi di cantiere (backup locale) in modo da avere sempre disponibili i dati sperimentali di cantiere.
- trasferimento da ufficio di cantiere/locale a ufficio remoto di gestione Web via rete dei dati grezzi e loro caricamento sul Data Base Web.
- interrogazione da ufficio di cantiere/locale (PCSR) del Web per validazione dei dati prima della pubblicazione definitiva sul Web. La validazione dei dati, intesa come valutazione critica dell'accettabilità del dato grezzo e le motivazioni relative saranno comunque disponibili agli utenti autorizzati per la verifica del processo;
- da ufficio remoto: pubblicazione dei dati su Web resi disponibili ai vari utenti con diversi livelli di abilitazione.
- da ufficio di cantiere/locale: verifica degli eventuali superamenti delle soglie preimpostate, comunicate dai "Responsabili". Tali soglie, definite come "di attenzione" e "di allarme" porteranno all'attivazione di contromisure. Nel caso di superamento della soglia di attenzione potranno essere aumentati il numero degli strumenti o la frequenza delle misure allo scopo di meglio individuare e definire la problematica in atto e valutare le possibili ricadute sull'avanzamento dei lavori. Nel caso di superamento della soglia di allarme, dovranno intervenire il Progettista e la Direzione Lavori per l'individuazione delle opportune contromisure.

5.2. INTERFACCIA UTENTE E VISUALIZZAZIONE DEI DATI

Un'apposita interfaccia consentirà di realizzare i grafici e/o le tabelle del periodo desiderato (dalla data xxx alla data yyy) o degli ultimi nn ore/giorni/mesi e consentirà di impostare manualmente e/o automaticamente la scala delle ascisse.

Sarà possibile realizzare report personalizzati consultabili a schermo o stampabili in PDF, eventualmente sarà anche possibile mandare automaticamente via mail questi report agli indirizzi desiderati.

I dati potranno essere esportati in formato ASCII/csv per l'importazione ed elaborazione ulteriore con excel.

L'individuazione della strumentazione potrà essere effettuata tramite mappa georeferenziata (GIS). Gli hot-spot consentiranno di visualizzare grafici, schede tecniche (monografie, certificati, ecc.) e fotografie relative agli strumenti.

5.3. CONFIGURAZIONE DEL SOFTWARE

Saranno possibili diversi livelli di accesso al DataBase:

- AMMINISTRATORE: per l'amministrazione degli utenti e le impostazioni generali del progetto;
- POWER USER: per la validazione dei dati e loro pubblicazione sul Web
- EDITOR: per l'inserimento, lettura e cancellazione dei dati, nonché impostazioni generali del progetto;
- USER: per l'inserimento e lettura dei dati;
- READER: per la lettura dei dati.

Tali livelli andranno definiti in funzione delle varie competenze, con possibilità di accesso diversificate per i singoli attori coinvolti nelle attività del monitoraggio (Direttore di Cantiere, Responsabili dei monitoraggi, Progettisti, Direzione Lavori, ecc...).

PROGETTAZIONE ATI:

6. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato esposto il programma di monitoraggio previsto nell'ambito del Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento della S.S. 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1°, Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari).

Tale programma prevede la posa in opera e la lettura programmata delle strumentazioni di monitoraggio. Nei paragrafi precedenti sono state indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

Le indicazioni fornite nella presente relazione sono scaturite da considerazioni di tipo teorico e tecnico. In corso d'opera andranno quindi verificate e meglio adattate alla situazione reale valutando la possibilità di incrementare o ridurre le strumentazioni e la frequenza delle letture, in funzione del reale comportamento registrato.