



COMUNE DI
AMATRICE



Provincia di Rieti

CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO ABITATO DI AMATRICE SCARPATA SUD

D.L. 24-06-2014 N. 91 - Accordo di Programma finalizzato alla programmazione e al finanziamento di interventi urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico

PROGETTISTI:

Ing. De Pasca Pasquale
Geom. Damizia Matteo

C.S.P. - C.S.E.:

Geom. Primieri Dino

DIRETTORE DEI LAVORI:

Geom. Pallozzi Carlo

Rev	Data

Descrizione Elaborato:

PROGETTO STRUTTURALE
STATO DI PROGETTO
Relazione Generale

Scala:

-

Data:

Settembre 2019

Codice:

19LAZ01

Elaborato:

RG

GENERALE

RILIEVO

ARCHITETTONICO

STRUTTURALE

IMPIANTISTICO

Sommario

1	Premessa	2
1.1	Interventi previsti.....	2
2	Descrizione dell'intervento.....	2
2.1	caratteristiche dei terreni	4
2.2	Azione Sismica.....	5
2.2.1	<i>Vita nominale</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Classe d'uso</i>	<i>7</i>
2.2.3	<i>Periodo di riferimento per l'azione sismica.....</i>	<i>7</i>
2.2.4	<i>Valutazione dei parametri di pericolosità sismica</i>	<i>8</i>
2.2.5	<i>Caratterizzazione sismica del terreno.....</i>	<i>8</i>
2.3	Schematizzazione e metodologie di analisi e verifica	12
2.3.1	<i>Combinazioni delle Azioni</i>	<i>13</i>
2.3.2	<i>Carichi caratteristici.....</i>	<i>14</i>
3	Interventi di progetto.....	14
3.1	Descrizione degli interventi	14
3.1.1	<i>Messa in opera di palificata a monte</i>	<i>14</i>
3.1.2	<i>Messa in opera di palificata a valle</i>	<i>15</i>
3.1.3	<i>Messa in opera di rete corticale.....</i>	<i>17</i>

1 PREMESSA

La seguente relazione illustrativa riguarda le opere strutturali di consolidamento e risanamento del versante posto in prossimità della scarpata SUD del Tratto S.R. Picente.

L'intervento consiste nella messa in opera di palificate poste, la prima a monte in prossimità del ciglio della strada S.R. 260 e la seconda più a valle in prossimità del ciglio a monte della stradina sottostante.

Inoltre per stabilizzare il terreno della scarpata nelle zone prive di alberature si prevede la messa in opera di un rafforzamento corticale della scarpata con la posa di una rete di geocomposito sostenuta da un reticolo di funi di acciaio ancorate alla scarpata con barre filettate d'acciaio, sotto la geogriglia è prevista l'apposizione di una biostuoia in fibra di paglia da seminare.

Secondo la DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE n. 387 del 22 Maggio 2009, Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03, il sito ricade in zona sismica 1.

1.1 INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi di progetto proposti, analizzati più nel dettaglio nei successivi capitoli della relazione, sono di seguito elencati:

- ✓ *Messa in opera di palificata sul ciglio Sud della R260 con pali aventi diametro pari a 800 mm;*
- ✓ *Messa in opera di palificata sul ciglio Nord della stradina con pali aventi diametro pari a 600 mm;*
- ✓ *Messa in opera di rete corticale.*

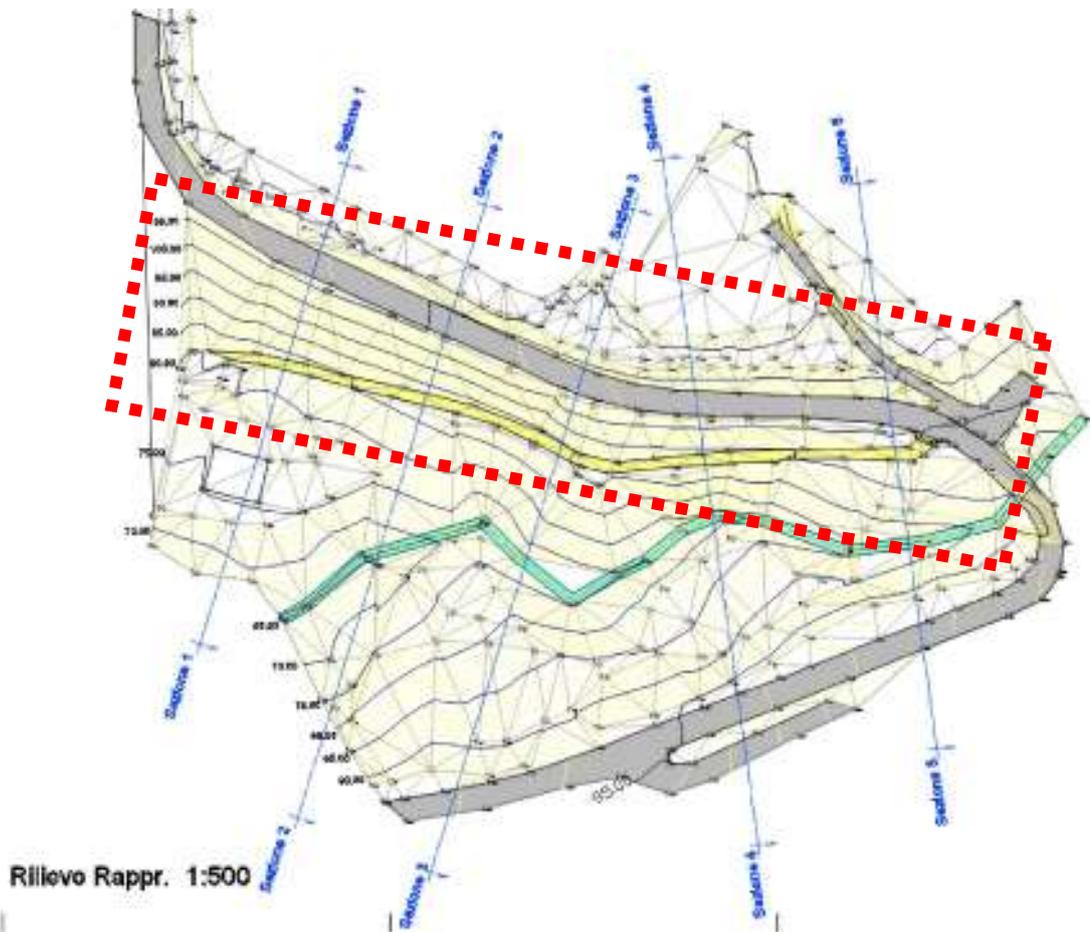
Nel calcolo di progetto delle strutture si adottano i seguenti materiali:

- Calcestruzzo C25/30;
- Acciaio B450C.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area d'intervento è riportata nella planimetria seguente.

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 2/17

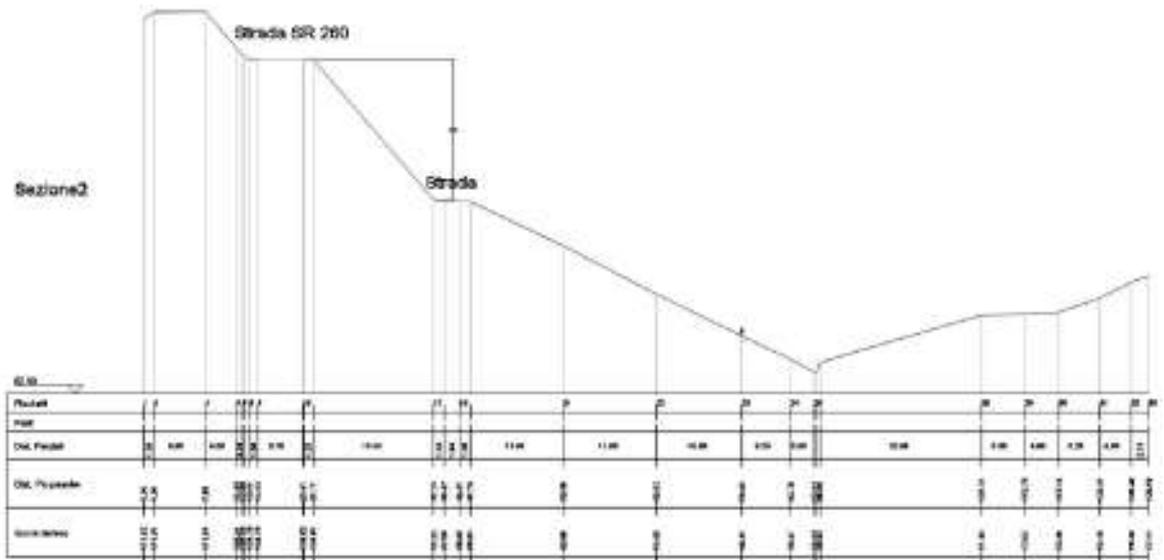


Planimetria della zona d'intervento - Sezioni di rilievo

La verifica di stabilità è stata effettuata sulla sezione n°2 (vedi relazione geologica in cui è denominata Sezione geologica interpretativa 2) in quanto interessa il pendio nella condizione peggiorativa e quindi cautelativamente a favore di sicurezza.

La presenza dei carichi stradali sono stimati pari a 20kN/mq; il profilo geotecnico utilizzato nella verifica di stabilità globale terreno-struttura segue le indicazioni contenute nella relazione geologica depositata.

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 3/17



Sezione 2 – profilo di verifica

2.1 CARATTERISTICHE DEI TERRENI

In accordo alle indicazioni contenute nella relazione geologica, i parametri geo-meccanici degli strati di terreno interessati dalle verifiche di stabilità sono riportati nel seguito;

Lo strato superficiale (1) è costituito da materiali di riporto e terreni limoso-sabbiosi caotici e degradati; nella sezione oggetto di analisi tale strato ha uno spessore massimo a monte del pendio pari a circa 5 metri che si assottiglia fino ad un minimo di circa 1,5 metri nella zona a valle.

Lo strato inferiore (2) è costituito da ghiaie e sabbie con ciottoli sparsi in cui è presente una matrice sabbiosa e limosa-sabbiosa molto addensata; nella sezione di analisi tale strato ha uno spessore massimo a monte del pendio pari a circa 30 metri che si assottiglia fino ad un minimo di circa 3 metri nella zona a valle.

Lo strato più in profondità (3) è costituito da arenarie marnose e argilliti sub-litoidi; tale strato non viene intercettato da superfici di scivolamento del pendio critiche e per tale ragione non viene considerato nelle analisi di stabilità.

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	Terreno 1	1750,00	1750,00	24,00	0,00	0,100
2	Terreno 2	1880,00	1880,00	36,00	0,00	0,000

2.2 AZIONE SISMICA

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione; essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 - NTC 2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1 (NTC 2018), nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4 (NTC 2018).

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Gli spettri di risposta di progetto sono stati definiti per tutti gli stati limite considerati, e, note la latitudine e la longitudine del sito, si sono ricavati i valori dei parametri necessari alla definizione dell’azione sismica e quindi del relativo spettro di risposta.

Negli allegati di calcolo sono indicati i valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATTITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri →

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata ▼

La “Ricerca per comune” utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all’interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la “Ricerca per coordinate”.

Nodi del reticolo intorno al sito

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 5/17

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_B =$

$C_D =$ info

$h/H =$

$S_T =$ info

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

$\eta =$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s

Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q_v

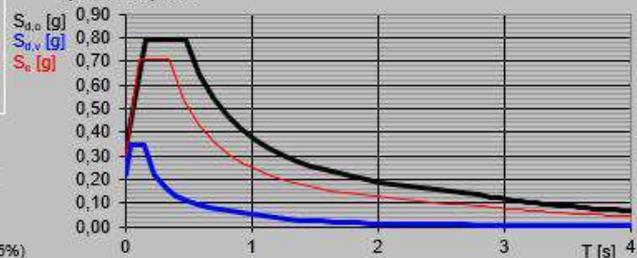
$\eta =$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

ST

PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE

SCARPATA SUD - TRATTO S.R. 260 PICENTE

INTERVENTO SUL VERSANTE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

pag. 6/17

2.2.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata nella Tab. 2.4.I di seguito riportata.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

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

Le strutture di progetto avranno vita nominale $V_N \geq 50$; dato che l'edificio su cui si interviene rientra nelle opere ordinarie.

2.2.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- ✓ **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- ✓ **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- ✓ **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- ✓ **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

LE STRUTTURE DI PROGETTO SONO DEFINITE IN CLASSE III.

2.2.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 7/17

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

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

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

LE STRUTTURE DI PROGETTO, DEFINITE IN CLASSE III E CON VITA NOMINALE $V_N \geq 50$, AVRANNO PERIODO DI RIFERIMENTO PARI A $V_R=75$.

2.2.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{V_R} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{V_R}) = - C_U V_N / \ln (1 - P_{V_R})$$

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

PER IL SITO IN ESAME, IN BASE AI PARAMETRI PRECEDENTEMENTE ADOTTATI, IL PERIODO T_R IN CORRISPONDENZA DELLO STATO LIMITE ULTIMO SLV È PARI A $T_R=712$ ANNI.

Le seguenti tabelle indicano i valori dei parametri sismici di base per la formazione degli spettri di risposta elastici per i diversi stati limite e periodi di ritorno.

2.2.5 Caratterizzazione sismica del terreno

2.2.5.1 Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab.3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione [3.2.1]:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:
 h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

I TERRENI DI PROGETTO SONO DEFINITI IN CATEGORIA B.

2.2.5.2 *Condizioni topografiche*

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 9/17

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

L'AREA INTERESSATA RISULTA CLASSIFICABILE COME T2.

2.2.5.3 *Amplificazione Stratigrafica e Topografica*

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC-2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S=S_s \times S_T$ e di C_c in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle che seguono.

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Per quanto riguarda invece il coefficiente di amplificazione S_s questo è funzione dei parametri del sito definiti nella definizione dell'azione sismica ovvero:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,098	2,337	0,278
SLD	75	0,124	2,309	0,288
SLV	712	0,298	2,383	0,352
SLC	1462	0,379	2,425	0,369

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,298 g
F_o	2,383
T_C^*	0,352 s
S_S	1,116
C_C	1,355
S_T	1,200
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,340
η	1,000
T_B	0,159 s
T_C	0,477 s
T_D	2,791 s

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0,000	0,399
T_B ←	0,159	0,950
T_C ←	0,477	0,950
	0,587	0,772
	0,697	0,650
	0,808	0,561
	0,918	0,494
	1,028	0,441
	1,138	0,398
	1,248	0,363
	1,358	0,334
	1,469	0,309
	1,579	0,287
	1,689	0,268
	1,799	0,252
	1,909	0,237
	2,019	0,225

2.3 SCHEMATIZZAZIONE E METODOLOGIE DI ANALISI E VERIFICA

Nei SLU, le nuove norme NTC2018 prevedono che le analisi di stabilità in condizioni statiche debbano essere effettuate secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio1 tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

Per le azioni variabili si applica l'incremento A2 pari a 1,3, verranno posti i fattori riduttivi dei parametri geomeccanici M2 pari a 1.25 per coesione ed angolo di attrito, mentre per le resistenze di adoterà il valore R2 pari a 1,1.

Nei SLV, le nuove norme NTC2018 prevedono che le analisi di stabilità in condizioni sismiche debbano essere effettuate ponendo sia i fattori amplificativi delle azioni sia i fattori riduttivi dei parametri geomeccanici e delle resistenze pari a 1.0 (cap. 7.11).

Per le verifiche è stato utilizzato il software SSAP10.

Nelle verifiche effettuate allo stato limite ultimo (SLU dinamico ossia SLV) le componenti orizzontale F_h e verticale F_v dell'azione sismica si ricavano dalla relazione:

- $F_h = k_h W$
- $F_v = k_v W$
- dove:
- $k_h = \beta_s a_{max}/g$
- $k_v = \pm 0.5 k_h$
- essendo:
- w = la forza peso di ogni elemento predefinito del pendio (es. un concio verticale)
- k_h = il coefficiente sismico orizzontale
- k_v = il coefficiente sismico verticale
- β_s = il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa in sito;
- a_{max} = l'accelerazione massima attesa in sito (in m/s^2);
- $g = 9.81$, l'accelerazione di gravità (m/s^2).
- L'accelerazione massima attesa in sito (in condizioni di campo libero) può essere valutata con la relazione: $a_{max} = S_a g = S S T a_g$

Dove:

- S_s = Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (tabella 3.2.IV – NTC2018)
- S_t = Coefficiente di amplificazione topografica (tabelle 3.2.III 3.2.V – NTC2018)
- a_g = l'accelerazione attesa in sito in condizioni di mezzo rigido (in m/s^2);
- Mentre β_s dipende dalla categoria di sottosuolo (indicata nelle tabelle 3.2.II – NTC2018)

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Per la sezione in esame valgono i seguenti parametri

- ✓ *Categoria sottosuolo: B*
- ✓ *Accelerazione al suolo $a_g = 0.298g$*
- ✓ *Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo: $(S_s)=1.116$*
- ✓ *Coefficiente di amplificazione topografica: $(S_t)=1.2$*
- ✓ *Coefficiente riduzione: $(\beta_s)=0.28$*
- ✓ *Coefficiente di intensità sismica orizzontale: $k_h=(a_g/g * \beta_s * S_t * S_s) = 0.12$*
- ✓ *Coefficiente di intensità sismica verticale: $k_v=+0.060$*

2.3.1 Combinazioni delle Azioni

Le combinazioni di carico prese in considerazioni nelle verifiche saranno definite tenendo conto di quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, (DM 17 Gennaio 2018) al § 2.5.3.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):	$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$	[2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:	$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$	[2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:	$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$	[2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:	$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$	[2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:	$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$	[2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:	$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$	[2.5.6]
Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:		
	$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$	[2.5.7]

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} corrispondenti agli stati limite ultimi di equilibrio come corpo rigido (EQU), di resistenza della struttura (STR) e resistenza del terreno (GEO) sono dati dalla seguente tabella 2.6.1:

Tab. 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G1;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G2;
- γ_{Q1} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6 delle NTC 2018.

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili della combinazione, con Q_{k1} azione variabile dominante e Q_{k2} , Q_{k3} , ... azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} , i cui valori sono forniti nel § 2.5.3, Tab. 2.5.I, per edifici civili e industriali correnti.

2.3.2 Carichi caratteristici

Il valore del carico stradale utilizzato nel modello di calcolo è pari a 20 daN/mq.

3 INTERVENTI DI PROGETTO

Il progetto strutturale proposto si suddivide essenzialmente negli interventi descritti nel seguito.

3.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Per incrementare la resistenza a scivolamento del pendio in oggetto si è scelto di inserire delle strutture in c.a. costituite da un doppio allineamento di pali $\phi 800$.

3.1.1 Messa in opera di palificata a monte

Nel progetto si prevede la messa in opera di palificata a monte del pendio in corrispondenza del ciglio Sud della strada SR260.

La palificata prevista è costituita da pali del $\phi 800$ profondi 18 metri e collegata da cordolo in c.a. di dimensioni 100cmx60cm.

I pali hanno un interasse pari a circa 100 cm.

Il cordolo di testa ha funzione di collegamento; inoltre su tale elemento lineare verrà posizionato il guardrail di protezione del ciglio stradale.

Vista la posizione della paratia al bordo della strada nel modello di calcolo è stata inserita l'azione dovuta all'urto di un veicolo ai sensi del par. 3.6.3.3.2 pari a $F_{dy} = 100$ kN ad 1.00 m sopra il livello del piano di marcia.

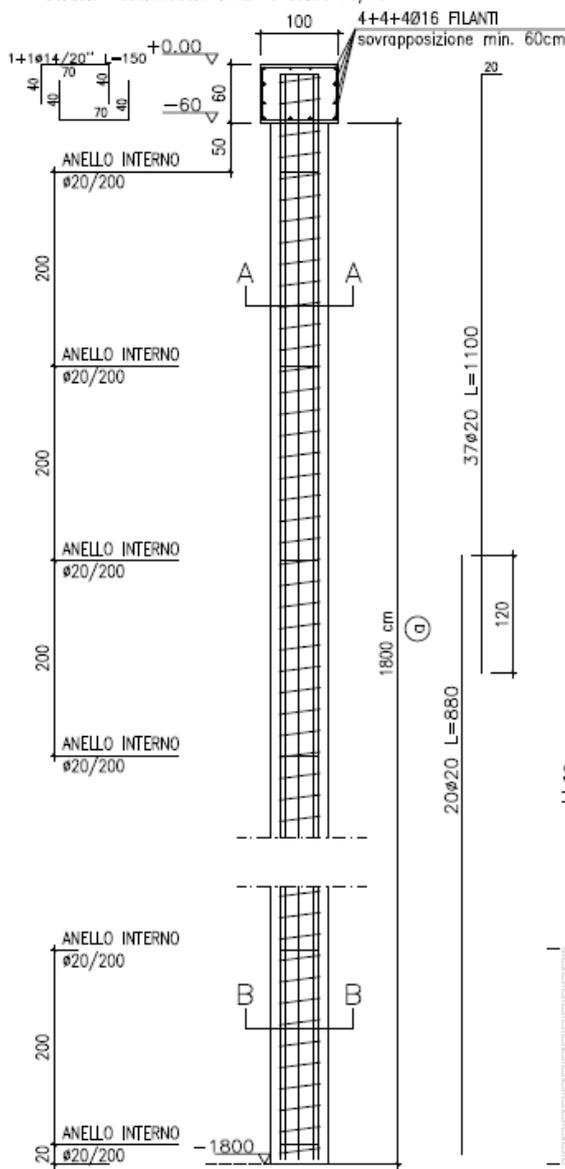
L'armatura del palo è costituita da n°37 barre longitudinali per una profondità di 11 m e da n°20 barre longitudinali per un'ulteriore profondità di 8 m aventi diametro pari a $\phi 20$; le staffe messe in opera sono barre $\phi 8/15$.

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 14/17

ARMATURA PALO MONTE Ø600mm - L=18,00 m

Pali Ø800 L=18 metri interasse 1,00 m
 Armatura n°37Ø20 (11,00 m) + n°20Ø20 (8,00)
 staffa elicoidale Ø8/15"
 Cordolo 100cmx60cm n°12Ø16 staffe Ø8/15"

Scala 1:50



Sezione A-A
 Scala 1/20



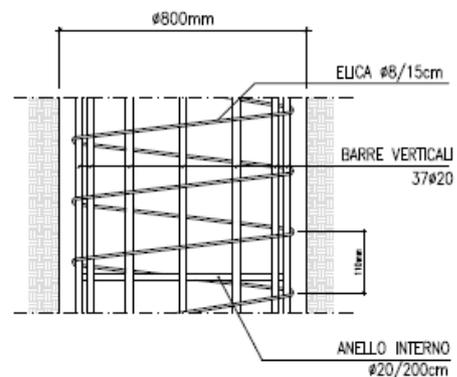
Sezione B-B
 Scala 1/20



ⓐ Staffa ad elica Ø8/15"
 Diametro esterno elica 42
 Lunghezza totale 1800

SCHEMA GABBIA DI ARMATURA

Scala 1:10



3.1.2 Messa in opera di palificata a valle

Nel progetto si prevede la messa in opera di palificata a valle in corrispondenza del ciglio Nord della stradina che caratterizza il pendio al di sotto della SR260.

La palificata prevista è costituita da pali del Ø600 profondi 9 metri e collegata da cordolo in c.a. di dimensioni 80cmx50cm.

I pali hanno un interasse pari a circa 100 cm.

ST

PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
INTERVENTO SUL VERSANTE	
RELAZIONE ILLUSTRATIVA	

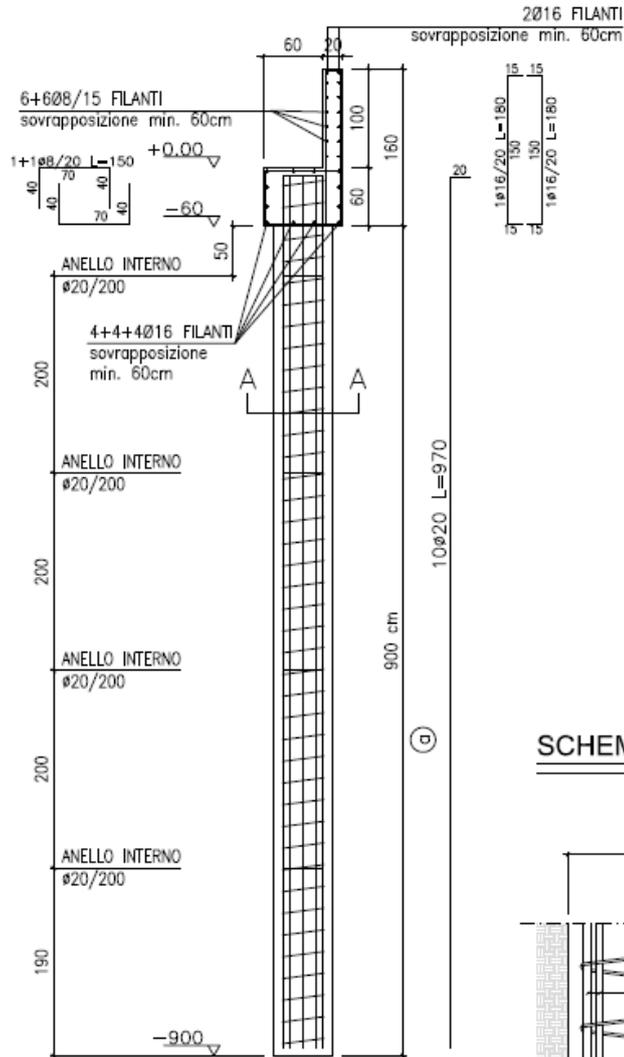
Il cordolo di testa ha funzione di collegamento; inoltre su tale elemento lineare verrà posizionato un muro di protezione in c.a.

L'armatura del palo è costituita da n°10 barre longitudinali aventi diametro pari a $\phi 20$; le staffe messe in opera sono barre $\phi 8/15$.

ARMATURA PALO VALLE $\phi 600\text{mm}$ - L=9,00 m

Pali $\phi 600$ L=9 metri interasse 1,00 m
 Armatura n°10 $\phi 20$ staffa elicoidale $\phi 8/15$ "
 Cordolo $80\text{cm} \times 50\text{cm}$ n°12 $\phi 16$ staffe $\phi 8/15$ "

Scala 1:50



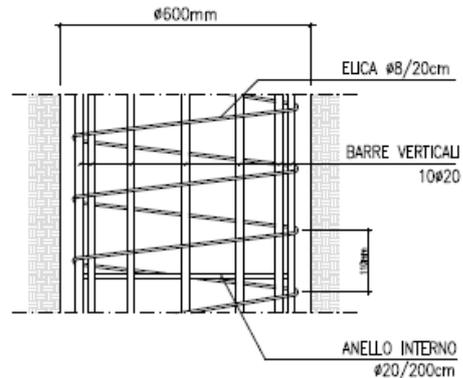
Sezione A-A Scala 1/20



ⓐ Staffe ad elica $\phi 8/15$ "
 Diametro esterno elica 42
 Lunghezza totale 900

SCHEMA GABBIA DI ARMATURA

Scala 1:10



ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 16/17

3.1.3 Messa in opera di rete corticale

Nel progetto si prevede la messa in opera rafforzamento corticale della scarpata con la posa nelle aree prive di alberature di una rete di geocomposito sostenuta da un reticolo di funi di acciaio ancorate alla scarpata con barre filettate d'acciaio, sotto la geogriglia è prevista l'apposizione di una biostuoia in fibra di paglia da seminare.

ST	PROGETTO ESECUTIVO DI CONSOLIDAMENTO E RISANAMENTO AMBIENTALE DEL CENTRO STORICO DI AMATRICE	
	SCARPATA SUD – TRATTO S.R. 260 PICENTE	
	INTERVENTO SUL VERSANTE	
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	pag. 17/17