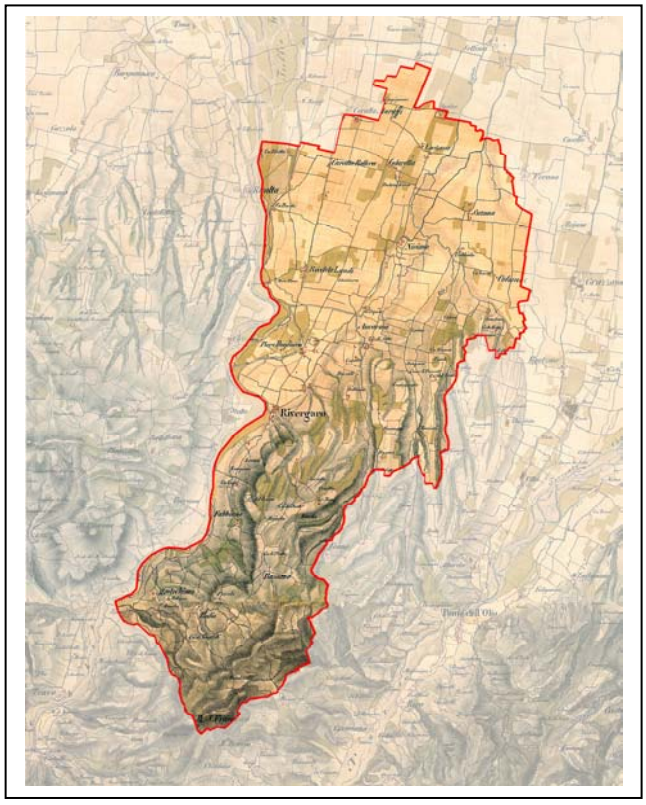
COMUNE DI RIVERGARO

Provincia di PIACENZA

PSC

PIANO STRUTTURALE COMUNALE

(L.R. 24 marzo 2000, n. 20 art. 28)



QUADRO CONOSCITIVO

B. SISTEMA AMBIENTALE

ALLEGATO B.7

STUDI DI DETTAGLIO FRANE QUIESCENTI APPROVATE

MAGGIO 2016

Allegato B.7

Studi di dettaglio frane quiescenti approvate

Studio 1 – Mulinasso

COMUNE DI RIVERGARO
PROVINCIA DI PIACENZA

Variante Specifica al P.R.G. vigente

Sub-Zonazione di un corpo di frana quiescente (località Mulinasso-Fabbiano)

ELABORATO "SCHEDA DI FRANA"

INTEGRAZIONI A QUANTO ADOTTATO CON DELIBERA C.C. N. 14 IN DATA 28/02/2009
Il Responsabile del Servizio
Pagani Geom. Denis

IL SINDACO
Marchi Pietro



Cartografia del dissesto idrogeologico costitutiva del P.R.G.: **Tav. F**

Dicembre, 2009

Committente:

Amministrazione Comunale di Rivergaro

A cura di:

Dott. Geol. N. CAVANNA
Via Degani, 9a (PC)
☎ 0523/305674 - ☎ 335/5734746
FAX 0523/317301

	settembre '09	**N. Cavanna**	**N. Cavanna**	**dicembre '09**
REV.	DATA	REDAZIONE	APPROVAZIONE	MODIFICHE

COMMITTENTE :

Amm.ne Comunale di Rivergaro

COMMESSA : **Sub-Zonazione di Frana Quiescente**

AI SENSI : **Deliberazione G.R. n. 126 del 04/02/2002**
Deliberazione C.I. dell'Autorità di Bacino n. 16 del 31/07/2003

ELABORATO : **Scheda di Frana**

Studio Geologico

Dott. Geol. N. CAVANNA

Via Degani, 9a (PC)

☎ 0523 / 305674 - ☎ 335 / 5734746

FAX 0523 / 317301

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. NICOLA CAVANNA
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO SEZ.A
N. 761 ALBO

SOMMARIO

1.0. - PREMESSA 2

2.0. - ANALISI TERRITORIALE 5

2.1. - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 5

2.2. - VALORI AMBIENTALI PAESAGGISTICI ED INFRASTRUTTURE INTERESSATE 6

2.3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE 7

2.4. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO 10

3.0. – INDAGINI GEOGNOSTICHE 13

3.1. - PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE 15

3.2. - PROSPEZIONI SISMICHE CON METODOLOGIA MASW 19

3.3. - SONDAGGI PENETROMETRICI 24

4.0. - ANALISI DEL CORPO DI FRANA QUIESCENTE 25

4.1. - PERIMETRAZIONE DEL CORPO DI FRANA QUIESCENTE E CONDIZIONI DI STABILITÀ 26

4.2. - PRESCRIZIONI DI SALVAGUARDIA IDROGEOLOGICA 28

A corredo:

Carta di sub-zonazione (Tavola F di P.R.G.).

In allegato 1:

Diagrammi penetrometrici;

Risultanze prospezioni sismiche.

1.0. - PREMESSA

In questa fase di pianificazione urbanistica ed in conformità con quanto espressamente indicato dell'Amm.ne Provinciale Piacenza: "*Il Comune, in sede di formazione o di variazione dello strumento urbanistico, effettui una verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni con le condizioni del dissesto presenti o potenziali, in coerenza con le procedure di attuazione del PAI nel settore urbanistico stabilite dalla Regione*"; si propone un approfondimento di studio, con valutazioni di dettaglio della stabilità dei luoghi, del corpo di frana quiescente complessa che coinvolge una porzione dei centri abitati di Mulinasso e Fabbiano (*vedasi ambito oggetto di approfondimento geognostico in fig. 1.0.I.*).

Tali verifiche sono consistite essenzialmente in:

- *un approfondimento conoscitivo relativo all'individuazione dei fenomeni di dissesto e alla valutazione delle relative condizioni di pericolosità e di rischio, con particolare riferimento alle parti urbanizzate o soggette a previsioni urbanistiche;*
- *una proposta di aggiornamento cartografico, in modo tale da rendere coerenti eventuali previsioni relative alle destinazioni urbanistiche con le risultanze degli approfondimenti di cui al punto precedente e con le limitazioni d'uso del suolo finalizzate al contenimento del rischio.*

Per conseguire un risultato quanto più affidabile possibile, si è proceduto alla validazione in sito del lavoro svolto a tavolino per una valutazione di dettaglio degli elementi topografici e morfologici del territorio, in quanto detti elementi non sono sempre rilevabili alla scala cartografica proposta negli elaborati "sovraordinati".

Si è proceduto infine, per l'ambito di frana quiescente oggetto di analisi, a delimitare le "classi di rischio idrogeologico" seguendo lo schema proposto nell'attività di adeguamento dello strumento urbanistico comunale al P.A.I.:

F2 - *frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni;*

F3 - *frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni;*

F4 - *frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni;*

F5 - frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni.

In relazione alla proposta di perimetrazione formulate nella "scheda di frana", con particolare riferimento alla porzione di territorio sita in località Mulinasso, peraltro già inserite nel P.R.G. previgente, come edificabili ed attualmente ricadenti in frana quiescente, si è ritenuto sufficiente individuare e delimitare due classe di fattibilità: **F3** e **F4** (associate alle N.d.A. del Piano Comunale mediante specifiche "*limitazioni alle attività di trasformazione d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idrogeologico*").

In via cautelativa e previo successivi studi geologici di dettaglio, gli ambiti di frana quiescente in esame, con esclusione delle aree perimetrate F3 e F4, dovranno considerarsi assunti in classe di rischio elevato (F5) e quindi sottoposte alle limitazioni di cui all'art. 25 comma 2 delle norme tecniche di attuazione relative alle condizioni di stabilità geomorfologica.

Le situazioni accertate sono state quindi illustrate nel presente elaborato, denominato "Scheda di frana" e composta da un quadro di analisi descrittivo e da una parte prettamente cartografica ("*STRALCIO CARTA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO CON SUB-ZONAZIONE IN CLASSI DI FATTIBILITA'*"), costitutiva degli strumenti di pianificazione comunale.

Si ricorda infine che la cartografia tematica prodotta (*Tav. F*) a corredo del presente elaborato di analisi, deve essere considerata come *"integrazioni e non modifiche agli strumenti di pianificazione sovraordinati (P.A.I. e P.T.C.P.)"* ed inoltre che tali nuove delimitazioni classificative dovranno essere, previa adozione, considerate parte integrante del P.R.G. vigente.

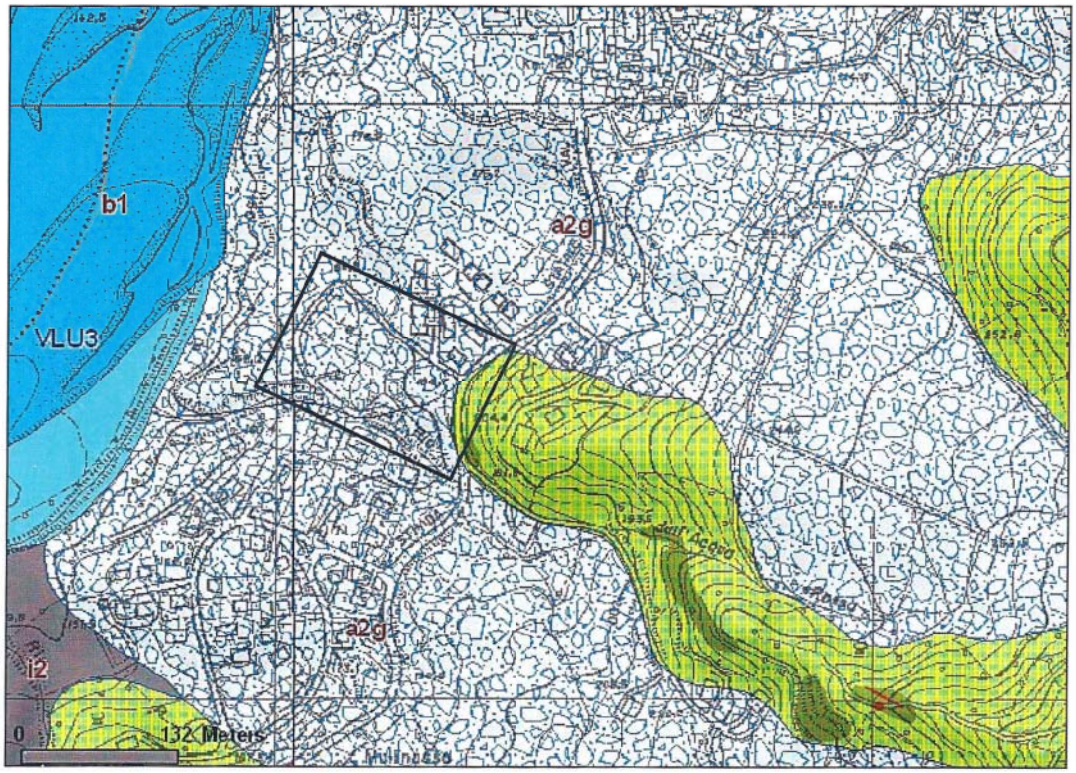


Fig. 1.0.I. - ambito oggetto di approfondimento geognostico

2.0. - ANALISI TERRITORIALE

La presente relazione geologica costituisce un approfondimento di studio del corpo di frana quiescente complessa che coinvolge principalmente il centro abitato di Mulinasso.

2.1. - Inquadramento geografico

Il Comune di Rivergaro è ubicato, geograficamente, nel settore centrale della provincia di Piacenza, in destra idrografica del Fiume Trebbia; confina a Nord con i comuni di Gossolengo e Podenzano, ad Ovest con i comuni di Gazzola e Travo, ad Est con il Comune di Vigolzone ed a Sud con ristrette porzioni dei già citati comuni di Travo e Vigolzone.

Il territorio appartenente al Comune di Rivergaro si sviluppa nel Pedeappennino piacentino in corrispondenza dell'immersione del bordo appenninico sotto le alluvioni della pianura.

L'ambito oggetto di sub-zonazione di dettaglio, sito in località Mulinasso, si colloca a Sud-Est del capoluogo comunale, in prossimità e a valle della Strada Statale della Val Trebbia n°45. La quota risulta compresa indicativamente tra 185 e 160 metri s.l.m. (*vedasi inquadramento corografico in fig. 2.1.I.*).

Principali riferimenti Cartografici:

Tavola C.T.R. : scala 1:25.000 n° 179 SE "PONTE DELL'OLIO"

Sezione C.T.R. : scala 1:10.000 n° 179120 "PONTE DELL'OLIO"

Elemento C.T.R. : scala 1: 5.000 n° 179124 "FABBIANO"

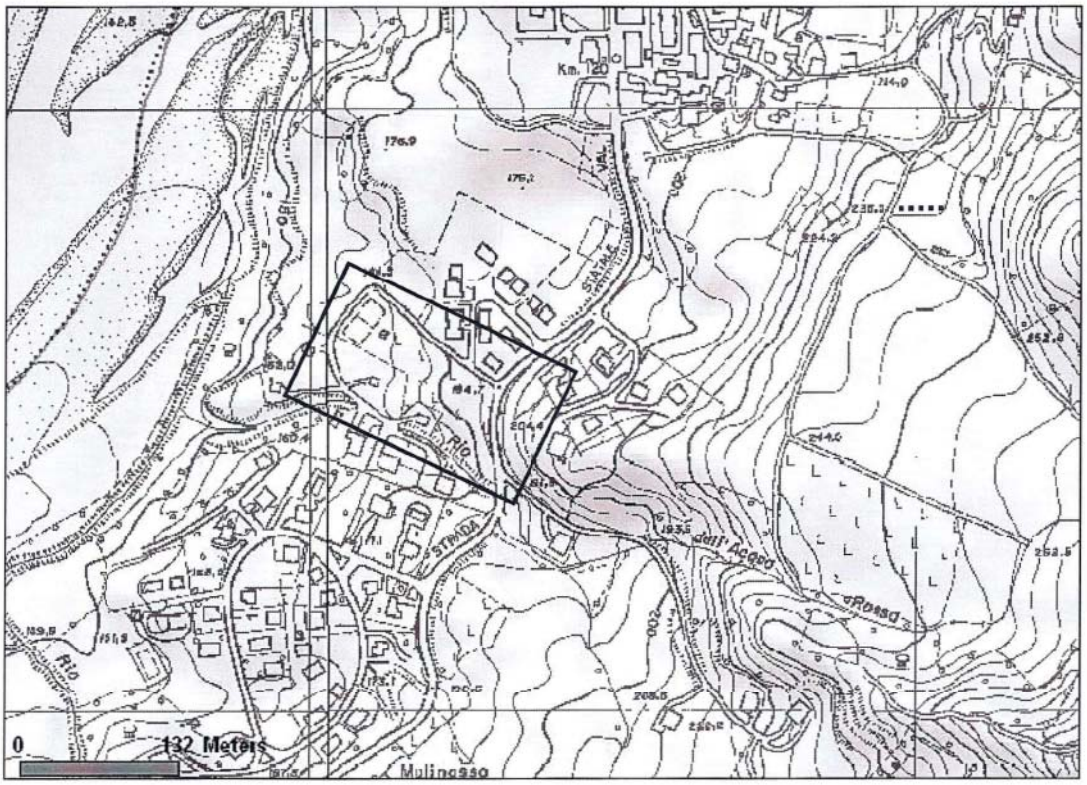


Fig. 2.1.I. - inquadramento corografico (ambito oggetto di analisi geognostiche di dettaglio)

2.2. - Valori ambientali paesaggistici ed infrastrutture interessate

Questa porzione territoriale è caratterizzata della presenza del nucleo urbanizzato di "Mulinasso", a prevalente destinazione residenziale, con minime attività commerciali-artigianali a supporto della più tipica occupazione agricola, distribuita uniformemente in tutta la restante estensione comunale.

In zona si riscontrano le caratteristiche infrastrutture a rete presenti nei centri abitati di media-alta collina.

2.3. - Inquadramento geologico-strutturale

La costituzione geologica e strutturale del Comune di Rivergaro si può estendere all'evoluzione dell'intero territorio Piacentino, inserendosi così, nel più ampio contesto della formazione della catena Appenninica Settentrionale.

Dal punto di vista strutturale infatti l'Appennino Piacentino è il risultato di un vero e proprio appilamento di numerose "Unità Tettoniche", in origine distribuite su di un'area ben più estesa; le formazioni appartenenti alle singole Unità Tettoniche, sotto l'effetto di spinte di compressione provenienti da Sud-Ovest, si sono dapprima piegate e successivamente, con il persistere delle spinte, hanno subito una vera e propria traslazione verso Nord-Est, con conseguente accavallamento delle une sulle altre: tali fenomeni hanno avuto inizio probabilmente già nel Cretacico superiore per proseguire, attraverso vari momenti, fino al presente.

Le grandi direttrici strutturali (fronti di accavallamento, pieghe, faglie), hanno pertanto direzione Nord-Ovest/Sud-Est analogamente a quanto si riscontra in quasi tutto l'Appennino Tosco-Emiliano.

Questo schema tettonico-strutturale interessa buona parte del territorio montano e collinare posto a sud dell'allineamento Vernasca - Gropparello - Ponte dell'Olio - Rivergaro - Agazzano - Ziano Piacentino.

La formazione sub-affiorante nell'area oggetto di sub-zonazione di dettaglio, in quanto celata da una relativamente potente coltre superficiale prevalentemente argillo-terrosa con inclusioni lapidee (spessore desunto dalle indagini in sito 2.0÷4.0 metri), è conosciuta nella Bibliografia Geologica, con il nome di "*Val Luretta - Membro di Genepreto*" attribuita al periodo Eocene Medio (*vedasi estratto in fig. 2.3.I. - "Carta geologica redatta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli RER", scala 1: 5.000*).

Si tratta di una formazione geologica costituita da un'alternanza di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi.

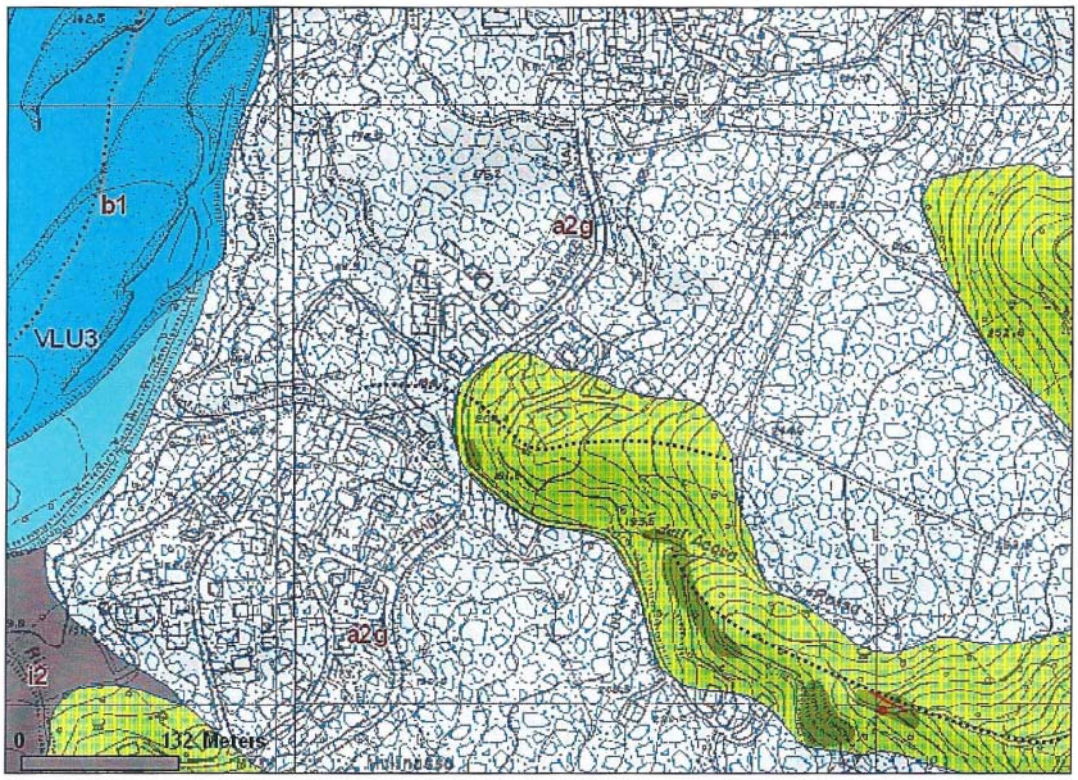
Sono presenti locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane grigio-scure, in strati medi e di argille marnose rosso vinate, o areniti e peliti marnose grigio scure in set di strati sottili e medi.

Da segnalare, inoltre, che prospezioni sismiche effettuate nell'ambito del territorio in esame hanno evidenziato la presenza di roccia poco profonda, caratterizzata da una modesta velocità di propagazione dell'onda elastica e quindi di un sub-strato roccioso fortemente fratturato ed allentato, assimilabile al cappellaccio d'alterazione della roccia madre.

Dal punto di vista idrogeologico, la formazione della Val Luretta può considerarsi mediamente permeabile; si ha infatti una buona circolazione negli interstrati più ricchi in cemento calcareo, frequentemente fratturati; minima o del tutto assente, invece, la circolazione di acque nelle intercalazioni marnose od argillose.

L'innesco dei fenomeni franosi è dovuto, solitamente, all'emersione di cospicue falde acquifere nelle vicinanze di livelli marnoso-argillosi, oppure agli strati più alterati della roccia superficiale.

L'ammollimento della frazione argillosa ed il conseguente rigonfiamento, determinano i fenomeni gravitativi diffusamente distribuiti nel territorio in esame.



LEGENDA PRINCIPALI ELEMENTI CARTOGRAFATI

- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- b1 - Deposito alluvionale in evoluzione
- VLU3 - Formazione della Val Luretta - membro di Genepreto
- asse di drenaggio (dosso morfologico)

N

Fig. 2.3.I. - estratto "Carta geologica" RER

2.4. - Inquadramento geomorfologico ed idrografico

Dal punto di vista geomorfologico il territorio é controllato dal diverso comportamento morfoselettivo del substrato litoide, descritto precedentemente, e dall'attività tettonica. L'interazione di tali fattori ha avuto particolare influenza nello sviluppo della rete idrografica e nel modellamento dei versanti.

Le forme di modellamento recenti ed attuali sono da ascrivere soprattutto all'azione dilavante ed erosiva delle acque ed ai processi gravitativi di versante.

In particolare il settore del territorio comunale in studio é caratterizzato da fenomeni di dissesto e movimenti franosi, spesso di ampie dimensioni, legati principalmente ai contatti delle formazioni argillose con le formazioni più coerenti (Flysch). La tipologia dei movimenti franosi é legata alle frane complesse, poiché spesso la nicchia di distacco e il corpo della frana giacciono in litotipi differenti. Si tratta di dissesti cui agiscono più tipi di movimento tra i quali quelli predominanti sono riferibili a scorrimento rotazionale, espansione laterale e colate. Le unità flyschioidi, permeabili per fessurazione, subiscono l'infiltrazione delle acque meteoriche e le restituiscono al contatto con le unità pelitiche provocandone l'imbibizione, il rammollimento e l'innesco di fenomeni franosi.

Il corpo di frana oggetto di analisi corrisponde ad una paleofrana di ampie dimensioni e a diverso grado di assestamento. L'area di specifico interesse, conformata a dosso idrograficamente centrifugo, è collocata in diretta prosecuzione, quasi a ripeterne lo sviluppo, del costone, modellato in roccia in posto, coincidente con l'estrema propaggine settentrionale dell'arco che descrive la nicchia di distacco. Quest'ultima, unitamente al bacino di alimentazione idrica sotterranea, che si identifica nei rilievi che si sviluppano a oriente, è impostata in corrispondenza di un flysch calcareo-marnoso-arenaceo, permeabile per fessurazione: le acque in esso immagazzinate vengono restituite al contatto con la adiacente potente coltre superficiale detritico-terrosa, favorendo la plasticizzazione di essa.

I rilevamenti di campagna, comportanti anche un attento esame della sede stradale e delle strutture murarie appartenenti alle costruzioni presenti in zona, hanno permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti nell'ambito dell'area perimetrata F3 e F4, conformata, come già accennato, a dosso idrograficamente centrifugo e "protetta", subito a monte, da roccia in posto sub-affiorante.

La particolare conformazione delle porzioni di pendice oggetto di perimetrazione assicura il naturale deflusso delle acque meteoriche superficiali.

Il sito in esame è ubicato nel territorio comunale di Rivergaro ad un'altitudine media compresa tra quota 160 e 185 metri s.l.m., in una zona dell'Appennino Piacentino morfologicamente identificata come "media collina".

L'area si dispone su marne e arenarie, ricoperte in superficie da una relativamente potente coltre di materiali colluviali costituiti da elementi litoidi in abbondante matrice limo-terrosa.

Il terreno in studio è compreso nella parte terminale del versante che degrada fino alla sponda destra del Fiume Trebbia con una acclività media del 10%÷14%.

Nella porzione di territorio interessata dalle analisi geognostiche di dettaglio non si sono rilevate particolari zone umide o di ristagno, né ingenti forme d'erosione superficiale.

In adiacenza al "dosso morfologico" sul quale si sviluppa la zona oggetto di sub-zonazione F3 e F4, deboli irregolarità morfologiche del pendio quali accumuli conchiformi e contropendenze, testimoniano la presenza di fenomeni di dissesto superficiale, determinati prevalentemente dallo scorrimento incontrollato e dall'infiltrazione delle acque meteoriche.

Malgrado questi diffusi fenomeni il tratto di pendio sub-zonizzato evidenzia un "sufficiente" equilibrio idrogeologico, come altresì dimostrato dall'integrità delle strutture murarie appartenenti alle costruzioni presenti in loco.

L'attuale configurazione del reticolo idrografico costituisce il risultato non solo della naturale evoluzione dell'originale maglia drenante delle acque superficiali, ma anche e soprattutto degli interventi dell'uomo che, in tempi successivi, ne ha rettificato o comunque modificato l'assetto.

La zona in esame, compresa nel bacino imbrifero del Fiume Trebbia, è costituita da un substrato roccioso prevalentemente marnoso, localmente ricoperto da accumuli detritici dovuti a dissesti.

L'alveo del fiume, nel tratto di interesse, si presenta ampio e caratterizzato da canali di magra ad andamento sinuoso.

La rete idrica superficiale è costituita da rii e canali che si immettono quasi perpendicolarmente nel corso del fiume Trebbia.

Questo particolare assetto idrografico, definito geomorfologicamente con il termine "Angolato", denota un rigido controllo strutturale da parte di fratture o discontinuità litologiche.

Localmente è presente un unico canale, denominato Rio Dell'Acqua, che lambisce il perimetro meridionale dell'area oggetto di sub-zonazione, risultando parzialmente intubato nel suo tratto terminale.

3.0. – INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il presente studio ha per oggetto la definizione della successione litostratigrafia, con particolare riguardo alle condizioni idrogeologiche ed una caratterizzazione geomeccanica di massima dei terreni che costituiscono il sottosuolo della porzione di pendice perimetrata F3 e F4.

Viste le caratteristiche geomorfologiche della zona si è reso necessario studiare il terreno non solo mediante prove meccaniche o campionamenti distribuiti in modo più o meno regolare sull'intera superficie, ma è stata richiesta una analisi più approfondita del sottosuolo che aiuti a meglio comprendere e delimitare le aree soggette a particolari fenomeni, difficilmente ricostruibili sulla base di interpolazione dei dati acquisiti attraverso un numero limitato di sondaggi geognostici diretti.

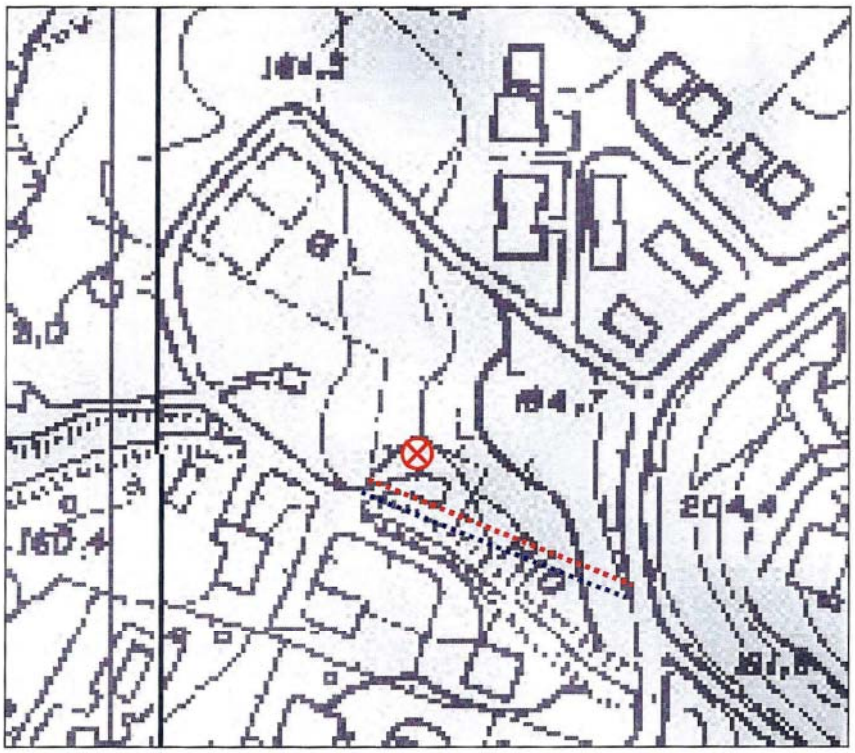
Quindi, oltre ad un accurato rilievo geomorfologico di superficie, si è ritenuto opportuno predisporre una serie di prospezioni geofisiche e di sondaggi geognostici realizzati dallo scrivente nella presente campagna geologica "*giugno-luglio 2009*".

Allo stato attuale disponiamo delle seguenti indagini:

- n. 1 stendimento sismico a rifrazione;
- n. 1 stendimento sismico "MASW";
- n. 1 prova penetrometrica dinamica.

I sondaggi geognostici sono ubicati come da planimetria, su base C.T.R. scala 1: 2.000, in fig. 3.0.I.

Mentre i certificati originali delle singole analisi sono riportati nell'Allegato 1 al presente elaborato.



LEGENDA

⊗ *Sondaggio penetrometrico dinamico*

Prospezioni sismiche a rifrazione

Prospezioni sismiche con metodo MASW



Fig. 3.0.I. – ubicazioni indagini geognostiche

3.1. - Prospezioni sismiche a rifrazione

Il presente paragrafo illustra e commenta i risultati dell'indagine sismica a rifrazione realizzata, nel mese di Luglio 2009, nell'ambito del centro abitato di Mulinasso. Gli scopi dell'indagine, sono stati:

1 determinazione del grado d'addensamento sia della copertura sia del locale "substrato".

2 valutazione della geometria dell'unità geologiche presenti nell'area d'interesse.

L'indagine ha previsto l'acquisizione di un profilo sismico, per una lunghezza totale di circa 70 m lineari, disposto come da planimetria in fig. 2.4.I.

La prospezione sismica rappresenta una tecnica di prospezione geofisica che consente, attraverso l'acquisizione e l'elaborazione di un considerevole volume di dati, la costruzione d'immagini bidimensionali (o tridimensionali) della variazione della velocità sismica.

Con questa tecnica si riesce ad avere, pertanto, una visione seppur qualitativa della stratigrafia del terreno investigato, in termini di variazioni di "densità" dello stesso, essendo questo parametro direttamente legato alla velocità sismica.

La tecnica di prospezione, consiste nella misura dei tempi impiegati dalle onde sismiche longitudinali (onde P) per percorrere un tragitto rettilineo tra una serie di punti d'energizzazione (sorgente sismica) e una serie di punti di ricezione (geofoni).

Il confronto matematico tra i vari tempi permette di suddividere lo spazio compreso tra le due serie di punti in porzioni, o "celle elementari" (quadrate per le sezioni bidimensionali come quelle in esame, o cubiche per sezioni tridimensionali) caratterizzate ognuna da un proprio valore di velocità sismica.

Come già accennato, l'indagine geofisica ha comportato la realizzazione di un profilo sismico per una lunghezza totale di circa 70 metri. Ogni profilo registrato è costituito da un allineamento di 24 geofoni, con distanza intergeofonica pari a 5 metri. In punti predefiniti del profilo, sono stati creati artificialmente degli impulsi elastici mediante l'utilizzo di una massa battente; l'energizzazione è avvenuta in punti disposti simmetricamente allo stendimento e precisamente nelle seguenti posizioni:

1 2 punti agli esterni al profilo
2 2 punti agli estremi del profilo
3 lungo il profilo ogni 3 geofoni.

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo digitale Geode della Geometrics a 24 canali, interfacciati a geofoni Geospace GS20DX a 10 Hz. Il "time-break", tempo zero di inizio registrazione, è stato fissato attraverso l'apertura di un circuito elettrico situato in corrispondenza del punto di energizzazione.

Il "Geode" è un sismografo modulare a 24 bit che rappresenta l'ultima frontiera dei sistemi di registrazione sismica combinando il meglio dei tradizionali sismografi Geometrics con la flessibilità di un sistema distribuito.

Geode è un sismografo ad elevata dinamica (144 dB di range dinamico totale – 105 dB istantanei a 2 msec di campionamento). Grazie all'ampia banda d'ingresso (1.75 Hz – 20 kHz, con velocità di campionamento da 0.02 msec a 16 msec), esso è perfettamente idoneo per un'ampia gamma di applicazioni: sismica a rifrazione, sismica a riflessione (anche ad altissima risoluzione), monitoraggio di vibrazioni, applicazioni sismologiche, downhole e VSP. In acquisizione sono disponibili tutte le funzioni di filtri, pre-amplificazione, line-test e instrument-test, tipiche dei sistemi di registrazioni evoluti.

L'atrezzatura utilizzata è composta da:

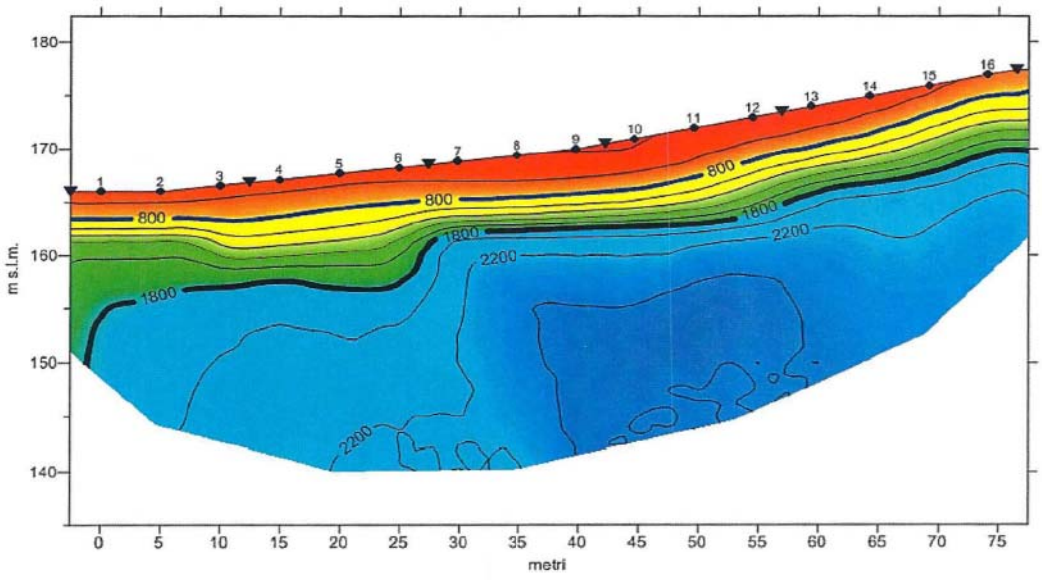
1 Sismografo modulare Geode 3-1000+ canali,
2 Massa battente da 10 Kg,
3 Piastra di battuta in alluminio 15x15x2,5cm,
4 Batteria ricaricabile 12 V,
5 Cavo per sismica a rifrazione stranded, 130 mt con 24 takeouts SPT-21 a 5 metri di intervallo e due code da 7.5 mt l'una terminate con connettore Bendix 61S,
6 Geofoni GS20DX, 10 Hz verticali, 395 Ohm con puntale da 3" ed 1,5 mt di cavo terminato con mueller clip singola MC-20-SP,
7 Computer portatile ACER.

I dati acquisiti sono stati interpretati secondo un particolare metodo sismico-tomografico. La procedura d'elaborazione ha comportato una prima fase un'interpretazione secondo i canoni classici della metodologia a rifrazione, con la lettura dei tempi dei primi arrivi sui sismogrammi. In seguito, attraverso un apposito programma di calcolo, sono stati ricostruiti i percorsi dei raggi sismici attraverso il terreno (SeisOpt@2D v4.0 prodotto dalla OPTIM).

In linea teorica, ogni punto del mezzo investigato, è attraversato in tutte le direzioni, dai raggi sismici. Di ogni raggio è quindi calcolata la traiettoria e, sul confronto fra tutti i possibili percorsi e tempi impiegati, ed è stabilita per ogni punto (o cella di dimensioni 1x0.5 m, in questo caso) la sua velocità sismica caratteristica.

Il risultato finale dell'elaborazione consiste in una sezione di velocità sismiche, rappresentata sia per isovelocità sia tramite colori. Alle diverse classi di velocità sismica, sono stati attribuiti colori che vanno, dal rosso per i valori più bassi, al blu per i valori più elevati. La scala cromatica evidenza i cambiamenti di velocità ritenuti più significativi.

I risultati dell'indagine sismica, opportunamente elaborati, sono visualizzati nella sezione sottostante (vedasi nel dettaglio l'allegato 1 al presente elaborato).



In sintesi, sono stati distinti i seguenti orizzonti geofisici in base alla velocità sismica:

- ***Unità superficiale*** *(colore rosso),* con velocità inferiori a **800 m/s**. L'unità corrisponde al materiale di copertura meno addensato. Gli spessori sono mediamente variabili da 2 a 4 m.
- ***Unità intermedia*** *(colore giallo e verde),* con velocità medie di **1400-1500 m/s**; l'aumento di velocità potrebbe indicare la presenza della parte superiore alterata del substrato. Gli spessori sono mediamente variabili da 2.5 a 5 m.
- ***Unità di fondo*** *(colore azzurro e blu),* con velocità superiori a **1800 m/s**. L'unità può essere associata al substrato roccioso più integro.

3.2. - Prospezioni sismiche con metodologia MASW

Il rapporto illustra e commenta l'indagine geofisica eseguita ai fini della determinazione del terreno di fondazione ai sensi del testo unitario " Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14 Gennaio 2008). L'indagine è stata realizzata mediante una prospezione sismica con metodologia **"Masw"** (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Nella presente indagine è stata utilizzata la metodologia denominata: **"Masw"** (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Il metodo **MASW** è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidezza del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidezza del suolo. Nel seguito faremo riferimento al metodo MASW attivo che consente la classificazione sismica dei suoli, perché fornisce il profilo di velocità entro i primi 30m di profondità. Il metodo passivo è più usato quando si ha interesse ad avere informazioni, comunque meno precise, sugli strati più profondi.

L'elaborazione dei dati con il metodo MASW prevede tre fasi di lavoro:

1. la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale,
2. la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica,
3. la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp (o in maniera alternativa alle velocità Vp è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

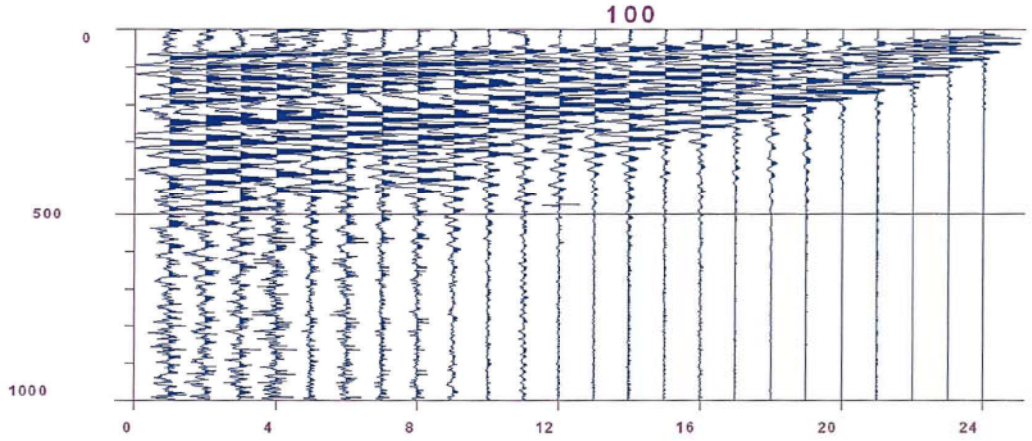
Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson, la densità di massa e si variano lo spessore h e la velocità Vs degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità Vs e degli spessori h, cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale.

Nella procedura automatica la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio Vs e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Modalità esecutive della prova "MASW"

Sono stati realizzati tre stendimenti di 24 geofoni spaziati di 5 m. La lunghezza delle registrazioni è stata di 1 sec, con un passo di campionamento di 0.250 ms.



Registrazione sismogramma

L'energizzazione, realizzata a distanze di: 5 m e 10 m dal primo geofono e dall'ultimo geofono, è stata ottenuta con una massa battente di 10 Kg.

Si ricorda che il punto di determinazione del profilo delle Vs in profondità, si riferisce al centro dello stendimento geofonico.

Per l'acquisizione dei sismogrammi è stato utilizzato un sismografo modulare a 24 bit di tipo "Geode" della Geometrics a 24 canali e elevata dinamica. I geofoni utilizzati hanno una frequenza propria di 4.5 Hz.

Strumentazione utilizzata

Il "Geode" è un sismografo modulare a 24 bit che rappresenta l'ultima frontiera dei sistemi di registrazione sismica combinando il meglio dei tradizionali sismografi Geometrics con la flessibilità di un sistema distribuito. Geode è un sismografo ad elevata dinamica (144 dB di range dinamico totale – 105 dB istantanei a 2 msec di campionamento). Grazie all'ampia banda d'ingresso (1.75 Hz – 20 kHz, con velocità di campionamento da 0.02 msec a 16 msec), esso è perfettamente idoneo per un'ampia gamma di applicazioni: sismica a rifrazione, sismica a riflessione (anche ad altissima risoluzione), monitoraggio di vibrazioni, applicazioni sismologiche, downhole e VSP. In acquisizione sono disponibili tutte le funzioni di filtri, pre-amplificazione, line-test e instrument-test, tipiche dei sistemi di registrazioni evoluti.

L'attrezzatura utilizzata è composta da:

- Sismografo modulare Geode 3-1000+ canali,
- Massa battente da 10 Kg,
- Piastra di battuta in alluminio 15x15x2,5cm,
- Batteria ricaricabile 12 V,
- Cavo per sismica a rifrazione stranded, 130 mt con 24 takeouts SPT-21 a 5 metri di intervallo e due code da 7.5 mt l'una terminate con connettore Bendix 61S,

- Geofoni GS20DX, 4.5 Hz verticali, 395 Ohm con puntale da 3" ed 1,5 mt di cavo terminato con mueller clip singola MC-20-SP,
- Computer portatile ACER.Elaborazione dati

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è il "SurfSeis" della Kansas Geological surveys.

In una seconda ed ultima fase si individuato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp (o in maniera alternativa alle velocità Vp è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di velocità assegnato.

Analisi delle risultanze

I dati sismici acquisiti, ed elaborati, hanno consentito di determinare un profilo di velocità delle onde "S" fino ad oltre 30 m (vedasi elaborato grafico in allegato 1).

La velocità delle onde di taglio, essendo legata alle caratteristiche dello scheletro del materiale, costituisce un parametro di grande rilevanza per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche dei materiali. Risulta evidente che a velocità elevate corrispondono materiali con buone caratteristiche geomeccaniche, viceversa a bassi valori corrispondono materiali con scadenti caratteristiche geotecniche.

Dall'esame del grafico si possono fare le seguenti considerazioni:

- I valori di Vs 30 calcolati sono stati di circa **600 m/s**, in base all'attuale normativa il sito d'interesse risulta classificato come suolo di fondazione di tipo **"B"**;

3.3. - Sondaggi penetrometrici

Al fine di ottenere utili informazione sulle reali caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni costituenti il primo sottosuolo dell'area in esame si è proceduto attraverso la realizzazione di n. 1 sondaggio penetrometrico dinamico, ubicati come da planimetria in fig. 2.4.I.

L'attrezzatura utilizzata per le prove dinamiche consiste in un penetrometro LSCPT mod. DL030.

Il numero di colpi (Nc) rilevato ogni 10 cm di infissione delle aste è perfettamente equiparabile al numero di colpi rilevabile ogni 30 cm di avanzamento nel corso di una prova con equipaggiamento standard SCPT o SPT.

Nella prova è stato intercettato un livello addensato in grado di portare al rifiuto la penetrazione della punta conica ad una profondità indicativa di circa 3.00 metri dal piano campagna.

Si precisa, comunque, che la coltre limo-argillo-terrosa superficiale ha evidenziato valori mediamente elevati di consistenza (Nc > 6).

Il diagramma penetrometrico è riportati nell'allegato 1 al presente elaborato.

4.0. - ANALISI DEL CORPO DI FRANA QUIESCENTE

La classificazione delle frane, secondo la Carta Inventario del Dissesto della Regione Emilia Romagna (approvata dalla Regione con D.G.R. n. 803 del 3/5/2004), consiste nella suddivisione dei movimenti gravitativi in 3 tipologie "principali", ognuna caratterizzata da un differente grado di rischio idrogeologico":

- frane attive (Fa) • aree a rischio molto elevato, poiché attualmente interessate da frane in movimento o con segni evidenti .di riattivazione;
- frane quiescenti (Fq) " aree soggette, nel passato storico, a movimento gravitativo non verificatosi in epoche più recenti, ma, vista l'esistenza di indizi morfologici di potenziale instabilità, teoricamente reinnescabile a seguito del mutamento di fattori ambientali (ad esempio le condizioni meteoclimatiche);
- frane stabilizzate (Fs) " aree a pericolosità moderata, poiché prive di evidenze morfologiche di movimento o instabilità in atto.

Pur non volendo contestare la metodologia di rilevamento ed i risultati conseguiti per la definizione dei limiti e per la scelta della tipologia delle frane cartografate, appare quantomeno opportuna una più puntuale definizione delle effettive condizioni attuali di stabilità riscontrabili nel contesto generale, mediante l'attuazione di una zonizzazione più specifica.

Lo studio ha soffermato l'attenzione in particolar modo sulle caratteristiche geologico-geomorfologiche e idrogeologiche dei terreni, permettendo di delineare un quadro più dettagliato relativamente alle condizioni di stabilità del corpo di frana quiescente che coinvolge il centro abitato di Mulinasso.

La perimetrazione, vista anche la finalità dell'indagine, volta a definire l'edificabilità in funzione della stabilità, ha coinvolto principalmente la porzione di pendice interessata da nuove previsioni urbanistiche.

4.1. - Perimetrazione del corpo di frana quiescente e condizioni di stabilità

Gli approfondimenti conoscitivi del fenomeno di dissesto "quiescente", estesi, in particolare, all'ambito di più stretto interesse, hanno permesso di attestare l'effettiva presenza, a valle della Strada Statale n° 45, di un dosso spartiacque posto in diretta prosecuzione della solida terminazione nord-occidentale dell'arco che descrive l'antica nicchia di distacco della paleofrana.

La porzione di frana quiescente perimetrata F3 e F4 è parte integrante di detto dosso morfologico, reso evidente nelle planimetrie allegate dall'andamento delle curve di livello e che presenta altresì una discreta regolarità morfologica.

Nei settori di valle si osservano deboli irregolarità morfologiche del pendio, che sembrano denunciare lenti movimenti ora quiescenti.

Al fine di giungere ad una più completa conoscenza delle condizioni litostratigrafiche della zona sono state eseguite una serie di verifiche dirette, tra le quali n° 1 prova penetrometrica dinamica e prospezioni sismiche.

Le indagini hanno confermato quanto emerso dal rilievo di superficie, evidenziando la presenza di un substrato roccioso sub-emergente in corrispondenza della strada statale, ancorché molto fratturato e diaclasato, e che tende progressivamente ad immergersi procedendo verso valle.

Sulla base dei rilievi geomorfologici-geognostici effettuati e descritti nei precedenti capitoli, è stata redatta su base Carta Tecnica Regionale, una apposita cartografia del dissesto idrogeologico in scala 1: 2.000, costitutiva del P.R.G. (*v. Tav. F a corredo*), nella quale, all'interno della porzione di frana quiescente oggetto di indagini particolareggiate, sono state individuate e delimitate due classi di fattibilità: "F3" (*a fattibilità con modeste limitazioni*) e "F4" (*a fattibilità con consistenti limitazioni).*

Si precisa, comunque, che l'edificabilità risulta subordinata all'adozione di opere di salvaguardia idrogeologica e di idonei accorgimenti realizzativi (*vedasi nel dettaglio il paragrafo 4.2*).

E' importante evidenziare inoltre, che malgrado sia stato effettuato un rilievo di superficie sull'intero corpo di frana quiescente, nelle porzioni di dissesto non oggetto di indagini geognostiche approfondite, sono stati mantenuti i perimetri preesistenti, ovvero sono state classificate a fattibilità con gravi limitazioni (F5).

Di conseguenza, in via cautelativa e previo successivi studi geologici di dettaglio, gli ambiti di frana quiescente in esame, con esclusione delle zone perimetrate F3 e F4, dovranno considerarsi ad alta o elevata pericolosità (F5 - *rif. art. 25 comma 6 della NTA*) e quindi sottoposte alle limitazioni di cui all'art. 25 comma 2 delle norme tecniche di attuazione relative alle condizioni di stabilità geomorfologica.

4.2. - Prescrizioni di salvaguardia idrogeologica

Per le zone ricadenti in frana quiescente assunte in classe di fattibilità F3 e F4, qualsiasi intervento edilizio consentito deve intendersi subordinato alle limitazioni imposte dalle normative di P.R.G. (*rif. art. 25 comma 4 e 5 delle norme tecniche di attuazione relative alle condizioni di stabilità geomorfologica*).

Inoltre, si suggerisce di attenersi alle seguenti prescrizioni di salvaguardia idrogeologica:

1. gli interventi edificatori dovranno far capo a progettazioni di dettaglio ed essere preceduti da idonei rilievi plano-altimetrici (piani quotati), nonché da un adeguato numero di sondaggi geognostici e/o di profili sismici (le sole prove penetrometriche potrebbero rivestire un valore insufficiente), tali da consentire una più razionale distribuzione e tipologia degli interventi stessi, con particolare riferimento al dimensionamento delle fondazioni e delle eventuali palificazioni.
2. in generale dovranno essere vietate qualsiasi attività comportanti ingenti scavi e/o movimenti terra; è inderogabile, inoltre, che gli stessi siano eseguiti durante la stagione meno piovosa, mantenendo le scarpate scevre da circolazioni idriche ancorché occasionali;
3. qualora, per esigenze costruttive, si rendesse necessario creare qualche piccolo rilevato; si raccomanda di appoggiare lo stesso su uno strato di materiale drenante, previa asportazione del terreno vegetale;
4. gli scavi di sbancamento ed in particolare i fronti degli stessi lasciati liberi, non dovrebbero superare i 2 m di altezza;
5. tutti i muri di sostegno dovranno essere dotati di drenaggio a ridosso, in grado di impedire qualsiasi ristagno di acque e/o imbibizione dei terreni sostenenti (a detti drenaggi dovrà essere necessariamente assicurato uno sbocco in un sistema drenante generale in grado di convogliare le acque raccolte verso valle, scaricandole in appositi canali collettori e/o nel sistema fognario);

6. gli "interrati" dovranno essere adattati a quanto precisato nei due precedenti punti;
7. le strade di accesso dovranno essere dotate di cunette a fondo rivestito e protette, lungo le scarpate di controriva, da muretti di sostegno;
8. il sistema fognario dovrà essere progettato in modo tale per cui le trincee destinate ad accogliere le relative condotte possano fungere, dotandole sul fondo di almeno 50 cm di materiale drenante (ghiaia e sabbia), da veri e propri drenaggi sotterranei ed essere contemporaneamente in grado di scongiurare qualsiasi pericolo connesso ad eventuali loro perdite (laddove, per necessità logistiche, il fondo delle trincee venisse ad assumere andamento eccessivamente trasversale rispetto all'immersione del pendio, dovranno essere previsti rami drenanti trasversali rispetto ad esse, tali da assicurare in ogni circostanza il deflusso e lo smaltimento verso valle delle acque, di qualunque origine, intercettate dalle trincee medesime);
9. quanto sopra vale anche per le condotte delle acque potabili;
10. gli spazi liberi, opportunamente piantumati e inerbiti, dovranno essere dotati di minuti sistemi di canalizzazioni, tali da evitare ristagni di acqua soprattutto nelle stagioni ad abbondanti precipitazioni;
11. infine, si prescrive la periodica pulizia e manutenzione del canale adiacente il perimetro meridionale dell'area oggetto di sub-zonazione (Rio dell'Acqua).

COMUNE DI RIVERGARO
PROVINCIA DI PIACENZA
LOCALITA' MULINASSO-FABBIANO

Analisi di un corpo di frana quiescente

"Carta di Sub-Zonazione"

TAVOLA F.

Variante Specifica al P.R.G. vigente

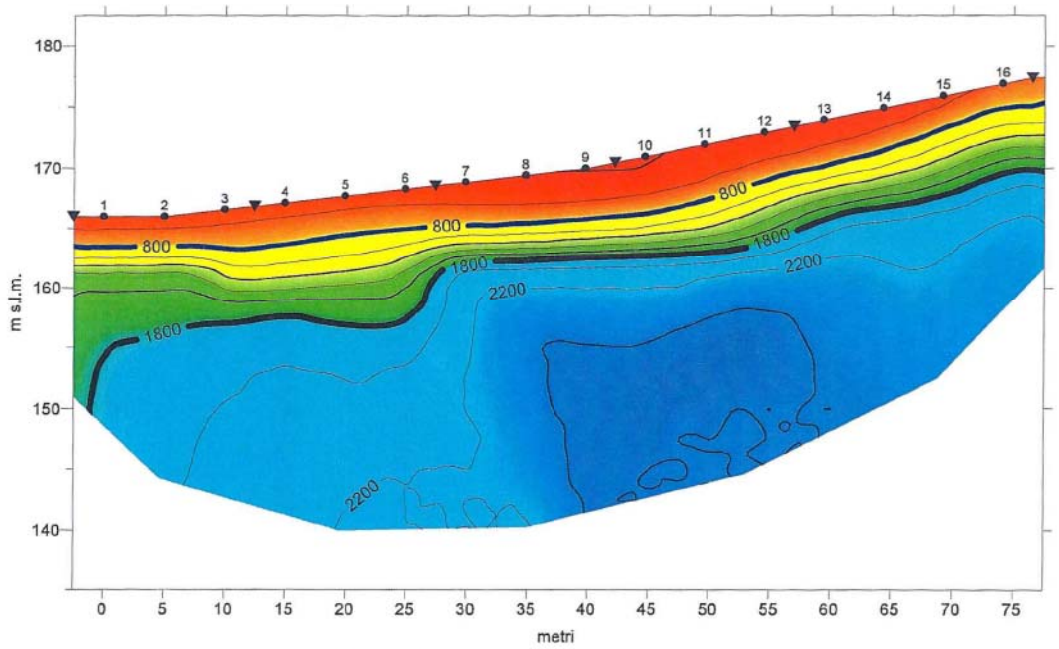
scala di riferimento dettaglio cartografico 1: 2.000

Dicembre, 2009

A cura di:
Dott. Geol. N. CAVANNA
Via Degani, 9a (PC)
☎ 0523/305674 - ☎ 335/5734746
FAX 0523/317301

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. NICOLA CAVANNA
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO SEZ.A
N. 761 ALBO P.

Loc. MOLINAZZO SOTTO COMUNE di RIVERGARO - TOMOGRAFIA SISMICA P1



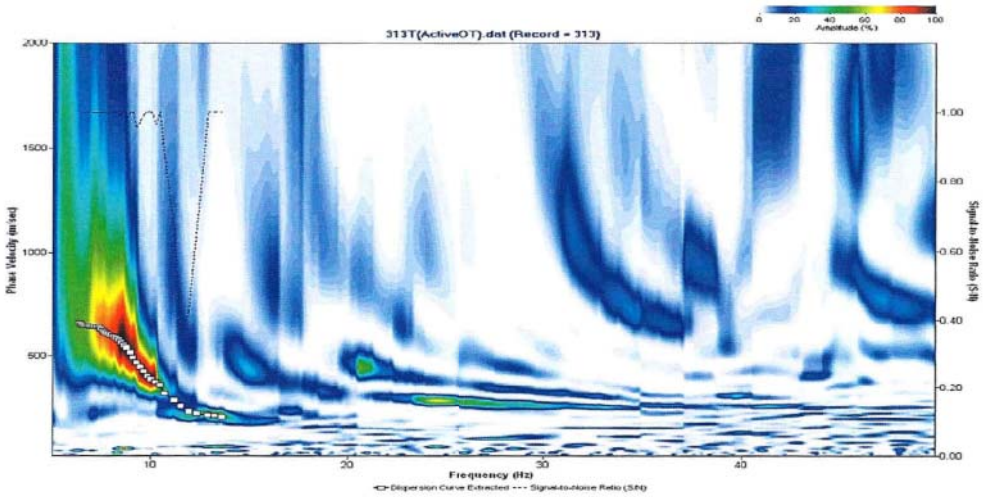
Scala 1:400

Loc. Molinazzo di Sotto - RIVERGARO

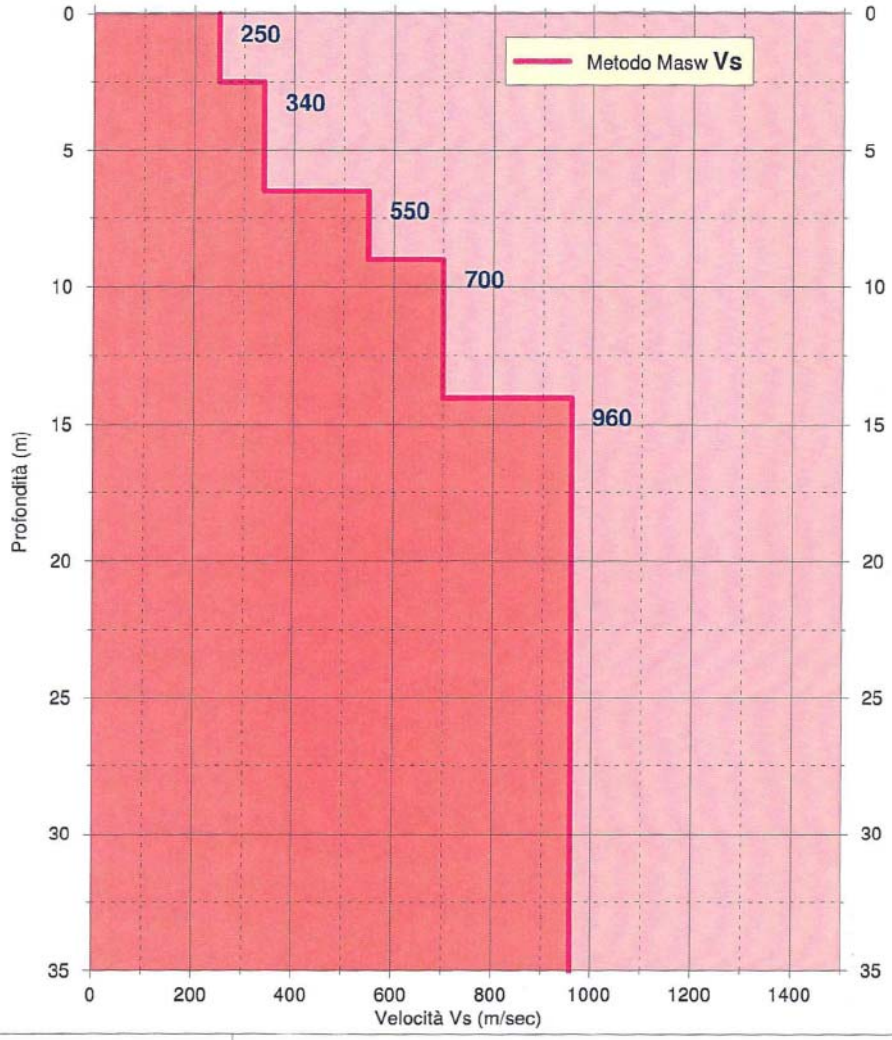
METODO MASW

M1

CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VELOCITÀ Vs

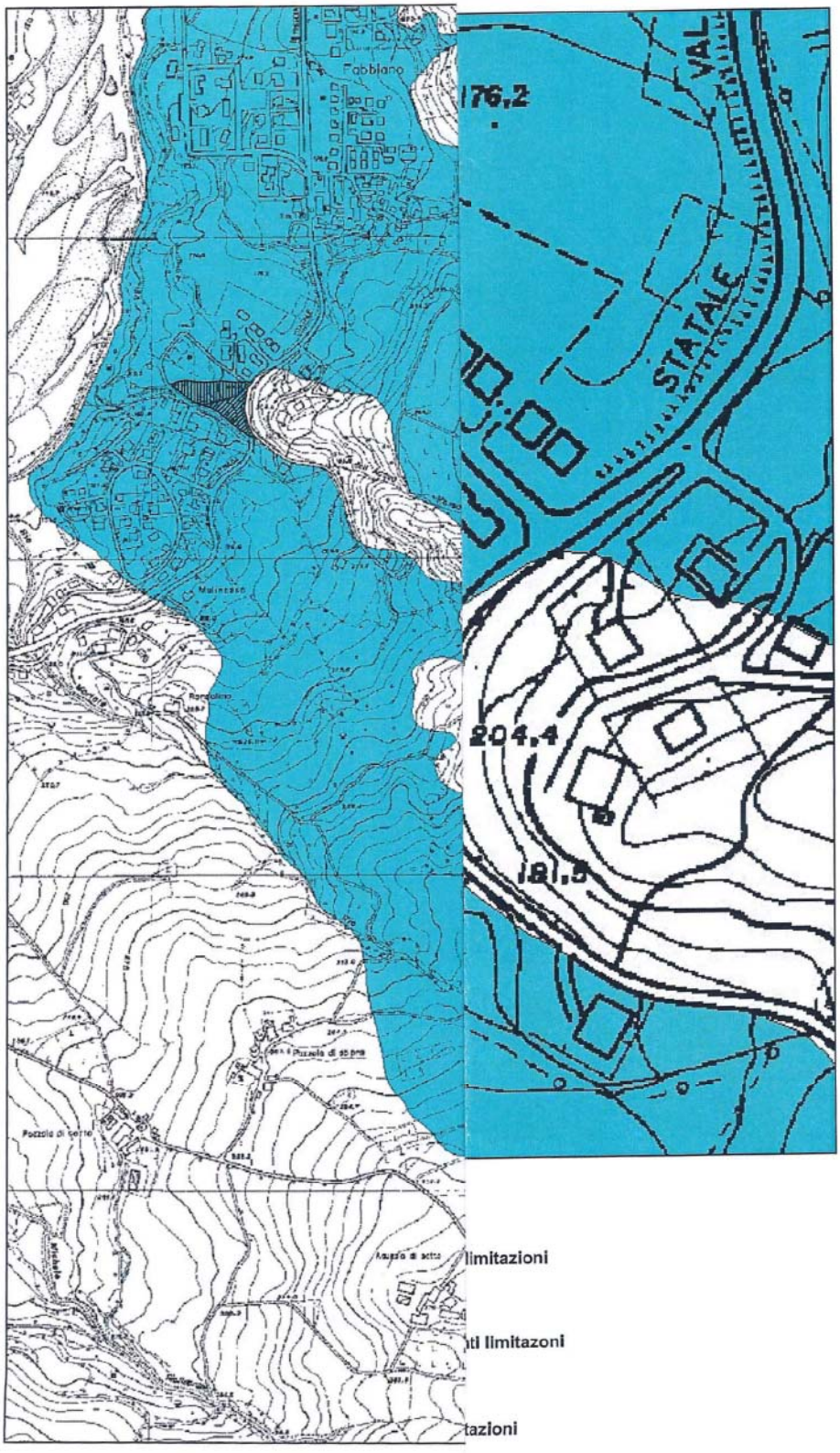


Vs30=600

SUOLO DI FONDAZIONE TIPO "B"

CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI RIVERGARO (PC)

AMBITO DI FRANA QUIESCENTE OGGETTO QUIESCENTE - scala 1: 2.000



limitazioni

ti limitazoni

tazioni

STUDIO GEOLOGICO

DOTT. CAVANNA NICOLA

COMUNE DI RIVERGARO
PROVINCIA DI PIACENZA
LOCALITA' MULINASSO-FABBIANO

Analisi di un corpo di frana quiescente

"Diagrammi penetrometrici"

"Risultanze prospezioni sismiche"

ALLEGATO 1

Variante Specifica al P.R.G. vigente

Dicembre, 2009

A cura di:
Dott. Geol. N. CAVANNA
Via Degani, 9a (PC)

☎ 0523/305674 - ☎ 335/5734746
FAX 0523/317301

CAVANNA DOTT. NICOLA
Via Degani, 9A
29100 Piacenza

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPM (Medium)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPM (Medium)

PESO MASSA BATTENTE	M	= 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,50 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms	= 18,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 10,00 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma	= 6,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,10 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI	
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 15,00 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	βt	= Q/Qspt = 1,916 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$\mathbf{Rpd = M^2 H / [A\ e\ (M+P)] = M^2 H N / [A\ \delta\ (M+P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm² 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

CAVANNA DOTT. NICOLA
Via Degani, 9A
29100 Piacenza

Riferimento: molinazz24

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 01

- committente : Amm.ne Comunale di Rivergaro
- lavoro : Sub-zonazione corpo di frana quiescente
- località : Molinazzo - Comune di Rivergaro
- note :
- data : 26/06/2009
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,10	1	8,3	----	1	1,40 - 1,50	15	112,5	----	2
0,10 - 0,20	14	116,7	----	1	1,50 - 1,60	14	105,0	----	2
0,20 - 0,30	16	133,3	----	1	1,60 - 1,70	12	90,0	----	2
0,30 - 0,40	9	75,0	----	1	1,70 - 1,80	10	75,0	----	2
0,40 - 0,50	8	66,7	----	1	1,80 - 1,90	10	68,2	----	3
0,50 - 0,60	10	83,3	----	1	1,90 - 2,00	9	61,4	----	3
0,60 - 0,70	12	100,0	----	1	2,00 - 2,10	19	129,5	----	3
0,70 - 0,80	8	66,7	----	1	2,10 - 2,20	24	163,6	----	3
0,80 - 0,90	6	45,0	----	2	2,20 - 2,30	28	190,9	----	3
0,90 - 1,00	7	52,5	----	2	2,30 - 2,40	17	115,9	----	3
1,00 - 1,10	6	45,0	----	2	2,40 - 2,50	32	218,2	----	3
1,10 - 1,20	6	45,0	----	2	2,50 - 2,60	35	238,6	----	3
1,20 - 1,30	9	67,5	----	2	2,60 - 2,70	40	272,7	----	3
1,30 - 1,40	11	82,5	----	2	2,70 - 2,80	40	272,7	----	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPM (Medium)**
- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,50** m - A (area punta)= **10,00** cm² - D(diam. punta)= **35,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

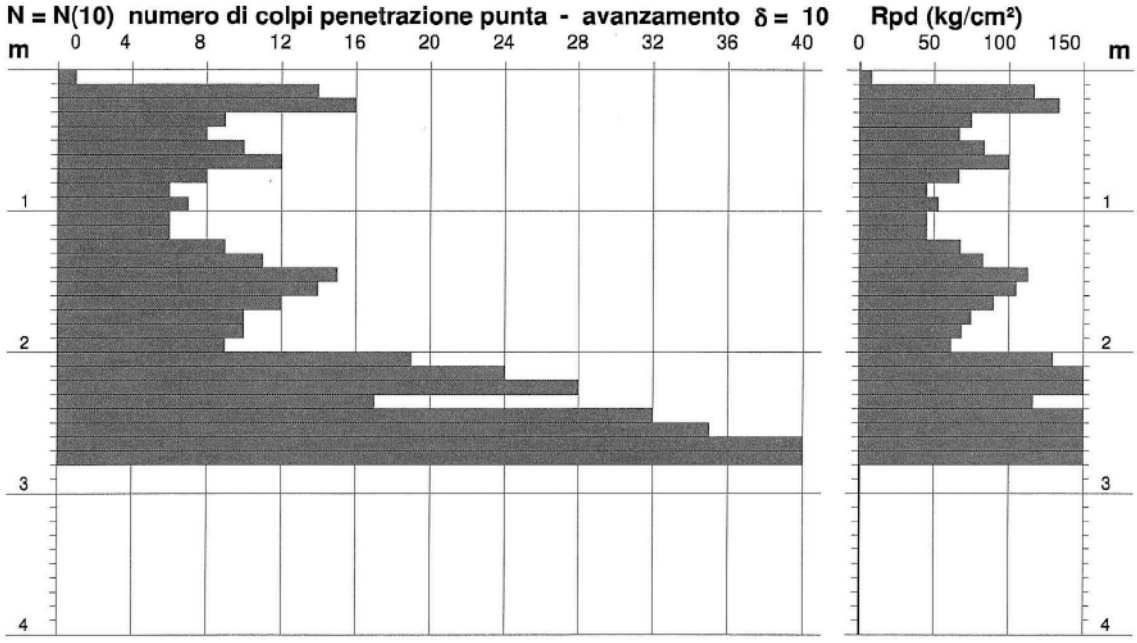
CAVANNA DOTT. NICOLA
Via Degani, 9A
29100 Piacenza

Riferimento: molinazz24

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 01
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Amm.ne Comunale di Rivergaro	- data :	26/06/2009
- lavoro :	Sub-zonazione corpo di frana quiescente	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Molinazzo - Comune di Rivergaro	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



CAVANNA DOTT. NICOLA
Via Degani, 9A
29100 Piacenza

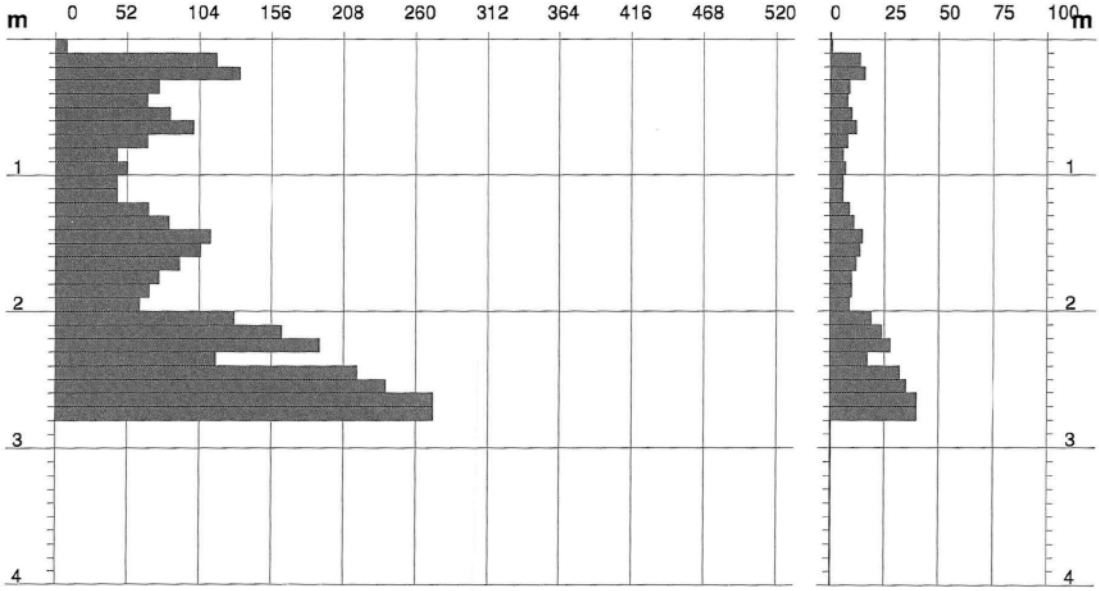
Riferimento: molinazz24

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 01
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

- committente :	Amm.ne Comunale di Rivergaro	- data :	26/06/2009
- lavoro :	Sub-zonazione corpo di frana quiescente	- quota inizio :	piano campagna
- località :	Molinazzo - Comune di Rivergaro	- prof. falda :	Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" **N = N(10) n° colpi δ = 10**



Allegato B.7

Studi di dettaglio frane quiescenti approvate

Studio 2 – Case Leoni

Studio 3 – Fabiano

Studio 4 – Ponte Sala

Studio 5 - Mandrola

Studio 6 - Rallio

CPA GEOENGINEERING - Dott. Geol. Paolo CERUTTI
RIVERGARO (PC), LODI (LO) - Tel: 0371427203 - Fax: 037150281 - E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

CONTENUTI

1. INTRODUZIONE
   1.1. Premesse
   1.2. Oggetto di attività

2. PROPOSTE DI MODIFICA ALLA PERIMETRAZIONE PREVIGENTE DI FRANE QUIESCENTI
   2.1. Proposte di integrazione
   2.2. Proposte di sub-zonazione

3. LOCALITÀ CASE LEONI
   3.1. Raccomandazioni generali
   3.2. Case Leoni "nord"
   3.3. Case Leoni "sud"

4. LOCALITÀ FABIANO
   4.1. Descrizione del dissesto
   4.2. Limitazioni e raccomandazioni

5. LOCALITÀ PONTE SALA
   5.1. Descrizione del dissesto
   5.2. Limitazioni e raccomandazioni

6. LOCALITÀ MANDROLA
   6.1. Descrizione del dissesto
   6.2. Limitazioni e raccomandazioni

ALLEGATO

Tavola:

N°	*Contenuti*	*Scala*
qd	Carta del dissesto comunale – estratti	1: 2.000

1. INTRODUZIONE

1.1. Premesse

Il presente documento rappresenta la Relazione Geologico-Tecnica, predisposta, unitamente agli altri elaborati (Relazione Generale, Relazione Normativa, Relazione Sismica) ed ai relativi allegati cartografici, su richiesta dell'Amministrazione Comunale di Rivergaro (PC), di seguito definito "Committente", dal Dott. Geol. Paolo Cerutti, di seguito definito "Consulente".

Quanto prodotto rientra nell'ambito delle attività di adeguamento (Variante specifica ex comma 2, art. 41, L.R. 20/2000) dello strumento urbanistico del comune di Rivergaro (P.R.G.) al Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), attività avviate nel 2006 e successivamente integrate in relazione alla emanazione, nel maggio 2007, da parte della Regione Emilia-Romagna di una Delibera di indirizzo per l'analisi della componente sismica negli studi geologici a supporto della pianificazione, anche comunale.

Nel presente documento si propongono alcune modifiche alla perimetrazione previgente delle aree di frana quiescente, sulla base di una dettagliata analisi, delle porzioni corpi di frana che sono state assoggettate a specifiche indagini geognostiche dirette, anche sulla base di specifiche esigenze connesse alle previsioni urbanistiche.

Le proposte di cui sopra, adottate unitamente agli altri elaborati, potranno essere modificate alla luce di nuovi elementi forniti dalle osservazioni degli Enti e dei privati.

1.2. Oggetto di attività

L'analisi di cui alla presente relazione è consistita essenzialmente in:

a. un approfondimento e aggiornamento conoscitivo relativo all'individuazione dei fenomeni di dissesto e alla valutazione delle relative condizioni di pericolosità e di rischio, con particolare riferimento alle parti urbanizzate, soggette o assoggettabili a previsioni urbanistiche;
b. la proposta di revisione, ove necessario, della pianificazione urbanistica, in modo tale da rendere coerenti le previsioni relative alle destinazioni urbanistiche con le risultanze degli approfondimenti di cui al punto precedente e con le limitazioni d'uso del suolo del PAI finalizzate al contenimento del rischio idrogeologico.

Per alcuni degli ambiti di "frana quiescente" nei quali ricadono le aree di specifico interesse, sono state prodotte **proposte di sub-zonazione**, ossia classificazioni specifiche di pericolosità, per la cui definizione si è fatto riferimento alle seguenti classi di rischio idrogeologico (art. 7 N.T.A. del P.A.I.):
R1 - moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
R2 - medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio - economiche;
R3 - elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio - economiche, danni al patrimonio culturale;
R4 - molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio - economiche.

Gli ambiti di frana quiescente in esame esclusi dalle zone oggetto di sub-zonazione, dovranno considerarsi inseriti assunti in una classe di rischio più elevata e comunque rimanere soggetti alle limitazioni di cui all'articolo 9, comma 3, delle norme di attuazione del PAI..

Le situazioni indagate sono illustrate nel seguito della presente relazione.

2. PROPOSTE DI MODIFICA ALLA PERIMETRAZIONE PREVIGENTE DI FRANE QUIESCENTI

Nel corso delle attività di analisi dei dissesti si è proceduto, solo relativamente ad aree classificate in precedenza come di frana quiescente, a proposte di modifica corrispondenti a:

1. integrazione;
2. sub-zonazione.

Le due tipologie di modifica di cui sopra sono identificate, in termini di ubicazione, nelle due rispettive figure alle pagine seguenti e sono peraltro ulteriormente descritte nella Relazione Geologico-Tecnica specifica predisposta unitamente alla presente Relazione Generale, nonché rispettivamente nelle Tavole RP1-RG01-TAVD, RP1-RG01-TAVdd, RP1-RT01-TAVqd allegate alla Relazione Generale ed alla presente Relazione Geologico Tecnica relativa alle frane quiescenti.

Sempre relativamente ai dissesti previgenti, nell'ambito dello studio non sono stati proposti stralci di alcun tipo e non sono in alcun modo state proposte modifiche ad aree in precedenza classificate come di frana attiva.

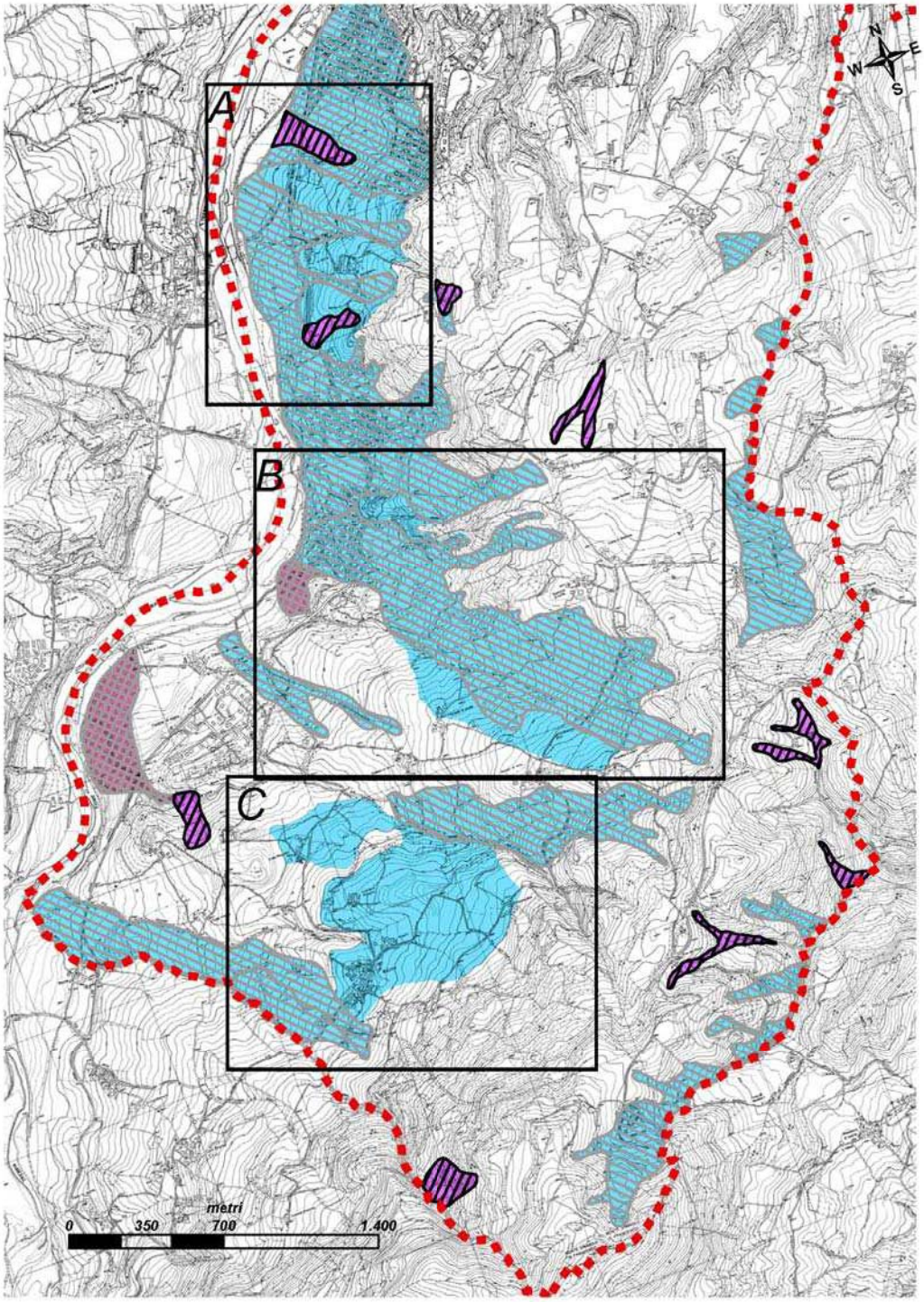
2.1. Proposte di integrazione

Sulla base dell'analisi geologica e geomorfologia condotta nel corso delle attività, è stata formulata una proposta di integrazione delle aree precedentemente classificate come di frana quiescente, integrazione che riguarda le porzioni di territorio la cui ubicazione è rappresentata in dettaglio nelle quattro figure alle pagine seguenti, oltre che su tutti gli elaborati cartografici in scala 1:5.000 relativi al dissesto e particolarmente evidenti sulle tavole di sovrapposizione del dissesto comunale proposto e di quello previgente (RP1-RG01-TAVdd).

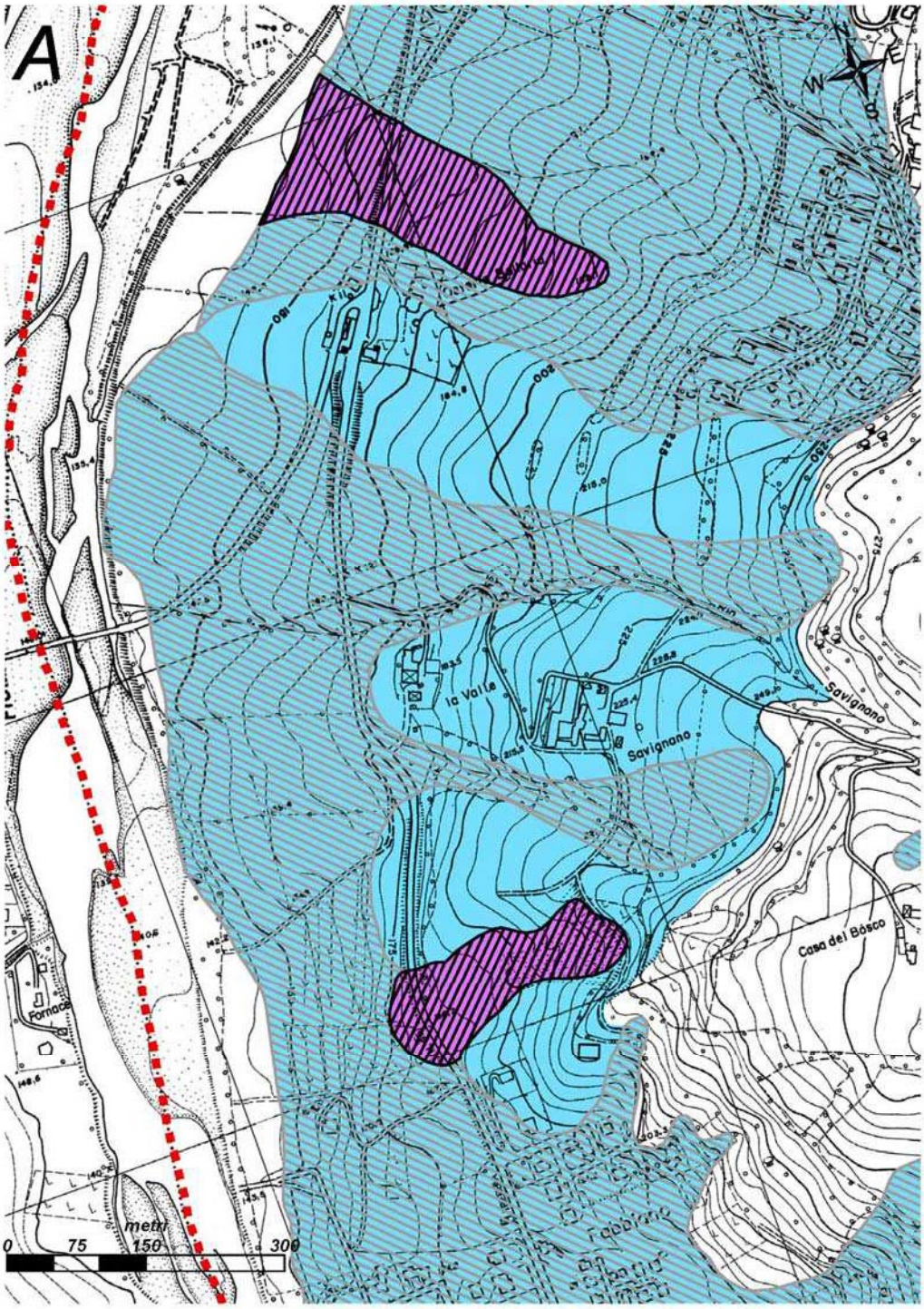
Tali porzioni sono ubicate in corrispondenza delle seguenti località:
A. Bellaria – Fabiano (ed aree comprese, quale Savignano);
B. Rio dell'Acqua – Acquesio (ed aree comprese, quale Bozzolo di Sopra);
C. Rallio (ed aree adiacenti Nicelli, Cimitero Piazzoli, Casa Magnani).

La proposta di integrazione di cui sopra deriva da:
- evidenze morfologiche riscontrate tanto mediante rilievi di terreno, quanto mediante analisi cartografica della topografia ed osservazione di foto aeree;
- censimento e riscontro di cedimenti e lesioni e/o di interventi realizzati a carico di manufatti per il relativo consolidamento;
- analisi della cartografia precedente e/o previdente, dalla quale risulta ad esempio (Carta del Dissesto PAI sezione 179_2) che l'area sopra definita al punto 3 in località Rallio ed aree adiacenti era stata inizialmente classificata come in dissesto (frana quiescente successivamente declassificata);
- assimilazione ad altre aree, aventi caratteristiche analoghe per assetto geologico e topografico, classificate in precedenza come frana quiescente.

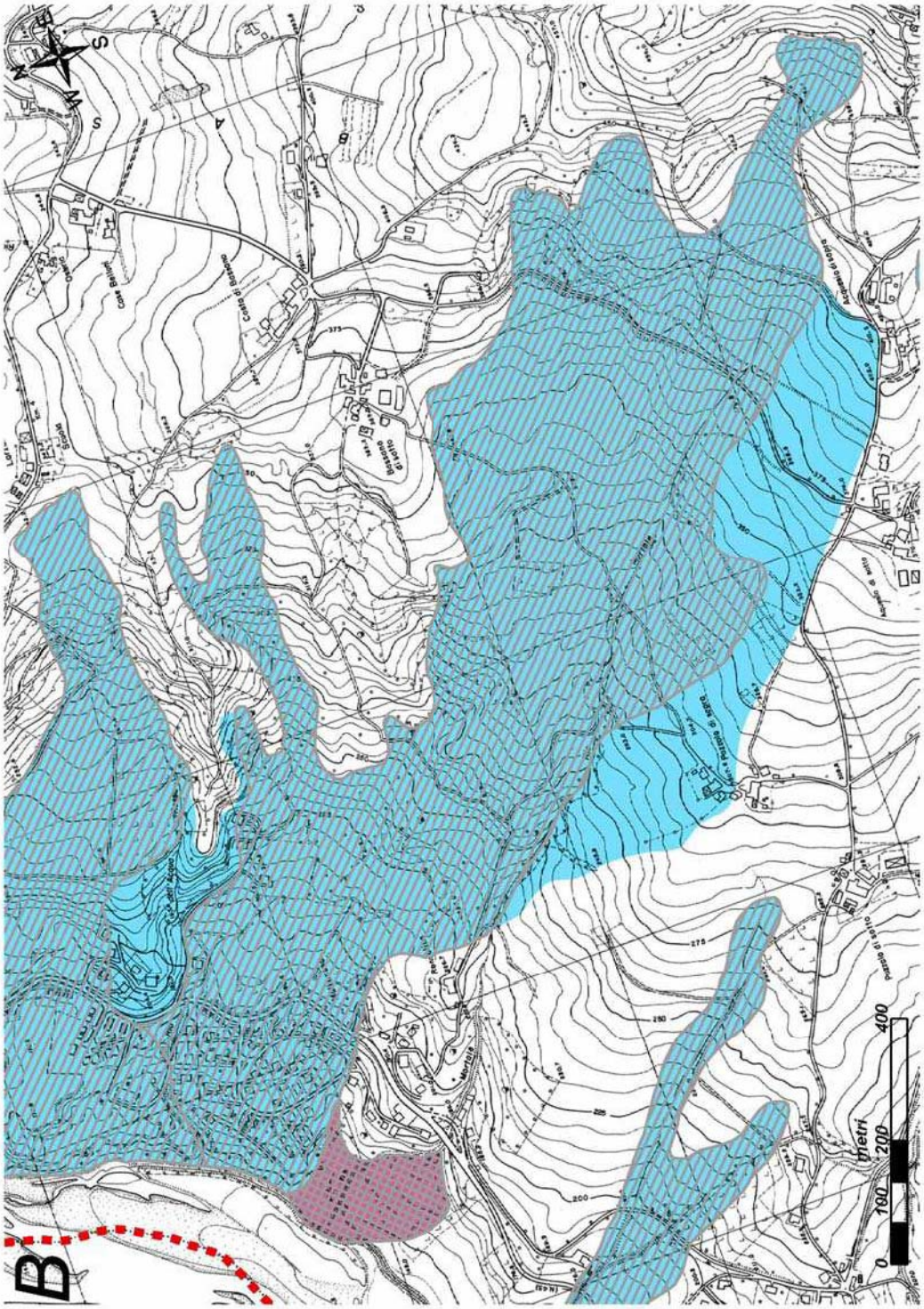
Va sottolineato che le integrazioni proposte non sono state supportate in questa fase da indagini dirette di carattere geognostico e/o geotecnico od indirette di carattere geofisico; ne consegue che l'incertezza relativa alla dimensione quantitativa del dissesto ha orientato le valutazioni in una direzione maggiormente cautelativa.



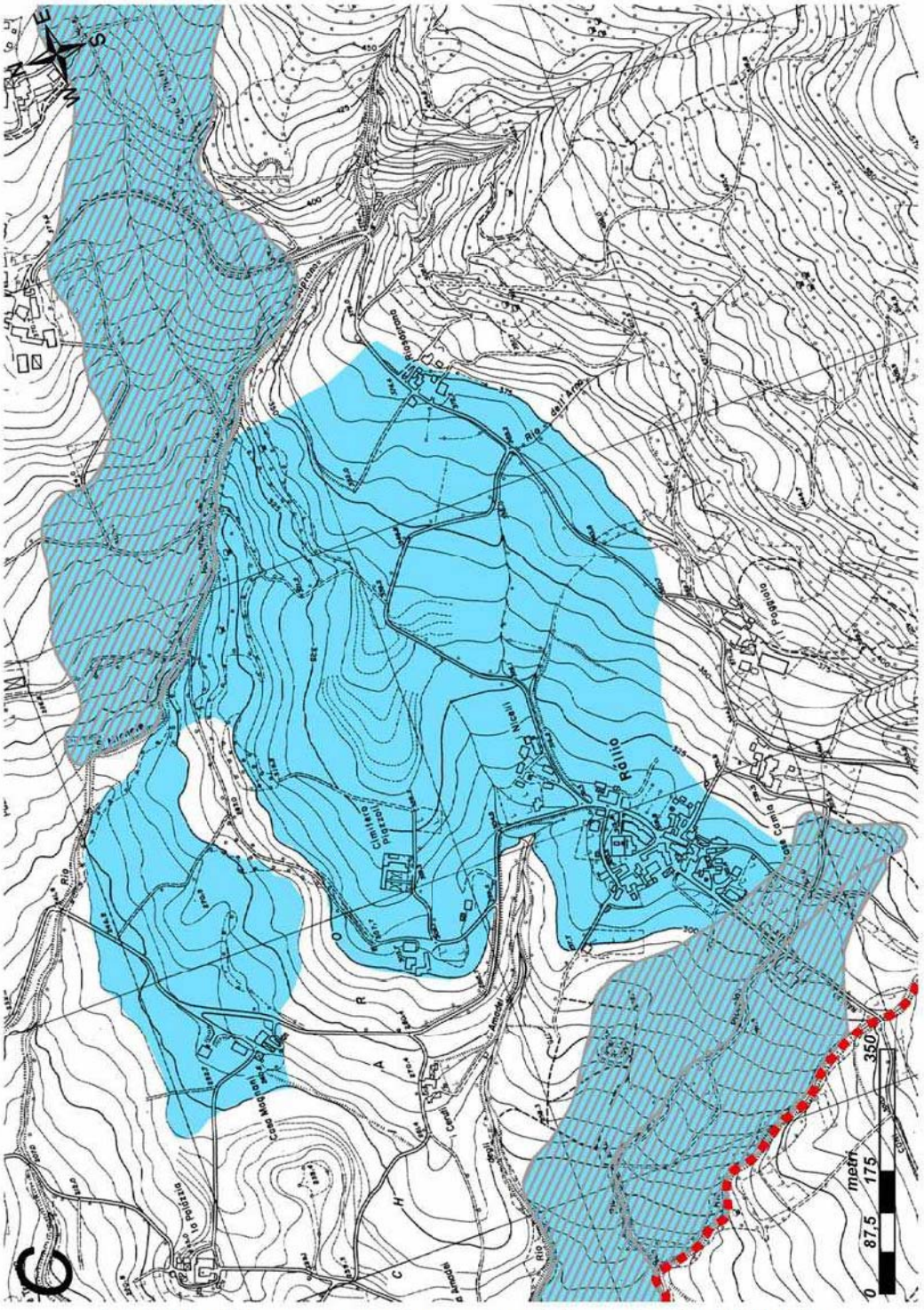
Modifiche di frane quiescenti : proposte di integrazione (azzurro non retinato).



Modifiche di frane quiescenti: proposta di integrazione località Bellaria-Fabiano.



Modifiche di frane quiescenti: proposta di integrazione località Rio dell'Acqua-Acquesio.



Modifiche di frane quiescenti: proposta di integrazione località Rallio.

2.2. Proposte di sub-zonazione

Sulla base delle analisi e di specifiche indagini effettuate, si sono individuati alcuni ambiti che, in ragione della verificata minor criticità dello stato di fatto riscontrato rispetto a quanto risultante dalla classificazione previgente, sono stati assoggettai ad un approfondimento di analisi e di indagine.

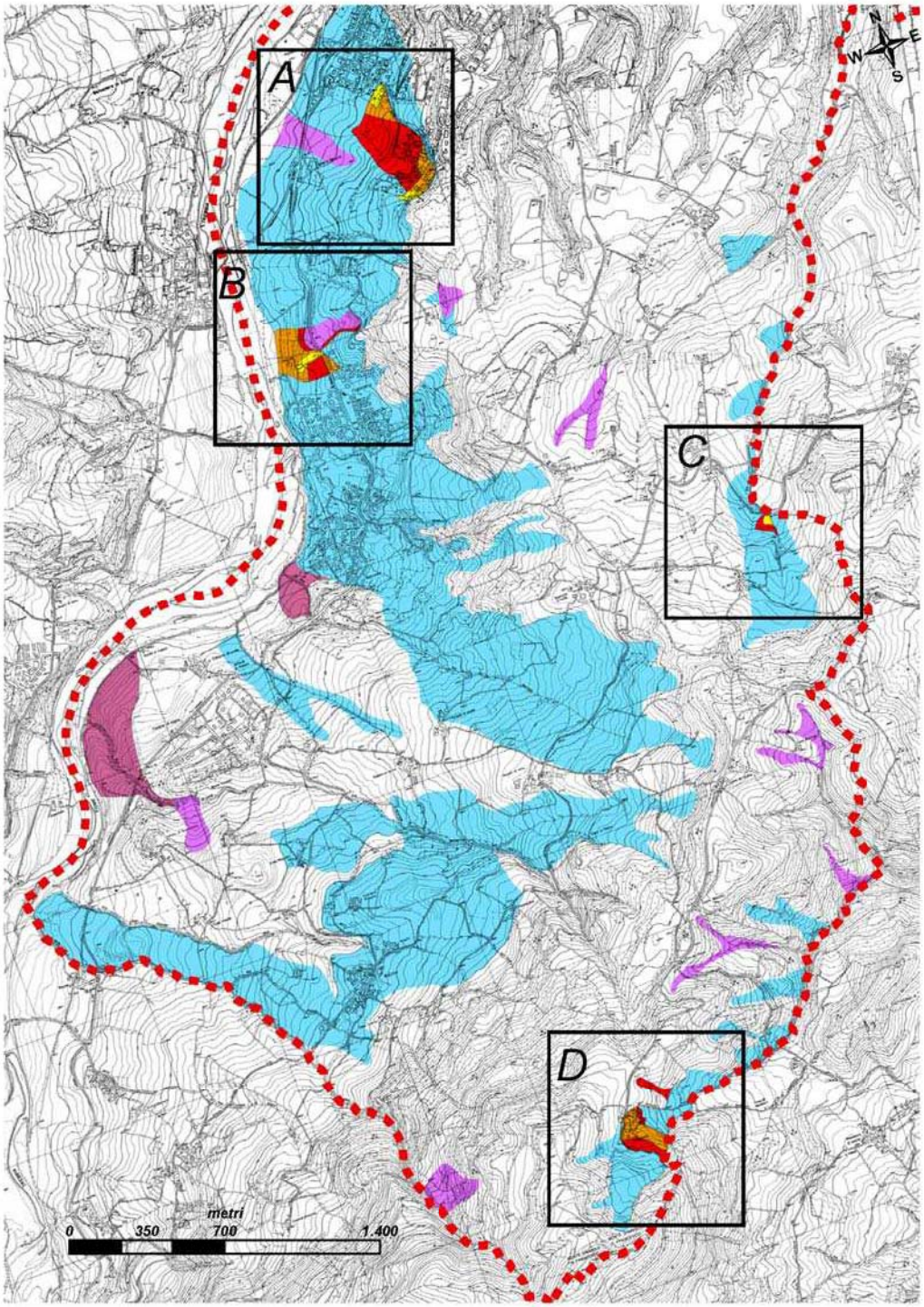
In conformità con quanto esplicitamente indicato nelle NdA del PAI, alla luce dello stato di fatto analizzato e descritto, nonché delle relative valutazioni espresse, è stata quindi effettuata una proposta di revisione degli elaborati costitutivi dello strumento di pianificazione urbanistica comunale (P.R.G.), in modo tale da rendere coerente la proposta di nuova delimitazione con le limitazioni d'uso del suolo finalizzate al contenimento del rischio.

Quanto proposto, tenendo conto dei contenuti e degli approfondimenti di indagine prodotti dalle osservazioni espresse in corso di istruttoria, dovrà essere osservato in sede di attuazione degli interventi sul territorio.

Tali aree, la cui ubicazione è sinteticamente riportata nella figura alla pagina seguente ed in dettaglio nella tavola RP1-RT01-TAVqd in scala 1:2.000 allegata alla presente Relazione Geologico-Tecnica, corrispondono alle seguenti località:

1. Case Leoni,
2. Fabiano,
3. Ponte Sala,
4. Mandrola,

alle quali sono dedicati i capitoli successivi.



Modifiche di frane quiescenti: proposte di sub-zonazione (giallo-ocra-rosso).

3. LOCALITÀ CASE LEONI

Case Leoni è una località situata a sud del centro principale di Rivergaro, in prossimità del crinale spartiacque tra il bacino idrografico del Rio Vergaro e quello del più importante F. Trebbia, il cui ampio alveo ghiaioso scorre ad Ovest ad una distanza, in linea d'aria, di circa 1 km. Morfologicamente l'area oggetto di approfondimento (di seguito "l'area") si presenta come un ripiano pressoché sub-pianeggiante, interessato da un lieve cambio di pendenza nella porzione centrale, che individua il limite tra le zone a diverso grado di stabilità. L'acclività tende progressivamente ad aumentare procedendo verso Ovest in direzione del crinale spartiacque secondario. Il corpo di frana sul quale si colloca l'area corrisponde ad una paleofrana di ampie dimensioni e a diverso grado di assestamento. La sua porzione sud-orientale (zona di testata della frana, conformata a conca subpianeggiante, idrograficamente centripeta) è stata intensamente urbanizzata in questi ultimi decenni. Quella più nord-occidentale coinvolge la S.S. 45 e si spinge fin quasi al Trebbia. Nei pressi di Osteria Bellaria (in particolare a nord-est di detta località) si sono manifestate in epoca recente lente deformazioni del piano di campagna che hanno portato all'individuazione di testimonianze di locali riattivazioni dell'antico corpo di frana. La nicchia di distacco è impostata su una potente coltre di antichissime ghiaie grossolane a matrice limoso-sabbiosa, parzialmente cementate, poggiante su un flysch calcareo-marnoso-arenaceo: le acque immagazzinate nella coltre ghiaiosa, relativamente permeabile, vengono restituite al contatto con la sottostante roccia flyscioide, le cui intercalazioni argillose e argillo-marnose ne subiscono un destabilizzante ammollimento.

Sotto l'aspetto geolitologico, i terreni sub-affioranti nell'area sono noti in letteratura con il nome di "Fluviale Mindel", che comprende i terreni di un alto terrazzo di depositi di fiume, composti superiormente da un suolo a matrice prevalentemente Argilloso-Limosa, di colore bruno-rossastro ("Ferretto"), e da sporadici ciottoli silicei malta alterati, che presentano talvolta incrostazioni di manganese. L'immediato sottosuolo dell'area si presenta privo di circolazioni idriche: in base agli elementi desunti dalla bibliografia idrogeologica il livello della prima falda, di norma, si attesta a profondità di alcune decine di metri dal p.c.. Possono però formarsi delle circolazioni acquifere sub-superficiali, a carattere stagionale, nei rari livelli sabbiosi leggermente più grossolani e meno ricchi di matrice limosa-argillosa, che ripercorrono antiche lenti, ora completamente ricoperte dai materiali alterati, depositati in epoche successive.

Il settore di frana quiescente sul quale risiede l'area si colloca nella porzione perimetrale di un costone morfologico, idrograficamente centrifugo, impostato su

vecchi depositi alluvionali del Fiume Trebbia (rif. "Carta litologica" RER) e parzialmente esterno al dissesto (vedasi stralcio carta Inventario del dissesto RER). Le indagini geognostiche effettuate a corredo della presente analisi hanno evidenziato l'esistenza di un livello ghiaio ciottoloso, parzialmente cementato, ascrivibile alla formazione Fluviale Mindel e sub-emergente in corrispondenza dell'area (vedasi diagramma sondaggio penetrometrico n. 1), che tende progressivamente ad approfondirsi procedendo verso Est in direzione della porzione apicale del corpo di frana (vedasi diagramma sondaggio penetrometrico n. 2). I rilievi effettuati, insieme ad un attento esame delle strutture murarie appartenenti alle costruzioni limitrofe, ha permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti che interessano l'ambito di specifico interesse.

Al fine di giungere ad una più completa conoscenza delle condizioni litostratigrafiche della zona sono state approntate una serie di verifiche dirette, tra le quali alcune prove penetrometriche dinamiche {vedasi figura "*Ubicazione indagini*" alle pagine seguenti).

Le indagini hanno confermato quanto emerso dal rilievo di superficie, evidenziando la presenza di una successione litostratigrafica composta superiormente da una limitata coltre a matrice prevalentemente Argilloso-Limosa di colore bruno-rossastro che ricopre una fascia di conglomerati alterati alla sommità.

L'area è impostata su di un sub-strato costituito da depositi ghiaiosi a matrice sabbiosa, localmente dotati di un discreto grado di cementazione (Ø = 36° e y = 2.10 T/mc), celato in superficie da una coltre d'alterazione della potenza massima di circa 2.00 metri (Cu = 0.52 Kg/cmq e y = 1.90 T/mc).

L'area ricade nelle limitazioni imposte dagli adottati PAI e PTCP, *("frane quiescenti" e "zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità").* In relazione tuttavia a quanto sopra esplicitato si propone di declassificare la ristretta porzione di frana quiescente interessata dall'approfondimento, introducendo una sub-zonazione, che risulta rappresentata nella tavola allegata alla presente relazione. Tale ambito zonizzato è riferibile alla lembo perimetrale e/o basale del sopraccitato solido costone morfologico.

Da un punto di vista sismico, è utile segnalare che, a seguito dell'Ordinanza PCM n ° 3274 del 20/03/2003, pubblicata sulla G.U. n° 105 dell'8/05/2003 il territorio comunale di Rivergaro è stato ascritto alla zona sismica n° 3: vi corrispondono aree con un valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio massima al suolo a_g

pari a 0,15 g. Come meglio specificato nella proposta di normativa specifica (vedi Relazione Normativa), in conformità al capo 3.1. delle *"Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici"* dell'Ordinanza sopraccitata, sull'area dovranno comunque essere realizzate quantomeno delle specifiche indagini geognostiche per ogni singolo intervento edilizio al fine di definire la categoria di suolo fondazionale (A, B, C, D). Per l'ambito d'interesse e previa verifica puntuale, il profilo litostratigrafico corrisponde alla categoria di suolo fondazionale tipo B/C, per le quali l'azione sismica di progetto va riferita ad una accelerazione massima al suolo [a_g] incrementata di un fattore S pari a 1,25 (fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione).

In ragione della sismicità dell'ambito comunale e delle condizioni morfologiche e litostratigrafiche della porzione di territorio in esame, che corrispondono a:

- classe di rischio idrogeomorfologico medio, per la quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- condizioni topografiche tali da non indurre particolari fattori di amplificazione dell'azione sismica e che comunque andranno verificati, in fase esecutiva, medianti rilievi di dettaglio;
- terreni di fondazione "sismicamente stabili", in quanto costituiti da ghiaie parzialmente cementate (conglomerati), con intercalazioni lenticolari di ghiaie sciolte e di bancate sabbioso limose, con caratteristiche meccaniche nell'insieme "buone", che interagendo con le onde sismiche prodotte da un data terremoto [intensità massime previste pari a 7 (MCS)], ne possono amplificare e modificare la scuotimento senza pervenire a rottura e con cedimenti limitati;

si rilevano limitate condizioni di "**pericolosità geologica locale**", ma tali da non vincolare la realizzazione di futuri interventi edilizi, o che comunque potranno essere superate mediante idonei accorgimenti messi in pratica nella fase di progettazione esecutiva e di attuazione degli interventi.

Alla luce di quanto sopra, l'utilizzazione ai fini edilizi dell'area è da ritenersi attuabile, fatta salva l'osservanza delle raccomandazioni fornite nel seguito (paragrafo 3.1.), unitamente ad una descrizione più approfondita dell'area, la quale, come si rileva anche dalla sub-zonazione proposta, è suddivisibile in due zone, una "nord" ed una "sud" (rispettivamente paragrafo 3.2. e paragrafo 3.3.).

3.1. Raccomandazioni generali

In considerazione della particolare fragilità ambientale della zona (le condizioni di stabilità di questo settore risultano influenzate dalla presenza di un esteso corpo di frana a diverso grado di assestamento) i futuri interventi edificatori dovranno essere realizzati con modesti indici volumetrici.

Ferma restando la necessità di procedere a dettagliate indagini di caratterizzazione geomeccanica e litostratigrafica dei terreni superficiali, così come prescritto dal D.M. 14 settembre 2005:

1. il piano di posa fondazionale dovrà spingersi fino a raggiungere i livelli più consistenti;
2. si dovranno limitare scavi e sbancamenti allo stretto necessario per l'esigenze progettuali, il terreno di risulta dovrà essere immediatamente allontanato dall'area;
3. dovrà essere vietata qualsiasi attività comportanti ingenti scavi e/o movimenti terra ed eventuali movimenti terra saranno eseguiti durante la stagione meno piovosa, mantenendo le scarpate scevre da circolazioni idriche ancorché occasionali;
4. durante i lavori si dovrà evitare qualsiasi dispersione d'acqua lungo il versante e si avrà l'obbligo di porre la massima cura nella gestione delle acque meteoriche superficiali, che dovranno essere convogliate nei più vicini collettori idrici, evitando dispersioni di ogni tipo d'acque reflue e liquami nel sottosuolo (le tubazioni di scarico, a perfetta tenuta, dovranno sempre essere affogate in materiale drenante).

In conformità con quanto espressamente indicato dell'Amm.ne Provinciale di Piacenza, ove richiama il fatto che "*il PAI prevede che il Comune, in sede di formazione o di variazione della strumento urbanistico, effettui una verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni con le condizioni del dissesto presenti o potenziali*", ed in coerenza con le procedure di attuazione del PAI nel settore urbanistico stabilite dalla Regione, occorrerà revisionare la pianificazione urbanistica, in modo tale da rendere coerente la variante urbanistica con le limitazioni d'uso del suolo del PAI finalizzate al contenimento del rischio.

Figura - GEOMORFOLOGIA LOC. CASE LEONI

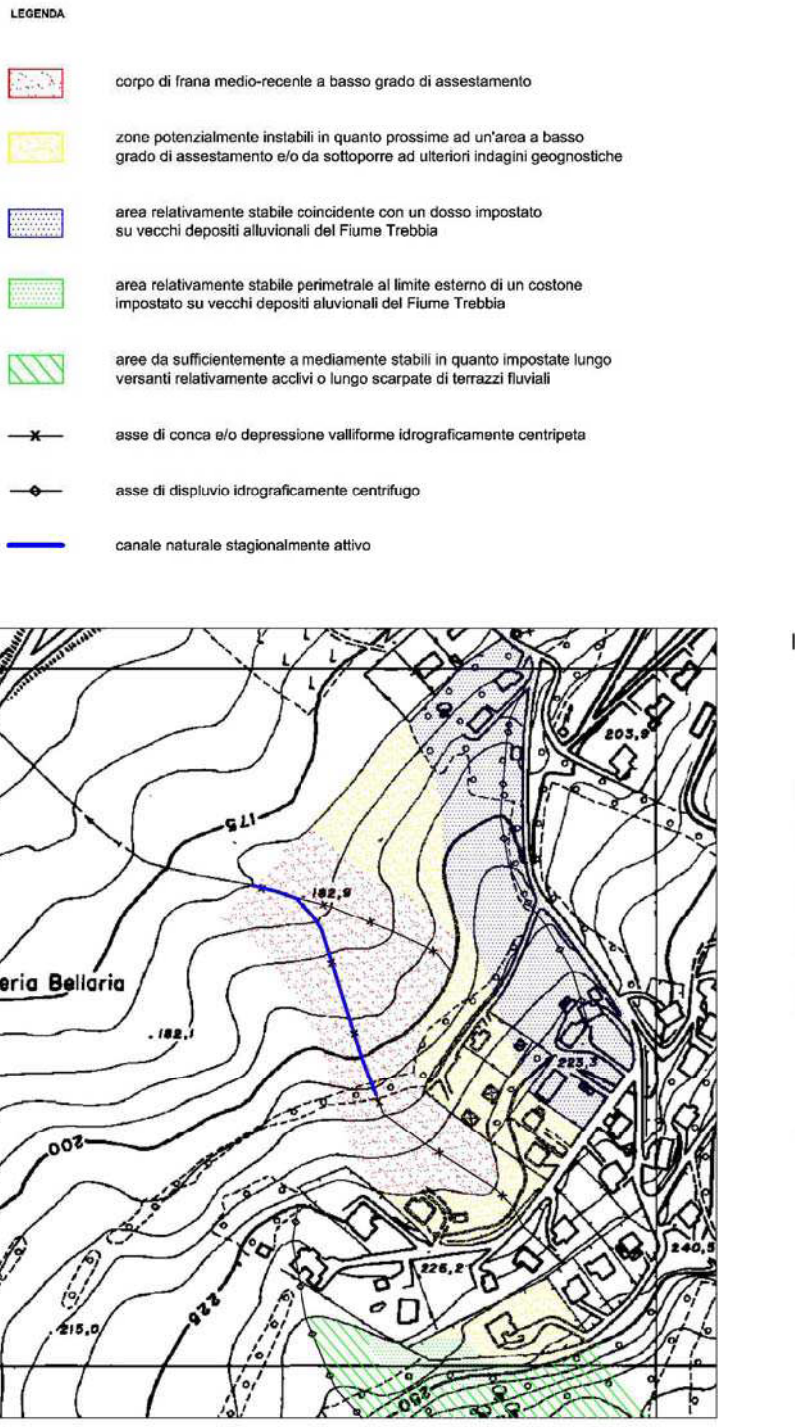


Figura - UBICAZIONE INDAGINI LOC. CASE LEONI

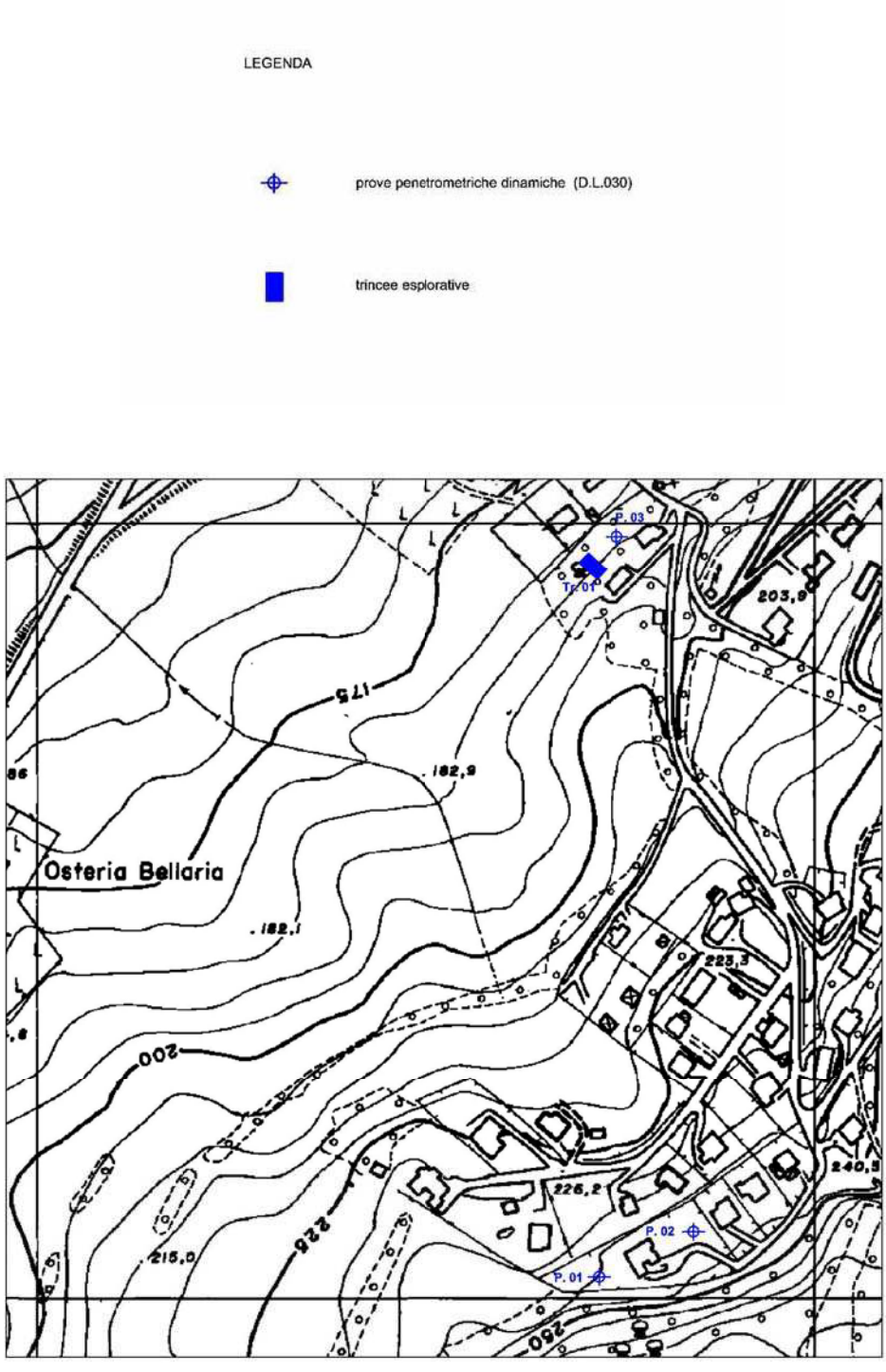
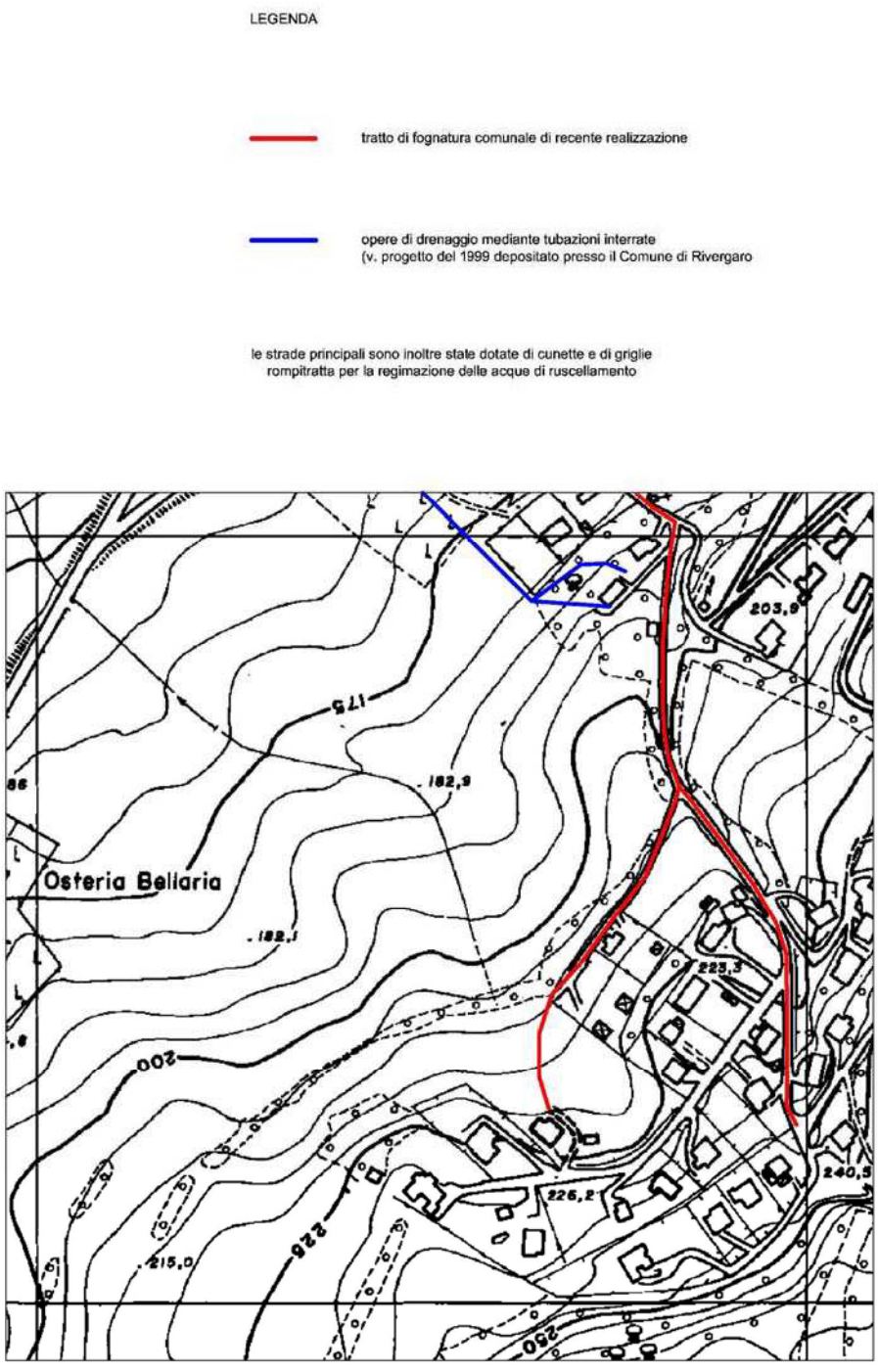
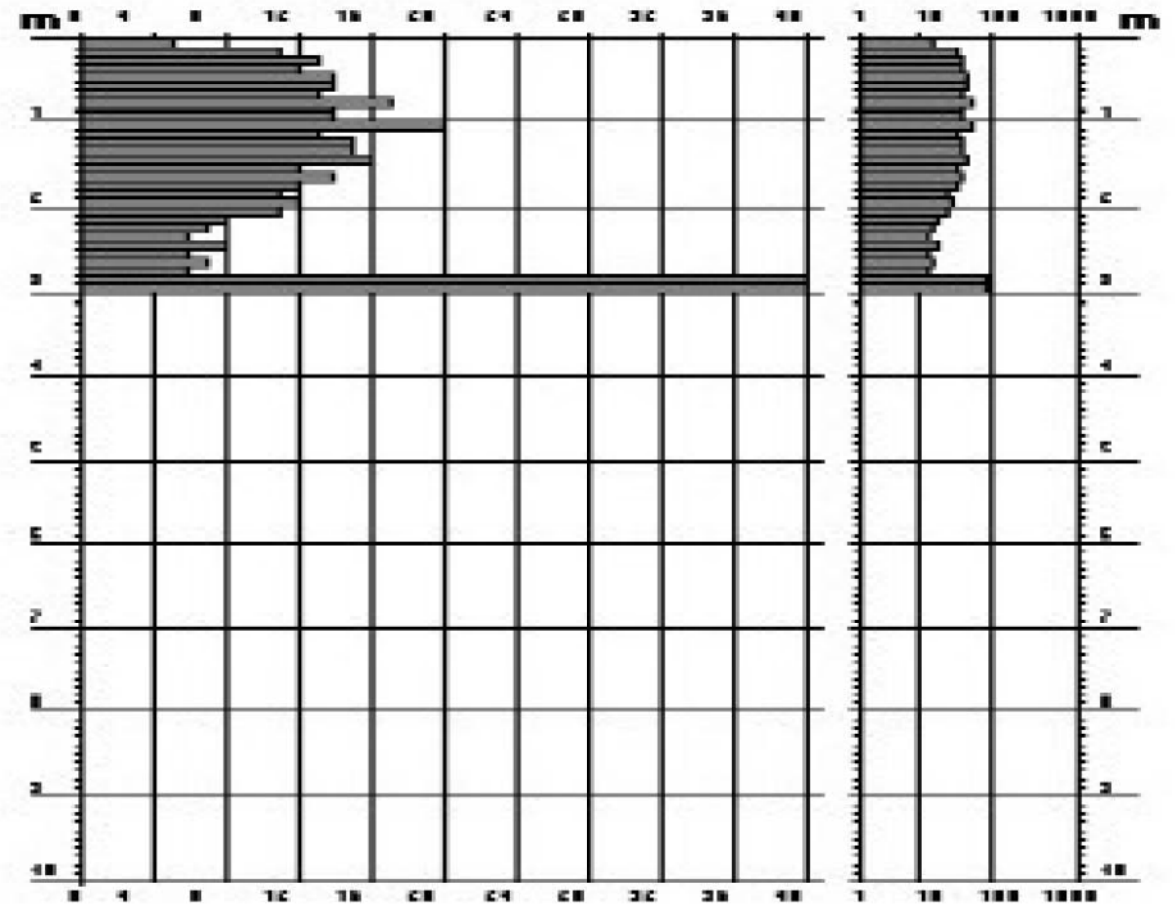
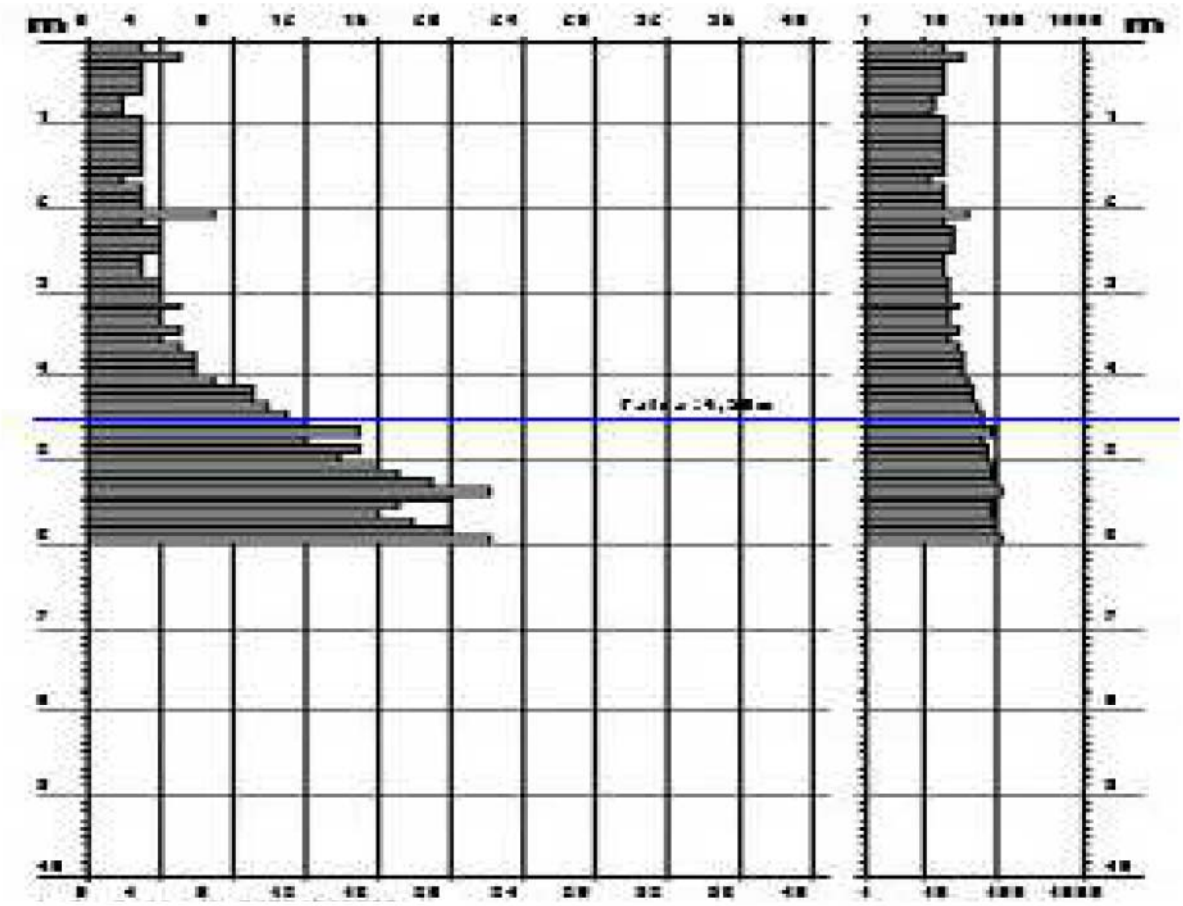


Figura - INTERVENTI DI REGIMAZIONE IDRAULICA LOC. CASE LEONI

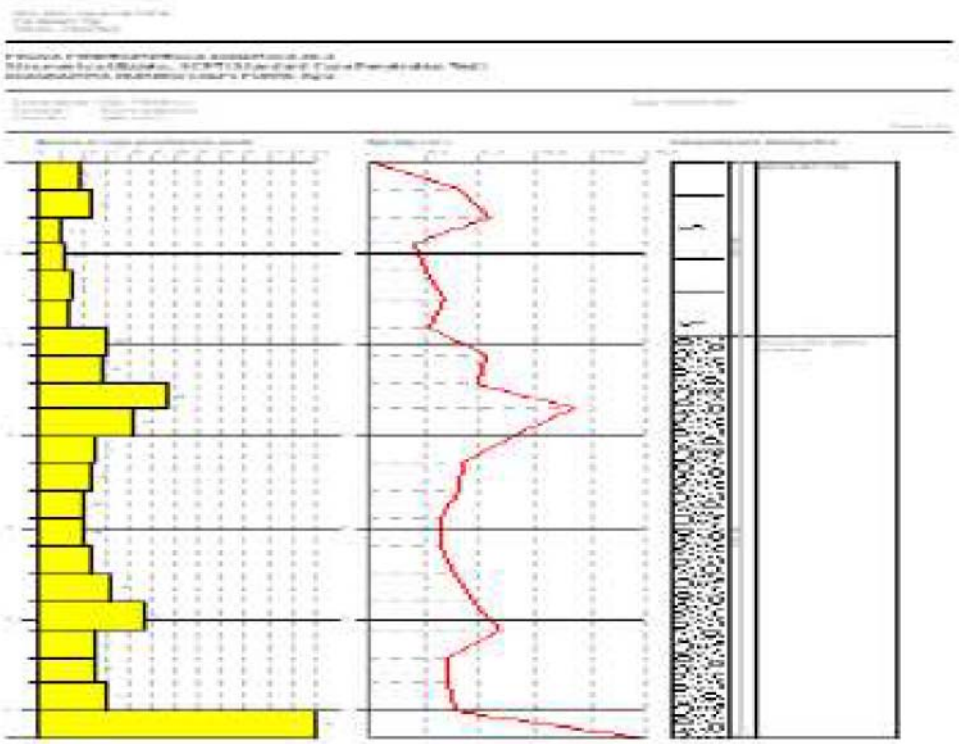




Prova penetrometrica n° 1



Prova penetrometrica n° 2



Prova penetrometrica n° 3



Trincea esplorativa n° 1

3.2. Case Leoni "nord"

La zona "Case Leoni nord" rientra nel corpo di frana oggetto di analisi e già descritto nel paragrafo precedente, che corrisponde ad una paleofrana di ampie dimensioni e a diverso grado di assestamento, la cui porzione sud-orientale (zona di testata della frana, conformata a conca subpianeggiante, idrograficamente centripeta) risulta densamente urbanizzata. Quella più nord-occidentale coinvolge la S.S. 45 e si spinge fin quasi al Trebbia. Come già indicato, nei pressi di Osteria Bellaria (in particolare a nord-est di detta località) si sono manifestate in epoca recente lente deformazioni del piano di campagna che hanno portato all'individuazione di testimonianze di locali riattivazioni dell'antico corpo di frana. La nicchia di distacco è impostata su una potente coltre di antichissime ghiaie grossolane a matrice limoso-sabbiosa, parzialmente cementate, poggiante su un flysch calcareo-marnoso-arenaceo: le acque immagazzinate nella coltre ghiaiosa, relativamente permeabile, vengono restituite al contatto con la sottostante roccia flyscioide, le cui intercalazioni argillose e argillo-marnose ne subiscono un destabilizzante ammollimento. La principale nicchia di distacco presenta un assai didattico andamento a ferro di cavallo, la cui asta nord-occidentale coincide all'incirca con il dosso morfologico, idrograficamente centrifugo. I rilevamenti di campagna, che hanno comportato anche un attento esame delle strutture murarie appartenenti alle costruzioni presenti in zona, hanno permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti nell'ambito dell'area di specifico interesse, conformata, come già accennato, al dosso idrograficamente centrifugo, ben visualizzato anche dall'andamento delle curve di livello.

Gli approfondimenti conoscitivi del fenomeno di dissesto "quiescente", estesi, in particolare, agli ambiti di più stretto interesse, hanno permesso di attestare l'effettiva assenza di testimonianze di movimenti recenti o in atto. Questa situazione è stata confermata anche dalle prove geognostiche realizzate e documentate nelle pagine precedenti, che hanno tra l'altro permesso di individuare la presenza, in superficie, di quella stessa coltre di antiche ghiaie grossolane poste alla sommità del rilievo nel quale è intagliata la nicchia di distacco del corpo di frana). La proposta di sub-zonazione di cui alla allegata Tavola RP1-RT01-TAVqd in scala 1:2.000 tiene conto anche di quanto segue:

a) ubicazione delle indagini e delle prove geognostiche eseguite;
b) una generalizzata urbanizzazione potrebbe infirmare l'attuale favorevole assetto idrogeomorfologico di questa parte di versante, delimitata, verso valle, da una rottura di pendenza che porta su un piano topograficamente ribassato.

3.3. Case Leoni "sud"

La zona "Case Leoni sud" rientra nel corpo di frana oggetto di analisi e già descritto nel paragrafo 3.1., che corrisponde ad una paleofrana di ampie dimensioni e a diverso grado di assestamento. La sua porzione sud-orientale (zona di testata della frana, conformata a conca subpianeggiante, idrograficamente centripeta) è stata densamente urbanizzata in questi ultimi decenni. Quella più nord-occidentale coinvolge la S.S. 45 e si spinge fin quasi al Trebbia. Nei pressi di Osteria Bellaria (in particolare a nord-est di detta località) si sono manifestate in epoca recente lente deformazioni del piano di campagna che hanno portato all'individuazione di testimonianze di locali riattivazioni dell'antico corpo di frana.

La nicchia di distacco è impostata su una potente coltre di antichissime ghiaie grossolane a matrice limoso-sabbiosa, parzialmente cementate, poggiante su un flysch calcareo-marnoso-arenaceo: le acque immagazzinate nella coltre ghiaiosa, relativamente permeabile, vengono restituite al contatto con la sottostante roccia fliscioide, le cui intercalazioni argillose e argillo-marnose ne subiscono un destabilizzante ammollimento.

Il settore sud di frana quiescente oggetto di analisi si colloca nella porzione perimetrale di un costone morfologico, idrograficamente centrifugo, impostato su vecchi depositi alluvionali del Fiume Trebbia (rif. "Carta litologica" RER) e parzialmente esterno al dissesto (vedasi carta Inventario del dissesto RER). Morfologicamente l'area si presente come un ripiano pressochè sub-pianeggiante, interessato da un lieve cambio di pendenza nella porzione centrale, che individua il limite tra le zone a diverso grado di stabilità.

L'acclività tende progressivamente ad aumentare procedendo verso Ovest in direzione del crinale spartiacque secondario.

Le indagini geognostiche effettuate a corredo della presente analisi hanno evidenziato la presenza di un livello ghiaioso-ciottoloso, parzialmente cementato, ascrivibile alla formazione Fluviale Mindel e sub-emergente in corrispondenza della zona di cui si propone la riclassificazione (vedasi diagramma sondaggio penetrometrico n. 1), che tende progressivamente ad approfondirsi procedendo verso Est in direzione della porzione apicale del corpo di frana (vedasi diagramma sondaggio penetrometrico n. 2).

I rilievi effettuati, insieme ad un attento esame delle strutture murarie appartenenti alle costruzioni limitrofe, ha permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti che interessano l'ambito di specifico interesse.

In relazione a quanto sopra esplicitato si propone di classificare in classe di rischio 2 una seppur ristretta porzione di frana quiescente riferibile alla lembo perimetrale e/o basale del sopraccitato solido costone morfologico.

Gli approfondimenti conoscitivi del fenomeno di dissesto "quiescente", estesi, in particolare, agli ambiti di più stretto interesse, hanno permesso di attestare l'effettiva assenza di testimonianze di movimenti recenti o in atto. Questa situazione è stata confermata anche dalle prove geognostiche realizzate e documentate nelle pagine precedenti, che hanno tra l'altro permesso di individuare la presenza, in superficie, di quella stessa coltre di antiche ghiaie grossolane poste alla sommità del rilievo nel quale è intagliata la nicchia di distacco del corpo di frana).

Anche in questo caso, la proposta di sub-zonazione di cui alla allegata Tavola RP1-RT01-TAVqd in scala 1:2.000 tiene conto anche di quanto segue:

a) ubicazione delle indagini e delle prove geognostiche eseguite;
b) una generalizzata urbanizzazione potrebbe infirmare l'attuale favorevole assetto idrogeomorfologico di questa parte di versante, delimitata, verso valle, da una rottura di pendenza che porta su un piano topograficamente ribassato.

4. LOCALITÀ FABIANO

L'abitato di Fabiano è situato sulla sponda destra del F. Trebbia a circa 3 km a Sud - Sud-Ovest di Rivergaro. Si raggiunge proseguendo dal capoluogo comunale sulla Strada Statale della Val Trebbia (S.S. n ° 45) in direzione Travo.

La geomorfologia è tipica di ambiente collinare, sottoposto in passato a fenomeni gravitativi più o meno accentuati, con versanti alquanto irregolari, caratterizzati da contropendenze e zone conchiformi. L'area in esame è ubicata nella parte terminale di un versante, in sponda destra del F. Trebbia, su di una sorta di ripiano morfologico a bassa acclività (5°), raccordato attraverso una porzione più acclive (15° – 18°) ai sottostanti terrazzi alluvionali; la quota s.l.m. è compresa tra i 160 e i 185 metri. Il lotto si dispone in corrispondenza di un dosso idrograficamente centrifugo e/o linea spartiacque secondaria, in diretta prosecuzione della zona stabile, identificata dalla cartografie del dissesto vigente (P.A.I. e Carta inventario del dissesto RER). L'area non risulta interessata dalla presenza di fenomeni sorgentizi, né di zone umide o di ristagno delle acque.

La porzione di versante su cui insiste l'intero abitato di Fabiano, corrisponde, parzialmente, alla zona di distacco di un vasto corpo di paleofrana, costituito da accumuli caotici di marne ed elementi litoidi eterogenei immersi in matrice limo-argillosa, che ricoprono la formazione denominata, nella letteratura geologica, con il nome di "Val Luretta - Membro di Monteventano". Questa formazione, di origine sedimentaria marina, è costituita dall'alternanza di strati flyschoidi (Calcari Marnosi, Marne Calcaree, Marne Argillose ed Arenarie) di vario spessore, privi di omogeneità distributiva.

Dal punto di vista idrogeologico, la formazione della Val Luretta può considerarsi mediamente permeabile; si ha infatti una buona circolazione negli interstrati più ricchi in cemento calcareo, frequentemente fratturati. Minima o del tutto assente, invece, la circolazione di acque nelle intercalazioni marnose ad argillose. Le indagini geognostiche effettuate in loco non hanno evidenziato la presenza di acqua nel sottosuolo (massima profondità indagata 7.00 metri dal p.c.).

4.1. Descrizione del dissesto

Il corpo di frana oggetto di analisi, di ampie dimensioni e a diverso grado di assestamento, interessa la quasi totalità del centro abitato di Fabiano. Il bacino di alimentazione sotterranea è rappresentato nel settore apicale del corpo di frana, compreso tra quote 250 m. a 235 m. circa, dai Flysch arenaceo marnosi, permeabili soprattutto per fessurazione, le acque raccolte vengono restituite al contatto con la coltre superficiale argillosa favorendone la plasticizzazione. I rilievi effettuati insieme ad un attento esame della sede stradale e della strutture murarie appartenenti alle costruzioni presenti in zona, ha permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti nell'ambito dell'area oggetto di proposta di riperimetrazione.

Il grado di stabilità si riduce sensibilmente lungo l'intero versante prospiciente la porzione di pendice di specifico interesse: è presente infatti a Nord un corpo di frana attivo che si evolve in frana quiescente procedendo verso l'alveo del F. Trebbia, mentre a Sud, in prossimità della strada vicinale e a valle della S.S. nº 45, evidenze morfologiche (conca e/o depressione valliforme idrograficamente centripeta) delineano chiari fenomeni di creep e smottamenti superficiali, seppur di dimensioni ridotte. Al fine di giungere ad una più completa conoscenza delle condizioni litostratigrafiche della zona sono state approntate una serie di verifiche dirette, tra le quali nº 3 prove penetrometriche dinamiche e, mediante pala meccanica, n º 3 trincee esplorative (vedasi figura *"Ubicazione indagini")*.

Le indagini hanno confermato quanto emerso dal rilievo di superficie, evidenziando la presenza di un sub-strato roccioso sub-emergente in corrispondenza della strada vicinale, che tende progressivamente ad immergersi procedendo verso il corpo di frana attiva posto poco più a Nord. La sequenza litostratigrafica risulta costituita da una coltre superficiale terroso detritica, della spessore variabile da 1.00 m, nell'area di specifico interesse, ad oltre 7.00 m, in prossimità e a valle del corpo di frana attiva, che ricopre una sequenze torbiditica terrigena a prevalente componente pelitica e pelitica-arenacea *(vedasi diagrammi penetrometrici*). Le proprietà geo-meccaniche dei depositi superficiali rinvenuti durante i sondaggi penetrometrici, sono stimabili mediamente in Cu = 0.35÷0.45 Kg/cmq (coesione non drenata), y_1 = 1.75÷1.85 T/mc (peso di volume naturale) e medie basse capacità portanti. Al di sotto le caratteristiche geo-meccaniche delle argille marnose migliorano sensibilmente.

4.2. Limitazioni e raccomandazioni

Il corpo di frana oggetto di analisi corrisponde ad una paleofrana di ampie dimensioni e a diverso grado di assestamento. La sua porzione più orientale (ripiano a monte della S.S. 45, situato alla base della nicchia di distacco) ospita il centro storico dell'abitato. Quella più occidentale, direttamente affacciata al Trebbia, coincide con il fronte della frana e corrisponde alla parte a minor grado di stabilità, anche in funzione della sua relativa maggior pendenza. L'area di interesse, conformata a dosso idrograficamente centrifugo, è collocata in diretta prosecuzione, quasi a ripeterne lo sviluppo, del costone, modellato in roccia in posto, coincidente con l'estrema propaggine settentrionale dell'arco che descrive la nicchia di distacco. Quest'ultima, unitamente al bacino di alimentazione idrica sotterranea, che si identifica nei rilievi che si sviluppano a oriente, è impostata in corrispondenza di un flysch calcareo-marnoso-arenaceo, permeabile per fessurazione: le acque in esso immagazzinate vengono restituite al contatto con la adiacente (ad ovest) potente coltre superficiale detritico-terrosa, favorendo la plasticizzazione di essa. I rilevamenti di campagna, che hanno comportato anche un attento esame della sede stradale e delle strutture murarie appartenenti alle costruzioni presenti in zona, hanno permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti nell'ambito dell'area di specifico interesse proposta per la sub-zonazione, conformata, come già accennato, a dosso idrograficamente centrifugo e "protetta", subito a monte, da roccia in posto sub-affiorante.

Poco a nord, è presente un corpo di frana recente, che si evolve in frana quiescente procedendo verso valle; a Sud, in prossimità della strada vicinale e a valle della S.S. n° 45, evidenze morfologiche delineano fenomeni di creeping e smottamenti superficiali, comunque di dimensioni assai ridotte (vedasi figura Geomorfologia).

Gli approfondimenti conoscitivi del fenomeno di dissesto "quiescente", estesi, in particolare, all'ambito di più stretto interesse, hanno permesso di attestare l'effettiva presenza, a valle della Strada Statale n° 45, di un dosso spartiacque secondario, con orlo localmente sfrangiato lungo il suo bordo meridionale, posto in diretta prosecuzione della solida terminazione nord-occidentale dell'arco che descrive l'antica nicchia di distacco della paleofrana. La porzione di frana quiescente oggetto di sub-zanazione è parte integrante (porzione sommitale) di detto dosso morfologico, reso evidente dall'andamento delle curve di livello e che presenta altresì una discreta regolarità morfologica.

Nei settori di valle si osservano irregolarità morfologiche del pendio, che sembrano denunciare lenti movimenti in atto; a lato (sud) del sopraccitato dosso, è presente una depressione morfologica idrograficamente centripeta, che ha indotto l'esclusione della stessa dalla sub-zonazione, pur non essendo state evidenziate testimonianze di movimenti in atto, sia nel piano campagna, ad andamento regolare, che nei locali manufatti. Al fine di giungere ad una più completa conoscenza delle condizioni litostratigrafiche della zona è stata eseguita una serie di verifiche dirette, tra le quali n° 3 prove penetrometriche dinamiche e, mediante escavatore meccanico, n° 3 trincee esplorative. Le indagini hanno confermato quanto emerso dal rilievo di superficie, evidenziando la presenza di un substrato roccioso sub-emergente in corrispondenza della strada vicinale, ancorché molto fratturato e diaclasato, e che tende progressivamente ad immergersi procedendo verso il corpo di frana attiva posto poco più a nord (il tutto come meglio evidenziato nella documentazione grafica a corredo della presente proposta di sub-zonazione del dissesto). Lo stralcio della carta "Inventario del dissesto" della RER prodotto rappresenta una sintesi grafica delle risultanze delle indagini. La perimetrazione della porzione di frana quiescente e delle proposte classi di rischio sono state ottenute analizzando sia gli esiti delle prove geognostiche, che l'assetto idrogeologico di contorno. La scelta ha in particolare tenuto conto della presenza della depressione morfologica descritta, del movimento franoso attivo posto poco a nord e delle testimonianze delle sia pur lente deformazioni del piano campagna accertate poco a nord-est e a valle.

L'area ricade nelle limitazioni imposte dagli adottati PAI e PTCP, *("frane quiescenti" e "zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità"*). In ragione delle condizioni morfologiche e litostratigrafiche della porzione di territorio in esame, che corrispondono a quanto segue:

- ripiano morfologico sub-pianeggiante privo di evidenti fenomeni di instabilità, ascrivibile ad una classe di rischio idrogeomorfologico medio;
- condizioni topografiche tali da non indurre particolari fattori di amplificazione dell'azione sismica e che comunque andranno verificati, in fase esecutiva, medianti rilievi di dettaglio (vedasi colonna prescrizioni);
- terreni di fondazione "sismicamente pseudo-stabili", in quanto costituiti da una coltre detritico terrosa, di spessore "limitato", che ricopre una successione flyschioide di strati calcareo-marnosi fortemente alterati, con caratteristiche meccaniche nell'insieme "discrete", che interagendo con le onde sismiche prodotte da un data terremoto [intensità massime previste pari a 7 (MCS)], ne possono amplificare e modificare lo scuotimento senza pervenire a rottura e con cedimenti limitati;

si rilevano limitate condizioni di "**pericolosità geologica locale**", tali da non precludere la realizzazione di futuri interventi edilizi, che comunque potranno

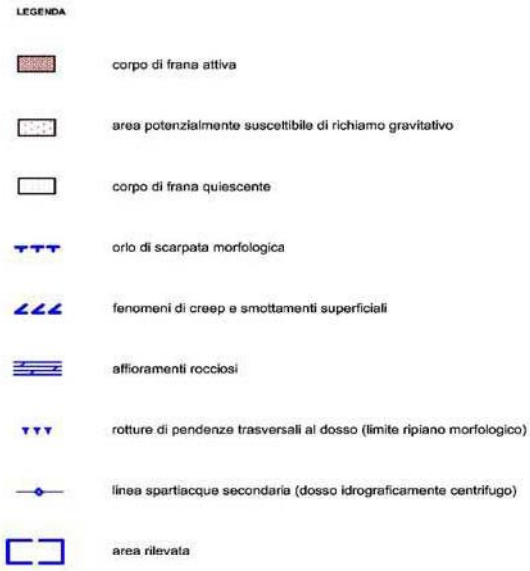
essere superate solo mediante idonei accorgimenti messi in pratica nella fase di progettazione esecutiva e di attuazione degli interventi..

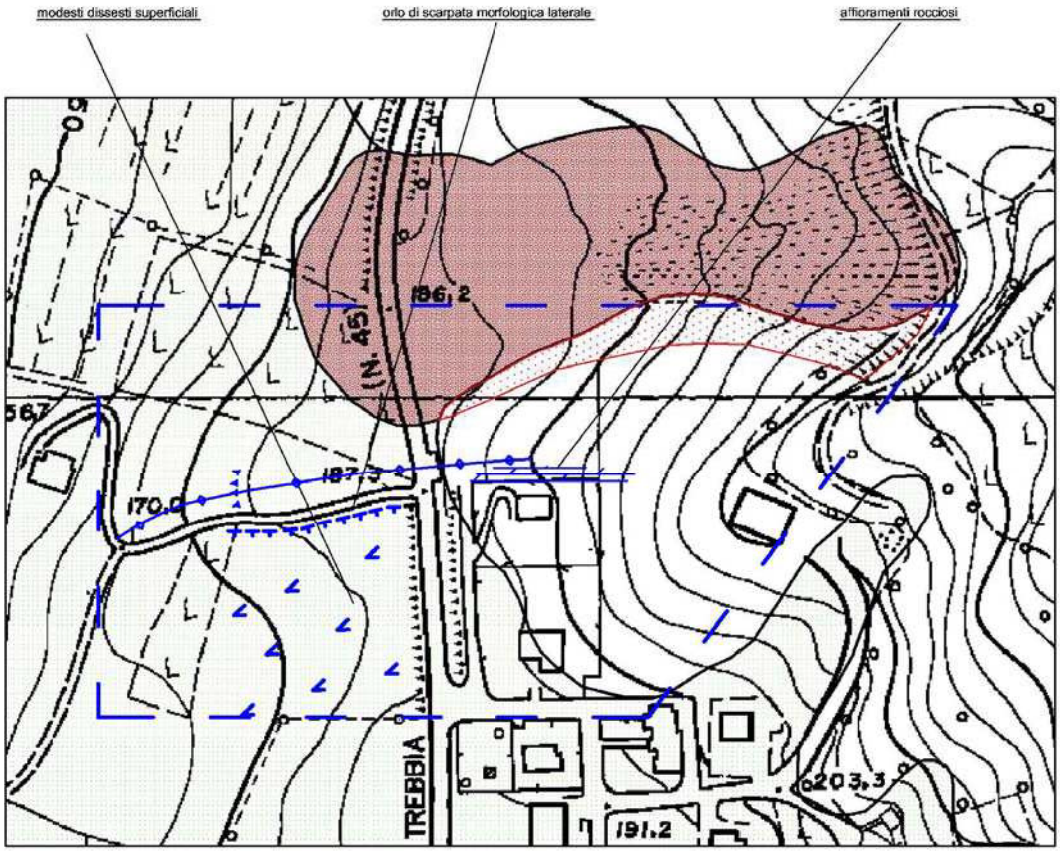
Alla luce di quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di superficie, l'utilizzazione ai fini edilizi dell'area è da ritenersi senz'altro attuabile, fatta salvo l'osservanza delle seguenti ulteriori raccomandazioni:

- in considerazione della particolare fragilità ambientale della zona (le condizioni di stabilità di questo settore risultano influenzate dalla presenza di un esteso corpo di frana a diverso grado di assestamento) i futuri interventi edificatori dovranno essere realizzati con modesti indici volumetrici;
- ferme restando le sufficienti caratteristiche geomeccaniche dei terreni indagati e l'assenza di circolazioni acquifere sub-superficiali, si consiglia di spingere il piano di posa fondazionale fino a raggiungere i livelli più compatti e scarsamente compressibili, anche mediante il ricorso, ove se ne certifichi in fase esecutiva la necessità, a soluzioni di fondazione profonda.

La proposta di riclassificazione (sub-zonazione) è rappresentata estesamente in scala 1:2.000 nella Tavola RP1-RT01-TAVqd allegata alla presente relazione.

CARTA GEOMORFOLOGICA - FABIANO





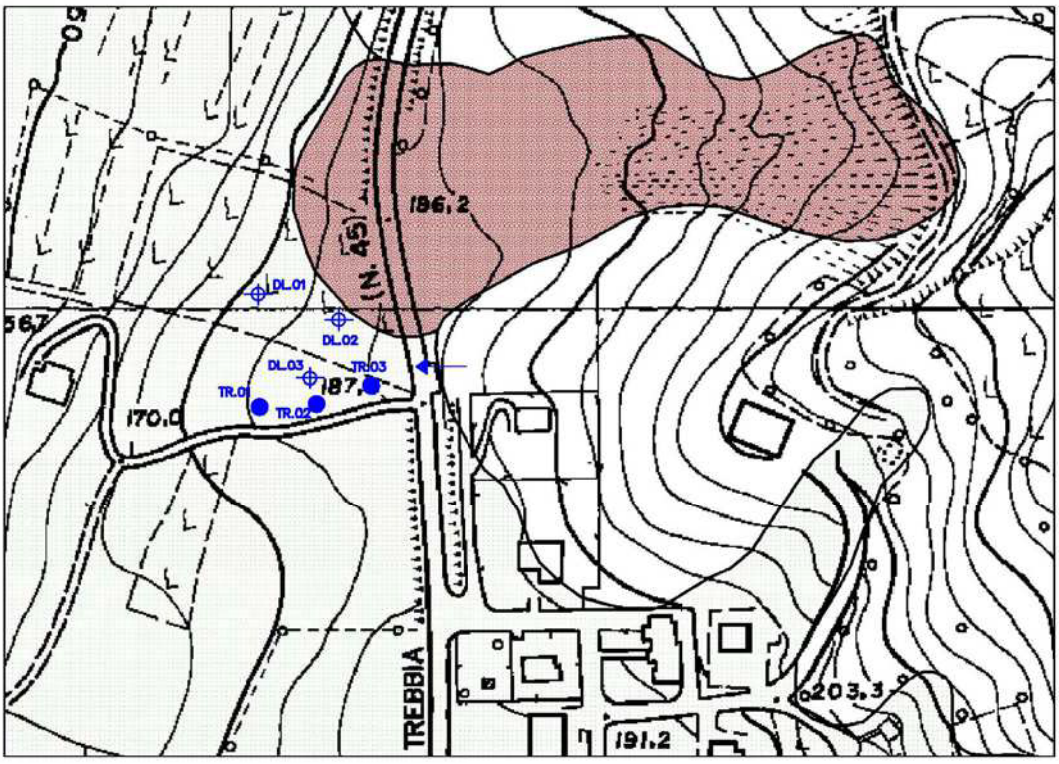
CARTA UBICAZIONE SONDAGGI - FABIANO

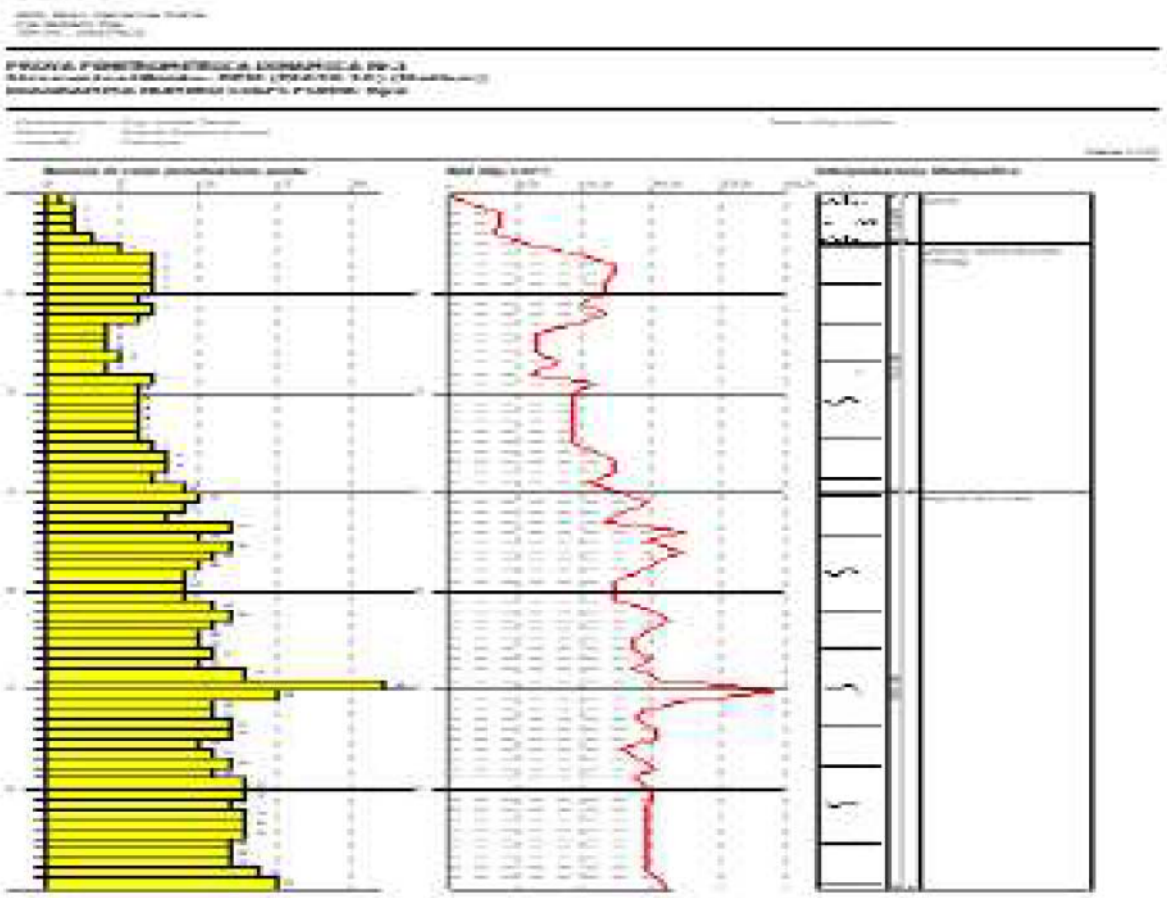
LEGENDA

prove penetrometriche dinamiche (D.L.030)

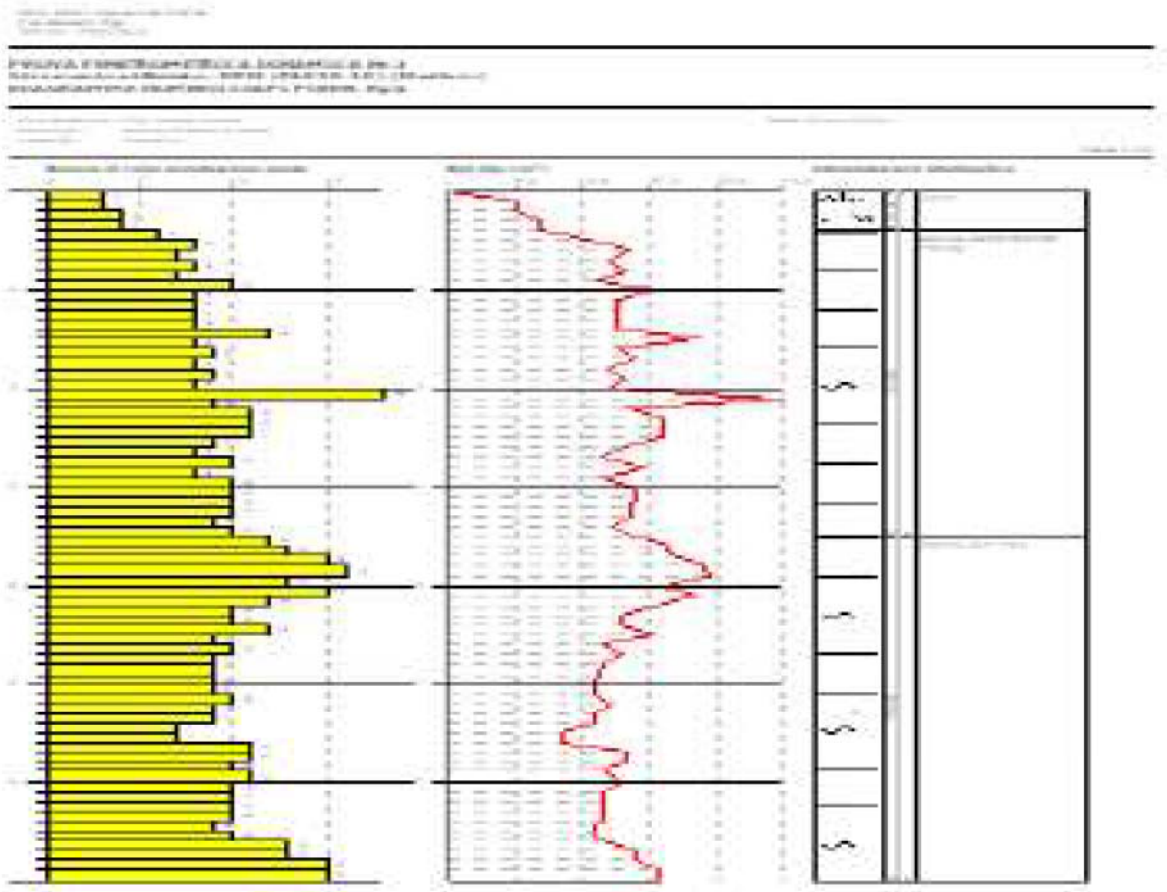
trincee esplorative (TR..)

direzione ripresa fotografica

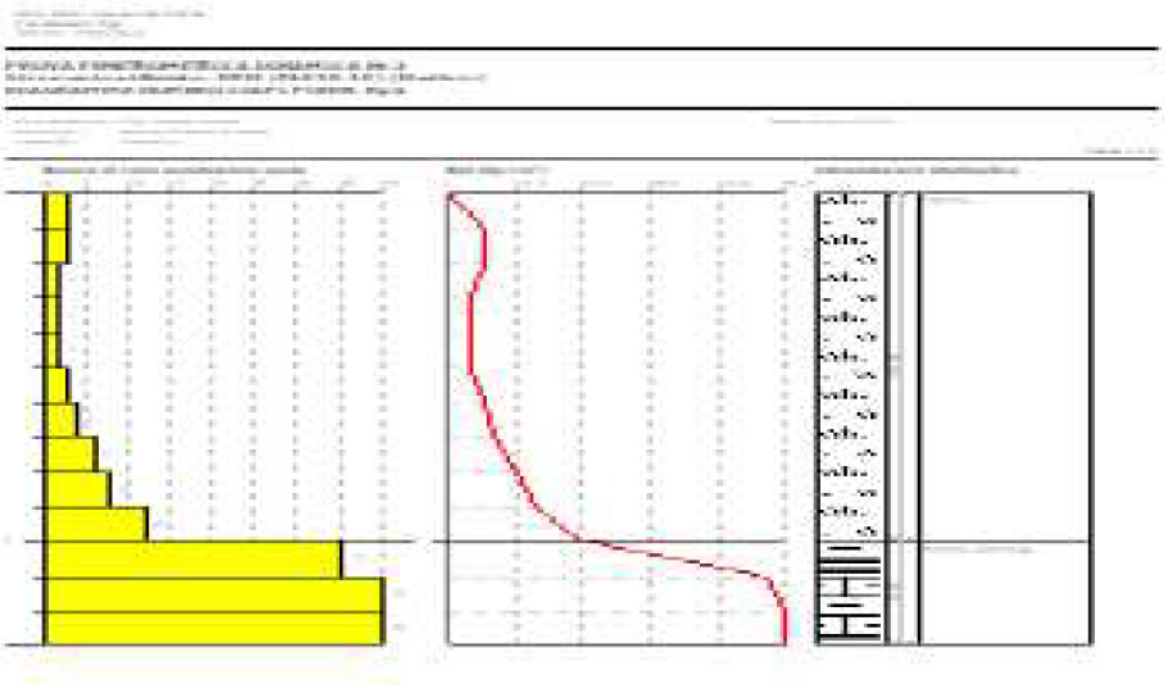




Prova penetrometrica n° 1



Prova penetrometrica n° 2



Prova penetrometrica n° 3

5. LOCALITÀ PONTE SALA

5.1. Descrizione del dissesto

Il corpo di frana oggetto di analisi, a diverso grado di assestamento, interessa specificatamente una limitata porzione di territorio posta a Est e Nord-Est della frazione di Cà dei Cò ed un breve tratto della Strada Provinciale del Bagnolo (S.P. 55), che collega i centri abitati di Rivergaro e Ponte dell'Olio.

Il bacino di alimentazione sotterranea è collocato nel settore apicale del corpo di frana, non visibile in carta, tra quote 425 m a 410 m circa, in corrispondenza degli affioramenti del Flysch calcareo marnoso (Formazione della Val Luretta dalla letteratura geologica), permeabile soprattutto per fessurazione; le acque raccolte vengono restituite al contatto con la coltre superficiale argillosa favorendone la plasticizzazione.

I rilievi geomorfologici effettuati, insieme ad un attento esame della Strada del Bagnolo, ha permesso di constatare l'assenza di movimenti gravitativi in atto o recenti, con particolare riguardo alla porzione di versante proposta per la sub-zonazione, elemento del resto confermato a memoria storica dai residenti locali.

Le condizioni di dissesto idrogeologico si modificano, senza comunque evidenziare ingenti movimenti di massa, lungo i pendii perimetrali alla zona sub-pianeggiante di specifico interesse: si rilevano infatti forme morfologiche blande e tipiche di terreni che hanno subito, nel corso dei tempi, fenomeni traslativi, riconducibili prevalentemente a eventi di creeping o smottamenti superficiali; tali fenomeni sono determinati prevalentemente dalla presenza di una consistente coltre eluviale che, dopo eventi meteorici intensi, si satura d'acqua superando il normale limite di liquidità, per cui, stemperandosi, tende a diventare fluida.

Il diverso grado di assestamento del corpo di frana quiescente è con tutta probabilità originato dalla presenza a monte del ripiano sub-pianeggiante di un "dosso di frana", ben conservato nella porzione prospiciente l'area declassificata e che ha raggiunto nell'insieme un discreto grado di consolidamento, dato del resto confermato dagli scavi geognostici (trincea esplorativa).

Questa particolare conformazione morfologica ha conferito alla porzione di pendio sottesa un "sufficiente" equilibrio idrogeologico.

5.2. Limitazioni e raccomandazioni

Ad integrazione di quanto già esplicitato nello specifico paragrafo, ed al fine di non alterare l'attuale equilibrio del versante, per l'area si raccomanda di evitare qualsiasi attività comportante scavi e movimenti terra in corrispondenza dell'adiacente fronte del dosso morfologico.

La necessità di procedere con interventi di salvaguardia idrogeologica del pendio ha comportato, da parte di privati cittadini, una accurata pulizia del corso d'acqua (Rio Casale), in alcune sue tratte totalmente ostruito da rifiuti di origine antropica, questo a vantaggio di una buona efficienza idraulica e di drenaggio superficiale dell'intero versante.

Inoltre sono state realizzate, a monte dell'area oggetto d'intervento, alcune opere di drenaggio sotterraneo; le acque intercettate sono state successivamente convogliate nel rio, ripulito e opportunamente risagomato per sopperire ai nuovi carichi idraulici.

La proposta di riclassificazione della porzione di frana quiescente oggetto di approfondimento è stata ottenuta analizzando sia le risultanze delle indagini geognostiche, che le condizioni "idrogeologiche" di contorno; in particolare si è tenuto conto del diverso grado di consolidamento raggiunto dal dosso di frana, nonché della presenza di seppur limitati fenomeni di creeping che interessano le porzioni di pendici perimetrali alla zona di specifico interesse.

Negli elaborati grafici alle pagine successive sono rappresentate la sintesi delle risultanze dei rilievi e delle indagini, effettuate a supporto della proposta di riclassificazione (sub-zonazione) rappresentata estesamente in scala 1:2.000 nella Tavola RP1-RT01-TAVqd allegata alla presente relazione.

Figura - GEOMORFOLOGIA LOC. PONTE SALA

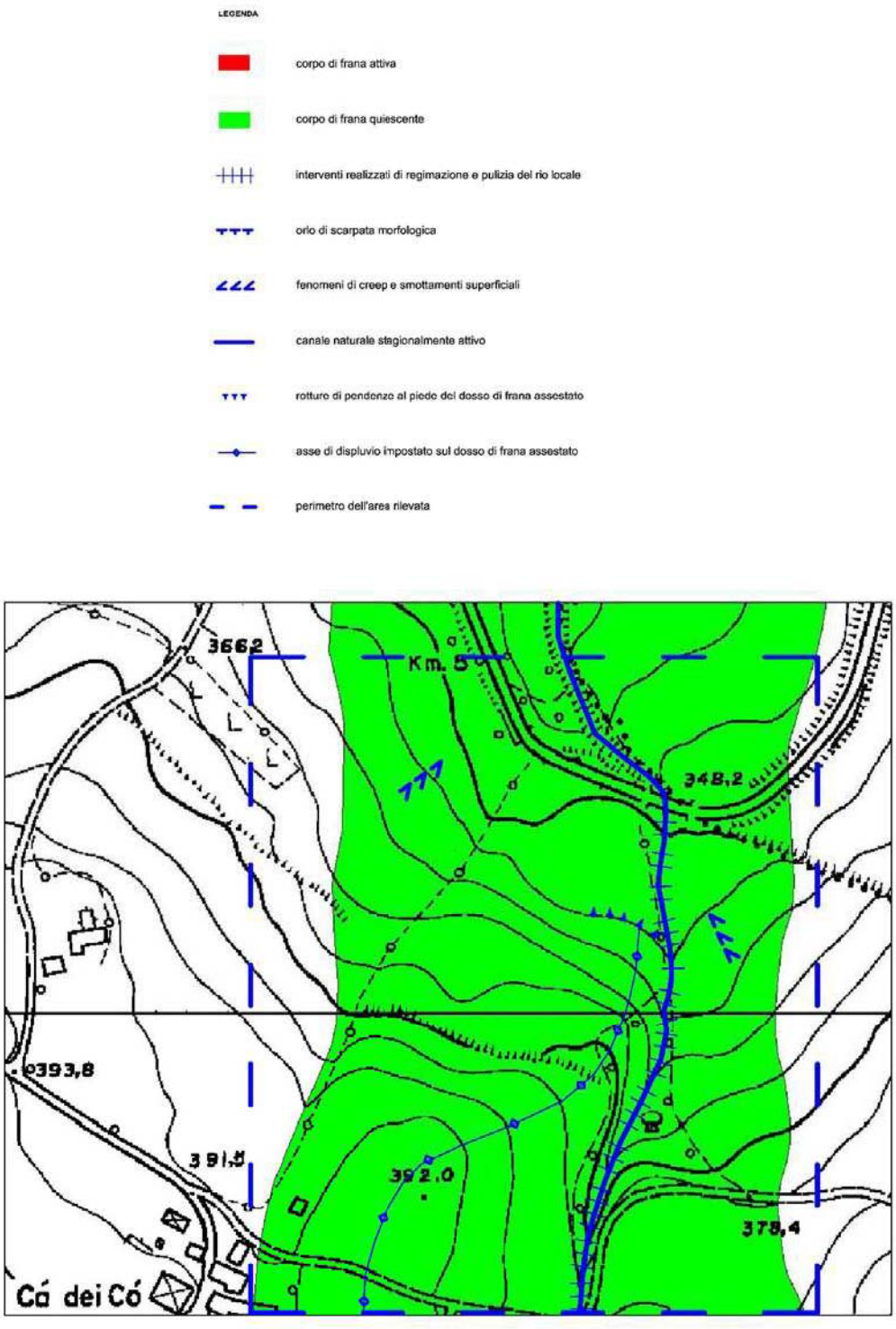
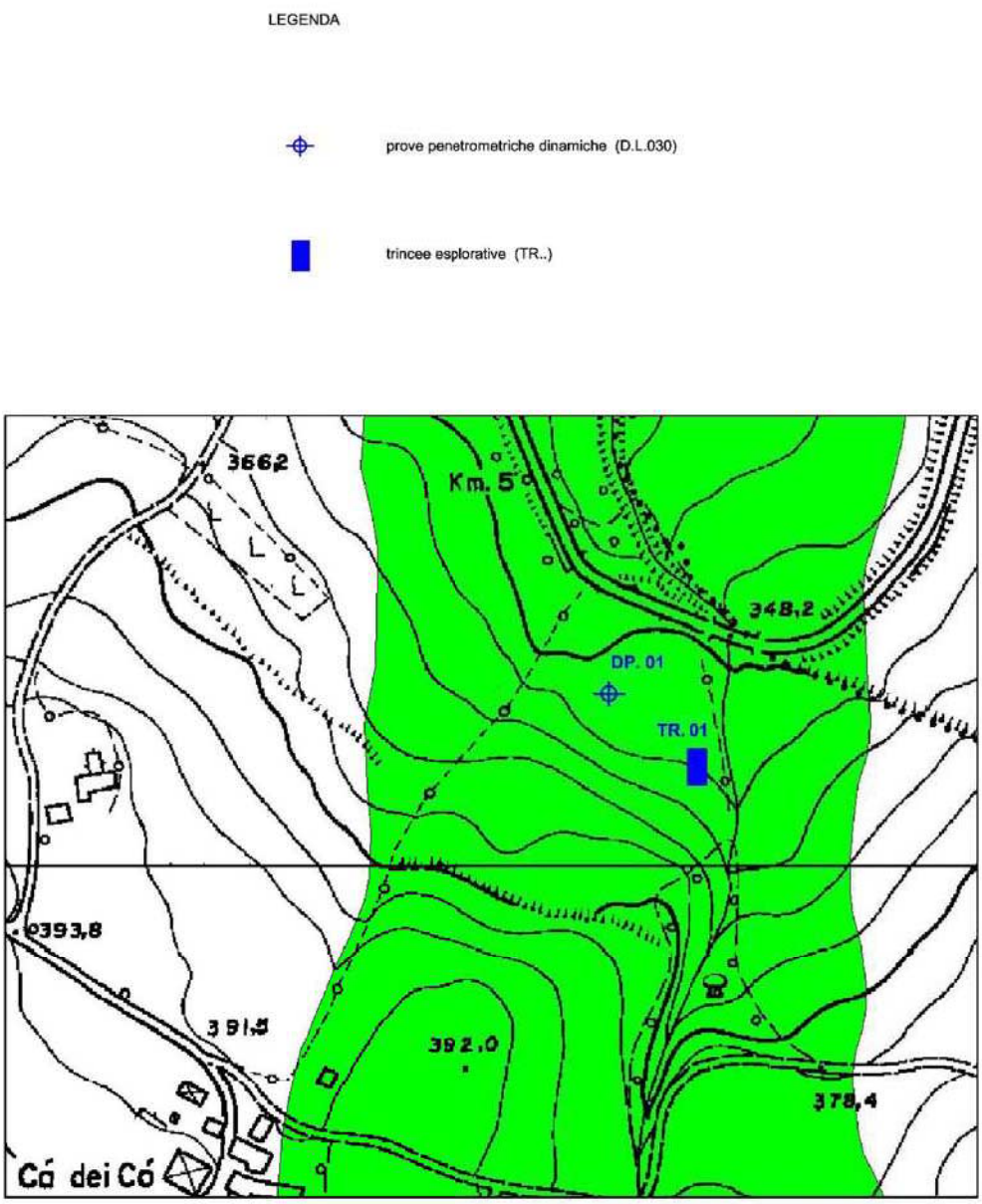


Figura - UBICAZIONE INDAGINI LOC. PONTE SALA



6. LOCALITÀ MANDROLA

Il presente capitolo è stato redatto relativamente alla località Mandrola, ubicata all'estremità sud del territorio comunale, nella sua porzione altimetricamente più rilevata, a quota media di 560 m s.l.m., a ridosso del crinale di spartiacque Nure-Trebbia.

Per gli scopi di inquadramento geologico dell'area, la descrizione sintetica delle unità descritte dagli studi di settore redatti a più riprese a supporto della pianificazione urbanistica individua la presenza di:

- *depositi di versante s.l.,* costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici, frequentemente con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato; la genesi può essere eluviale-colluviale, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso, più raramente gravitativa;

- *litotipi riconducibili alla Formazione di Val Luretta e al Membro di Genepreto,* formazioni arenaceo-marnosa e calcareo-marnosa, suddivisibile, sulla base delle litologie dominanti, in tre membri, comprendenti alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi; sono presenti locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane grigio-scure, in strati medi e di argille marnose rosso vinate, o areniti e peliti marnose grigio scure in set di strati sottili e medi.

Per ciò che concerne il regime idrologico, se non l'idrogeologia, delle unità citate, è normalmente escluso che, nella conformazione fisiografica in cui si trova l'area di indagine ed alle profondità di interesse per gli scopi della presente relazione, i detriti superficiali possano essere sede di falde continue nello spazio e stabili nel tempo, seppur, come proprio delle coltri appenniniche, le unità più superficiali possano essere viceversa interessate da circolazioni idriche eterogenee e transitorie, spesso influenzate dalle precipitazioni, mentre quelle del substrato roccioso possano essere caratterizzate da una permeabilità secondaria per fratturazione e fessurazione, anch'essa discontinua ed eterogenea, e dalla relativa circolazione idrica.

6.1. Descrizione del dissesto

Per il dovuto approfondimento locale, è stata effettuata un'attività di inventario e raccolta di dati ed informazioni pregresse, dalla quale è emerso che:

- non sono state rilevate lesioni od altre evidenze di instabilità di alcuno dei fabbricati esistenti nell'area esaminata, che per una parte risalgono a decine di anni fa e per un altra parte a centinaia di anni fa;
- esiste nell'area una fonte captata che risulterebbe ubicata al centro dell'area di presunto dissesto, fonte che da decenni risulta costituire l'unico elemento di approvvigionamento idrico dell'insediamento in esame;
- sono stati autorizzati dall'Amministrazione comunale nell'ultimo decennio interventi edilizi nell'area di Mandrola;
- per gli stessi scopi di cui sopra e per scopi diversi (es.: realizzazione di opere acquedottistiche e fognarie) sono state effettuate recentemente operazioni di scavo, a profondità anche significativa (> 3 m da p.c.) per gli scopi della presente relazione.

La valutazione del dissesto si è basata anche su:

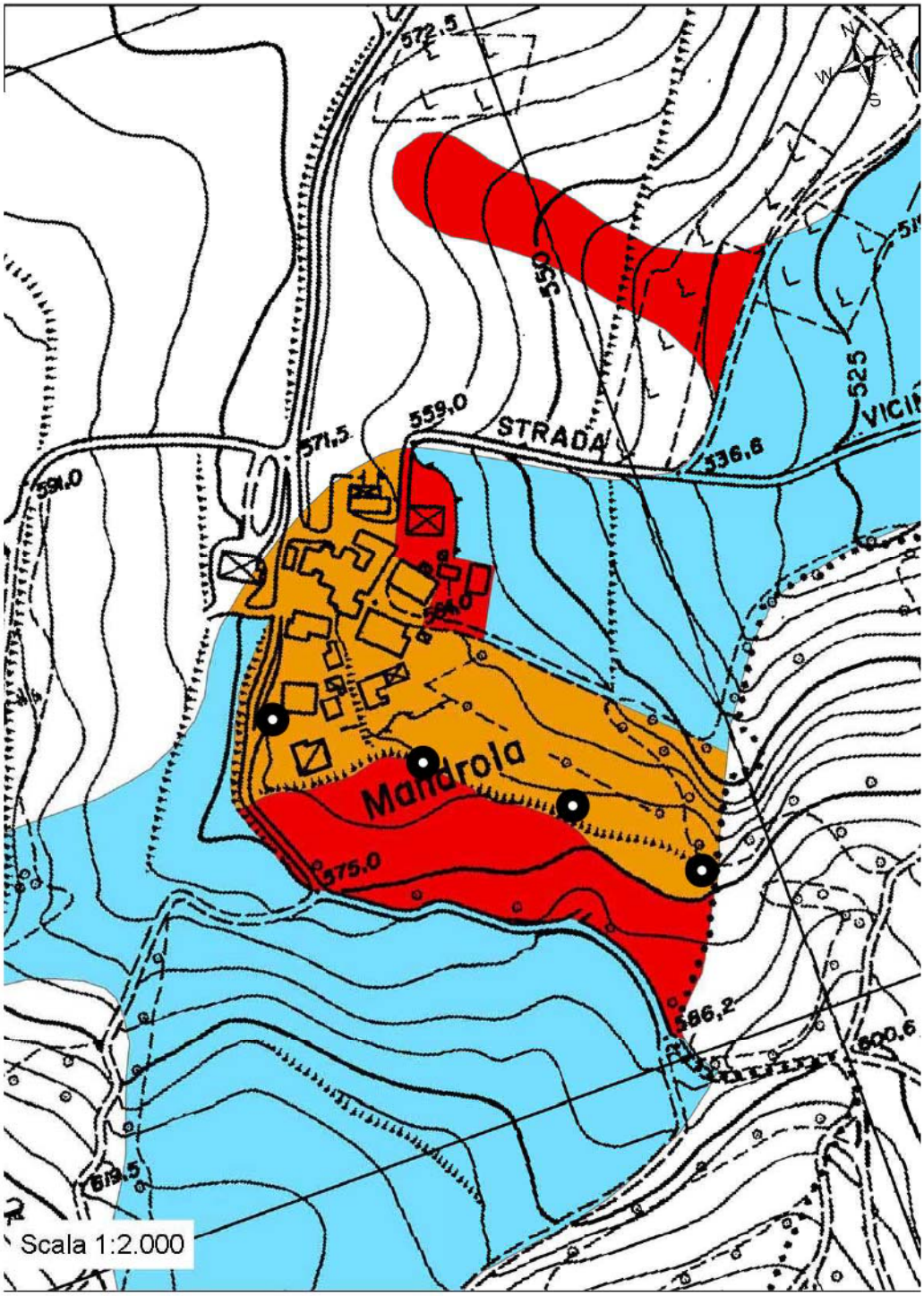
- analisi geomorfologica di dettaglio, effettuata sugli elementi cartografici disponibili, ma anche mediante rilievi di terreno;
- indagine geognostico-geotecnica ad hoc (prove penetrometriche).

L'analisi geomorfologica di dettaglio porta ad evidenziare come l'area possa essere interessata da fenomeni di diversa natura ed entità, relativamente ai quali si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- alla scala globale dell'intero versante locale su cui si estende il dissesto quiescente segnalato e all'interno del quale sorge l'insediamento in esame, si osserva, tanto sul terreno, quanto sulla cartografia disponibile, come lo stesso possa essere potenzialmente interessato solo parzialmente da fenomeni di deformazione gravitativa diffusi, comunque sempre quiescenti;
- tali fenomeni mostrano caratteristiche cinematiche probabilmente riconducibili a fenomeni di creep ("soliflussi"), forse con locali accentuazioni in corrispondenza delle porzioni di versante ad acclività maggiore e/o dei periodi in cui tali deformazioni possono essere attivate da fenomeni idrometeorologici stagionali di entità critica e sufficienti per saturare le coperture detritiche superficiali, diminuendone le caratteristiche di resistenza e deformabilità e causandone deformazioni plastiche e/o scivolamenti.

Tabella – Risultati indagini geognostiche: penetrometrie statiche

n°1 CPT			n°2 CPT			n°3 CPT			n°4 CPT		
Prof. m	Rp Kg/cmq	Rl Kg/cmq	Prof. m	Rp Kg/cmq	Rl Kg/cmq	Prof. m	Rp Kg/cmq	Rl Kg/cmq	Prof. m	Rp Kg/cmq	Rl Kg/cmq
H2O	assenza		H2O	assenza		H2O	5,10m		H2O	assenza	
0,4	16	25	0,4	14	22	0,4	15	29	0,4	14	26
0,6	15	24	0,6	14	27	0,6	13	25	0,6	14	31
0,8	18	30	0,8	22	39	0,8	13	31	0,8	15	31
1	21	40	1	33	38	1	16	54	1	38	46
1,2	23	45	1,2	14	29	1,2	17	33	1,2	15	22
1,4	19	44	1,4	16	31	1,4	19	56	1,4	16	38
1,6	16	46	1,6	16	31	1,6	22	44	1,6	17	36
1,8	28	55	1,8	19	41	1,8	16	43	1,8	16	32
2	47	74	2	15	41	2	19	42	2	19	36
2,2	103	125	2,2	16	41	2,2	22	39	2,2	19	36
2,4	86	133	2,4	27	44	2,4	38	47	2,4	26	48
2,6	114	179	2,6	20	42	2,6	52	61	2,6	30	48
2,8	133	171	2,8	25	44	2,8	38	78	2,8	33	55
3	159	201	3	24	48	3	49	62	3	39	61
3,2	113	221	3,2	19	42	3,2	27	62	3,2	65	81
3,4	198	265	3,4	29	52	3,4	28	63	3,4	300	450
3,6	242	359	3,6	42	77	3,6	26	50	3,6	disancorato	
3,8	169	235	3,8	218	417	3,8	65	92	3,8		
4	184	224	4	412	522	4	29	77	4		
4,2	191	286	4,2	disancorato		4,2	30	60	4,2		
4,4	247	294	4,4			4,4	30	61	4,4		
4,6	286	379	4,6			4,6	30	58	4,6		
4,8	315	489	4,8			4,8	27	54	4,8		
5	disancorato		5			5	26	48	5		
5,2			5,2			5,2	27	38	5,2		
5,4			5,4			5,4	26	48	5,4		
5,6			5,6			5,6	23	44	5,6		
5,8			5,8			5,8	23	41	5,8		
6			6			6	186	225	6		
6,2			6,2			6,2	321	465	6,2		
6,4			6,4			6,4	367	415	6,4		
6,6			6,6			6,6	415	471	6,6		
6,8			6,8			6,8	disancorato		6,8		



Ubicazione dati geognostici

Ad una scala di maggior dettaglio, la porzione di versante interessata dagli insediamenti umani presenta variazioni di pendenza, localmente anche accentuate probabilmente dal riporto di terreni in fase di realizzazione dei fabbricati, che tuttavia non sono state in grado, nonostante le caratteristiche strutturali dei fabbricati e talvolta l'assenza di fondazioni di concezione moderna, di comportare deformazioni e/o di originare un quadro fessurativo.

Sono state effettuate anche alcune indagini geotecniche specifiche (n° 4 prove penetrometriche statiche), la cui ubicazione compare, unitamente ad una sintesi dei risultati, nelle pagine precedenti.

I dati pregressi e le indagini effettuate hanno confermato il quadro sopra descritto.

Mediante interpretazione dei dati pregressi e forniti dalle indagini geognostiche, si può ricostruire un modello concettuale inerente al sottosuolo mediante:

1. stima dei valori medi di resistenza all'avanzamento forniti dalle prove penetrometriche effettuate, per il successivo calcolo dei corrispondenti valori di NSPT (Numero colpi Standard Penetration Test) attraverso correlazioni empirico-sperimentali riconosciute in ambito tecnico-scientifico internazionale, dai quali, unitamente a quanto fornito da indagini analoghe in terreni assimilabili effettuate nelle unità litologiche del territorio comunale, si possono ricavare le caratteristiche fisiche (addensamento e compattezza), nonché meccaniche (resistenza e deformabilità) delle unità litologiche interessate dalle indagini;

2. integrazione delle indagini e della conoscenza geologica dell'area, che ha condotto alla ricostruzione di un modello geologico-tecnico locale che comprende dall'alto:
   - terreni detritici di genesi mista (eluviale-colluviale), a basso grado di addensamento,
   - terreni detritici di genesi mista (eluviale-colluviale), a grado di addensamento medio o elevato,
   - cappellaccio delle formazioni litologiche locali,
   - formazioni litologiche locali;

3. approfondimento della modellizzazione sulla base delle seguenti considerazioni qualitative e quantitative:
   - i primi due livelli litologici di origine detritica presunta mista (coesivo-granulare), sono riconducibili a depositi di versante, mentre secondo lo

stesso schema il terzo livello, normalmente di natura granulare, talvolta da grossolana (blocchi) a rocciosa, talaltra fine, potrebbe far parte tanto del substrato locale (Formazione della Val Luretta - Membro di Genepreto), quanto di più eterogenei accumuli di frana; il cappellaccio della formazione rocciosa locale normalmente nella zona determina il rifiuto dell'avanzamento delle prove penetrometriche, individuando empiricamente il passaggio tra coltre detritica superficiale e substrato roccioso in posto;

- convenzionalmente il criterio di suddivisione tra strato 1 e 2 (entrambi detritici) può essere assunto come pari al superamento del valore NSPT = 15, utilizzando (OPCM 3274 e s.m.i.) i valori che discriminano i depositi di tipo D (NSPT < 15, terreni da sciolti o poco addensati o da poco a mediamente consistenti) e di tipo C (NSPT > 15, terreni mediamente addensati o di media consistenza);
- la correlazione empirica tra stato di addensamento e densità relativa DR [%] è espressa dalla progressione 0-15-35-65-85-100 > molto sciolto – sciolto – medio – denso – molto denso;
- laddove gli strati 2 e 3 possono essere ambiguamente attribuiti ad unità locali o ad accumuli di origine gravitativa, la tipologia delle risposte delle indagini (continua ed omogenea con transizione brusca allo strato 4) fa propendere per l'attribuzione degli stessi alle unità locali.

Sulla base di quanto sopra documentato e valutato, allo scopo di verificare l'adeguatezza della classificazione e delle prescrizioni contenute nella documentazione adottata e la relativa aderenza alla situazione indagata con maggior dettaglio, vengono effettuate in sede conclusiva alcune valutazioni specifiche dell'area analizzata.

La proposta di riclassificazione (sub-zonazione) rappresentata estesamente in scala 1:2.000 nella Tavola RP1-RT01-TAVqd allegata alla presente relazione.

6.2. Limitazioni e raccomandazioni

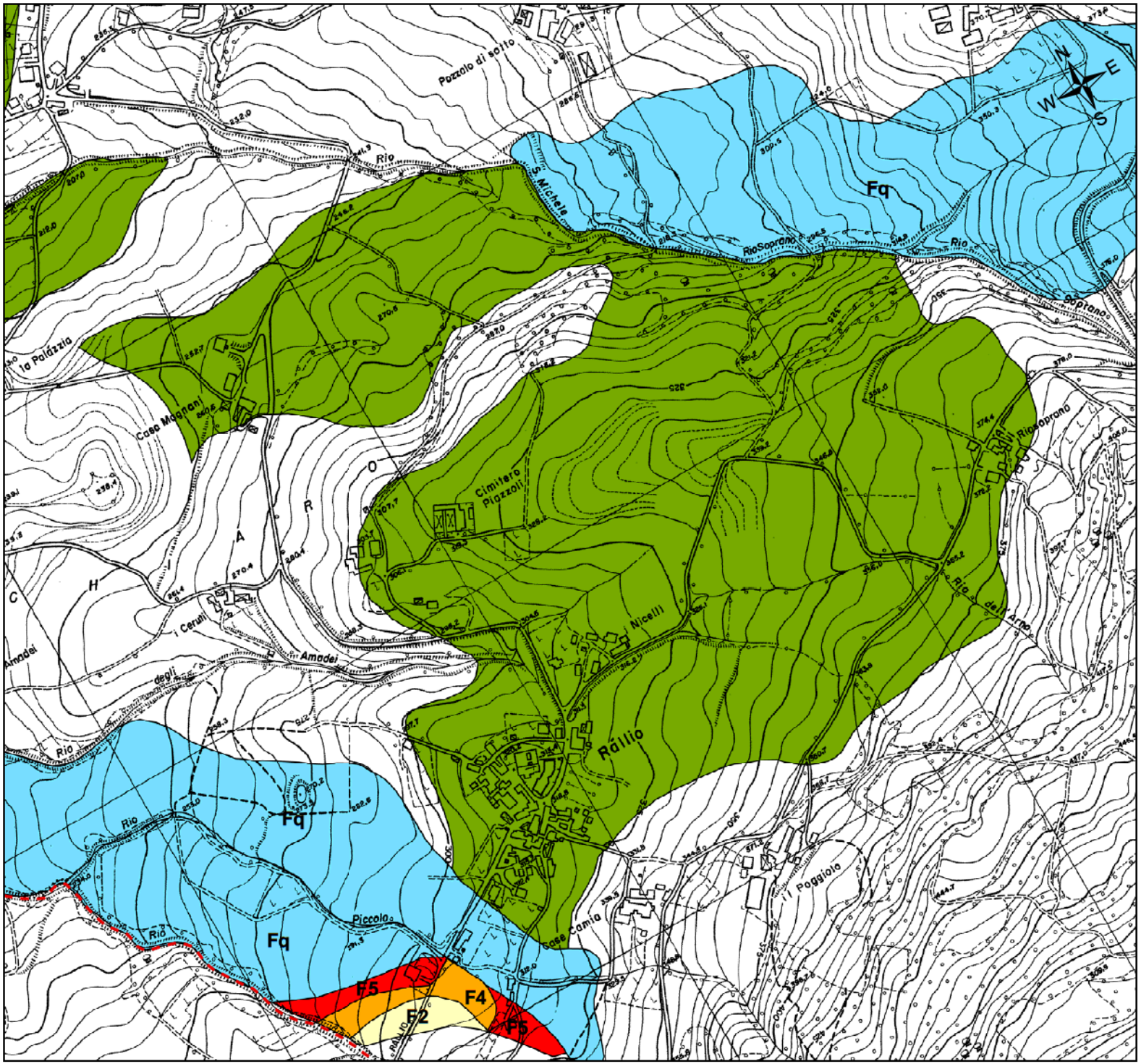
Il fenomeno di dissesto potenziale, ancorchè quiescente, che si potrebbe ricostruire, è in realtà riconducibile a:

- potenziali fenomeni gravitativi sopra descritti morfologicamente circoscritti all'area a monte dell'insediamento di Mandrola, sul versante sovrastante l'abitato in direzione sud/sud-ovest dallo stesso;
- fenomeni analoghi a quanto sopra morfologicamente circoscritti all'area in direzione nord-est rispetto all'abitato, a valle dello stesso ed a ridosso della strada vicinale segnalata dalle carte;
- fenomeni generati dall'azione di erosione e di trasporto solido dal parte di acque incanalate, nella porzione che raggiunge l'insediamento da monte dalla direzione ovest.

Ogni altra potenziale criticità che potrebbe interessare il pendio non potrebbe, nelle porzioni di dissesto a ridosso dei fabbricati esistenti, che essere limitata ai primi metri superficiali, corrispondenti alla prima unità litotecnica (strato 1) e ad una parte, difficilmente quantificabile, dello strato 2; si presume che le caratteristiche geotecniche delle unità individuate non siano in grado di determinare movimenti gravitativi localmente significativi e pericolosi per i fabbricati, salvo le più generalizzate e lente deformazioni di versante di cui sopra e che caratterizzano ampie porzioni delle aree appenniniche adiacenti.

Alla luce di quanto sopra:

- si ritiene possibile rivedere la classificazione delle aree già indicate come a Fattibilità 4 (aree in rosso) ed a Fattibilità 3 (aree in arancio), nella direzione di un parziale svincolo dalle zone di frana o quantomeno di riduzione del grado di criticità ad esse attribuito, essendo riscontrabili condizioni di fattibilità senza particolari limitazioni e/o di con modeste limitazioni;
- resta ferma la necessità che vengano rispettate le prescrizioni già associate alle aree di cui sopra ed in particolare che si mantenga la necessità di provvedere alla realizzazione di opere di sistemazione idraulica dell'impluvio a ovest dei fabbricati esistenti, qualora vengano realizzati interventi edilizi nell'area stessa od in quella adiacente a valle della medesima;
- i contenuti della presente relazione potranno essere approfonditi mediante opportune ed ulteriori indagini e valutazioni nel corso delle future fasi di approvazione dello strumento urbanistico comunale, ed in ogni caso non costituiscono un elemento sostitutivo di quanto richiesto in materia dalle norme vigenti (dal D.M. 11 marzo 1988 al D.M. 14 settembre 2005).



Legenda

Confine comunale

Coperture quaternarie continentali

Deposito di versante s.l.

Dissesto comunale

Fq - Frana quiescente

Sub-zonazione di frane quiescenti

F2 - Frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni

F3 - Frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni

F4 - Frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni

F5 - Frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni

Committente:

COMUNE DI RIVERGARO (PC)

Oggetto:

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (P.R.G.): VARIANTE SPECIFICA DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.

Commessa: RIV1-PAI.RP1

File: RP1-Tavola_Unica.mxd

Data: Giugno 2008

Elaborato Progettuale:

CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI FRANE QUIESCIENTI: Località cimitero Piazzoli

Scala 1:5.000

Documento: Tavola Unica

Revisione: 0

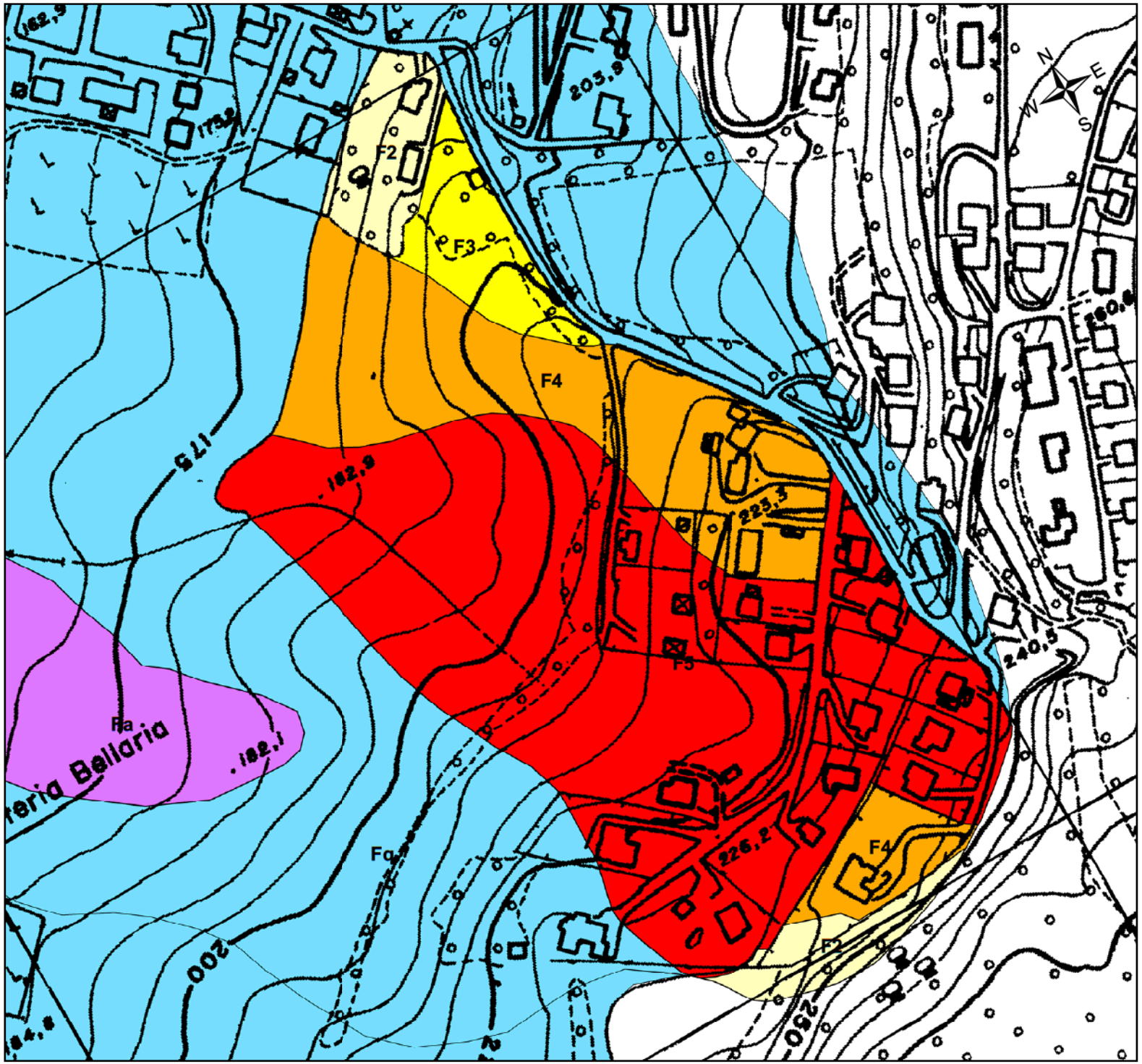
Responsabile: Dott. Geol. Paolo Cerutti

Redazione: Dott. Andrea Brambati

Timbro/Firma:

CPA GEOENGINEERING - Dott. PAOLO CERUTTI
Rivergaro (PC), Lodi (LO)
Ufficio: Via Selvagreca , 14H - 26900 - Lodi
Tel.: 0371/427203 - Fax: 0371/50281 - Cell.: 348/3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

I diritti di proprietà, diffusione e riproduzione di questo documento sono riservati in conformità alle leggi vigenti



Legenda

Confine comunale

Dissesto comunale

Fa - Frana attiva

Fq - Frana quiescente

Sub-zonazione di frane quiescenti

F2 - Frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni

F3 - Frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni

F4 - Frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni

F5 - Frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni

Committente:

COMUNE DI RIVERGARO (PC)

Oggetto:

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (P.R.G.): VARIANTE SPECIFICA DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.

Commessa: RIV1-PAI.RP1

File: RP1-RT02-TAVA.mxd

Data: Marzo 2008

Documento: Tavola A

Revisione: 0

Responsabile: Dott. Geol. Paolo Cerutti

Redazione: Dott. Andrea Brambati

Elaborato Progettuale:

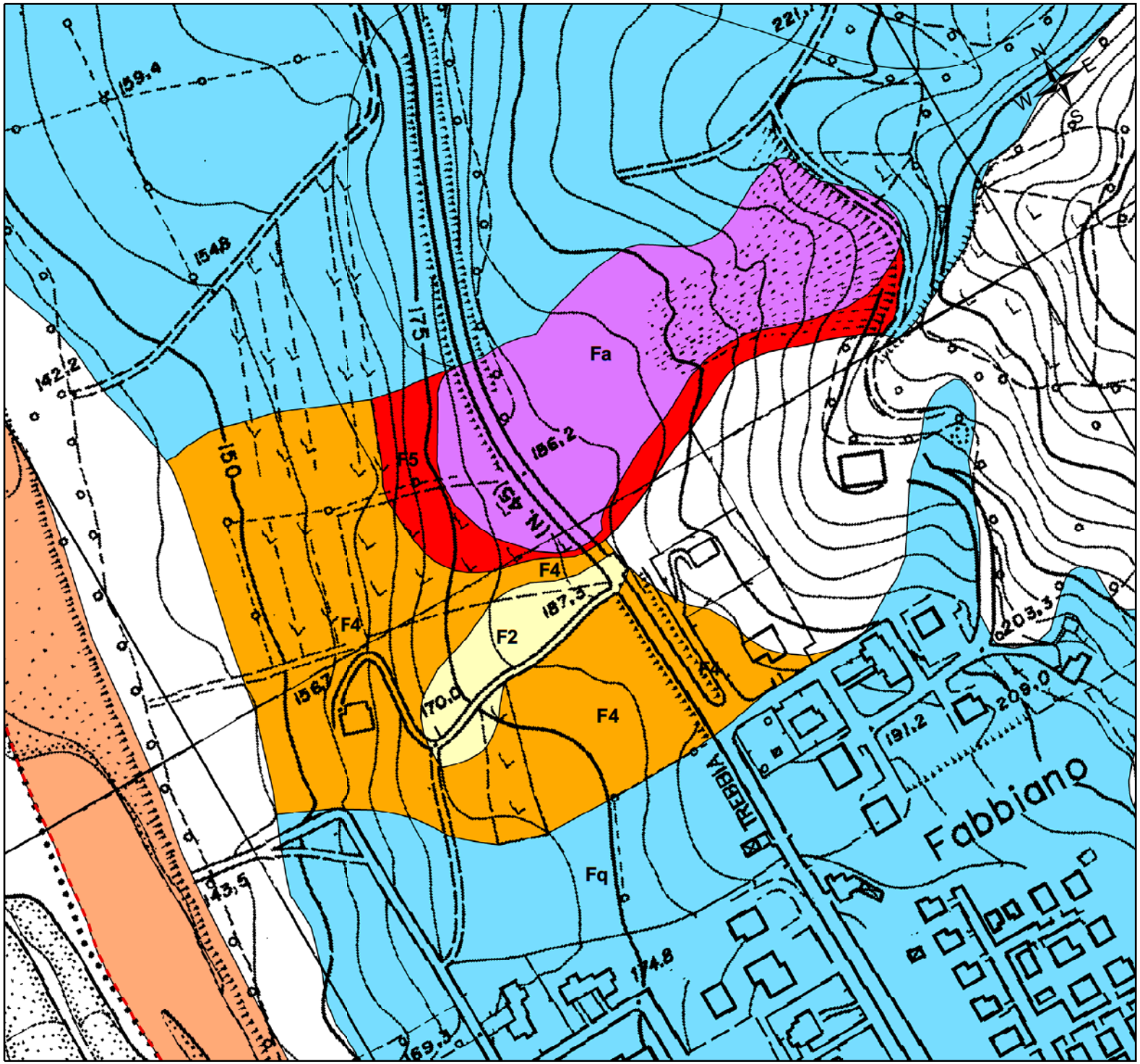
CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI FRANE QUIESCIENTI: Località Case Leoni

Scala 1:2.000

Timbro/Firma:

CPA GEOENGINEERING - Dott. PAOLO CERUTTI
Rivergaro (PC), Lodi (LO)
Ufficio: Via Selvagreca , 14H - 26900 - Lodi
Tel.: 0371/427203 - Fax: 0371/50281 - Cell.: 348/3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

I diritti di proprietà, diffusione e riproduzione di questo documento sono riservati in conformità alle leggi vigenti



Legenda

Confine comunale

Coperture quaternarie continentali

Deposito alluvionale in evoluzione

Dissesto comunale

Fq - Frana quiescente

Sub-zonazione di frane quiescenti

F2 - Frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni

F3 - Frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni

F4 - Frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni

F5 - Frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni

Committente:

COMUNE DI RIVERGARO (PC)

Oggetto:

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (P.R.G.): VARIANTE SPECIFICA DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.

Commessa: RIV1-PAIRP1

File: RP1-RT02-TAVB.mxd

Data: Marzo 2008

Documento: Tavola B

Revisione: 0

Responsabile: Dott. Geol. Paolo Cerutti

Redazione: Dott. Andrea Brambati

Elaborato Progettuale:

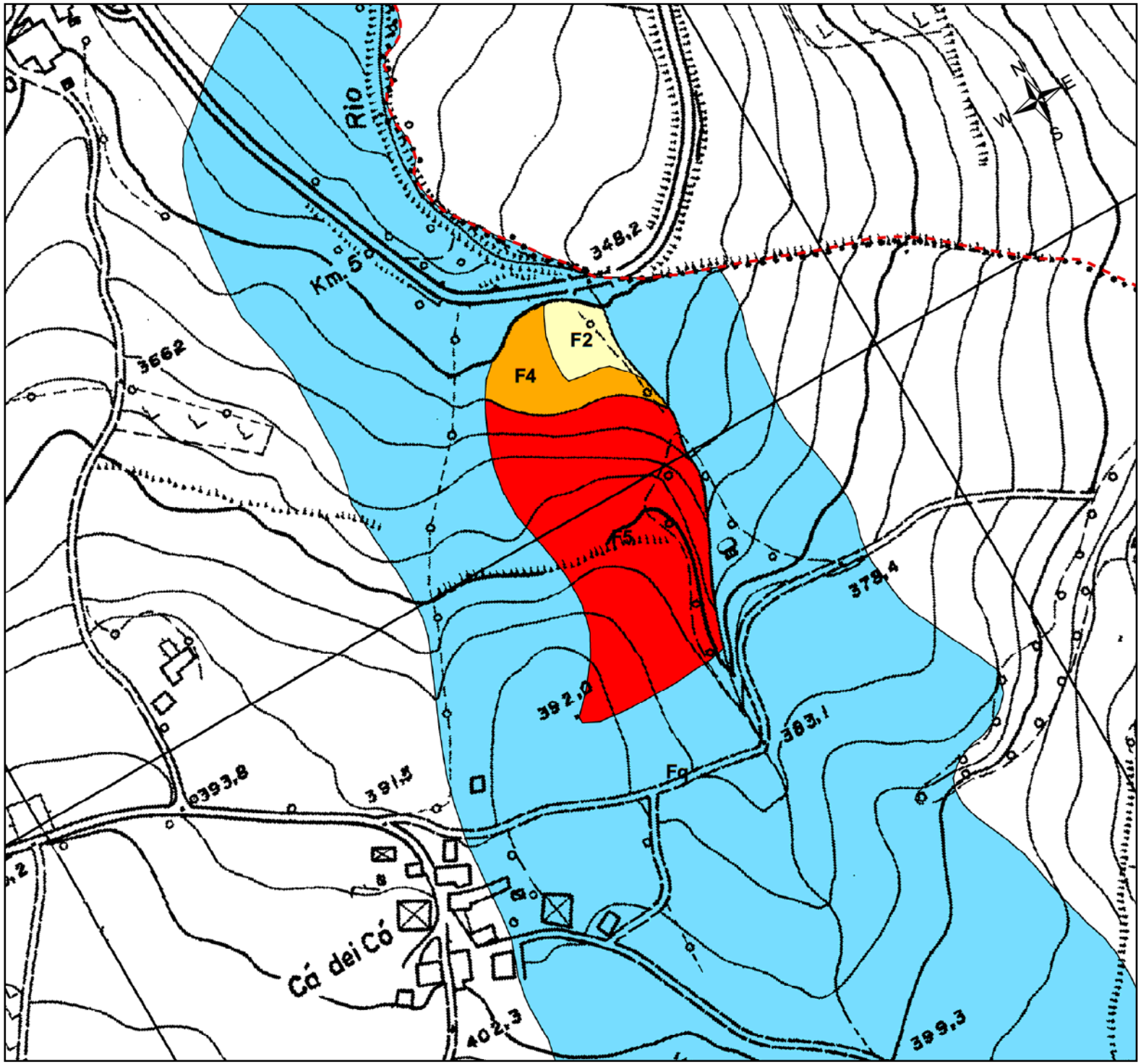
CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI FRANE QUIESCIENTI: Località Fabiano

Scala 1:2.000

Timbro/Firma:

CPA GEOENGINEERING - Dott. PAOLO CERUTTI
Rivergaro (PC), Lodi (LO)
Ufficio: Via Selvagreca , 14/H - 26900 - Lodi
Tel.: 0371/427203 - Fax: 0371/50281 - Cell.: 348/3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

I diritti di proprietà, diffusione e riproduzione di questo documento sono riservati in conformità alle leggi vigenti



Legenda

Confine comunale

Dissesto comunale

Fq - Frana quiescente

Sub-zonazione di frane quiescenti

F2 - Frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni

F3 - Frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni

F4 - Frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni

F5 - Frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni

Committente:

COMUNE DI RIVERGARO (PC)

Oggetto:

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (P.R.G.): VARIANTE SPECIFICA DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.

Commessa: RIV1-PAI.RP1

File: RPI-RT02-TAV.C.mxd

Data: Marzo 2008

Elaborato Progettuale:

CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI FRANE QUIESCIENTI: Località Ponte Sala

Scala 1:2.000

Documento: Tavola C

Revisione: 0

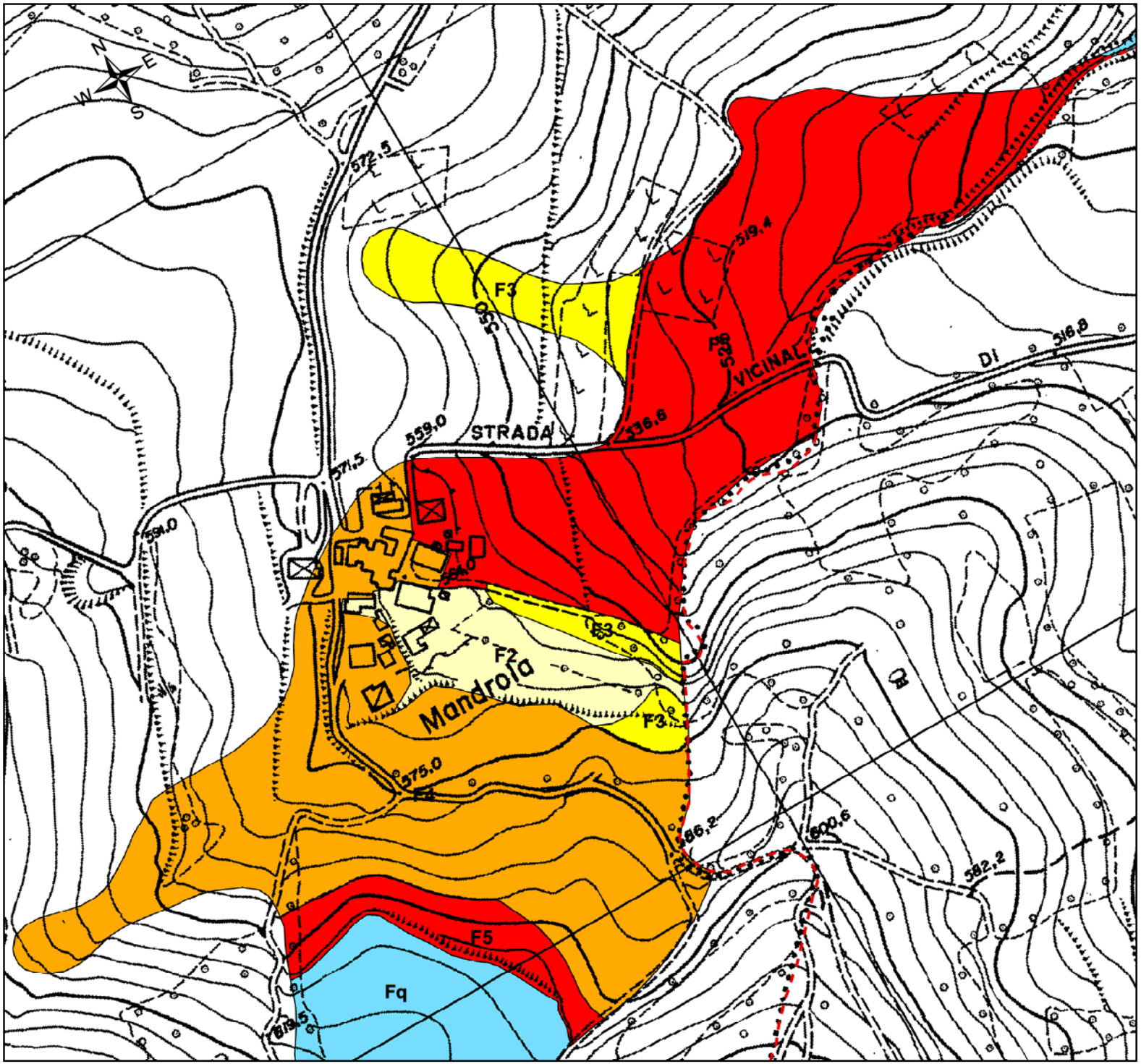
Responsabile: Dott. Geol. Paolo Cerutti

Redazione: Dott. Andrea Brambati

Timbro/Firma:

CPA GEOENGINEERING - Dott. PAOLO CERUTTI
Rivergaro (PC), Lodi (LO)
Ufficio: Via Belvaggiosa , 14H - 26900 - Lodi
Tel.: 0371/427203 - Fax: 0371/50281 - Cell.: 348/3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

I diritti di proprietà, diffusione e riproduzione di questo documento sono riservati in conformità alle leggi vigenti



Legenda

Confine comunale

Dissesto comunale

Fq - Frana quiescente

Sub-zonazione di frane quiescenti

F2 - Frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni

F3 - Frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni

F4 - Frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni

F5 - Frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni

Committente:

COMUNE DI RIVERGARO (PC)

Oggetto:

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (P.R.G.): VARIANTE SPECIFICA DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.

Commessa: RIV1-PAI.RP1

File: RP1-RT02-TAV.D.mxd

Data: Marzo 2008

Elaborato Progettuale:

CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI FRANE QUIESCIENTI: Località Mandrola

Scala 1:2.000

Documento: Tavola D

Revisione: 0

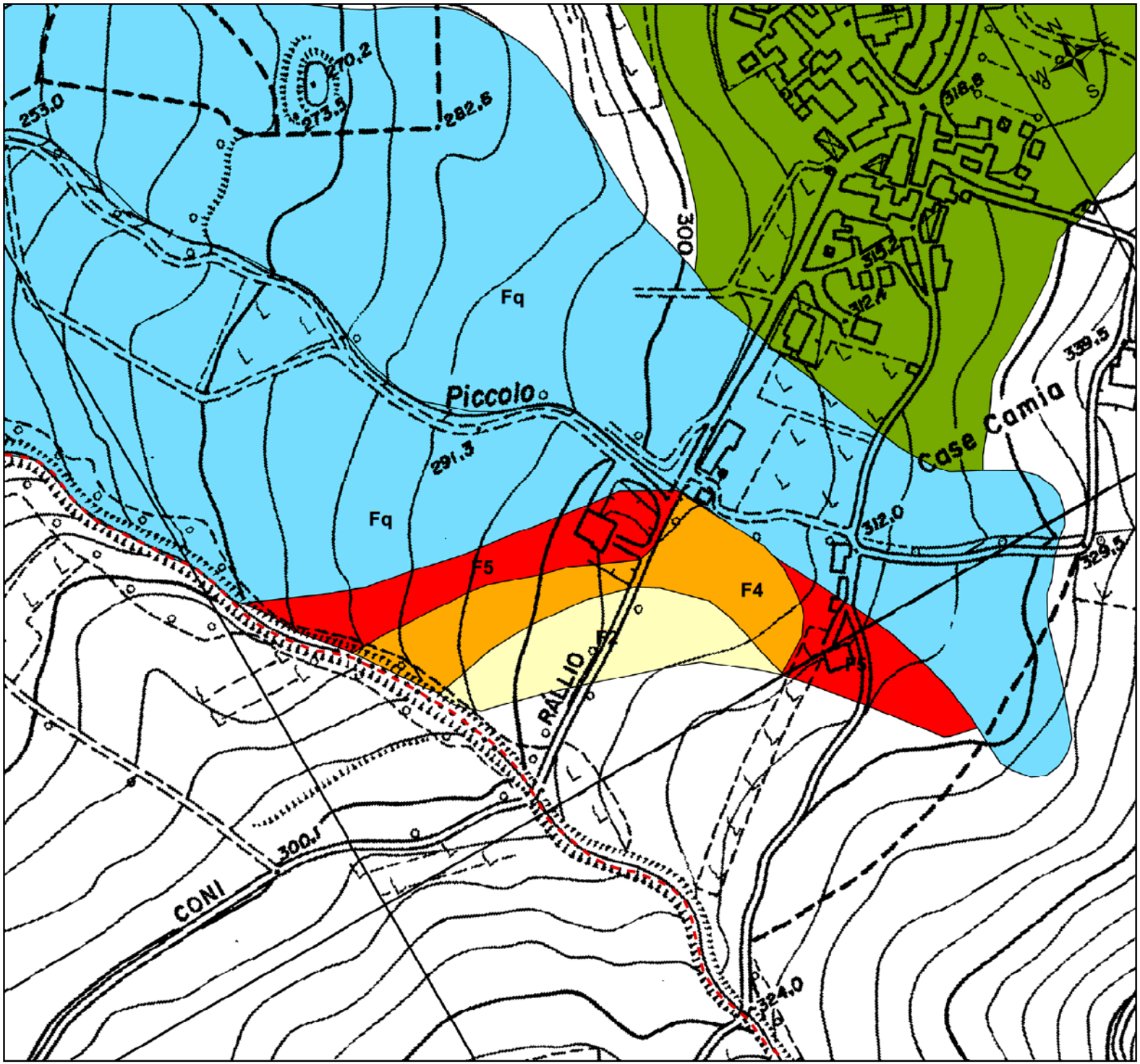
Responsabile: Dott. Geol. Paolo Cerutti

Redazione: Dott. Andrea Brambati

Timbro/Firma:

CPA GEOENGINEERING - Dott. PAOLO CERUTTI
Rivergaro (PC), Lodi (LO)
Ufficio: Via Selvagreca , 14H - 26900 - Lodi
Tel.: 0371/427203 - Fax: 0371/50281 - Cell.: 348/3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

I diritti di proprietà, diffusione e riproduzione di questo documento sono riservati in conformità alle leggi vigenti



Legenda

Confine comunale

Coperture quaternarie continentali

Deposito di versante s.l.

Dissesto comunale

Fq - Frana quiescente

Sub-zonazione di frane quiescenti

F2 - Frana quiescente a fattibilità con minime limitazioni

F3 - Frana quiescente a fattibilità con modeste limitazioni

F4 - Frana quiescente a fattibilità con consistenti limitazioni

F5 - Frana quiescente a fattibilità con gravi limitazioni

Committente:

COMUNE DI RIVERGARO (PC)

Oggetto:

STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE (P.R.G.): VARIANTE SPECIFICA DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.

Commessa: RIV1-PAI.RP1

File: RP1-RT02-TAV.E.mxd

Data: Marzo 2008

Elaborato Progettuale:

CARTA DI SUB-ZONAZIONE DI FRANE QUIESCIENTI: Località Rallio

Scala 1:2.000

Documento: Tavola E

Revisione: 0

Responsabile: Dott. Geol. Paolo Cerutti

Redazione: Dott. Andrea Brambati

Timbro/Firma:

CPA GEOENGINEERING - Dott. PAOLO CERUTTI
Rivergaro (PC), Lodi (LO)
Ufficio: Via Selvagreca , 14H - 26900 - Lodi
Tel.: 0371/427203 - Fax: 0371/50281 - Cell.: 348/3903666
E-mail: paolo.cerutti@ecotercpa.it

I diritti di proprietà, diffusione e riproduzione di questo documento sono riservati in conformità alle leggi vigenti