



Provincia di Ravenna Settore Lavori Pubblici

**INTERVENTO PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA PROVINCIALE N. 65
"TORANELLO" AL KM. 4+000 - CUP J77H18000350002.**

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
(art. 23 commi 7 e 8 Dlgs. 50/2016)

IMPORTO € 201.800,00

Presidente: Michele De Pascale		Consigliere delegato: Davide Ranalli			
Dirigente Responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile					
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:		Ing. Paolo Nobile	Firme: (documento firmato digitalmente)		
PROGETTISTA		Ing. Giuseppe Colarossi	(documento firmato digitalmente)		
DISEGNATORE		P.I. Alberto Tagliavini			
Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOGNOSTICA

Elaborato num: 1.2	Revisione:	Data: 10/07/2018	Scala:	Nome file:
------------------------------	------------	----------------------------	--------	------------

Dott. ANGELO ANGELI – geologo -
Studio Geologia Tecnica – Impresa Geotecnica
47521 CESENA, Via Don G. Dossetti n.28
già Via Padre Genocchi n.222
Tel.0547-27682 – Fax. 21128
P.IVA: 00163540404 - C.F.: NGL NGL 34D13 F139U

Committente : PROVINCIA DI RAVENNA

STRADA PROVINCIALE "TORANELLO"
INDAGINE GEOGNOSTICA SU UN TRATTO DI STRADA
IN CONDIZIONI PRECARIE DI STABILITA'
PER SCALZAMENTO DA PARTE DI UN CALANCO

RELAZIONE GEOLOGICA

Cesena, Aprile 2013



1. PREMESSA

Su richiesta della Provincia di Ravenna si è fatta un'indagine geognostica su un tratto della strada provinciale "Toranello", dove è in programma un intervento di consolidamento reso necessario per le precarie condizioni di stabilità cretesi per il fatto che un profondo calanco è arrivato a lambire la sede stradale.

Nella presente relazione, dopo un inquadramento geologico del sito, si descrivono le indagini in sito e la stratigrafia del terreno che ne risulta. Si fornisce una schematizzazione geotecnica del terreno e si fanno considerazioni di primo orientamento sulla tipologia di intervento prevista. Si valutano infine gli aspetti sismici.

Quanto riportato in questo documento costituisce un inquadramento della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni del sito in esame, nonché degli aspetti sismici, quali risultano dalle indagini eseguite, rimanendo comunque nella responsabilità del Progettista l'assunzione della stratigrafia e dei parametri geotecnica di progetto che egli riterrà più opportuni in relazione al tipo di manufatto da realizzare ed alla normativa vigente.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL SITO

Il tratto di strada in esame è situato in prossimità della località Collina (circa al km 4+00) e corre lungo un tratto di crinale con andamento circa N-S.

Nella zona il substrato roccioso è costituito da argille plioceniche con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. Gli strati si immergono verso NE con pendenza di circa 15° e determinano la spiccata asimmetria dei due versanti. Quello esposto ad Ovest, con strati prevalentemente a reggipoggio, ha pendenza molto elevate ed è soggetto ad intensi fenomeni erosivi, con formazione di ampie zone calanchive. Quello esposto ad Est ha pendenze più moderate, ma, per la giacitura degli strati prevalentemente a franapoggio, è tendenzialmente franoso.

Il tratto di strada oggetto dell'intervento, della lunghezza di circa 30 metri, è ormai lambito dal margine di un calanco caratterizzato da una scarpata ripidissima e sub-verticale nella parte più alta. Nel punto più vicino, il margine del calanco è a circa un metro dall'asfalto. In questo tratto si è delineata lungo la strada una fessura longitudinale ad un metro circa dal margine dell'asfalto. Tale fessura di trazione indica un pericolo di franamento del margine della strada ed ha reso necessario il restringimento della sede stradale.

Poco più a Sud vi è un altro tratto di strada di minore estensione (10-15 metri) dove la sede stradale è ormai raggiunta dal margine del calanco. Qui non si notano cedimenti e fessurazioni della sede stradale, per cui non risulta un pericolo immediato, tuttavia si può prevedere che anche in questo tratto sarà necessario intervenire in un prossimo futuro.

3. INDAGINI IN SITO

Il terreno è stato esplorato mediante due prove penetrometriche dinamiche eseguite con attrezzo pesante al margine della zona asfaltata. La n.1 è in corrispondenza del punto dove la fessura sulla strada è più spostata verso il centro, mentre la n.2 è in corrispondenza del punto in cui il margine del calanco è più vicino alla strada.

Si dispone inoltre di un'altra prova penetrometrica dinamica eseguita dal Dott. Tabanelli Saverio in corrispondenza della fessura di trazione presente sulla sede stradale.

Le prove sono state fatte con attrezzo pesante con le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio: $M=63.5$ kg
- altezza di caduta del maglio: $H=75$ cm
- sezione punta conica: 20 cmq
- peso delle aste: $P=6.3$ kg/ml
- N = numero di colpi per 20 cm di avanzamento ($e = 20\text{cm}/N$)

La resistenza dinamica alla punta è data da:

$$R_d = \frac{M \times H}{A \times (1+P/M) \times e} = N \times 12 / (1+0.1 \times Z) \text{ circa}$$

Con Z = profondità dello strato

La resistenza a compressione semplice delle argille corrisponde circa ad $1/20$ di R_d e la coesione non drenata ad $1/40$ R_d .

$$q_u = R_d/20 \quad c_u = q_u/2 = R_d/40$$

4. STRATIGRAFIA DEL TERRENO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le due prove eseguite al margine dell'asfalto, dopo un metro circa di terreno sciolto, hanno raggiunto l'argilla del substrato di consistenza plastico-dura ($q_u=3$ kg/cm² circa). La resistenza dell'argilla pliocenica aumenta moderatamente con la profondità fino sugli 8 metri circa, poi l'incremento di resistenza alla penetrazione è più accentuato e si passa rapidamente ad argilla molto dura.

L'argilla pliocenica risulta quindi allentata in modo significativo fino a circa 8 metri di profondità.

La prova eseguita dal Dott. Tabanelli in corrispondenza della fessura di trazione ha attraversato, dopo un metro di asfalto e terreno sciolto, l'argilla del substrato moderatamente allentata ($q_u = 3-4$ kg/cm²) fino a m 6.20, dove la prova è stata interrotta.

I valori di resistenza a compressione semplice (q_u) e di coesione non drenate o resistenza iniziale al taglio (c_u o s_u) dedotti dalla resistenza dinamica alla punta possono essere ottimistici se riferiti all'ammasso roccioso, specialmente nelle verifiche di stabilità, a causa della fessurazione che caratterizza queste argille fortemente sovraconsolidate. Lungo le fessure, soprattutto se di trazione, l'argilla è decompressa e tende ad assorbire umidità formando una pellicola di argilla molle con bassa resistenza al taglio e con conseguente riduzione della resistenza dell'ammasso, tanto più spinta quanto più fitta è la fessurazione. In un ammasso roccioso molto fessurato la resistenza al taglio può ridursi a circa 1/40 di quella determinata in laboratorio su di un campione non fessurato. Lungo poi le superfici di scorrimento già delineate, a seguito dello scorrimento, i valori di angolo di attrito e coesione tendono a quelli residui.

In tavola IV si sono riportati, per le varie profondità, i parametri geotecnici che si possono dedurre sia dai risultati delle prove penetrometriche eseguite, sia dalle conoscenze su questo tipo di argille, molto diffuse in tutta la fascia pedemontana.

5. CONSIDERAZIONI SULLA TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione di una piastra sostenuta da micropali, che possa garantire la stabilità della sede stradale anche in presenza di un progredire del fenomeno erosivo e quindi un ulteriore arretramento del margine del calanco.

I micropali sono previsti sia al margine stradale lato calanco, sia al margine opposto, sia in mezzzeria della strada.

Per illustrare il tipo di intervento si è riportata in Tavola VI una sezione schematica (tracciata a sentimento e solo approssimativamente in scala).

La lunghezza dei micropali dovrà essere maggiore sul lato verso il calanco e poi progressivamente più ridotta in mezzzeria e sul lato opposto. E' anche opportuno che sul lato verso il calanco i micropali siano più fitti. Sul lato opposto al calanco una parte dei micropali possono essere vantaggiosamente inclinati verso il centro della strada per aumentare la loro efficacia contro eventuali spinte orizzontali.

In futuro, qualora si verificasse un peggioramento significativo della situazione, tale da compromettere la stabilità dell'intervento, si potrà ancora intervenire con la realizzazione di tiranti pretesi per contrastare le spinte orizzontali.

6. ASPETTI SISMICI

Il Comune di Riolo Terme è classificato Zona Sismica 2.

Dai tabulati allegati alle NTC-2008 si ricavano, per un manufatto di Classe II e Stato Limite di Salvaguardia della Vita, i seguenti parametri sismici:

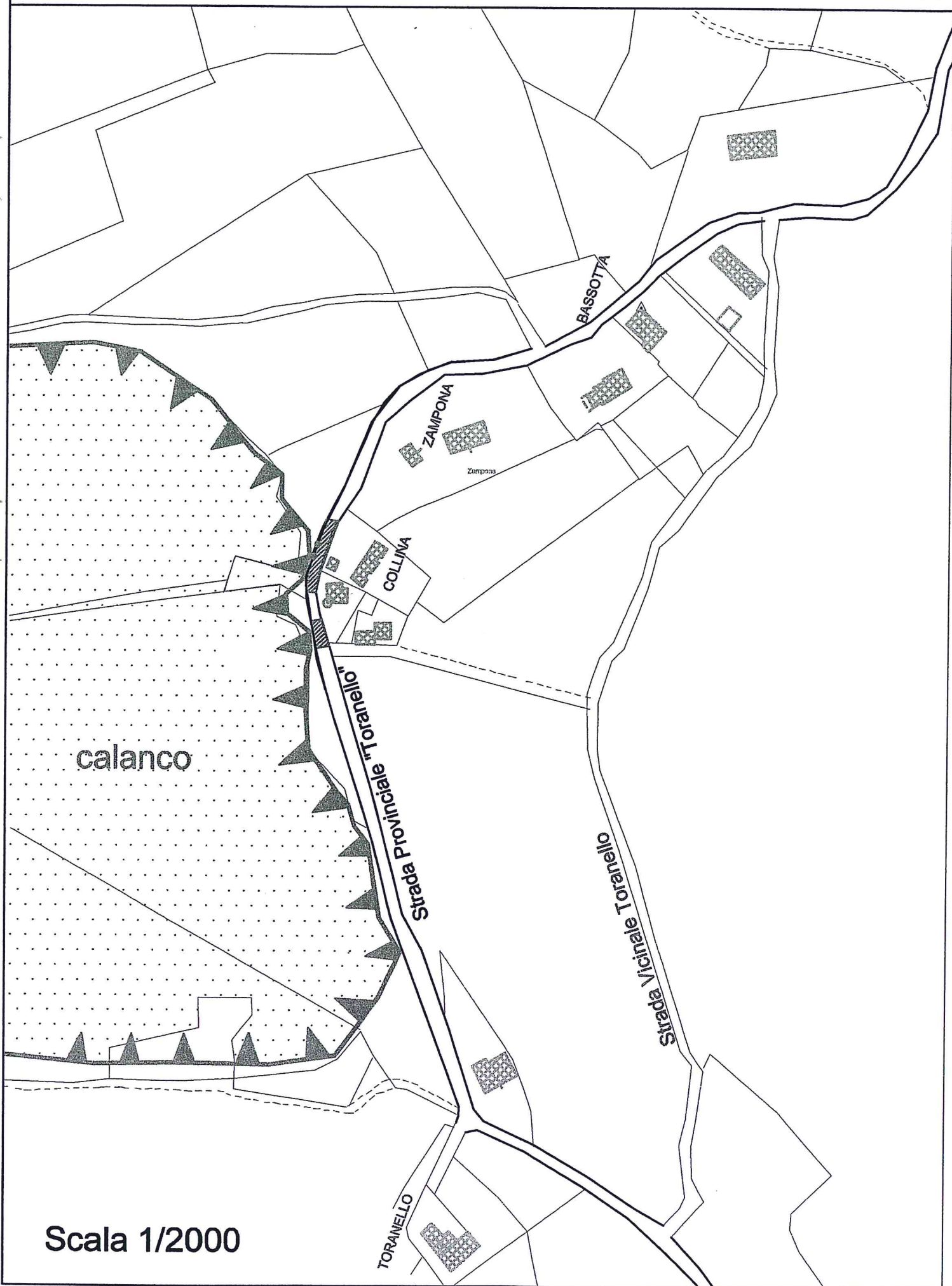
$$T_r = 475 \text{ anni}$$

$$a = 0.208 \text{ g}$$

$$F_o = 2.475$$

$$T_{c^*} = 0.300$$

Planimetria con ubicazione dei tratti di strada minacciati dal calanco



Scala 1/2000

Tavola III Ubicazione prove penetrometriche

fessura nell'asfalto

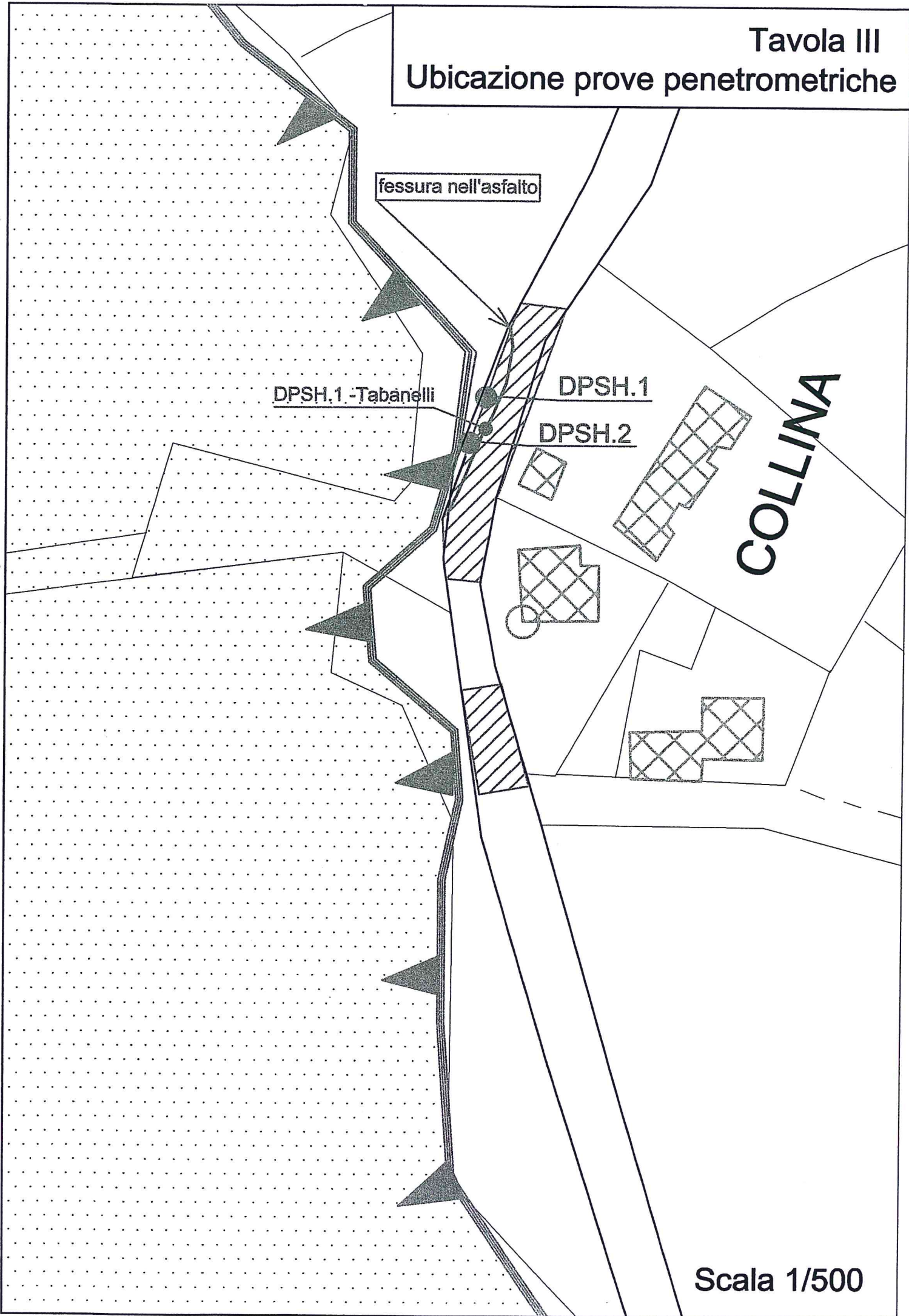
DPSH.1 - Tabanelli

DPSH.1

DPSH.2

COLLINA

Scala 1/500



Dr. Angelo Angeli - Studio Geologia Tecnica - Cesena, via Don G. Dossetti n.28

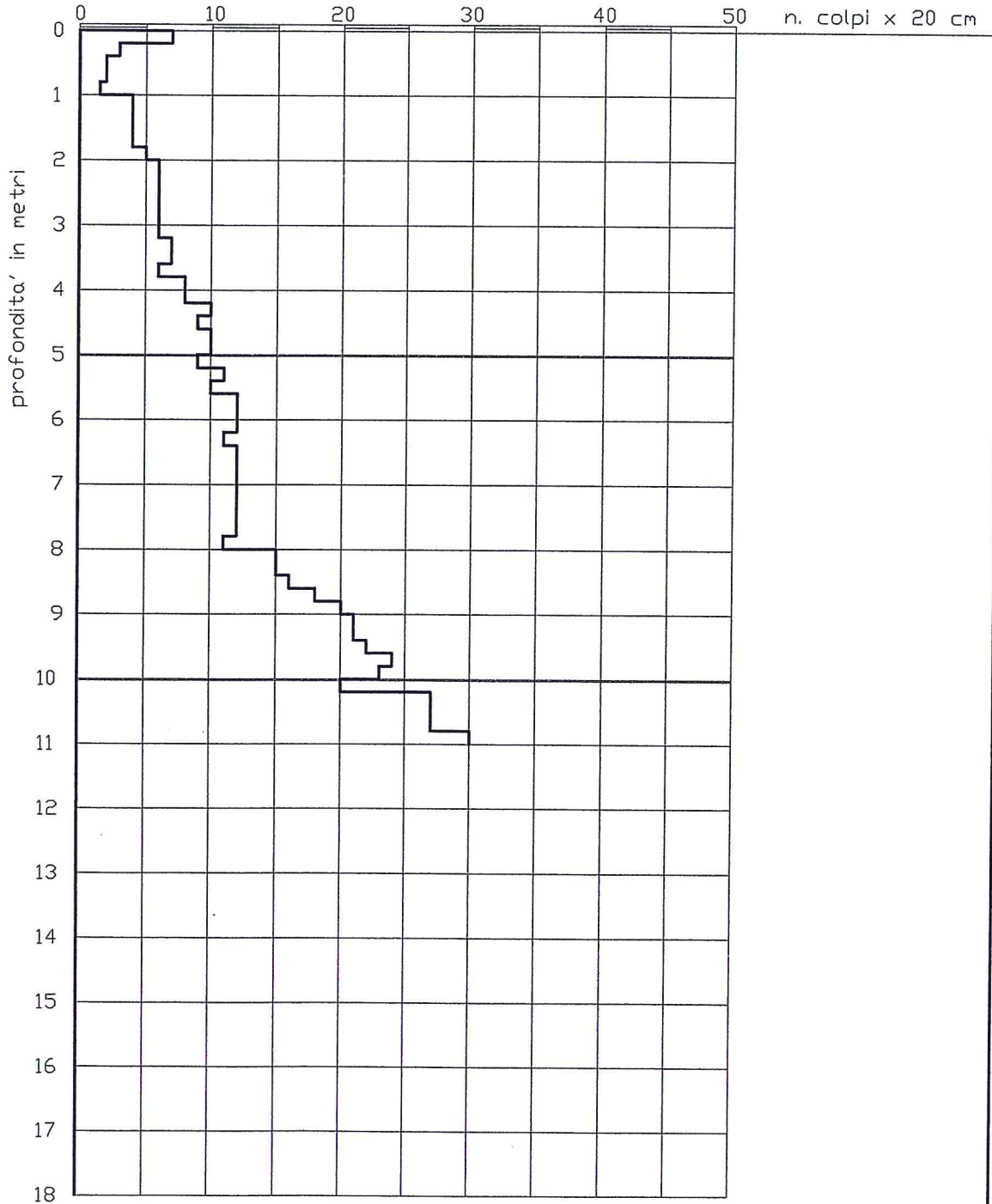
Committente Provincia di Ravenna
 Lavoro S.P.Toranello km 4+00
 Localita' TORANELLO
 Data 24/05/13 Quota p.c.

Ubicazione: km 40+048

Falda

PROVA DINAMICA N.1

peso del maglio:	kg	63.5
altezza di caduta:	cm	75
angolo punta conica:	gradi	60
sezione punta conica:	cmq	20
diametro aste:	mm	32
peso aste:	kg/m	6.3



Dr. Angelo Angeli - Studio Geologia Tecnica - Cesena, via Don G. Dossetti n.28

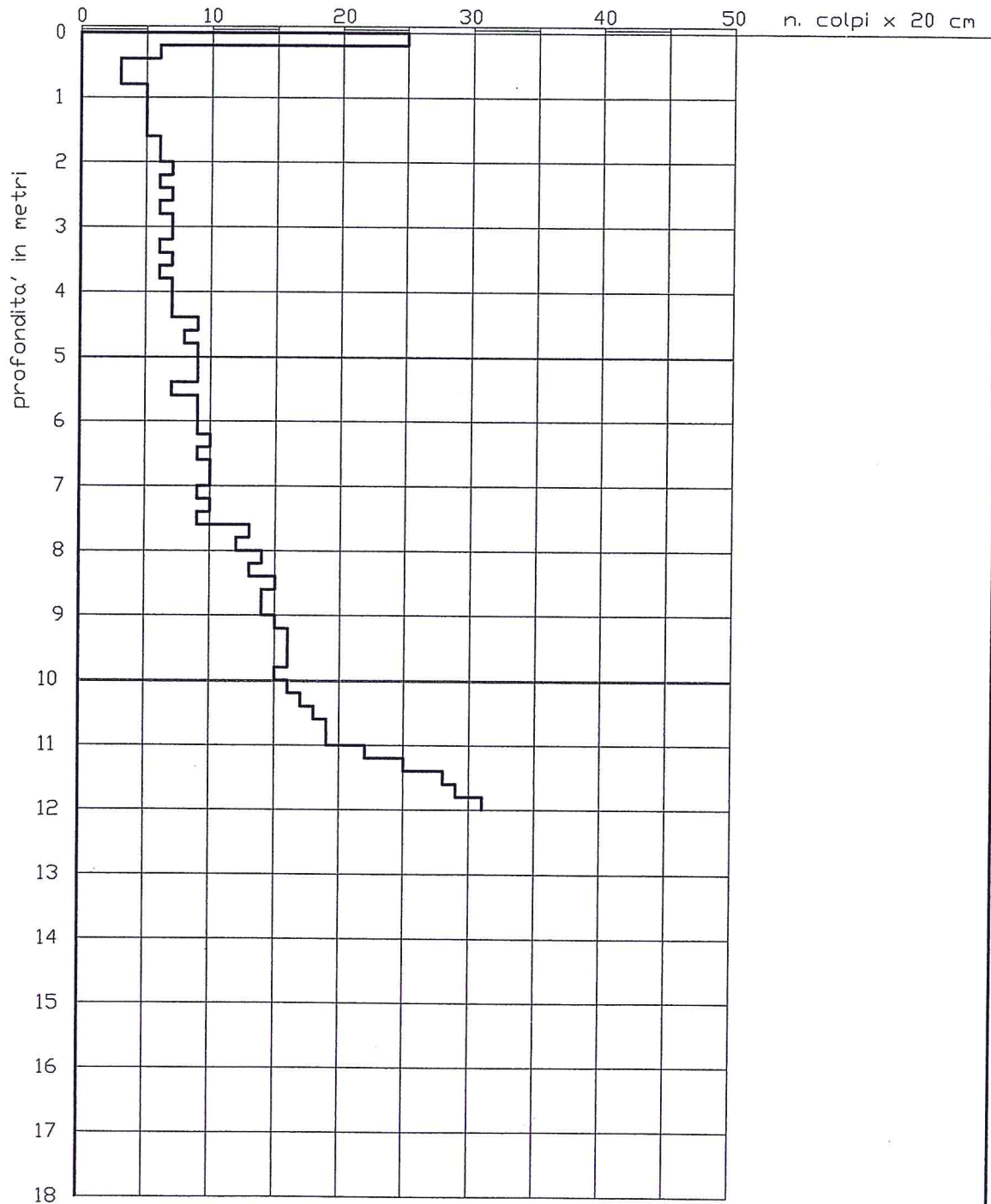
Committente Provincia di Ravenna
 Lavoro S.P. Toranello - km 4+00
 Localita' TORANELLO
 Data 24/05/13 Quota p.strada

Ubicazione: km 40+043

Falda

PROVA DINAMICA N.2

peso del maglio:	kg	63.5
altezza di caduta:	cm	75
angolo punta conica:	gradi	60
sezione punta conica:	cmq	20
diametro aste:	mm	32
peso aste:	kg/m	6.3



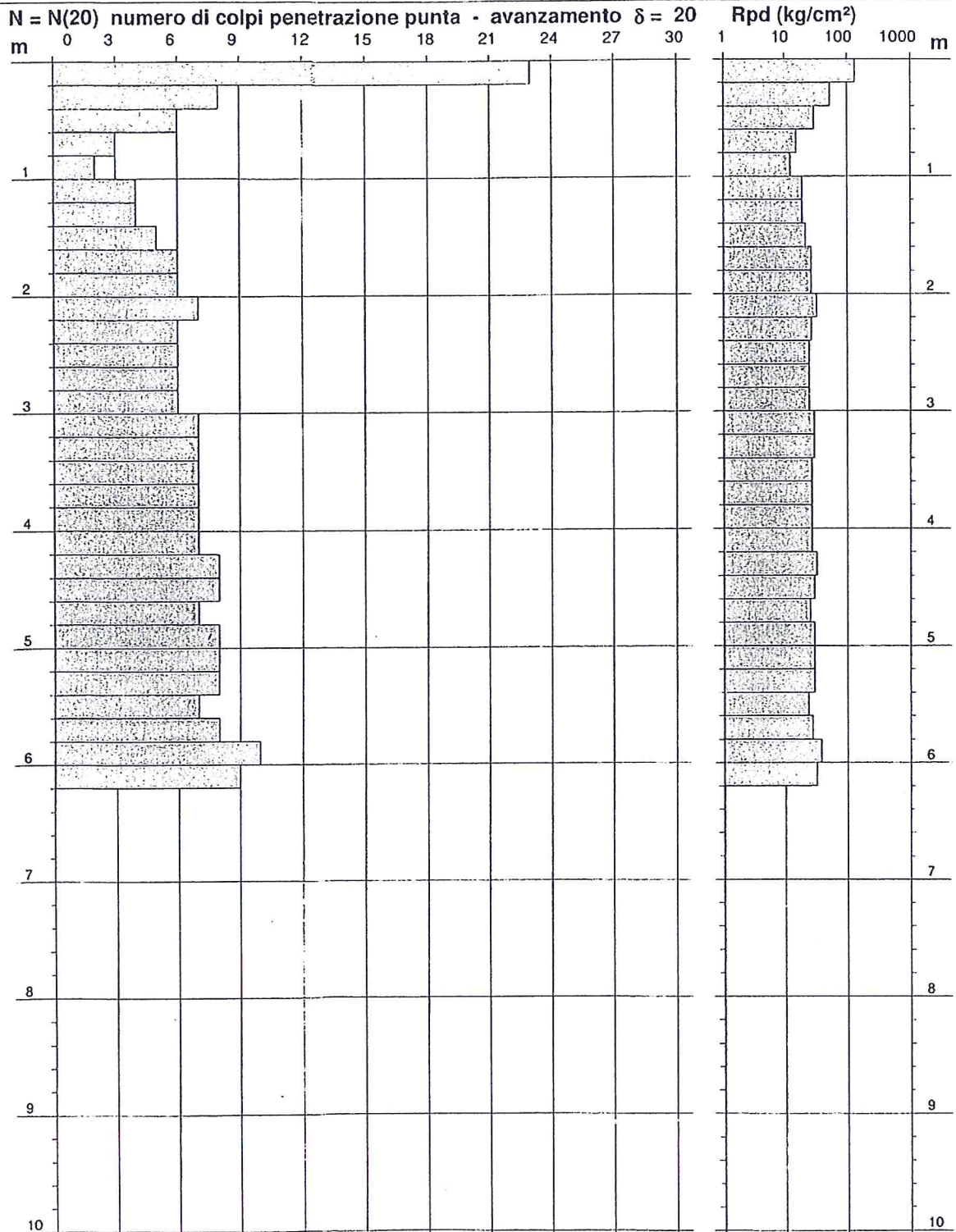
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1:50

- indagine : Consorzio di Bonifica
 - cantiere : dissesto
 - località : via Toranello

- data : 03/04/2013
 - quota inizio : piano stradale
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 EML.C
 - M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Sezione schematica non in scala

DPSH.2

n. colpi x 20 cm

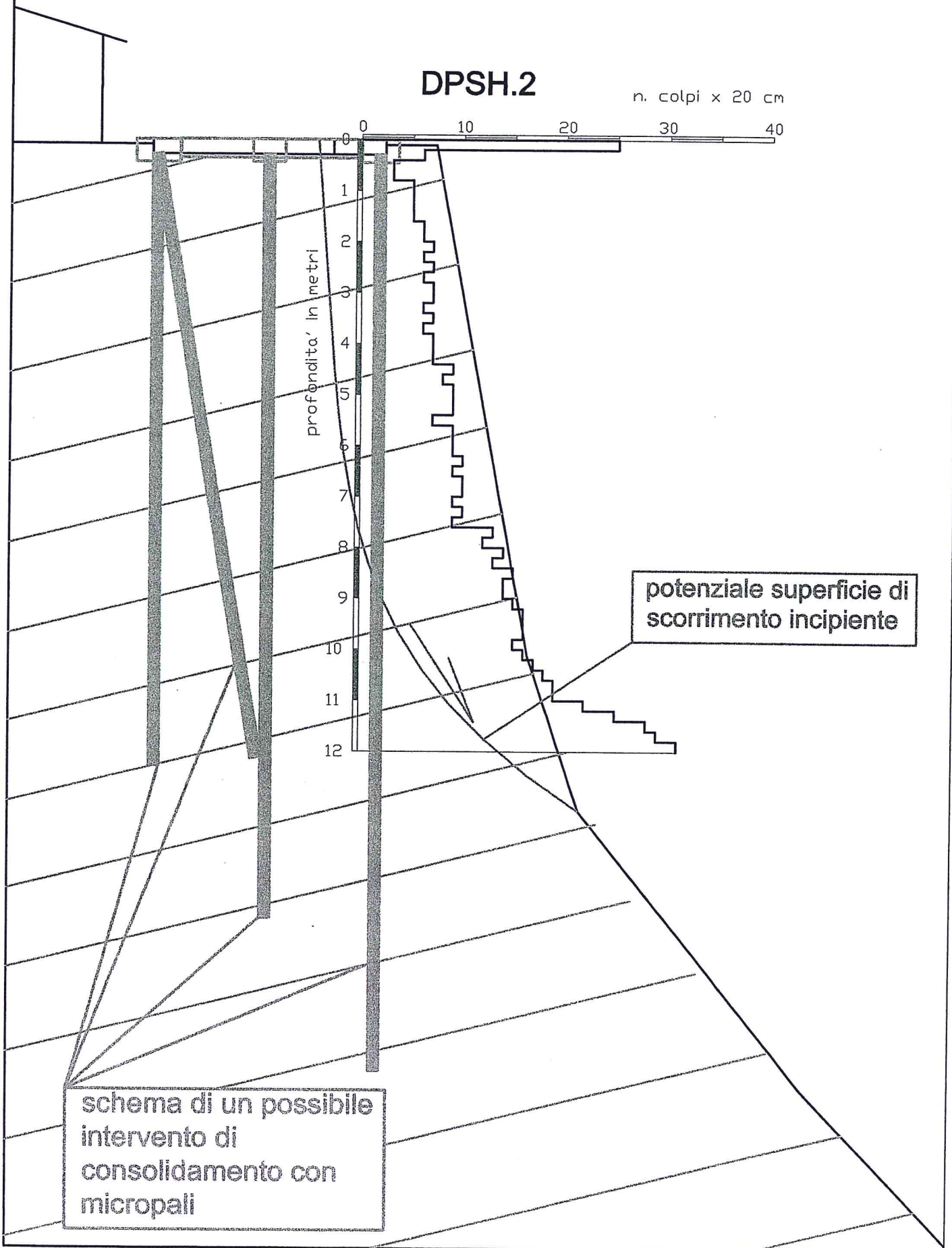


TAVOLA VII

Dr. Angelo Angeli - Studio Geologia Tecnica - Cesena, via Padre Genocchi n.222 - tel.:054727882

Lavoro: TORANELLO

Riferimento: DPSH 1 e 2

CALCOLO DEL Vs30 sulla base di Nspt e cu

Sabbie: $Vs(m/sec) = 5,14 \times Nspt + 103$

Argille: $Vs(m/sec) = 100 cu (kg/cmq) + 110$

n.	Strato		Tipo C/l	Nspt	Hspt m	cu kg/cmq	Hc m	Hspt/Nspt	Hcu/cu
	da m	a m							
1	0.00	1.00	C	---	---	0.58	1.00	---	1.739
2	1.00	4.00	C	---	---	2.85	3.00	---	1.053
3	4.00	8.00	C	---	---	3.00	4.00	---	1.333
4	8.00	11.00	C	---	---	4.25	3.00	---	0.706
5	11.00	15.00	C	---	---	6.45	4.00	---	0.620
6	15.00	30.00	C	---	---	7.50	15.00	---	2.000
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

sommano:

0.00

30.00

0.00

7.45

Si sono scartati gli Nspt a rifiuto

$cu = qu/2$

$Vs30 = \Sigma Hi / \Sigma (Hi / Vsi)$

$Nspt30 = \Sigma Hi / \Sigma (Hi / Nspti)$

$cu30 = \Sigma Hi / \Sigma (Hi / cui)$

cu30= 4.03 kg/cmq

Nspt30= ---

I=terreno incoerente

Vs(spt)= --- m/sec

Vs(cu)= 513 m/sec

C=terreno coesivo

Vs30 = 513 m/sec

Il terreno è liquefacibile?(s/n):

n

Il substrato è fra 3 e 20 m di profondità? (s/n):

n

Vi sono 8 m di terreno fine con $cu < 0,20$ kg/cmq oppure più di 3m di torba? (s/n)

n

Categoria terreno di fondazione:

---->

B

Vs>800:	A
360<Vs<800:	B
180<Vs<360:	C
Vs<180:	D
Liquefazione possibile:	S2
8 m con $cu < 0,2$ kg/cmq o più di 3 m di torba:	S1
substrato fra 3 e 20 m:	E

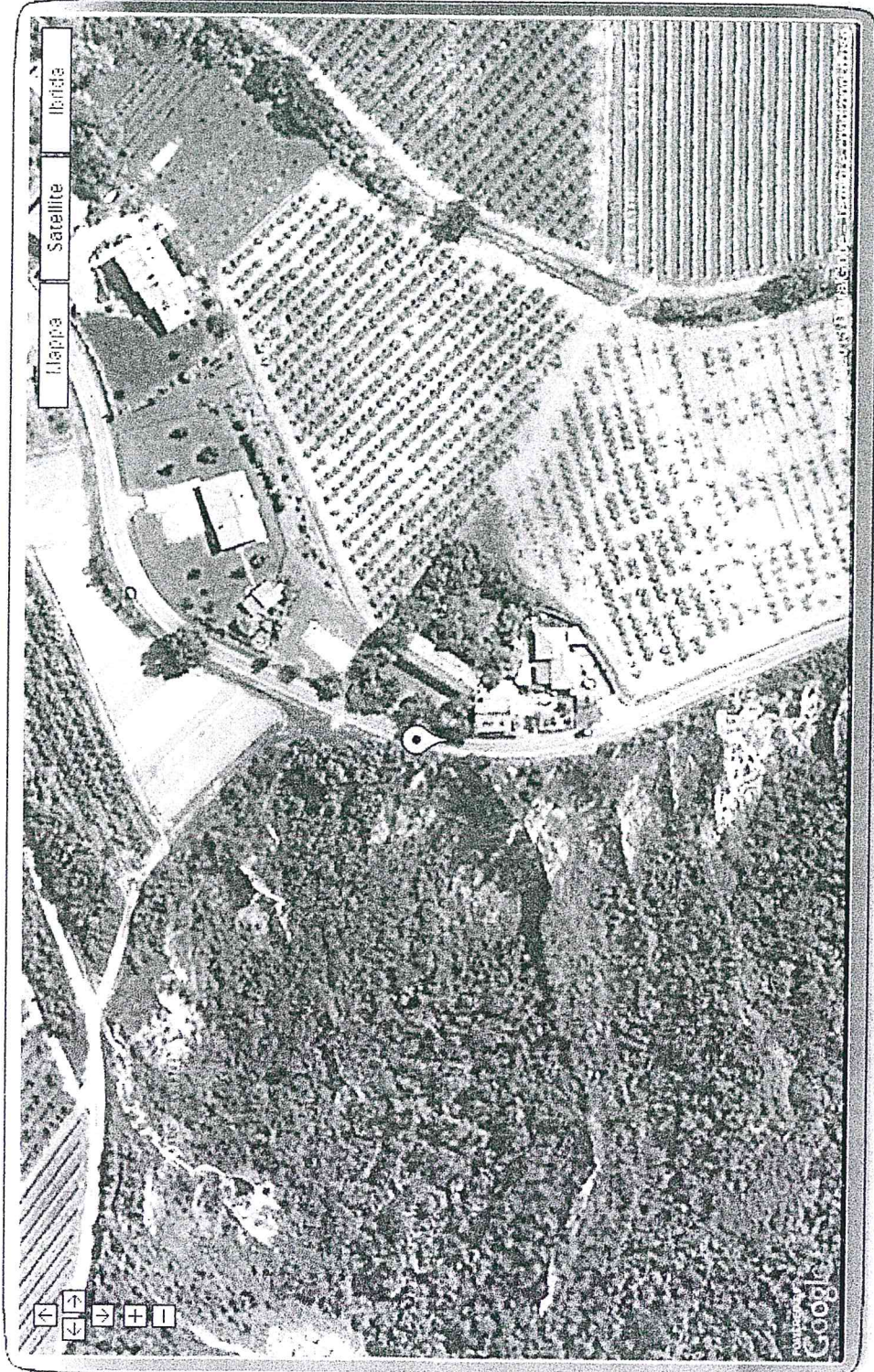
EdiLus-MS

Mappe Sismiche



EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e ottieni dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

via Toranello, Rielo Terme



Latitudine

Longitudine

Classe dell'edificio

Il: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti.....

Vita Nominale Struttura 50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Parametri di pericolosità sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^{*c} [s]
Operatività	30	0,069	2,395	0,260
Danno	50	0,088	2,389	0,270
Salvaguardia Vita	475	0,208	2,475	0,300
Prevenzione Collasso	975	0,260	2,531	0,310

TAVOLA VIII



ACCA software S.p.A.
il software per l'edilizia

Tel.: 0827/69.504 - Fax: 0827/60.12.35
P.IVA 01883740647 - E-mail: info@acca.it

+41.29679746, 11.67734027

Termini e Condizioni di utilizzo di Edilus-MS

TAVOLA IX

Studio Geologia Tecnica dr. Angelo Angeli - Cesena							
FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA							
AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA							
Località: Toranello							
Dati:	a/g =	0.208		Fo	2.475	Categoria	B
Stato Limite di Salvaguardia della Vita							
Categoria	Formule			Valori		Classe di Edificio	
sottosuolo	Ss =			Ss		II	
A	1.00			1.000			
B	1,00<=1,41-0,40Fo x a/g<=1,20			1.200		valore da usare	
C	1,00<=1,70-0,60Fo x a/g<=1,50			1.391			
D	0,90<=2,40-1,50Fo x a/g<=1,80			1.628			
E	1,00<=2,00-1,10Fo x a/g<=1,60			1.434			
AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA							
Caratteristiche superficie topografica							
T1	pianeggiante con inclinazione media $i \leq 15^\circ$						
T2	Pendio con $i > 15^\circ$						
T3	Rilievo con larghezza in cresta < della base e con $15^\circ < i < 30^\circ$						
T4	Rilievo con larghezza in cresta molto < della base ed $i > 30^\circ$						
Categoria topogr.						St	
T1	---					1.00	
T2	Alla sommità del pendio					1.20	
T3	In corrispondenza della cresta del pendio					1.20	
T4	In corrispondenza della cresta del pendio					1.40	
Riferimenti: NTC-2008 D.M. 14/01/2008							
arif/g =	0.208	Ss =	1.200	St =	1.40	S=Ss x St =	1.680
amax = arif x Ss x St =		0.349		g			
Kh = amax/g =		0.349		(fondazioni)			
Coefficienti riduttivi sismici: β_m (opere di sostegno)							
accelerazioni	Categorie Sottosuolo						
ag	A	B, C, D, E					
	β_m	β_m					
0,2g<ag<=0,4g	0.31	0.31		valore da usare =		0.31	
0,1g<ag<=0,2g	0.29	0.24					
ag<=0,1g	0.20	0.18					
Kh = $\beta_m \times St \times Ss \times a/g =$				0.108		g	
Kv = 0,50 Kh =				0.054		g	
Coefficienti riduttivi sismici: β_s (verifiche di stabilità delle scarpate)							
accelerazioni	Categorie Sottosuolo			pendenza versante (gradi):		60	
ag	A	B, C, D, E					
	β_s	β_s					
0,2g<ag<=0,4g	0.30	0.28		valore da usare =		0.28	
0,1g<ag<=0,2g	0.27	0.24					
ag<=0,1g	0.20	0.20					
Kh = $\beta_s \times St \times Ss \times a/g =$				0.098		g	
Kv = 0,50 Kh =				0.049		g	



Tratto di strada con restringimento visto dal lato Imola



Tratto di strada transennato visto dal lato Riolo
con DPSH.2 in esecuzione



Margine del calanco che lambisce la strada



Veduta parziale del calanco dalla strada