

# Studio Associato di Ingegneria e Geologia

Ing. Mauro Marchiano, Ing. Riccardo Torri, Geol. Vittorio Vezzaro  
Andora, via Cavour 30, tel. 0182/684363 - E-MAIL [stingeo@libero.it](mailto:stingeo@libero.it)

## COMUNE DI BRIGA ALTA

### Oggetto:

**PROGETTO ESECUTIVO**

**SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO IN FRAZIONE PIAGGIA**

**CODICE INTERVENTO CN\_A18\_430\_16\_142**

**RELAZIONE TECNICA**

Il Tecnico Progettista:

Geol. Vittorio Vezzaro

Ing. Mauro Marchiano

## FINALITA' DELL'INTERVENTO

Il “*progetto di sistemazione del movimento franoso in frazione Piaggia*” si propone di effettuare gli interventi necessari ad eliminare la situazione di pericolo venutasi a creare con l'evento alluvionale del 21-25 novembre 2016 che ha investito in maniera particolarmente intensa l'alta val Tanaro determinando la mobilitazione di numerose frane a scala di versante quali l'adiacente frana di Monesi di Mendatica e nello specifico l'attivazione a monte del paese di Piaggia di un esteso dissesto che ha causato rilevanti danni strutturali ad un nucleo di case al piede creando quindi una situazione di reale e potenziale pericolo per buona parte del nucleo abitato.

Vista la situazione emergenziale il Sindaco, con Ordinanza Sindacale 8/2016 del 30/11/2016, ha ordinato l'evacuazione del centro abitato.

## DESCRIZIONE DELLE OPERE.

Le opere previste nel presente progetto consistono in un insieme di interventi le cui caratteristiche sono così riassumibili:

- 1) realizzazione di un'opera provvisoria atta a consentire la demolizione del nucleo di immobili danneggiati minimizzando il pericolo di ribaltamento di porzioni di murature etc verso valle sui fabbricati sottostanti (vedi tavola 6);
- 2) ripristino di una pista preesistente atta a consentire l'accesso all'area ad un escavatore di adeguate dimensioni con carro da 2,20 m e ad altri mezzi d'opera di ingombro equivalente (vedi tavola 2)



*schema della viabilità*

- 3) costruzione di una pista di cantiere, larghezza media di 2,80 metri, per accedere all'area a monte dei fabbricati danneggiati e più in generale alla zona del corpo di frana (vedi tavola 2 e 7-8-9-10).
- 4) Demolizione dei fabbricati danneggiati e non più recuperabili, separazione dei materiali ferrosi e metallici, lignei, plastici. Tombamento delle macerie in loco (vedi tavola 7-8-9-10-13).
- 5) Costruzione di muro di contenimento (rivestito in pietra) al piede della frana (altezza massima 2,8 m) realizzato con micropali verticali in doppia fila aventi funzioni di elementi resistenti a taglio solidarizzati mediante trave di testa in cemento armato e vincolate con tiranti permanenti di tipo a trefoli. Messa in opera di drenaggi profondi in tubi microfessurati per controllo del livello di falda e canalizzazione in apposita condotta delle acque di filtrazione e meteoriche sino a fosso di scolo esistente (vedi tavola 7-8-9-10-13).
- 6) Costruzione di una struttura di contenimento a quota intermedia nel corpo di frana composta da micropali verticali ed inclinati in doppia fila aventi funzioni di elementi resistenti a taglio solidarizzati mediante trave di testa in cemento armato e messa in opera di drenaggi profondi in tubi microfessurati per controllo del livello di falda (vedi tavola 7-8-9-10-13).
- 7) Ricomposizione della zona dei fabbricati demoliti mediante terrazzamenti sorretti da muri di sostegno in cemento armato rivestiti in pietra (vedi tavola 7-8-9-13).
- 8) Sistemazione della pista in fondo naturale al fine di consentire futuri interventi di manutenzione e passaggio mezzi tipo antincendio. Opere provvisorie realizzate mediante muretti di contenimento di monte in pietra a spacco e scarpate di valle sostenute da terra armata di altezza in generale non superiore a 2,5 metri (vedi tavola 7-8-9-10-13).

## **INQUADRAMENTO CATASTALE.**

Il sito di intervento è ubicato nel foglio n° 59

In base alla sovrapposizione delle opere su base catastale (vedi Tavola 1) i mappali interessati dagli interventi risultano essere i seguenti:

31-34-35-36-38-39

40-41-42-43-46-47-48-49

50-51-52-53

87-89

91

350-351

470-482-483

525-535-596-597

L'occupazione delle aree viene effettuata attraverso accordi bonari con le proprietà o mediante Ordinanza Sindacale.

## **COMPATIBILITA' URBANISTICA, PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE**

Per la realizzazione delle opere in progetto non si evidenziano incompatibilità di tipo ambientale, urbanistico o edilizio.

Le opere proposte risultano sicuramente compatibili con un corretto inserimento ambientale nel contesto dell'area di intervento.

La tipologia stessa delle lavorazioni oltre alla scelta qualitativa dei materiali rispettano ampiamente ogni criterio di inserimento nell'insieme paesistico – ambientale.

Per i dettagli si rimanda alla relazione paesaggistica allegata al progetto

Nel corso della demolizione dei fabbricati verrà effettuata la frantumazione delle parti in calcestruzzo e la separazione del materiale metallico, ligneo e plastico che verrà smaltito adeguatamente garantendo il tombamento esclusivo dei soli materiali inerti.

## CONDIZIONI GEOLOGICO E GEOTECNICHE.

Il versante è impostato su rocce stratificate calcareo-arenacee con intercalati livelli silteosi ed argilloscistosi attribuibili alla Formazione del Flysh di San Remo.

Il substrato affiora diffusamente sul versante al di fuori dell'area indicata in planimetria come areale con coltri superiori a 3 metri.

Subito a valle della fila di abitazioni danneggiate, l'ammasso roccioso affiora diffusamente attorno alle abitazioni.

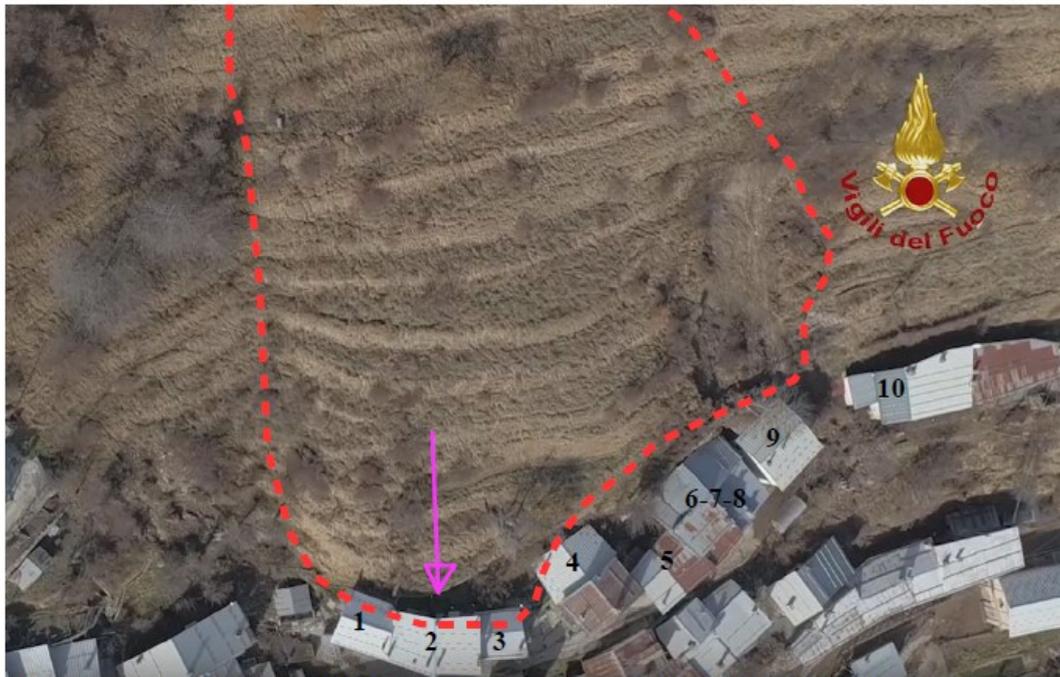
Dal punto di vista geomorfologico e visti gli esiti delle indagini geognostiche si delinea quindi la presenza nel compluvio a monte dell'abitato di una zona caratterizzata da coltri di potenza massima attorno ai 7-8 metri attribuibile ad un accumulo di paleofrana e/o detrito di falda (vedi Tav. 3 e 4) finora non cartografato a livello di pianificazione territoriale né individuato come area a maggior pericolosità geomorfologica.

Le cumulate dell'evento del novembre 2016 ed il conseguente innalzamento del livello della falda acquifera nel terreno verosimilmente sino a livelli prossimi al piano campagna hanno determinato l'attivazione di uno scivolamento della massa detritica lungo la superficie di contatto con il substrato, la giacitura del substrato talora riconoscibile a franappoggio ne ha favorito lo scivolamento.

Gli edifici presenti sul piede di valle, specificatamente 1, 2, 3 e porzione di monte del 4, che in base ai rilievi risultano fondati su roccia massiva e ben strutturata, hanno contrastato lo scivolamento deformandosi senza crollare ma subendo gravi danni strutturali.



*Veduta sud di Piaggia con evidenziata l'area colpita dalle frane, la freccia indica la direttrice di maggior spinta*



*Foto aerea effettuata dal drone dei Vigili del Fuoco, in rosso il contorno della frana, la freccia indica la direttrice di maggior spinta*

In base ai rilievi svolti gli edifici 5, 6, 7, 8, 9, 10 risultano al di fuori della zona di frana anche se il 9 ed il 10 sono stati colpiti dallo scivolamento della massa della frana 2.

A monte del 5 e tra 8 e 9 è ben visibile il substrato roccioso strutturato (vedi tav. 3).

In base ai rilievi ed alle indagini svolte è possibile affermare che il substrato roccioso non è stato interessato dal movimento franoso. L'unica crepa significativa rilevabile sullo spigolo ovest dell'edificio 5 era già presente prima dell'evento.

Il modello geotecnico del terreno interessato dalla frana si compone quindi di un corpo detritico di potenza variabile soprastante un substrato roccioso stratificato.

Il fenomeno franoso si è verificato per lo scivolamento della massa detritica sul substrato lungo la superficie di discontinuità il cui profilo è stato ricavato dalla campagna di indagini geognostiche.

Si è quindi utilizzato un modello di calcolo all'equilibrio limite per la determinazione in termini di back-analysis delle caratteristiche del terreno tali da determinare un coefficiente di sicurezza  $F_s < 1$  in condizioni di falda acquifera in prossimità del piano campagna in modo da simulare le condizioni verificatesi nelle giornate del 24-25 novembre 2016.

## OPERE DI CONTENIMENTO IN PROGETTO.

Desunti con il criterio della back-analysys i parametri di resistenza del terreno detritico si sono inserite nel modello geotecnico di calcolo le opere di contenimento consistenti in:

- una struttura di contenimento al piede della frana composta da micropali verticali in doppia fila aventi funzioni di elementi resistenti a taglio solidarizzati mediante trave di testa in cemento armato e vincolate con tiranti permanenti di tipo a trefoli,
- una struttura di contenimento a quota intermedia nel corpo di frana composta da micropali verticali ed inclinati in doppia fila aventi funzioni di elementi resistenti a taglio solidarizzati mediante trave di testa in cemento armato.

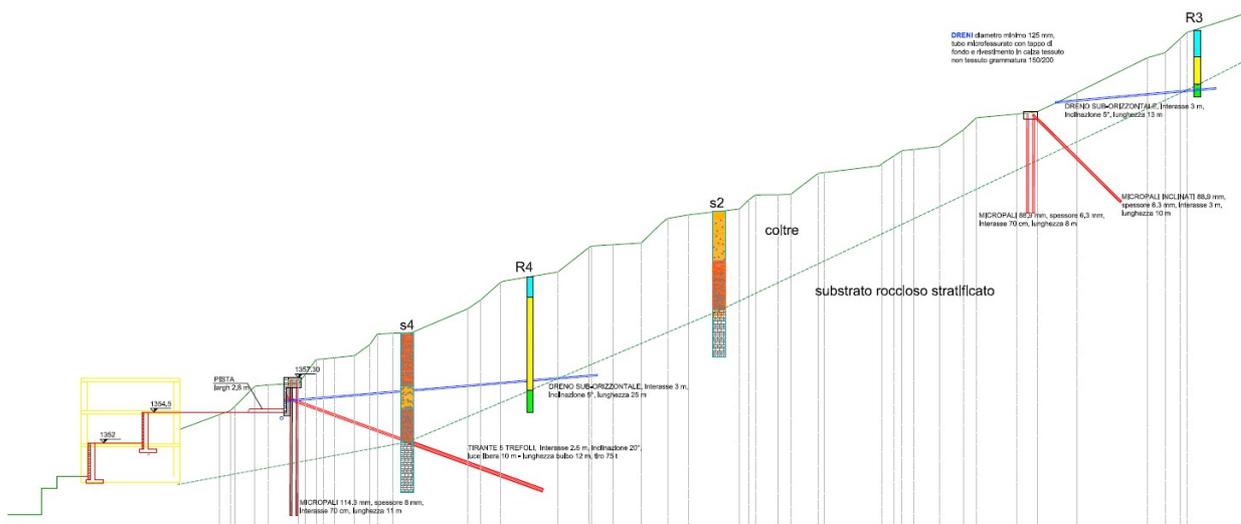


Tavola 8: sezione 2

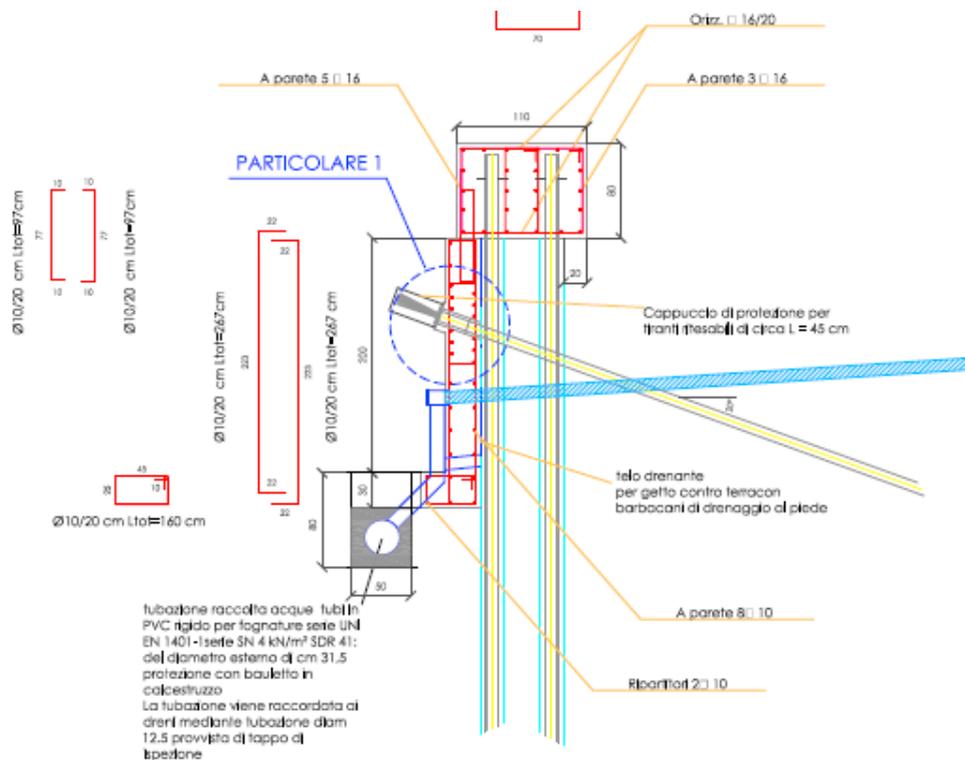


Tavola 13: schema opera di contenimento al piede

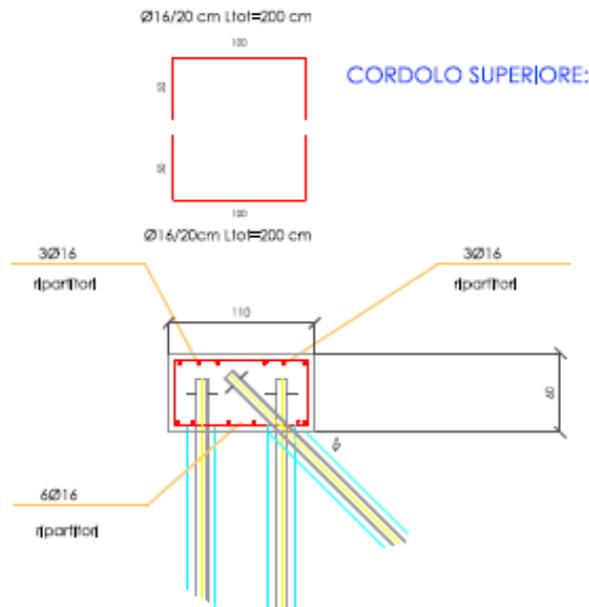


Tavola 13: schema opera di contenimento a quota intermedia

Nella zona della frana 2 l'opera di contenimento al piede viene realizzata mediante un muro su micropali, la porzione di pendio svuotata dalla frana viene ricomposta con il terreno rimosso nella zona retrostante gli edifici in demolizione.

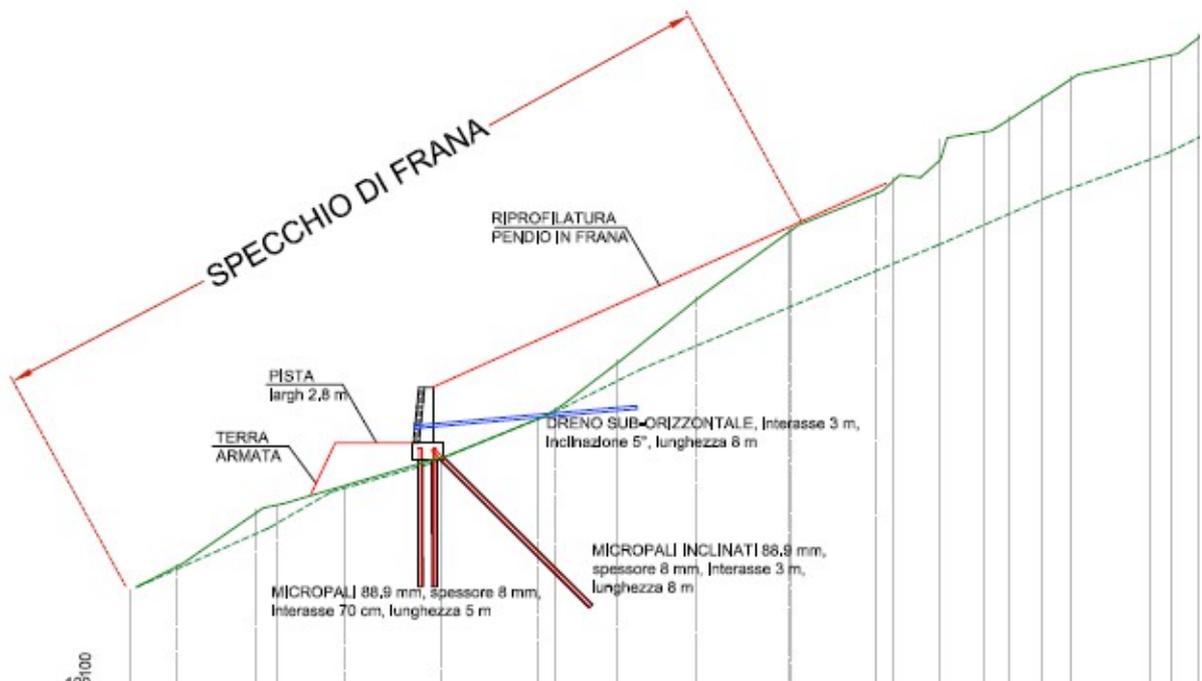


Tavola 9: sezione 6

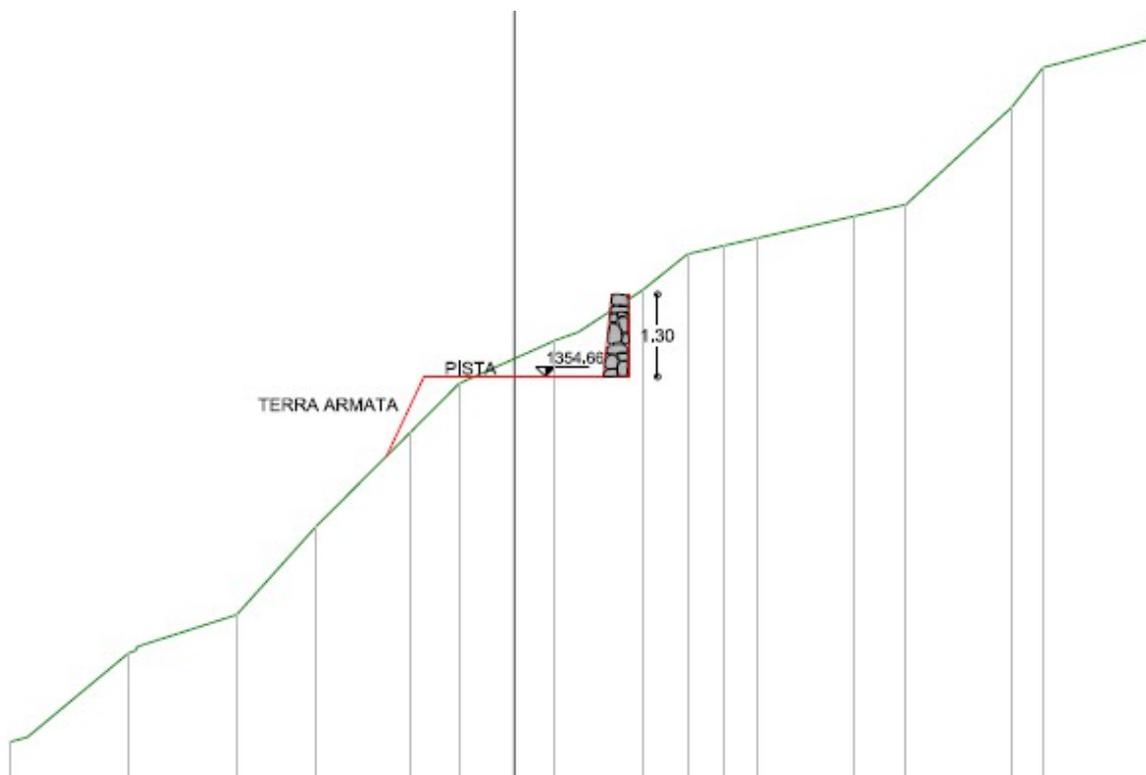


Tavola 10: sezione pista di accesso

Le verifiche all'equilibrio limite nello stato di progetto sono state condotte rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) applicando alle caratteristiche geotecniche del terreno i coefficienti parziali del gruppo M2 (Tab. 6.2.II NTC).

Nelle Tavole 8, 9 e 10 sono riportati i profili geologici-geotecnici e le opere in progetto con tutte le loro caratteristiche costruttive descritte poi nei dettagli nella tavola 13.

Tra le opere in progetto è stata inserita l'esecuzione su tutti e due i livelli delle palificazioni di drenaggi profondi tali da impedire che si possa avere un innalzamento del livello di falda sino alle quote simulate per lo stato descritto nella back-analysys.

Sulla base del computo metrico dei lavori si evince che, in forza delle somme attualmente disponibili, è possibile realizzare solo una parte dell'opera di contenimento a quota intermedia nel corpo di frana.

Si è scelto quindi di realizzarne la porzione centrale per una lunghezza di 30 metri.

Si evidenzia che al fine di raggiungere la completa stabilizzazione dell'area è indispensabile che essa venga interamente realizzata, non appena saranno disponibili le necessarie risorse economiche.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici ed alle relazioni geotecniche e strutturali

## REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE E DI DRENAGGIO.

Come descritto nella relazione geologica l'evento meteorologico del novembre 2016 ha evidenziato discrete criticità nella regimazione delle acque.

Nel presente progetto in forza delle risorse economiche disponibili si prevede di realizzare una tubazione di raccolta delle acque di drenaggio nel tratto a monte dei fabbricati in demolizione che verrà portata a scaricare nel fosso di scolo adiacente al forno.

Appare importante che venga predisposto almeno a livello di preliminare un progetto di adeguamento sia di detto fosso che degli attraversamenti dei due rii principali sul lato ovest della frana.

Di seguito si riporta schematicamente le zone dove appare importante un intervento di adeguamento idraulico.



Planimetria da CTR, le frecce azzurre evidenziano le principali linee di deflusso sovrastanti l'abitato, sono poi evidenziati:

- in blu il fosso di scolo esistente (parte a cielo aperto e parte intubato) da adeguare con in rosso nuova porzione da realizzare verso monte onde raccogliere le acque dell'impiuvio soprastante.
- in arancione sono le tombinature esistenti sottostanti le stradine comunali che dovrebbero essere adeguate mediante ampliamento della sezione di deflusso e miglioramento delle opere di imbocco.

## **COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI LAVORI.**

Il computo metrico estimativo è stato redatto sulla base del prezzario Regione Piemonte 2016. Solo per alcune voci è stato necessario fare riferimento a specifica analisi prezzo.

Si allega al progetto:

- computo metrico estimativo delle opere
- elenco prezzi con specifiche analisi prezzi
- computo metrico degli oneri speciali della sicurezza
- stima incidenza manodopera
- stima oneri diretti della sicurezza.

## **CRONOPROGRAMMA.**

In forza dell'analisi delle lavorazioni previste, della loro interferenza e delle conseguenti problematiche inerenti la sicurezza del cantiere, si è redatto cronoprogramma dei lavori da cui risulta che per la realizzazione degli stessi sono necessari 132 giorni.

## **PIANO DI SICUREZZA (D.Lgs. 81/08)**

Il presente progetto è stato redatto tenendo ben presente tutte le problematiche di sicurezza nell'ambito del cantiere medesimo con particolare riguardo alla demolizione degli edifici pericolanti.

L'abitato di Piaggia risulta allo stato attuale sgomberato, è comunque evidente che durante le operazioni di demolizione dei fabbricati la zona circostante dovrà essere assolutamente evacuata.

Si sottolinea inoltre la particolare problematica insita nella viabilità del cantiere che deve essere risolta attraverso l'utilizzo di mezzi di trasporto di adeguate caratteristiche, ovvero cingolati o mezzi 4x4, idonei per uso in ambiente montano.

Al progetto è quindi allegato Piano della Sicurezza come previsto da normativa vigente.

## **PIANO DI MANUTENZIONE.**

Viene allegato al progetto esecutivo, di particolare rilevanza i seguenti punti:

- I tiranti a trefoli verranno monitorati mediante la messa in opera di almeno due celle di carico per verifiche periodiche (almeno annuali) delle condizioni di esercizio. Gli stessi vengono realizzati con teste di protezione idonee alla possibilità di poter intervenire in futuro con interventi di ripristino della tesatura dei trefoli.
- Controllo almeno annuale della tubazione di scarico delle acque di drenaggio e meteoriche.

*I Progettisti*

*ing. Mauro Marchiano*

*geol. Vittorio Vezzano*