Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile

SERVIZIO COORDINAMENTO PROGRAMMI SPECIALI E PRESIDI DI COMPETENZA

OCDPC 590/2019 – secondo stralcio
Decreto del Presidente n. 127 del 20 agosto 2019

Codice intervento: 14903

Titolo intervento: "Ripristino dell'officiosità idraulica e sistemazione dei versanti nel bacino del torrente Dardagnola località Castelluccio – Lazzari". Comune di Montese (MO)

Importo del finanziamento: € 750.000

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

R02) RELAZIONE GENERALE

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:
Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (RTP)
Ing. C. Comastri, Thesis Engineering
Dott. Geol. Maria Angela Cazzoli
Geom. Daniele Arasi
Ing. Pietro Fiumana
Ing. Valentina Russo-Studio Errealcubo

Data, 15 giugno 2020

Visto di validazione

(art. 26 co. 8 D.Lgs 50/2016)

Il Responsabile Unico del Procedimento
(Dott.ssa Rita Nicolini)

INDICE

1 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO 3
2 Codici e Raccomandazioni 3
3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 4
4 FONTI BIBLIOGRAFICHE 5
5 INTRODUZIONE 7
6 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERESSE 7
7 GEOLOGIA ED IDROLOGIA 8
8 SISMICITA' 8
9 RILIEVO TOPOGRAFICO 8
10 STRATEGIE E CRITERI DI INTERVENTO 9
11 TIPOLOGIA DI INTERVENTI PROGETTATI 10
11.1 Generalità 10
11.2 Sistema di trincee drenanti 10
11.3 Riprofilatura morfologica superficiale del pendio 11
11.4 Regimazione della circolazione idrica superficiale 11
11.5 Difesa delle sponde del torrente ed opere di sostegno delle coltri in movimento 11
11.6 Platea di contenimento e di difesa del fondo alveo 11
11.7 Briglie 11
11.8 Opere varie di manutenzione e sistemazione dell'alveo e delle sponde 12
12 CONCLUSIONI 13

1 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cemen-tizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche»
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni".
- Circ. C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 – "Nuovo Codice dei contratti pubblici"
- Decreto Legislativo 5 ottobre 2010, n. 207 – "Regolamento Codice dei Contratti "
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 – "Codice dei contratti pubblici"
- D.P.R. n. 327/2001 e successive modifiche e integrazioni – "Testo unico espropri"
- Legge 11 febbraio 1994, n. 109 – "Legge quadro in materia di lavori pubblici".
- DGR 6 settembre 1994 n. 3939 - "Direttiva concernente criteri progettuali per l'attuazione degli interventi in materia di difesa del suolo nel territorio della regione Emilia-Romagna";
- DGR 18 maggio 2009 n. 667 - "Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della rete Natura 2000 (SIC e ZPS)".
- DGR 26 ottobre 2015 n. 1587 - "Linee guida regionali per la riqualificazione integrata dei corsi d'acqua naturali dell'Emilia-Romagna", si rivolgono al solo reticolo di origine naturale, compresi i corsi d'acqua che hanno subito interventi di artificializzazione più o meno importanti.
- DGR 5 marzo 2012 n. 246 - "Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna", si applicano al reticolo di origine artificiale in gestione ai Consorzi di bonifica,sono da intendersi non tanto come un manuale tecnico-progettuale ma piuttosto come uno strumento di indirizzo e di stimolo per gli operatori per l'utilizzo di tipologie progettuali e di gestione ambientale dei canali.
- La Presidenza del Consiglio dei Ministri nel settembre del 2013 ha emanato le "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" in sostituzione della Circolare del Consiglio Superiore dei lavori pubblici n. 2078 del 27/8/1962 e delle linee guida emanate nel maggio 2006.
- Il Ministero delle Infrastrutture con D.M. 14 gennaio 2008, aggiornato con Decreto 17 gennaio 2018, ha approvato le nuove norme tecniche per le costruzioni con la finalità di unificare sia le norme relative al comportamento e resistenza dei materiali e delle strutture, sia quelle relative alla definizione delle azioni e dei loro effetti sulle strutture stesse.

2 CODICI E RACCOMANDAZIONI

- Eurocodice EC7 "Geotechnical Design": Part 1: General rules;- Part 2: Standards for laborato-ry testing;- Part 3: Standards for field testing.
- Eurocodice EC8 Part. 5: "Design of structures for earthquake resistance – Part. 5 : Foundations, retaining structures and geotechnical aspects".
- AGI (Associazione Geotecnica Italiana) (1977) "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

- AGI (Associazione Geotecnica Italiana) (1994) "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".
- AGI (Associazione Geotecnica Italiana) (2005) "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Ed.Patron.

3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

A. Documenti di gara: Specifiche delle attività di progettazione
B. Carta Geologica d'Italia
C. Tosatti G. (2001) "La frana de "i Lazzari" di Maserno" Quaderni di Geologia Applicata –Patron Editore
D. Progetto di consolidamento della frana Lazzari
E. Progetto di consolidamento frana di Castelluccio
F. Indagini condotte per la progettazione del consolidamento della frana Lazzari

4 FONTI BIBLIOGRAFICHE

[1]. Pozzati P. (1979) "Teoria e Tecnica delle strutture" – Ed. Utet
[2]. Lambe Witman (1970) " Soil Mechanics" – Ed.Wiley
[3]. Lancellotta R. (2990) "Geotecnica" – Ed. Zanichelli
[4]. Atkinson J. (2000) "Geotecnica" – Ed. Mc Graw Hill
[5]. Bowles J. (1980) "Foundation analysis and design" Ed. Mc Graw Hill
[6]. Bromhead E.N. (1986) "Stabilità dei Pendii " Ed. Flaccovio.
[7]. Majone U. (2007) "La sistemazione dei versanti e dei corsi d'acqua montani" – Ed. Nuova Bios
[8]. Majone U. (2007) " La sistemazione dei versanti e dei corsi d'acqua montali" – Ed. Nuova Bios
[9]. Majone U., Brath A., Mignosa P.,(1999) "Sistemazione dei Corsi d'Acqua" Ed. Nuona Bios
[10]. Anderson M.G., Richards K.C. () "Slope stability" – Ed. Wiley &Sons
[11]. Viggiani C. (1999) "Fondazioni" – Ed. Hevelius
[12]. Ricci Lucchi F., (1980) "Sedimentologia" Ed. Clueb
[13]. Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" Geotechnique 36 , n° 1.
[14]. Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando.
[15]. Youd T.D. (1972) "Factors controlling maximum and minimum density of sands" proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523.
[16]. Stroud M.A. (1988) "The Standard Penetration Test – Its apllication and interpretation" Penetration Testing in UK, Proceedings of the Geotechnical Conference organized by ICE, Birmingham.
[17]. Ohta Y., Goto N. (1978) "Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes" Earthquake Engineering anf Structural Dynamics, vol.6.
[18]. Baldi G., Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F., Manfredini G., Rix G.J. (1989) "Italian experiences in assessing shear wave velocity from CPT and SPT" Earthquake Geotechnical Engineering, Proc. of Discussion Session on Influence of Local Conditions on Seismic Response, 12th Int. Conf. on S.M.F.E., Rio de Janeiro, Brasil, pp. 157-168.
[19]. Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" CIRIA Report n° 143, 1995.
[20]. Kaare Senneset (1996) "Landslides" – Ed. A.A. Balkema
[21]. Barla G., barla M. (2004) "La caratterizzazione degli ammassi rocciosi nella progettazione geotecnica" – Ed. Patron.
[22]. Peila D. (2004) "Bonifica di versanti rocciosi per la protezione del territorio" – Ed.Geam
[23]. Castiglioni G.B. (1986) "Geomorfologia" – Ed. Utet
[24]. Pellegrino A. (1997) "Interventi di stabilizzazione dei pendii"- Ed. International Centre for Mechanical Sciences CISM.
[25]. Anderson M.G., Richards K.S. (1989) "Slope Stability" – Ed. J.Wiley &Sons, NY
[26]. Regione Emilia Romagna (1993) "Manuale tecnico di ingegneria naturalistica"
[27]. Da Deppo L., Datei C., Saladin P.,(1999) "Sistemazione dei corsi d'acqua" – Ed. Libreria Cortina (PD);
[28]. Pellegrino A. (1997) "Tipologie e cause delle frane" – Ed. CISM;
[29]. Evangelista A. (1997) "Analisi di stabilità di pendii in rocce sciolte" – Ed. CISM;
[30]. Urcioli G. (1978) "Caratterizzazione meccanica di corpi di frana in terreni argillosi" – Ed. CISM;
[31]. Crespellani T., Ghinelli A., Madiai C., Vannucchi G., (1990) "Analisi di stabilità di pendii naturali in condizioni sismiche (Rivista Italiana di Geotecnica).
[32]. D'Elia B., (1983) "La stabilità dei pendii naturali in condizioni sismiche". XV Convegno Nazionale di Geotecnica, Spoleto, vol. III pp 125-135.
[33]. Faccioli E., (1978) "Osservazione sulla scelta dei parametri e metodi nella valutazione della risposta sismica di terreni stabili e pendii instabili". Atti Conferenza geotecnica Torino, XII ciclo.
[34]. Janbu N.,(1954) "Application of composite slip surface for stability analysis" – European Conference on Stability of Earth Slopes" – Stokholm, Discussion 3.
[35]. Morgenstern N., Price V.E., (1965) "The analysis of the stability of generalised slip surfaces" – Geotechnique 5, pp 7-17;
[36]. Sarma C.K., (1973) "Stability analysis of embankment and slopes" – Geotechnique, vol.23, pp 423.
[37]. Lai C.G., Foti S., Rota M., (2009) " Input sismico e stabilità geotecnica dei sisti in costruzione" – Ed. IUSS Press;

[38]. Callisto L., (1998) "La resistenza non drenata della argille poco consistenti" – Ed. Hevelius.
[39]. Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1976) "Sulla determinazione e scelta dei parametri geotecnici che intervengono nelle verifiche di stabilità dei pendii naturali ed artificiali" - Ed. Polito
[40]. Hegg U. (1976) "Descrizione di una frana in argilla s.c. lungo una superficie di scorrimento preesi stente" Ed. Polito.
[41]. Esu F. (1976) "Problemi di stabilità dei pendii naturali in argille sovraconsolidate e fessurate italiane" – Ed. Polito.
[42]. Jamiolkowski M., Pasqualini E., (1976) "Sulla determinazione e scelta dei parametri geotecnici che intervengono nelle verifiche di stabilità dei pendii naturali ed artificiali" – Ed. Polito.

5 INTRODUZIONE

L'Agenzia Regionale per la Sicurezza del Territorio e la Protezione Civile, Servizio di Coordinamento Programmi Speciali e Presidi di Competenza ha incaricato il Raggruppamento Tecnico di Professionisti, costituito da Studio Tecnico di Ingegneria THESISENGINEERING di prof.ing. Claudio Comastri (Mandante), Studio di Geologia Dott.ssa Geol. Maria Angela Cazzoli, Studio di Ingegneria ed Architettura ERREALCUBO di ing. Valentina Russo, Geom. Daniele Arasi, ing. Pietro Fiumana (Mandatari), per la Progettazione Preliminare, Definitiva, Esecutiva, Coordinamento della Sicurezza in fase di progettazione, relativi al Ripristino dell'officiosità idraulica e sistemazione dei versanti del bacino del torrente "Dardagnola", località Castelluccio – Lazzari, in Comune di Montese, provincia di Modena.

La presente relazione generale di progettazione esecutiva illustra le valutazioni che il Gruppo di Progettazione ha tratto dall'esame delle cartografie disponibili, dei documenti acquisiti dalla Reione Emilia Romagna, dalla letteratura tecnico scientifica di merito, e dai sopralluoghi condotti in campo, lungo la frana di "Castelletto" e lungo il corso del Torrente "Dardagnola". Il progetto esecutivo, di cui è parte integrante la presente relazione, è articolato in una serie di relazioni ed elaborati che sono stati redatti seguendo le indicazioni della specifica tecnica delle attività di progettazione e condizioni generali di contratto allegata alla documentazione di gara.

6 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERESSE

L'area di interesse è parte del comparto territoriale del Comune di Montese, della provincia di Modena, al confine con la provincia di Bologna. L'area si trova a circa 48km in linea d'aria a Sud della Città di Modena e 5,0 km Sud del centro del Comune di Montese. La frana di "Castelluccio" è attraversata, nella parte alta, dalla strada che collega l'abitato di "Castelluccio" che si trova a 836m s.l.m.m., alla strada provinciale n. 34 e la strada provinciale n.324 a NW, nel punto di incrocio a quota 430m s.l.m.m.. Il torrente "Dardagnola" ha una lunghezza di circa 22,6km circa e si sviluppa dalla quota altimetrica di circa 850m s.l.m.m. fino alla quota media 335m s.l.m.m. dove di immette, a Nord del proprio bacino idrografico (circa 11,2 kmq), nel Fiume Panaro.

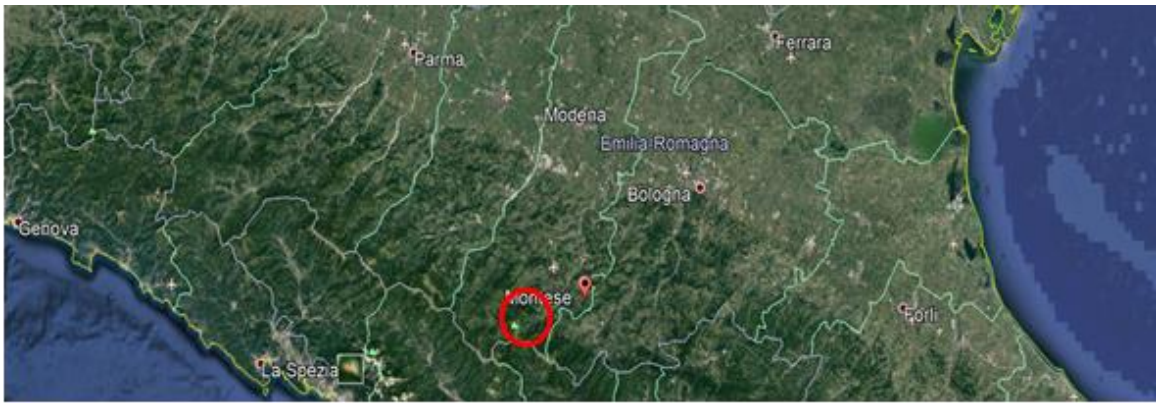

Figura 1: Stralcio mappa satellitare Regione Emila Romagna con comparto territoriale di interesse

Il tracciato del Torrente Dardagnola è tortuoso ed è dominato, nel proprio sviluppo, dalle condizioni dei versanti di sponda in destra e sinistra con i corpi franosi che talora interferiscono con il corso idraulico. Nelle parti

alte del bacino le zone prossime al torrente sono boscate ed il torrente ha uno sviluppo abbastanza stabile; nelle zone aperte, denudate, i movimenti franosi dei pendii laterali modificano l'andamento del flusso idraulico determinando erosioni che agevolano la formazione di nuove colate.

7 GEOLOGIA ED IDROLOGIA

Il rischio idrogeologico descritto nella relazione allegata alla specifica di progetto, cui si fa riferimento, è stato confermato dai risultati dl le indagini condotte in sito lungo l'asta del torrente, nella fase di studio. Le relazioni idrologica e geologica allegate al progetto preliminare, e successivamente al progetto esecutivo, di cui è parte la presente relazione, descrivono le caratteristiche del territorio ed evidenziano le condizioni di maggiore criticità già richiamate nella relazione di gara.

Le formazioni geologiche che si ritrovano nelle aree di interesse (Castelluccio e Lazzari) dalla confluenza con il T.Tagliata fino alle ultime briglie sul Dardagnola prima della confluenza nel F.Panaro, sono le "Argille a Palombini" e le "Argille Varicolori". Si tratta di formazioni costituite da argille molto consistenti le cui caratteristiche di resistenza a taglio degradano in modo importante, a causa del detensionamento ed in presenza di acqua. Le parti in affioramento delle formazioni si detensionano ed i fattori esogeni (piogge, ghiaccio, neve, sole, sisma) contribuiscono insieme all'attività antropica a formare delle coltri superficiali con caratteristiche meccaniche modeste e con una maggiore permeabilità rispetto alla parte inalterata delle formazioni.

8 SISMICITA'

Il territorio del Comune di Montese è inserito tra le Zone a rischio sismico di 3°categoria (zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti). L'accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) è [ag] = 0,15g. La relazione sismica allegata al progetto esecutivo descrive le caratteristiche del territorio.

9 RILIEVO TOPOGRAFICO

Il rilievo topografico dell'area interessata dal percorso del torrente Dardagnola, dei pendii laterali in frana, della stessa frana di "Castelluccio", è stato indispensabile per lo studio e le verifiche di stabilità dei versanti, per la analisi idraulica del corso d'acqua. Il lavoro di ricognizione topografica e geologica è iniziato contemporaneamente sulla frana di Castelluccio e sul torrente Dardagnola. Il rilievo è stato condotto facendo uso di droni con i quali è stato possibile una esplorazione ampia e dettagliata. L'elaborazione dei rilievi ha consentito di elaborare le planimetrie quotate e le sezioni che sono riportate negli elaborati allegati al progetto.

Alcune rilevazioni ed elaborazioni condotte sulla frana di Castelluccio sono illustrate nell'allegato "A" alla presente relazione: le elaborazioni sono riportate nel seguito informa ridotta rispetto al formato che sarà oggetto del progetto definitivo, per il quale si inseriranno gli interventi già prefigurati nella fase di cui si tratta nella presente relazione nelle relazioni allegate al progetto preliminare. Una breve sequenza del rilievo condotto sulla frana di Castelluccio è riportata nelle immagini della figura 2 seguente.

10 STRATEGIE E CRITERI DI INTERVENTO

L'obiettivo della Committente Regione Emilia Romagna è quello di recuperare l'officiosità del territorio del torrente Dardagnola, già oggetto nel recente, e meno recente, passato, di interventi locali di consolidamento. Per raggiungere lo scopo atteso dalla Committente si è proceduto analizzando dapprima le condizioni del territorio in merito alla stabilità dei versanti, alle condizioni dell'alveo del torrente Dardagnola e dei suoi affluenti minori; sono stati studiati i progetti degli interventi realizzati nel passato e sono state raccolti ed analizzati tutti i dati contenuti nei progetti con particolare riferimento ai sondaggi ed alle indagini eseguite all'epoca di analisi del territorio per le relative progettazioni.

Sulla base della documentazione acquisita ed in riferimento alla letteratura scientifica pubblicata [ved. C] è sono stati impostati i criteri di intervento sulla base della strategia elaborata dalla Committente. Si è ritenuto quindi di elaborare interventi simili a quelli già costruiti per mantenere una giusta omogeneità delle opere fatta salva l'efficienza e la efficacia ottenibile; sono stati studiati interventi compatibili con il territorio in termini paesaggistici, seguendo le direttive della Regione Emilia Romagna; sono stati studiati interventi di semplice realizzazione e soprattutto facilmente manutenibili ed integrabili, sostenibili tecnicamente ed economicamente.

Nel capitolo seguente si illustrano le tipologie di intervento progettate preliminarmente e successivamente portate a livello esecutivo.

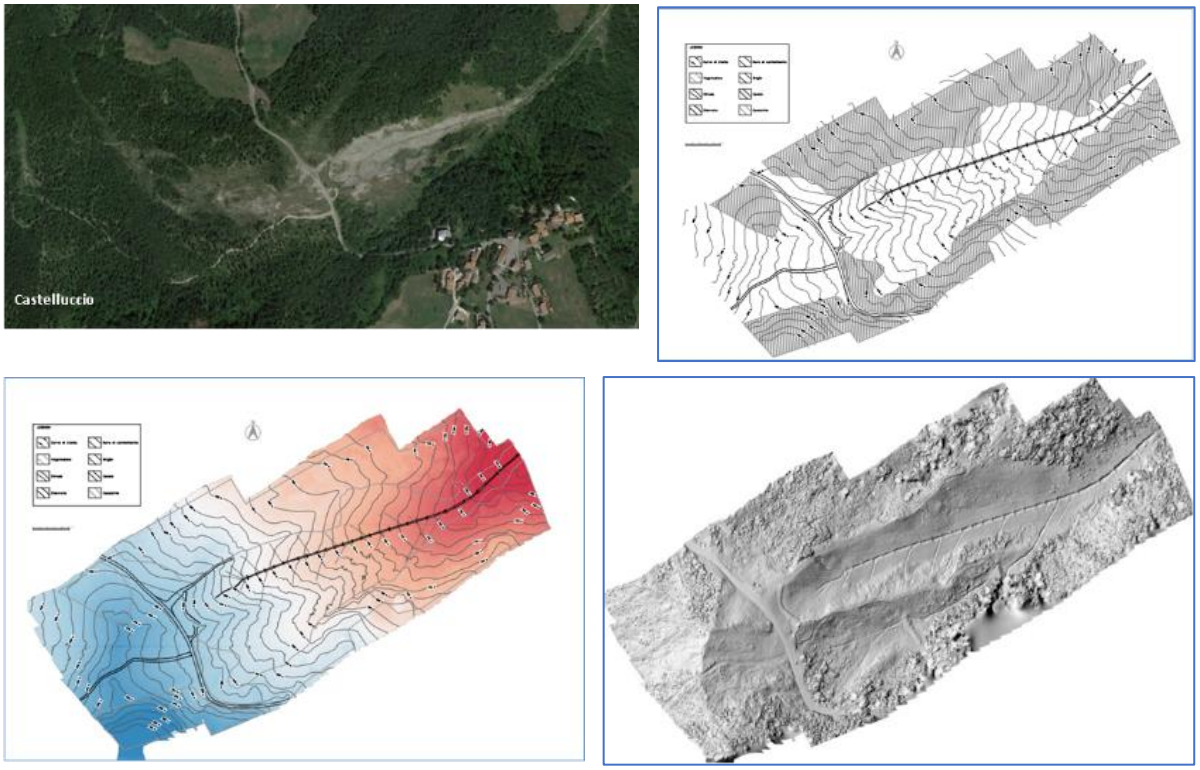

Figura 2: Rilievo da satellite della frana di Castelluccio ed elaborazioni del rilievo condotto con sistema GPS e rilievo a terra della frana: curve di livello; curve di livello con cromatismo (azzurro alto, rosso basso); rilievo fisico 3D.

11 TIPOLOGIA DI INTERVENTI PROGETTATI

11.1 Generalità

Per migliorare le condizioni idrauliche e strutturali dell'alveo del torrente, gli interventi da realizzare riguardano:
1) stabilizzazione dei versanti, le cui coltri superficiali in movimento si riversano all'interno dell'alveo, con realizzazione di trincee drenanti, riprofilatura morfologica superficiale, sistemazione di canalette e fossi per la regimazione idraulica superficiale;
2) sistemazione delle scarpate che definiscono le sponde del torrente in corrispondenza dei versanti in movimento con realizzazione di massicciate a valle ed a monte delle briglie e realizzazione di piani in blocchi di pietra all'interno dell'alveo, in adiacenza alle briglie nella parte a valle;
3) sistemazione con regolarizzazione di tratti di fondo alveo del torrente;
4) ricostruzione di briglie in cemento armato per la regimazione dell'asta idraulica del torrente.

11.2 Sistema di trincee drenanti

È una tecnica che piò essere ricondotta alla tipologia di interventi "estensivi" per il consolidamento di versanti instabili. La doppia funzione delle trincee drenanti è quella di ridurre le pressioni neutre lungo le superfici di scorrimento e di agire come miglioramento delle caratteristiche geotecniche del terreno. Questa duplice funzione si ottiene con l'abbassamento ed il controllo della falda presente nel terreno in movimento. L'efficacia della tecnica dipende dalle dimensioni delle trincee e dalle caratteristiche del terreno stesso. Gli effetti del funzionamento delle trincee drenanti non è immediato: in genere i risultati positivi si possono stimare dopo un certo numero di mesi, fino anche ad un anno dalla loro costruzione. Le trincee hanno sezione pressoché rettangolare: esplicano la funzione drenante attraverso il materiale di riempimento costituito da ghiaia e pietrischetto. La forte differenza di permeabilità tra il terreno in posto e quello del riempimento della trincea e la velocità con la quale l'acqua drenata viene smaltita attraverso un tubo micro-fessurato posto alla base della trincea, fanno si che la pressione neutra all'interno del terreno tenda al valore u=0.

I casi in esame ricadono tra le tipologie di movimenti franosi superficiali a carattere prevalentemente traslazionale: sono frane che interessano pendii relativamente acclivi e con superfici di scorrimento, in ampie zone, pressochè parallele al piano di campagna. In genere, ed è il caso dei problemi in esame, il terreno al di sopra della superficie di scorrimento è alterata ed ha una permeabilità maggiore di quella del substrato. In questa condizione è lecito fare riferimento ad un pendio indefinito con regime idraulico caratterizzato da una filtrazione nella direzione monte-valle, con superficie libera al piano di campagna.

Il progetto delle trincee drenanti dipende dai seguenti fattori:
Rapporto tra interasse dei dreni e loro profondità (S/Ho);
Rapporto tra larghezza delle trincee e la loro profondità (in genere B/Ho = 0,16);
Rapporto tra la profondità del piano impermeabile e la profondità dei dreni (H/Ho).

Fondamentali, per il funzionamento delle trincee drenanti, sono il monitoraggio e la manutenzione.
Il sistema di trincee drenanti previsto per la stabilizzazione di due frane in sinistra idraulica del torrente Dardagnola è rappresentato nelle tavole grafiche allegate alla documentazione di progetto di cui è parte integrante la presente relazione. Gli elaborati grafici riportano le attuali condizioni dei versanti in frana, essendo stato condotto un rilievo topografico delle aree di interesse; riportano, inoltre, le posizioni delle trincee drenanti con

relativi pozzetti di collegamento e di ispezione del sistema e sezioni tipo con relative descrizioni. Il dimensionamento delle trincee drenanti e le relative caratteristiche geometriche e strutturali e l'efficienza del sistema sono state calcolate assumendo come riferimento la trattazione di Hutchinson (1977). Per l'esame del criterio di calcolo e dei risultati ottenuti si rimanda alla relazione di calcolo allegata alla documentazione di progetto.

11.3 Riprofilatura morfologica superficiale del pendio

La riprofilatura morfologica di un versante consiste nella distribuzione controllata delle masse di terreno per raggiungere il migliore possibile assetto strutturale verso l'equilibrio tra masse instabilizzanti e masse stabilizzanti del pendio. In genere, i corpi franosi per scorrimento trovano un certo equilibrio, con la formazione di accumuli di materiale al piede che contribuiscono a contrastare il movimento dell'ammasso di monte. Nel caso in esame i corpi franosi che sono stati esaminati nell'ambito dell'attività di indagine, scorrono su superfici di rottura pressoché piane, parallele alla superficie dei pendii, e l'accumulo avviene proprio al loro piede, in corrispondenza dell'alveo del torrente Dardagnola. L'erosione esercitata dal corso d'acqua scarica gli accumuli di frana trasportando il materiale lungo l'asta idraulica e contribuendo, in tal modo, a richiamare dalle zone alte di alimentazione delle frane stesse.
Il progetto prevede, per le due frane del Dardagnola, una riprofilatura dei versanti associata alla costruzione di opere di contenimento al piede dei corpi di frana con la funzione, anche, di protezione delle sponde dalla azione meccanica del corso l'acqua. La riprofilatura è realizzata con gradoni organizzati in modo da formare una scalettatura con i ripiani di larghezza 2,0m e alzate di 1,0m di altezza. Negli elaborati già precedentemente citati sono riportate le riprofilature previste nel progetto.

11.4 Regimazione della circolazione idrica superficiale

La regimazione superficiale è progettata con inserimento di canalette in terra disposte a lisca di pesce verso la zona centrale del corpo franoso dove è ricavata una canaletta di maggiori dimensioni, rivestita in pietra. Per la regimazione superficiale si pongono a dimora piante erbacee ed arbustive disposte, dove necessario, in struttura di fascinate; si utilizzano biostuoie con idrosemina nella parti di versante in forte erosione superficiale.

11.5 Difesa delle sponde del torrente ed opere di sostegno delle coltri in movimento

Le sponde del torrente sono costituite da terre a grana fine e grana grossa. Si tratta, nei tratti raggiunti dagli accumuli di frana, del materiale scivolato lungo le superfici di scorrimento del sistema.
La rimodellazione del versante instabile è associata alla formazione di opere di sostegno in blocchi di pietra con le quali si ridefiniscono le sponde del torrente. Le dimensioni degli elementi che costituiscono le opere stesse sono importanti (masse da 10,0kN a 30,0kN) al fine di evitare l'erosione da parte della corrente idraulica ed il successivo trascinamento, e per formare opere a gravità di importante peso stabilizzante.

11.6 Platea di contenimento e di difesa del fondo alveo

A valle delle briglie si realizza una platea con blocchi di pietra per contenere l'erosione del fondo alveo determinato dall'azione dell'acqua in cascata dalle briglie. I blocchi sono inseriti nell'alveo del torrente e serrati l'uno con l'altro con calcestruzzo.

11.7 Briglie

Come noto le opere più comuni appartenenti alla categoria delle briglie sono le "briglie di trattenuta" e le"briglie di contenimento". Il torrente in esame è un corso d'acqua in erosione a causa dell'abbassamento dell'alveo

del Fiume Panaro in cui esita il Dardagnola ma ha anche una componente erosiva dei fianchi raggiunti dalle frane che invadono l'alveo. In questi tratti la quantità di materiale proveniente dai versanti in frana è trasportato a valle dal torrente mobilitando volumi di materiale che sono superiori alle capacità di trasporto del torrente. Attualmente lungo l'asta del torrente sono presenti briglie che sono state realizzate negli anni scorsi. Nel recente passato una delle biglie è stata divelta dalla massa di terreno che scivolata all'interno dell'alveo e dalla forza della corrente idraulica: la briglia successiva è stata sepolta. Lavori di manutenzione hanno successivamente liberato la briglia sepolta e sistemato al meglio le sponde del torrente in corrispondenza della frana.

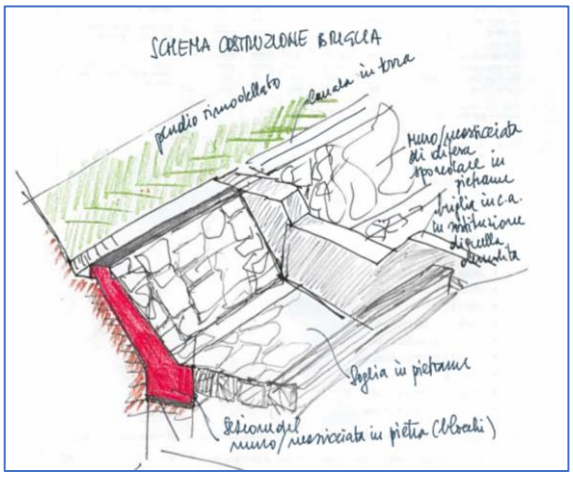

Figura 1: Schema di sistemazione della nuova briglia e delle massicciate laterali e soglia

La briglia prevista in questo progetto riprende le caratteristiche geometriche di quella preesistente le cui tracce sono state rilevate nel corso delle indagini in campo condotte in fase di progettazione. Si tratta di una briglia del tipo di "Contenimento" o "Consolidamento" che serve a correggere l'altimetria dell'alveo. A monte della briglia sono previsti due muri in pietrame appoggiati alle relative sponde dopo che queste sono state risagomate con un angolo di 55° sull'orizzontale. I due muri a monte della briglia hanno la funzione importante di contenere lo scivolamento di terreno da monte dai corpi in frana e mantenere aperto l'alveo fino a che si raggiunge il completamento del riempimento di materiale solido a tergo della briglia stessa. I muri/massicciata laterali sono dotati di fondazione in blocchi di pietra collegati tra loro con getto malta cementizia.

L'opera è realizzata in cemento armato, strutturata in modo da sopportare le sollecitazioni alle quale sarà soggetta nel propria funzione, comprese le azioni sismiche di progetto. La conformazione geometrica prevede anche la realizzazione di un "rostro" che ancora la platea di fondazione al fondo alveo per mobilitare l'azione passiva a beneficio della stabilità dell'intero manufatto.

La briglia ha due ali laterali, assolutamente simili a quelle esistenti. Le ali si inseriscono all'interno delle sponde del torrente in modo da evitare l'aggiramento della briglia da parte del flusso idraulico. La gàveta centrale è dimensionata assumendo una portata massima Q= 100m3/sec (portata massima alla foce nel T.Leo). La pendenza media del fondo alveo è i=10%.
Assunta la larghezza della gàveta è possibile calcolare le altre grandezze che definiscono le caratteristiche idrauliche dell'opera. L'opera è progettata e verificata sia in termini strutturali che geotecnici. I calcoli sono riportati nella relazione di calcolo allegata al progetto esecutivo. A tale relazione si rimanda per la acquisizione dei dati e delle formulazioni di progetto redatti ai sensi della vigente normativa per le costruzioni.

11.8 Opere varie di manutenzione e sistemazione dell'alveo e delle sponde

Lungo il torrente, dalla confluenza con il torrente "Tagliata" al Fiume Panaro, è necessaria una sistemazione delle sponde con taglio di alcuni arbusti ed asportazione di ramaglie e materiali che possono interrompere il flusso idrico soprattutto nei momenti di piena. Sono necessari anche adeguamenti e sistemazioni dell'alveo.
Lungo la frana di Castelluccio devono essere sistemate alcune delle briglie in legno e pietra che regolano il flusso idrico lungo l'impluvio centrale costruito nel corso dei lavori che furono eseguiti nel recente passato con

trincee drenanti.

12 CONCLUSIONI

Gli interventi di consolidamento dei versanti del bacino del torrente Dardagnola sono stati concentrati, in questo studio e progetto, su due movimento franosi che si trovano a valle delle confluenza del T.Tagliata nel T.Dardagnola, dove, nel recente passato, sono stati eseguiti interventi di sistemazione dell'alveo del torrente invaso da una delle frane che seppellì totalmente una briglia sul corso del torrente. Nel tratto in esame dell'asta idraulica fu divelta una briglia dalla corrente idraulica e in un tratto più a valle il fronte di un altro movimento franoso è già entrato nell'alveo. Queste condizioni ed i risultati delle indagini eseguite in campo, alla luce della documentazione resa disponibile dalla Committente, hanno rappresentato il perimetro di lavoro all'interno del quale è stato elaborato il progetto preliminare, definitivo ed esecutivo degli interventi.

Ing. Claudio Comastri