G.EDI.S. s.r.l.

sede legale: Via Frattina, 10 - 00187 Roma

sede amministrativa:
P.zza Martiri della Libertà, 54 – 02047 POGGIO MIRTETO (RI)
Tel 0765/441102 (St) 0765/206263 (Fax)
329/9171242 (Cell)
e-mail: info@gedis-srl.com

COMUNE DI FIANO ROMANO

(RM)

Relazione geologica riguardante il

piano di recupero del centro storico

su committenza dell'Amministrazione Comunale

Poggio Mirteto,Giugno 2013 Dott. Geol. David Simoncelli

E' riservata la proprietà di questo elaborato che potrà essere riprodotto, anche in parte, solo dopo autorizzazione scritta

INDICE

Premesse…….…….....……Pag 1

CAPITOLO 1 – INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA.....Pag 2

CAPITOLO 2 – INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO DELL'AREA...…….....Pag 4

2.1 – STUDIO GEOGNOSTICO.....Pag 4

2.2 – STUDIO GEOFISICO..... .....Pag 7

2.3 - STUDIO GEOFISICO CARATTERIZZAZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M.14.01.2008..... Pag 12

CAPITOLO 3 – STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA..... Pag 13

3.1 - METODOLOGIA D'INDAGINE E IDENTIFICAZIONE DEL "BEDROCK SISMICO".....……..…….. Pag 14

3.2 - DETERMINAZIONE DEL VALORE FH E CONFRONTO COL LE SOGLIE SS; CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2……..Pag 16

CAPITOLO 4 – DESCRIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA ALLEGATA..... Pag 21

4.1 – Carta delle indagini……..Pag 22

4.2 - Carta geologica e geomorfologica……...…….....….……..…Pag 22

4.3 - Carta delle acclività…….…..…….....…..….....Pag 24

4.4 - Carta idrogeologica…….…..….....……..…....…...…Pag 25

4.5 - Carta della microzonazione sismica di livello 2..……..….....…Pag 26

4.6 - Carta della pericolosità e vulnerabilità del territorio …..…..……...……Pag 26

4.7 - Carta delle idoneità…….....……..…..…Pag 27

CONCLUSIONI…….....……...Pag 28

PREMESSE

La zona interessata dal progetto ha una superficie di circa 132400 m^2, si estende dal centro storico di Fiano Romano arrivando verso est nell'area dove è presente il depuratore comunale. Il settore occidentale si presenta fortemente antropizzato e dunque caratterizzato da materiali antropici che vanno ad occultare la litologia presente, l'area occidentale si presenta meno antropizzata ma comunque caratterizzata da importanti insediamenti urbani; tutto il settore è collocato ad una quota compresa tra circa 50 m e 109 m s.l.m..

La presente relazione descrive dapprima in maniera generale l'area per poi approfondire i dettagli del settore destinato al progetto.
In ottemperanza alla DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, alla DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 della Regione Lazio, visto che ad oggi non è stato ancora validato per l'Unità Amministrativa Sismica di Fiano Romano lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (di seguito MS1), è stato condotto uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 (MS2) per il piano di recupero del centro storico di Fiano Romano.

Quindi alla luce di quanto espresso è stato condotto il presente studio, acquisendo ed integrando i dati in possesso, studiando ampiamente i suoi lineamenti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici, con particolare riguardo alla stabilità dei terreni affioranti, ai potenziali fattori di dissesto e ad un corretto uso globale della risorsa.

I concetti e le conclusioni di seguito espresse si intendono esplicitamente riferiti alla cartografia tematica, generale e di dettaglio, che, nel rispetto della Delib. della Giunta Regionale n. 2649 del 18.05.1999, della DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, della DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 e alla successiva DGR 535/2012 del

2 Novembre 2012 della Regione Lazio, costituisce parte integrante del presente studio.

CAPITOLO 1

INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

La zona interessata dal progetto ha una superficie di circa 132400 m^2, si estende dal centro storico di Fiano Romano arrivando verso est nell'area dove è presente il depuratore comunale. Il settore occidentale si presenta fortemente antropizzato e dunque caratterizzata da materiali antropici che vanno ad occultare la litologia presente, l'area occidentale si presenta meno antropizzata ma comunque caratterizzata da importanti insediamenti urbani; tutto il settore è collocato ad una quota compresa tra circa 50 m e 109 m s.l.m..

Il sito è descritto nel F°144 – “Palombara Sabina” (IV quadrante, tavoletta SE - “Montopoli di Sabina”) della cartografia ufficiale topografica e geologica I.G.M e nella sezione 365040 – “Fiano Romano” della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) edita dalla Regione Lazio e nell'elemento 365043 della Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 (C.T.R.N.) edita dalla Regione Lazio.

La geologia generale dell’area

Da un punto di vista geologico il territorio di **Fiano Romano** presenta caratteri piuttosto complessi, derivanti dall’accostamento di quattro unità geologiche distinte, di seguito brevemente descritte:

a) unità carbonatiche;
b) unità neogenico-quaternarie;
c) vulcaniti;
d) sedimenti continentali.

Le unità calcaree affioranti nel territorio comunale costituiscono il prolungamento sud-orientale della dorsale del M.Soratte e rappresentano l'ossatura principale di tutta l'area. La successione calcarea tipica corrisponde ad una serie ridotta in facies umbro-sabina i cui termini sono attribuibili ad epoche variabili tra la fine del Trias e l'Eocene-Oligocene.

Le unità neogenico–quaternarie, appartengono al cosiddetto ciclo sedimentario plio-pleistocenico, in posizione trasgressiva rispetto ai sottostanti calcari. Esse mostrano, nel settore che degrada verso la Valle Tiberina, alternanza di sedimenti clastici di varia granulometria, passante da ghiaie, incoerenti o litoidi, a sabbie, più o meno sciolte, fino ad argille, che rimandano ad un ambiente marino con frequenti ed abbondanti apporti continentali.

I prodotti vulcanici corrispondono al ciclo eruttivo del distretto vulcanico sabatino. Essi sono rappresentati dal cosiddetto "tufo stratificato di la Storta" (o "epivulcaniti finali di La Storta") che nell'ambito comunale, appare come l'unica vulcanite presente, direttamente a contatto con i vari terreni sedimentari del ciclo plio-pleistocenico. Questa formazione corrisponde agli ultimi prodotti di ricaduta, messi in posto intorno a 370.000 anni fa ed è rappresentata da materiali in giacitura suborizzontale, con alternanze di livelli cineritici, lapillosi, scoriacei ed a volte ricchi di pomici bianche o giallastre. Su questi terreni sono localmente evidenti strutture sedimentarie di trasporto dovute al rimaneggiamento degli stessi prodotti piroclastici, ad opera dei corsi d'acqua superficiali.

Connessi all'attività vulcanica periferica e terminale sono gli affioramenti di travertino, tipici del settore degradante verso l'attuale corso del Tevere ma anche ai bordi di alcuni corsi d'acqua interni. Essi sono il prodotto di un'attività idrotermale che provoca la risalita di acque calde sovrassature in carbonato di calcio ($CaCO_3$) con rilevante presenza di anidride carbonica (CO_2) e, subordinatamente, di acido solfidrico (H_2S).

La piana alluvionale del Tevere rappresenta il deposito continentale più recente osservabile nell'area in studio. Si tratta di sedimenti sciolti a granulometria passante da ghiaia ad argilla con prevalenza di quest'ultima, variamente intercalati fra essi con tre ordini di terrazzi fluviali a luoghi ben riconoscibili.

CAPITOLO 2

INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO DELL'AREA

In ottemperanza alla DGR 545/10, alla DGR 490/11, alla DGR 535/2012 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 ed alle DGR 2649/99 e DGR 1159/02 della Regione Lazio ed al fine di caratterizzare la geologia ed il comportamento sismico del sottosuolo, sono stati eseguiti all'interno dell' area in esame uno studio geognostico e uno studio geofisico.

2.1 - studio geognostico

Allo scopo sia di individuare la successione stratigrafica e le caratteristiche geologiche dei terreni, sia di delineare le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei materiali riscontrati e correlarli con i dati geofisici, sono stati eseguiti:

- rilevamento geologico, idrogeologico e geomorfologico di dettaglio;

- n° 3 prove penetrometriche dinamiche tramite l'utilizzo dello strumento superpesante (DPSH);

- n° 7 sondaggi stratigrafici verticali a carotaggio continuo, n° 3 eseguiti all'interno dell'area durante gli studi passati e n° 4 nelle immediate vicinanze;

- n° 7 prove penetrometriche dinamiche tramite l'utilizzo dello strumento di tipo medio (DPM), n° 3 eseguite all'interno dell'area durante gli studi passati e n° 4 nelle immediate vicinanze;

- osservazione di numerosi scavi per la realizzazione sia di fabbricati che di alcune opere di urbanizzazione eseguite nell'area.

Da un punto di vista geologico, il centro storico di Fiano Romano sorge su un nucleo litoide di natura essenzialmente tufacea prodotto dall'accumulo di materiali eruttivi provenienti dal distretto sabatino, attivo complessivamente tra 600.000 e 40.000 anni fa. Essi sono rappresentati dal cosiddetto "tufo stratificato di la Storta" (o "epivulcaniti finali di La Storta") che nell'intero ambito comunale, appaiono come l'unica vulcanite presente, direttamente a contatto con i terreni sedimentari del ciclo plio-pleistocenico. Questa formazione è rappresentata da un'alternanza di strati e sacche di natura eterogenea, costituiti prevalentemente da materiali piroclastici, differenziati nelle loro modalità di messa in posto, in genere con spessori da pochi decimetri ad una decina di metri; i livelli più diffusi sono di natura cineritica, a volte lapillosa, di colorazione tra il bruno ed il grigio, spesso incoerenti, a luoghi litoidi, mentre le porzioni pomicee possono variare tra il bianco ed il giallastro. Frequenti sono le tracce di argillificazione a causa di processi che interessano la frazione vetrosa della piroclastite. Nei rari affioramenti osservabili nei dintorni del centro storico le giaciture si mantengono sub-orizzontali, facendo riferimento ad un substrato deposizionale originario ad acclività trascurabile. Su questi terreni sono localmente evidenti strutture sedimentarie di trasporto dovute al rimaneggiamento dei prodotti piroclastici, ad opera dei corsi d'acqua superficiali.

Con lo sviluppo in tempi storici degli insediamenti abitativi e la necessità di utilizzare a fini antropici alcuni settori marginali agli stessi insediamenti, si è registrata nel tempo una elaborazione superficiale di volumi anche importanti dell'originario substrato piroclastico, con l'individuazione di coltri più o meno spesse di terreni d'alterazione e riporti antropici, dalle qualità geotecniche non più soddisfacenti rispetto alle condizioni quasi litoidi originarie. Se a ridosso dello sperone urbanizzato di Fiano Romano i terreni rappresentativi si presentano in facies da semi-litoide a litoide, nei dintorni dell'alveo del fosso che scorre nella parte più settentrionale di tutta l'area di studio, al di sotto delle mura Castellane, la litologia prevalente, benché ancora di natura piroclastica, appare mediamente più

sciolta, per effetto degli accumuli a quote inferiori di materiali prodotti dal disfacimento erosivo dei rilievi circostanti.

A questa porzione piroclastica risultano intercalati banchi travertinosi discontinui, da semilitoidi a litoidi, che si ritrovano, a quote più basse, in corrispondenza delle incisioni torrentizie e di alcuni scavi e affiorano nel settore centro-orientale dell'area di studio. Essa passa verso il basso a sabbie, limi e ghiaie correlabili al ciclo sedimentario marino del Pleistocene laziale, questi litotipi nel dettaglio affiorano nel settore centro-orientale ed orientale dell'area di studio.

Le indagini suddette, correlate sia da misurazioni effettuate mediante strumenti portatili (pocket penetrometro e vane test) sulle carote estratte che da dati forniti da prove di laboratorio eseguite sui litotipi rinvenuti hanno permesso di caratterizzare i litotipi presenti sia da un punto di vista geomeccanico che geolitologico nel seguente modo:

LITOTIPI	Peso di volume γ (t/m^3)	Angolo d'attrito φ (°)	Coesione drenata C (t/m^2
PIROCLASTITI DA SCIOLTE A LIEVEMENTE ADDENSATE	1,75	29	0,5
LIMI E SABBIE LIMOSE DI NATURA CALCAREA	1,90	30	0,0
TRAVERTINI DA SEMILITOIDI A LITOIDI	2,00	34	10

Considerando le indagine effettuate e i dati bibliografici la falda idrica principale ha profondità variabili; l'area si trova compresa fra l'isofreatica dei 100 m e quella dei 50 m (Ventriglia U. [1988-1990] "Idrogeologia della Provincia di Roma", a cura della Provincia di Roma (IV Volume, parte prima)), dunque considerando le

quote topografiche si osserva che il livello di falda oscilla tra circa 20 m di profondità e il piano campagna.

2.2 - studio geofisico, anche a causa dell'elevata antropizzazione è stato costituito da:

- n°13 prove tromometriche per la determinazione delle Vs30 con tromografo digitale "Tromino" ed elaborazione dati mediante il software "Grilla", forniti dalla Societa Micromed spa, eseguite su tutta l'area durante gli studi passati e nel Settembre e Ottobre 2013 ed una nelle immediate vicinanze;
- n °3 MASW, integrate alle prove tromometriche, eseguite, mediante tromografo digitale "Tromino" equipaggiato con cavo trigger esterno per acquisizioni multicanale (Tromino Engy) (Settembre 2013).

In base alle summenzionate indagini, è stato, pertanto, possibile, effettuare uno studio di "microzonazione sismica" come richiesto dalla normativa vigente.

ANALISI SISMICA TRAMITE MICROTREMORI

Il rumore sismico è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico viene prodotto principalmente dal vento e dalle onde del mare. Anche le industrie e il traffico veicolare producono localmente rumore sismico ma, in genere, solo a frequenze relativamente alte, superiori ad alcuni Hz, che vengono attenuate piuttosto rapidamente.

A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono gli effetti locali, dovuti a sorgenti antropiche e/o naturali.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo, un po' come una luce bianca che illumina gli oggetti, eccitando le lunghezze d'onda del loro stesso colore. Ad esempio, se ci si trova all'interno di un edificio con frequenze di risonanza a 6 e 100 Hz, il rumore di fondo ecciterà queste frequenze, rendendole chiaramente visibili nello spettro di rumore.

Allo stesso modo compariranno anche le frequenze di risonanza del sottosuolo. Ad esempio, se il sottosuolo su cui lo strumento è posto ha una stratificazione con frequenze proprie a 0.8 Hz e 20 Hz, queste frequenze appariranno nello spettro come picchi facilmente individuabili rispetto alla traccia di sottofondo.

Durante un terremoto che si può assimilare ad una traccia di rumore con ampiezze sino a 10^{10} volte maggiori del rumore di fondo, se la frequenza di risonanza del suolo e quella dell'edificio che si trova su di esso sono uguali, viene indotta un'oscillazione risonante accoppiata, detta *amplificazione sismica*, che accresce enormemente le sollecitazioni sull'edificio.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni agli edifici durante un terremoto, molto più della grandezza stessa del terremoto. Un esempio notevole di amplificazione sismica si è avuto in anni recenti, il 19 settembre 1985, quando un terremoto "medio" (M=6.6) colpì il Messico Centrale producendo danni modesti vicino all'epicentro, ma provocando il crollo di 400 palazzi a Città del Messico, distante 240 km dall'epicentro. Analisi successive hanno mostrato come Città del Messico sia costruita su di un bacino sedimentario la cui frequenza, circa 1 Hz, è identica a quella dei palazzi di 10 piani che risultarono essere i più danneggiati dal terremoto. Allo stesso modo, il terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908 (M=7.2) distrusse il 95% delle case di Messina ma lasciò praticamente intatte tutte quelle costruite su roccia e quindi non soggette a amplificazione sismica.

La tecnica qui applicata e detta HVSR (Horizontal/Vertical Spectral Ratio) con registrazione su singola stazione. Alla curva sperimentale HVSR (rossa, in Fig. 1, riferita ad un caso generico) viene sovrapposta una curva teorica (blu) usando il vincolo geologico-stratigrafico ottenuto per via indipendente dalle indagini di campagna sullo strato più superficiale.

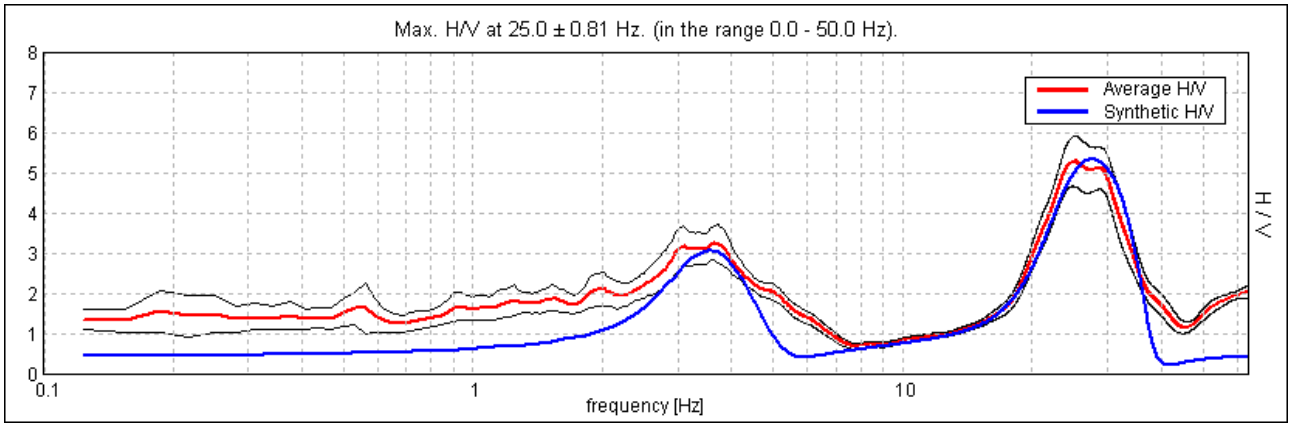


Figura 1

I picchi evidenziati corrispondono ad orizzonti stratigrafici dotati di una particolare frequenza di risonanza (espressa in Hertz) e caratterizzati da differenze di impedenza sismica, direttamente correlabili alla velocità di propagazione delle onde sismiche, tanto più evidenti quanto maggiore è il contrasto di impedenza/velocità.

La procedura dunque comprende:

- Identificazione diretta di uno strato superficiale (posto solitamente entro i primi metri dal p.c.);
- Identificazione del picco ad esso riferito sulla curva sperimentale;
- Costruzione del *best fit* della curva teorica su quella sperimentale, usando i vincoli dei punti precedenti (Figura 2);

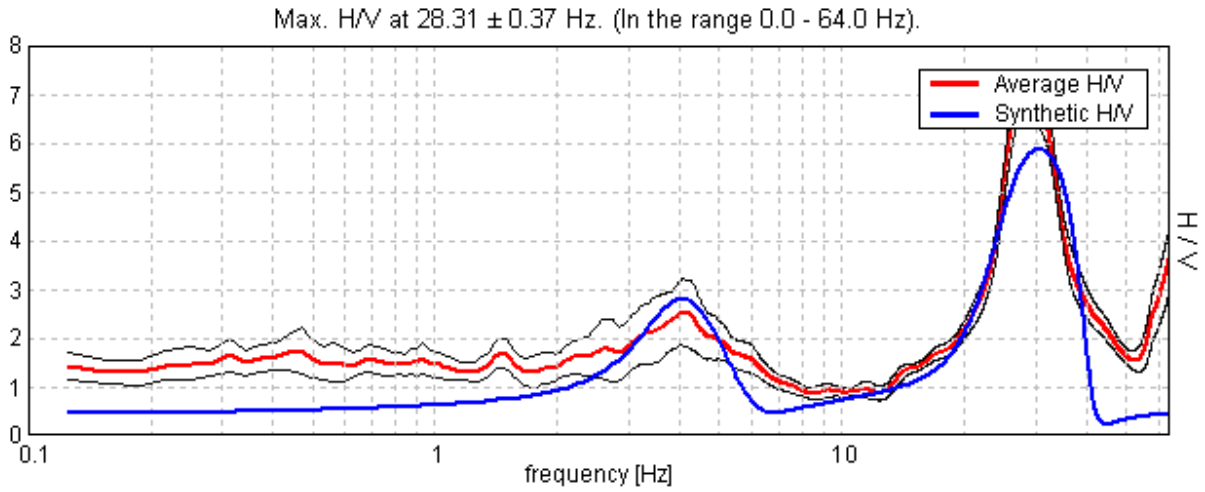


Figura 2

Costruzione di una sequenza sismica monodimensionale fondata sulle Vs, i cui orizzonti stratigrafici corrispondono ai picchi della sovrapposizione curva sperimentale vs. curva teorica, come nella figura che segue (Figura 3), anch'essa riferita ad un caso generico.

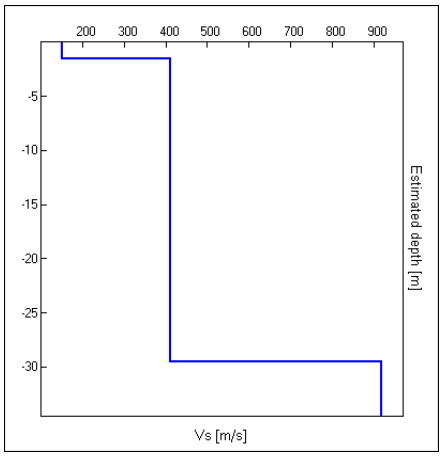


Figura 3

L'acquisizione dei dati di campagna viene effettuata mediante tromografo digitale *Tromino* della Micromed spa, mentre l'elaborazione dei dati si serve del software Grilla fornito dalla stessa ditta.

Nei grafici in allegato sono inoltre rappresentati:

Diagramma rappresentativo della stabilità del rapporto H/V, durante la registrazione, indice della pulizia della traccia acquisita (Figura 4);

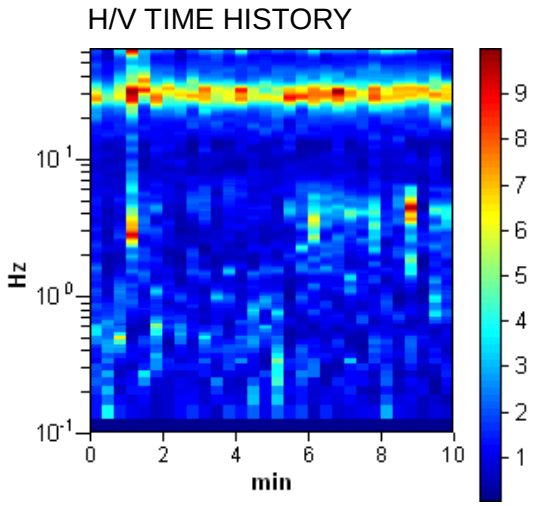


Figura 4

Diagramma delle singole componenti spettrali, misurate dal tromografo (Figura 5).

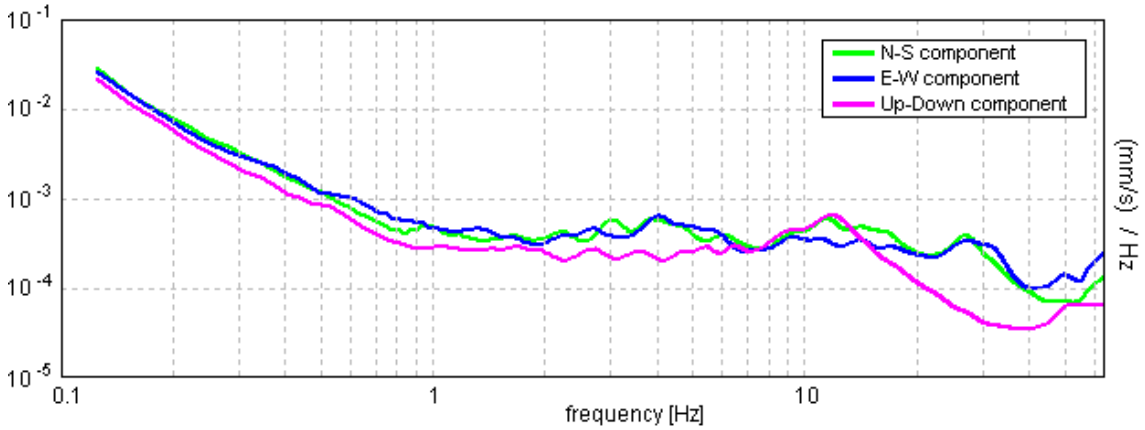


Figura 5

ANALISI SISMICA TRAMITE MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali, eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiale è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiando con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di 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.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelemente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30-50 metri, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori ai 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- calcolo della curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi dello stendimento;

- calcolo della curva di dispersione apparente numerica mediante il metodo Roma (2001);

- calcolo della curva di dispersione effettiva numerica mediante il metodo Lai-Rix (1998);

- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vsv, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vsv e di compressione Vp (o in alternativa il coefficiente di

Poisson **υ**), la densità di massa **ρ** degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di disperzione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità Vs trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software *"Grilla"* fornito dalla Società Micromed S.p.A.

Pertanto, sulla base dei dati pervenuti e dall'acquisizione dei dati stratigrafici tratti da altre indagini geognostiche (prove penetrometriche dinamiche e sondaggi geognostici), effettuate nell'area stessa e nelle vicinanze e da cui è stato possibile delineare anche la stratigrafia del sito in oggetto fino alla profondità di oltre 30,0 mt, 0 mt, si è tarata l'elaborazione dell'indagine effettuata, ottenendo valori delle velocità di $\mathbf{V_{S30}}$.

2.3 - Studio geofisico caratterizzazione sismica ai sensi del d.m.14.01.2008

Coordinate WGS84 del sito Lat. 42.171895° Long. 12.593551°

Il comune di Fiano Romano in base all'Ord. n.2788 del 12.06.1998 del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, non era inserito nell'elenco dei comuni ad elevato rischio sismico.

E' stato poi classificato in Zona 2 ai sensi dell'Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003 e successivamente confermato, in ottemperanza alla Delib. Giunta Reg. Lazio n°766 del 01.08.2003 che aggiorna in senso restrittivo l'Ord. P.C.M. n°3274, in Zona 3, equiparata alla precedente Seconda Categoria Sismica. Con la DGR Lazio n°387 del 22.05.2009 (Bur Lazio 24/2009; S.O. 106) attualmente vigente, che rivede globalmente i criteri di valutazione della pericolosità sismica del territorio regionale, il Comune di Fiano Romano è stato inserito nella sottozona 2B.

La Carta delle Massime Intensita Macrosismiche (Regione Lazio – Enea, 2009) stabilisce per il territorio comunale una Imax = 7-7,5 MCS.

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 ("Norme Tecniche per le Costruzioni", Tab. 3.2.II), per la

progettazione di manufatti soggetti ad azioni sismiche, la parte nord-orientale del terreno in esame può essere riferita cautelativamente alla Categoria di Suolo di Fondazione B - [Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina) , mentre il restante settore può essere riferito alla Categoria di Suolo di Fondazione C – [Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina)].

Nel sito non si individua la presenza di faglie attive, linee di cresta morfologica particolarmente marcate, contatti stratigrafici tra terreni a forte contrasto di risposta sismica, presenza di coltri detritiche lungo il versante, ma si nota nella parte settentrionale una zona vicina a scarpate soggette a movimenti franosi che creerebbero condizioni specifiche tali da costituire fonte di amplificazione locale dell’onda sismica, da verificare durante eventuali indagini e studi di dettaglio.

CAPITOLO 3
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

In ottemperanza alla DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, alla DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011 e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 della Regione Lazio, visto che ad oggi non è stato ancora validato per l'Unità Amministrativa Sismica di Fiano Romano lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (di seguito MS1), è stato condotto uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 (MS2) dell'area oggetto di studio, per il piano di recupero del centro storico di Fiano Romano.

3.1 - METODOLOGIA D'INDAGINE E IDENTIFICAZIONE DEL “BEDROCK SISMICO”

Il punto di riferimento metodologico è costituito dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (di seguito ICMS), prodotti da Gruppo di Lavoro MS del Dipartimento della Protezione Civile (2008).

Nel presente Studio sono stati seguiti due approcci fondamentali: il primo di tipo geologico/geomorfologico mediante la caratterizzazione dell'assetto stratigrafico e strutturale delle unità in affioramento, dei lineamenti geomorfologici, dello stato di consistenza dei terreni, attraverso l’acquisizione di note di letteratura, rilevamenti di campagna di controllo e taratura, nonché il ricorso alla banca dati di archivio professionale per quanto concerne prove geognostiche in situ, effettuate su tutta l'area di interesse e nelle zone limitrofe, al fine di pervenire ad una modellazione ideale dei terreni in termini di proprietà geotecniche e geologiche (vedi Carta delle indagini).

Il secondo approccio è di tipo puramente geofisico mediante l'individuazione dei profili di velocità delle onde sismiche di taglio attraverso prospezioni indirette (n° 3 MASW e n° 13 HVSR, con Tromino®).

E' stato così possibile ottenere la localizzazione del “substrato rigido” per il livello 2 così come definito dalla DGR 490/11 (unità litostratigrafica di spessore di almeno 10 m con V_s>700 m/s) ad una profondità variabile, utilizzato poi per la definizione delle VSH e degli FH.

DEFINIZIONE DELLE VSH DEI TERRENI DI COPERTURA

Per l'individuazione delle VSH dei terreni di copertura sono state seguite le linee guida di applicazione della DGR 490/11.

I dati ottenuti dagli stendimenti MASW e dall'indagine HVSR sono stati discretizzati in unità geologico-geofisiche per spessori $\geq$ 3 m e una differenza di

Vs con l'unità contigua di almeno 50 m/s.

Tale discretizzazione ha permesso di individuare la velocità media equivalente **VSH**, calcolata fino al raggiungimento alla profondità del “substrato rigido”, come sopra definita.

Pertanto da tale dato è stato possibile ricavare il valore di **VSH** in dodici punti dell'area di studio:

in corrispondenza dello stendimento MASW 1, VSH=285 m/s arrotondato a => **300 m/s;**

in corrispondenza dello stendimento MASW 2, VSH=310 m/s arrotondato a => **300 m/s**;

in corrispondenza dello stendimento MASW 3, VSH=436 m/s arrotondato a => **450 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 4, VSH=346 m/s arrotondato a => **360 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 5, VSH=375 m/s arrotondato a => **360 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 6, VSH=369 m/s arrotondato a => **360 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 7, VSH=344 m/s arrotondato a => **360 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 8, VSH=329 m/s arrotondato a => **300 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 9, VSH=347 m/s arrotondato a => **360 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 10, VSH=333 m/s arrotondato a => **360 m/s;**

in corrispondenza dell'indagine HVSR 11, VSH=500 m/s arrotondato a => **500**

m/s;

in corrispondenza dell'indagine HVSR 12, VSH=550 m/s arrotondato a => **500 m/s.**

3.2- DETERMINAZIONE DEL VALORE FH E CONFRONTO COL LE SOGLIE SS; CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

Dall'analisi degli spessori delle singole unità litostratigrafiche è stato scelto di utilizzare due abachi: l'Abaco per le “Argille e limi con gradiente di velocità massimo” (fig. 1) e quello per le “Sabbie alluvionali e piroclastiti con gradiente di velocità massimo” (fig. 2).

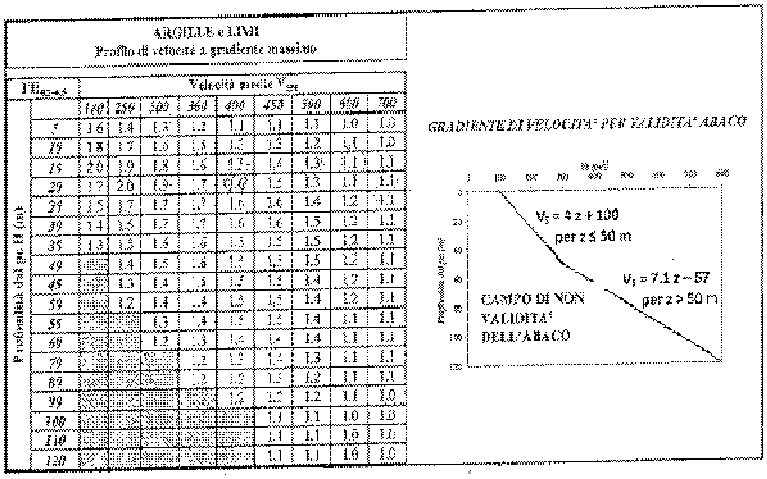


Fig.1 – Abaco per le “Argille e limi con gradiente di velocità massimo

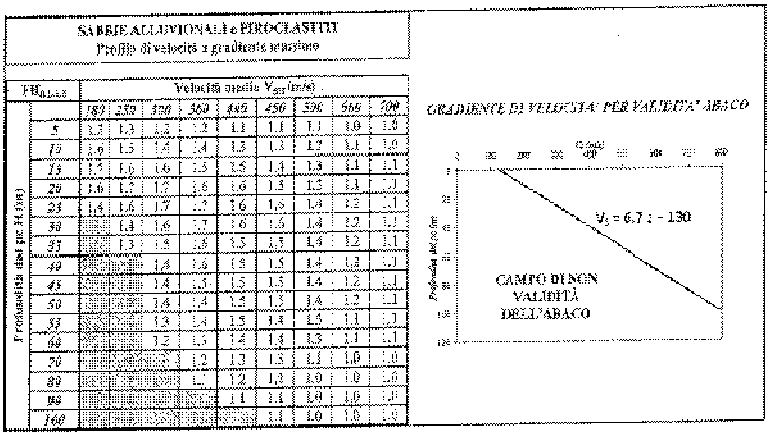
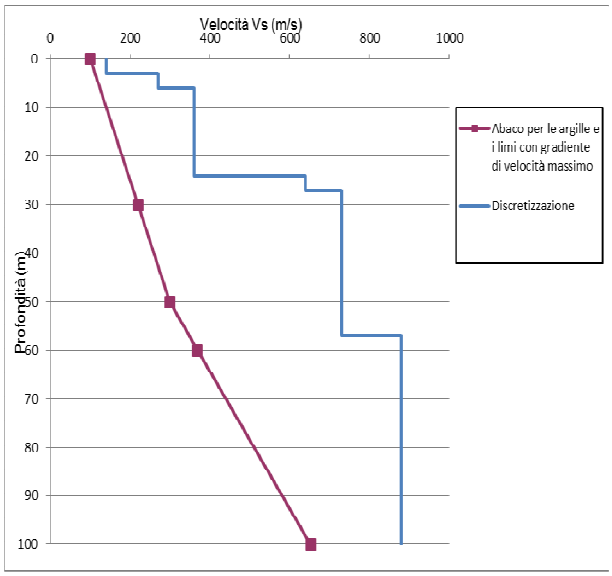
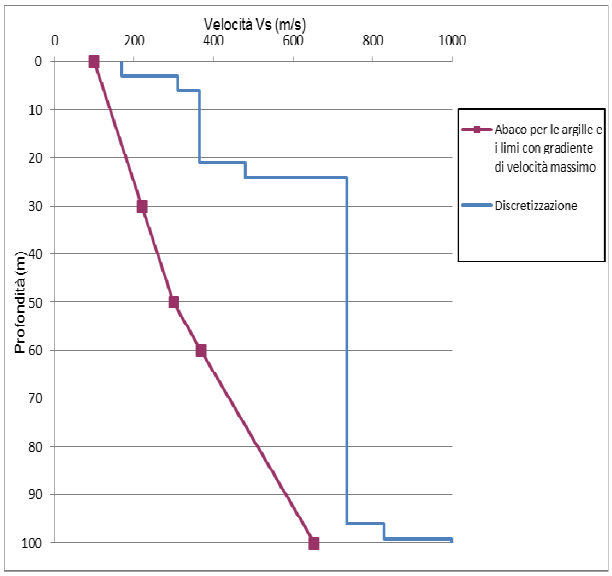


Fig. 2 – Abaco Regionale per le “ Sabbie alluvionali e piroclastiti con gradiente di velocità massimo”

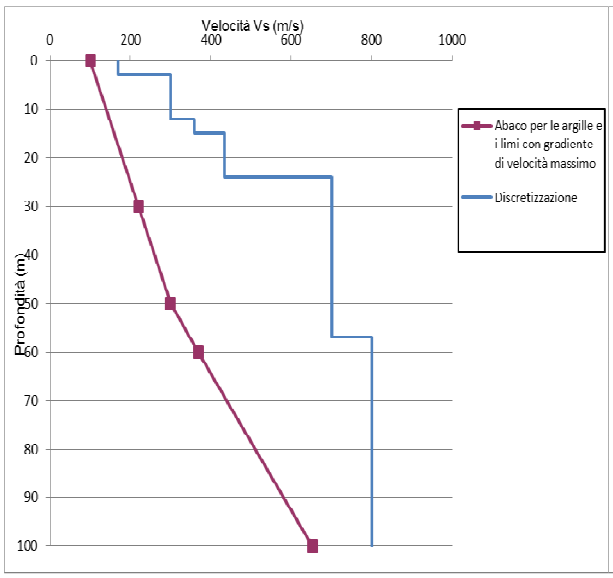
Allo scopo di verificare la validità degli abachi scelti: "S*abbie Alluvionali e Piroclastiti con gradiente di velocità massimo"* e *"Argille e limi con gradiente di velocità massimo"*, sono state sovrapposte le curve delle velocità Vs discretizzate delle indagini sismiche MASW e HVSR con la retta del campo di validità dell'abaco. Mediante questo confronto si evidenzia la loro validità anche in presenza di piccoli sforamenti: per le Vs<360 m/s sono inferiori al 20%, per le 360 m/s<Vs<600 m/s sono inferiori al 30 % e per le Vs>600 m/s sono inferiori al 40 % così come permesso dalla D.G.R. 535/12 (vedi schemi seguenti).



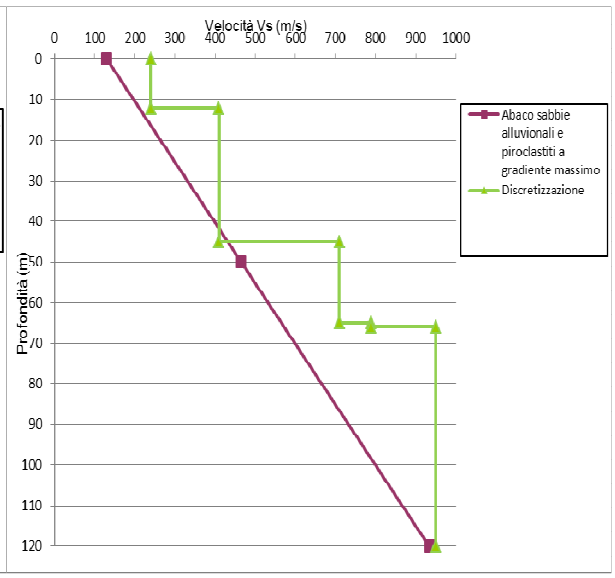
MASW 1



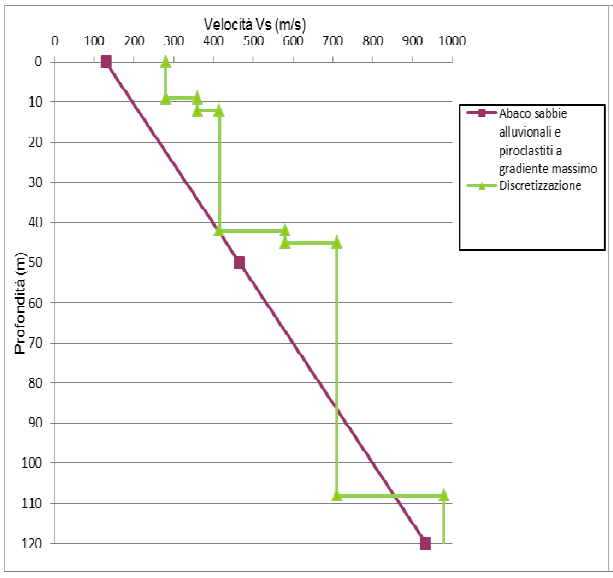
MASW 2



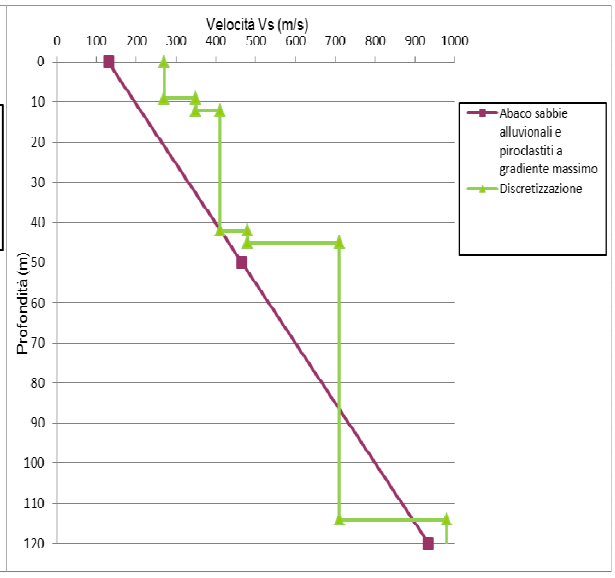
MASW 3



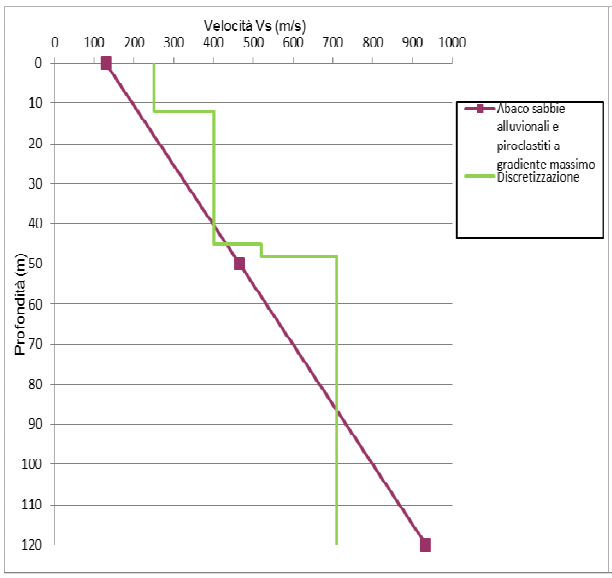
TR 4



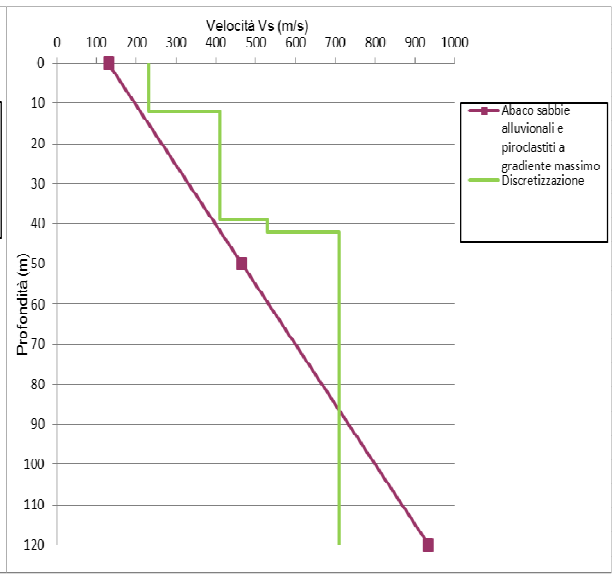
TR 5



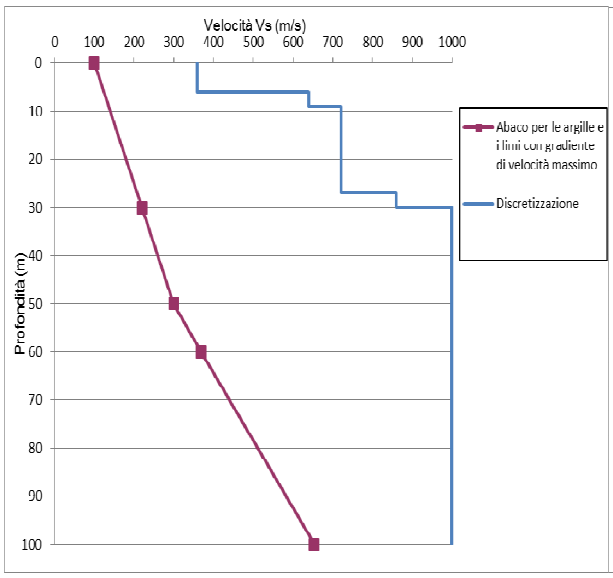
TR 6



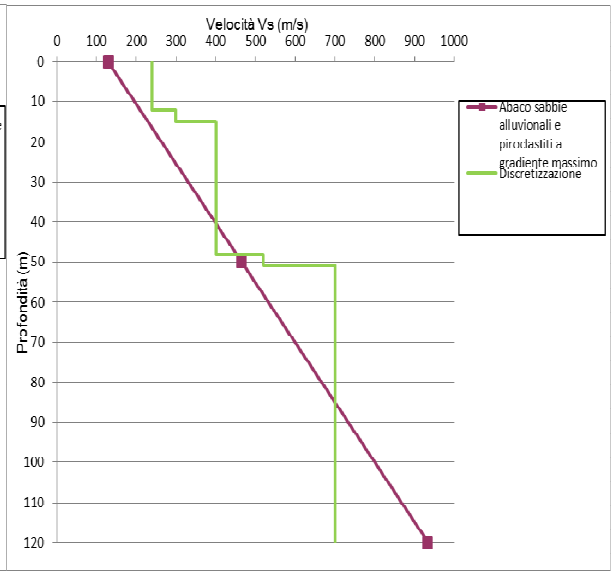
TR 7



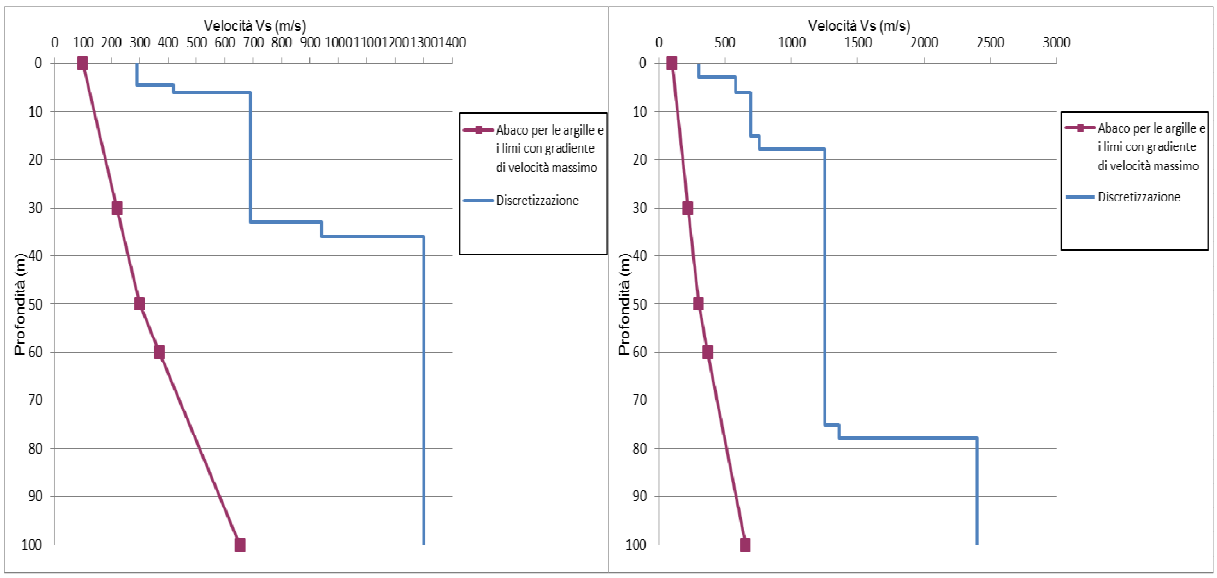
TR 8



TR 9



TR 10



TR 11 TR 12

Dai parametri d'ingresso precedentemente determinati e riportati nella tabella sottostante si è ricavato il corrispondente fattore FH che è stato confrontato col valore di SS dell'Unità Amministrativa Sismica di Fiano Romano per le categorie di sottosuolo “B” e “C” determinate con i valori di Vs 30 misurati nell'area.

Considerando tutte le analisi eseguite nell'ultima campagna geognostica unitamente ai dati ricavati dagli studi precedentemente svolti, per l'area oggetto di studio è stato possibile ricavare i parametri d'ingresso per l'utilizzo degli Abachi Regionali per la determinazione del Fattore di Amplificazione FH 0,1-0,5 da porre a confronto con il valore di Soglia SS per l'UAS di Fiano Romano contenuto nella DGR 490/11.

Nei punti analizzati in tutta l'area sono stati riscontrati valori di FH $\leq$ SS + 0,1.

Stendimento	*H (m)*	*VS_{30} (m/s)*	*VSH (m/s)*	F_H	S_S suolo "B"	S_S suolo "C"
MASW 1	25	321	300	1,7		1,7
MASW 2	25	359	300	1,7		1,7
MASW 3	25	349	450	16		1,7
TR 4	45	319	360	1,5		1,7
TR 5	45	358	360	1,5		1,7
TR 6	45	350	360	1,5		1,7
TR 7	45	320	360	1,5		1,7
TR 8	40	305	300	1,4		1,7
TR 9	5	589	360	1,2	1,3	
TR 10	50	301	360	1,4		1,7
TR 11	15	577	500	1,3	1,3	
TR 12	15	716	500	1,3	1,3	

CAPITOLO 4
DESCRIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA ALLEGATA

L'insieme della cartografia prodotta è stata redatta utilizzando come base cartografica l'elemento 365043 della Carta Tecnica Regionale Numerica scala 1:5000 (C.T.R.N.), edita dalla Regione Lazio; per quella di idoneità è stata utilizzata la planimetria dello stato futuro fornita dalla committenza.

Tutte le elaborazioni cartografiche sono state eseguite in ambiente GIS ed in

particolare per la Carta delle Indagini e la Carta di Microzonazione Sismica di livello 2, sono stati seguiti gli standard di rappresentazione e di archiviazione informatica (Versione 2.0) della Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica del DPC.

4.1 - Carta delle indagini (Tav. I di VII)

Al fine di caratterizzare la stratigrafia ed il comportamento sismico del sottosuolo, sono state eseguite le indagini, riportate nella carta in allegato. Inoltre tale carta mostra anche l'ubicazione delle indagini passate più rappresentative, effettuate dallo scrivente nell'area. In allegato sono presenti le prove effettuate, le quali sono state archiviate secondo gli standard di microzonazione sismica versione 2.0. I simboli utilizzati sono conformi agli standard 2.0 del DPC.

4.2 - Carta geologica e geomorfologica (Tav. II di VII)

Da un punto di vista litologico le osservazioni e le indagini geognostiche effettuate hanno messo in evidenza che la zona oggetto di studio si presenta fortemente antropizzata e dunque caratterizzata da materiali antropici che vanno ad occultare le litologie presenti. Il centro storico di Fiano Romano sorge su un nucleo litoide di natura essenzialmente tufacea prodotto dall’accumulo di materiali eruttivi provenenti dal distretto sabatino, attivo complessivamente tra 600.000 e 40.000 anni fa. Essi sono rappresentati dal cosiddetto “tufo stratificato di la Storta” (o “epivulcaniti finali di La Storta”) che nell’intero ambito comunale, appaiono come l’unica vulcanite presente, direttamente a contatto con i terreni sedimentari del ciclo plio-pleistocenico. Questa formazione è rappresentata da un’alternanza di strati e sacche di natura eterogenea, costituiti prevalentemente da materiali piroclastici, differenziati nelle loro modalità di messa in posto, in genere con spessori da pochi decimetri ad una decina di metri; i livelli più diffusi sono di natura cineritica, a volte lapillosa, di colorazione tra il bruno ed il grigio, spesso incoerenti, a luoghi litoidi, mentre le porzioni pomicee possono variare tra il

bianco ed il giallastro. Frequenti sono le tracce di argillificazione a causa di processi che interessano la frazione vetrosa della piroclastite. Nei rari affioramenti osservabili nei dintorni del centro storico le giaciture si mantengono sub-orizzontali, facendo riferimento ad un substrato deposizionale originario ad acclività trascurabile. Su questi terreni sono localmente evidenti strutture sedimentarie di trasporto dovute al rimaneggiamento dei prodotti piroclastici, ad opera dei corsi d'acqua superficiali.

Con lo sviluppo in tempi storici degli insediamenti abitativi e la necessità di utilizzare a fini antropici alcuni settori marginali agli stessi insediamenti, si è registrata nel tempo una elaborazione superficiale di volumi anche importanti dell'originario substrato piroclastico, con l'individuazione di coltri più o meno spesse di terreni d'alterazione e riporti antropici, dalle qualità geotecniche non più soddisfacenti rispetto alle condizioni quasi litoidi originarie. Se a ridosso dello sperone urbanizzato di Fiano Romano i terreni rappresentativi si presentano in facies da semi-litoide a litoide, nei dintorni dell'alveo del fosso che scorre nella parte più settentrionale di tutta l'area di studio, al di sotto delle mura Castellane, la litologia prevalente, benché ancora di natura piroclastica, appare mediamente più sciolta, per effetto degli accumuli a quote inferiori di materiali prodotti dal disfacimento erosivo dei rilievi circostanti. A questa porzione piroclastica risultano intercalati banchi travertinosi discontinui, da semilitoidi a litoidi, che si ritrovano, a quote più basse, in corrispondenza delle incisioni torrentizie e di alcuni scavi e affiorano nel settore centro-orientale dell'area di studio. Essa passa verso il basso a sabbie, limi e ghiaie correlabili al ciclo sedimentario marino del Pleistocene laziale, questi litotipi nel dettaglio affiorano nella porzione orientale.

Le osservazioni e le indagini compiute evidenziano come le litologie piroclastiche, a luoghi litoidi a luoghi sciolte, possano perdere in condizioni particolari quella stabilità che generalmente le caratterizza; inoltre anche per la coltre rimaneggiata di origine antropica si nota come si possano configurare specialmente con

abbondante umidità, scenari di localizzata predisposizione a fenomeni di dissesto gravitativo. In particolare si evidenzia nella zona settentrionale dell’area di studio, la presenza di un dissesto franoso che ha interessato in tempi passati il settore di versante che raccorda le mura Castellane del centro storico con l'incisione in senso latitudinale costituita dal piccolo fosso di importanza locale, tributario di sponda destra del Fiume Tevere.

4.3 - Carta delle acclività (Tav. III di VII)

Dal rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio effettuato dallo scrivente si evidenzia come la morfologia originaria, che degradava originariamente verso i quadranti sud-orientali, appare fortemente modificata; si denota infatti la presenza di scarpate ad altezza variabile naturali di origine fluviale e antropiche; queste ultime sono caratterizzate in modo discontinuo da muri in calcestruzzo, che formano aree colmate e superfici rialzate a morfologia non naturale e create a seguito di escavazioni effettuate per la realizzazione di edifici, complessi edilizi, parcheggi, aree sportive e ricreative. Inoltre tutto il centro storico è circondato dalla presenza delle mura Castellane caratterizzate da altezze superiori ai 5 m. Si riesce a definire una direzione generale delle pendenze (vedi carta delle acclività) e tre diverse classi di acclività: all'interno del nucleo principale dell’abitato di Fiano Romano essa risulta essere estremamente blanda (< 5°), così anche lungo la strada provinciale Tiberina, nella parte sud-ovest dell'area in studio dove è presente una piccola piana alluvionale che caratterizza il fosso Ortaglia; tende ad aumentare nella parte orientale e meridionale dell'area studiata, con pendenze comprese tra i 5° e i 10°, fino ad arrivare a valori superiori ai 15° verso le incisioni vallive del fosso presente nel settore settentrionale e a valle di Via Giordano Bruno.

4.4 - Carta idrogeologica (Tav. IV di VII)

L'area in esame fa parte dell'unità Idrogeologica detritico-alluvionale del versante destro della media valle del Tevere (Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio, scala 1:250.000, Capelli G. et alii, 2012). Questa unità corrisponde ad un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, delimita le aree di ricarica di questo serbatoio regionale. Questa unità è stata distinta in base alla prevalente natura litologica degli acquiferi in essa contenuti ed è caratterizzata da un'estensione areale regionale di 79 Km^2 e da un valore medio di infiltrazione efficace di 190 mm/anno.

Inoltre essa è inserita all'interno del Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche (Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, scala 1:100.000, Capelli G. et alii, 2012). Questo complesso è costituito da litotipi con caratteristiche idrogeologiche simili, le quali sono espresse da un grado di potenzialità acquifera bassa; si tratta di tufi stratificati, tufi terrosi, brecce piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica (Pleistocene). I termini del complesso si presentano interdigitati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definirne lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Nel dettaglio l’area risente dei rapporti tra le sequenze in facies marina, gli spessori di travertini e la sovrastante coltre piroclastica di permeabilità alquanto variabile, che vanno a definire tre diversi complessi idrogeologici. Per le concrezioni travertinose la conoscenza generale dell’area e del tipo di litologia, porta a supporre uno stato di fratturazione piuttosto spinto e quindi una permeabilità di tipo secondario elevata, tale da giustificare le risultanze di captazioni eseguite in zona che hanno mostrato una falda produttiva a profondità dell’ordine dei 30-35 metri, riferibile a quella basale del fiume Tevere.

I terreni sedimentari pleistocenici vanno anch’essi soggetti ad eterogeneità verticale ed orizzontale ed è presumibile che, in corrispondenza di membri impermeabili, essi costituiscano il livello di base delle falde contenute nei termini superiori.

La presenza di orizzonti permeabili, scoriacei o lapillosi, intercalati alle tufiti localmente argillificate, rende possibile l’occorrenza di falde locali alimentate dalla percolazione delle acque meteoriche, quantitativamente variabili nel corso dell’anno.

Le acque di scorrimento superficiali vengono drenate dai fossi locali presenti e seguono un andamento perpendicolare alle isoipse, verso la massima pendenza (vedi carta idrogeologica); mentre le acque di scorrimento profonde sono rivolte in direzione orientale verso il Fiume Tevere.

4.5 - Carta di microzonazione sismica di livello 2 (Tav. V di VII)

In questa tavola sono mostrate le zone suscettibili di amplificazioni locali ricavate dalle elaborazioni geofisiche summenzionate, in ottemperanza alla DGR 545/10 del 26 Novembre 2010, alla DGR 490/11 del 21 Ottobre 2011e alla successiva DGR 535/2012 del 2 Novembre 2012 della Regione Lazio. Nella fascia centro-settentrionale si ha un'area caratterizzata da una instabilità di versante, il resto dell'area soggetta all'intervento è suscettibile di amplificazioni locali con fattori di amplificazione (Fa) che vanno da un valore minimo di 1,2 a valore massimo di 1,7.

4.6 - Carta delle pericolosità e vulnerabilità del territorio (Tav. VI di VII)

La Carta della pericolosità e vulnerabilità geologica del territorio comunale dà un quadro organico d'insieme delle pericolosità e vulnerabilità geologiche del territorio: pericolosità intesa come condizione o stato in grado di produrre danni all'uomo o all'ambiente; vulnerabilità intesa come la propensione dei sistemi di un'area di subire danni. Si tratta di una sintesi delle conoscenze geolitologiche,

geomorfologiche ed idrogeologiche accumulate in anni di studi.

Nel dettaglio l'area è caratterizzata da quattro tipi di aree soggette a pericolosità:

- area in frana e colpita da fenomeni franosi lungo il settore di versante che raccorda le mura Castellane del centro storico con l'incisione in senso latitudinale del piccolo fosso di importanza locale, nella parte settentrionale;
- settore caratterizzato da processi idraulici di esondazione e alluvionamento, dovuti alle piene del fosso locale presente (il fosso Ortaglia), lungo la strada provinciale Tiberina, nella parte meridionale dell'area in studio,
- area di rispetto dai fossi presenti con una fascia di rispetto dalla sponda pari a 10 metri;
- area di rispetto di 5 metri intorno alla Mura Castellane: nel momento in cui le opere esistenti all'interno di questa fascia vengono soggette a interventi che vanno a modificare lo stato tensionale delle Mura presenti, dovranno essere eseguite verifiche strutturali in relazione alle Mura stesse.

4.7 - Carta delle idoneità (Tav. VII di VII)

Essa rappresenta la sintesi di tutti i dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geofisici generali e particolari, emersi nel corso degli studi e nasce dall'opportuna sovrapposizione dei tematismi evidenziati nelle tavole precedenti.

Con riferimento alla cartografia allegata sono state definite due tipologie di aree:

Area idonea all'edificabilità: si tratta di tutta l'area per la quale le indagini svolte non hanno evidenziato fenomenologie di rischio o caratteri geomorfologici tali da suggerire criteri limitativi nella realizzazione di opere antropiche. Per essi valgono le direttive normative espresse nel D.M. 14.01.2008 (norme tecniche generali sulle costruzioni) e nella L. 02.02.1974 (edilizia in zona sismica);

Aree ad idoneità condizionata: si tratta di due tipi di aree, una si trova lungo la strada provinciale Tiberina, nella parte meridionale dell'area in studio ed è caratterizzata da processi idraulici di esondazione e alluvionamento, dovuti alle piene del fosso locale presente (il fosso Ortaglia); l'altra è l'area di rispetto di 5 metri intorno alla Mura Castellane: nel momento in cui le opere esistenti all'interno di questa fascia vengono soggette a interventi che vanno a modificare lo stato tensionale delle Mura presenti, dovranno essere eseguite verifiche strutturali in relazione alle Mura stesse.

Area non idonea: si tratta di due tipi di aree una sita nella parte nord colpita da fenomeni franosi, che hanno interessato il settore di versante che raccorda le mura Castellane del centro storico con l'incisione in senso latitudinale del piccolo fosso di importanza locale e l'altra sita lungo le scarpate a ridosso dei fossi e della fascia di rispetto di 10 m a partire dai fossi stessi.
Tutti questi settori dovranno essere sottoposti ad una programmazione di eventuali interventi di difesa e di mitigazione del danno.

CONCLUSIONI

Considerando tutte le analisi eseguite nell'ultima campagna geognostica unitamente ai dati ricavati dagli studi precedentemente svolti in siti limitrofi e nello stesso sito, è stato possibile ricavare i parametri d'ingresso per l'utilizzo degli Abachi Regionali per la determinazione del Fattore di Amplificazione FH 0,1-0,5 da porre a confronto con il valore di Soglia SS per l'UAS di Fiano Romano contenuto nella DGR 490/11.
Da tali analisi, ai sensi della DGR 2649/99, è stato possibile definire le seguenti aree, facenti riferimento alla carta delle idoneità (Tav. VII di VII):

- area idonea all'edificabilità: si tratta di tutta l'area per la quale le indagini

svolte non hanno evidenziato fenomenologie di rischio o caratteri geomorfologici tali da suggerire criteri limitativi nella realizzazione di opere antropiche. Per essi valgono le direttive normative espresse nel D.M. 14.01.2008 (norme tecniche generali sulle costruzioni) e nella L. 02.02.1974 (edilizia in zona sismica);

- aree ad idoneità condizionata: si tratta di due tipi di aree, una si trova lungo la strada provinciale Tiberina, nella parte meridionale dell'area in studio ed è caratterizzata da processi idraulici di esondazione e alluvionamento, dovuti alle piene del fosso locale presente (il fosso Ortaglia); l'altra è l'area di rispetto di 5 metri intorno alla Mura Castellane: nel momento in cui le opere esistenti all'interno di questa fascia vengono soggette a interventi che vanno a modificare lo stato tensionale delle Mura presenti, dovranno essere eseguite verifiche strutturali in relazione alle Mura stesse;

- area non idonea: si tratta di due tipi di aree una sita nella parte nord colpita da fenomeni franosi, che hanno interessato il settore di versante che raccorda le mura Castellane del centro storico con l'incisione in senso latitudinale del piccolo fosso di importanza locale e l'altra sita lungo le scarpate a ridosso dei fossi e della fascia di rispetto di 10 m a partire dai fossi stessi.

Tutti questi settori dovranno essere sottoposti ad una programmazione di eventuali interventi di difesa e di mitigazione del danno.

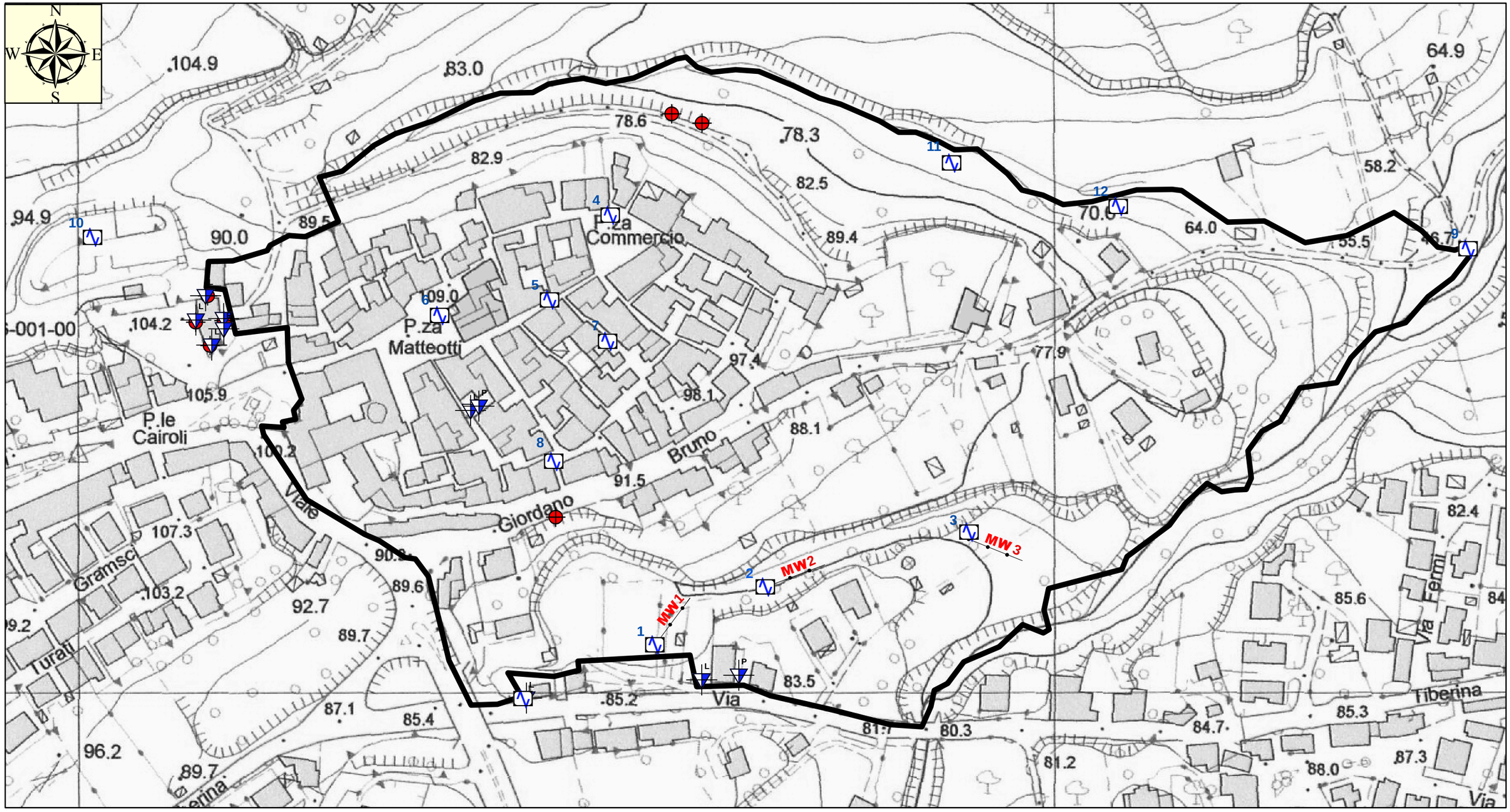
Allegati:

Corografia generale in scala 1:10.000;

- n°6 sondaggi stratigrafici verticali a carotaggio continuo;
- n° 7 prove penetrometriche dinamiche tramite l'utilizzo dello strumento di tipo medio (DPM);

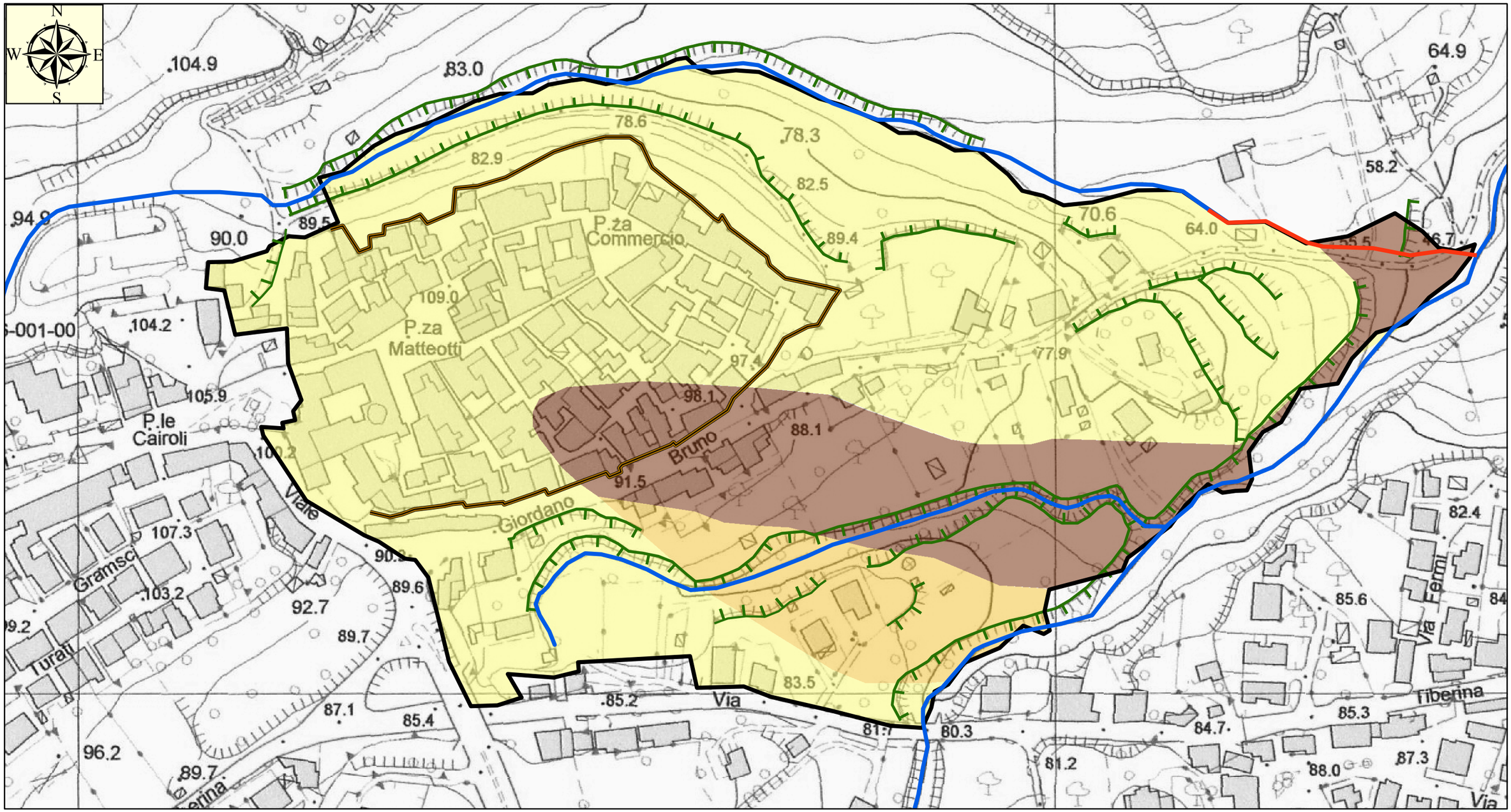
- n°3 prove penetrometriche dinamiche tramite l'utilizzo dello strumento superpesante (DPSH);
- n°3 MASW;
- n°13 HVSR;
- Carta delle indagini in scala 1:2000;
- Carta geologica-geomorfologica in scala 1:2000;
- Carta delle acclività in scala 1:2000;
- Carta idrogeologica in scala 1:2000;
- Carta di microzonazione sismica di livello 2 in scala 1:2000;
- Carta delle pericolosità e vulnerabilità del territorio
- Carta delle idoneità in scala 1:2000.

Poggio Mirteto, Giugno 2014 Dott. Geol. David Simoncelli



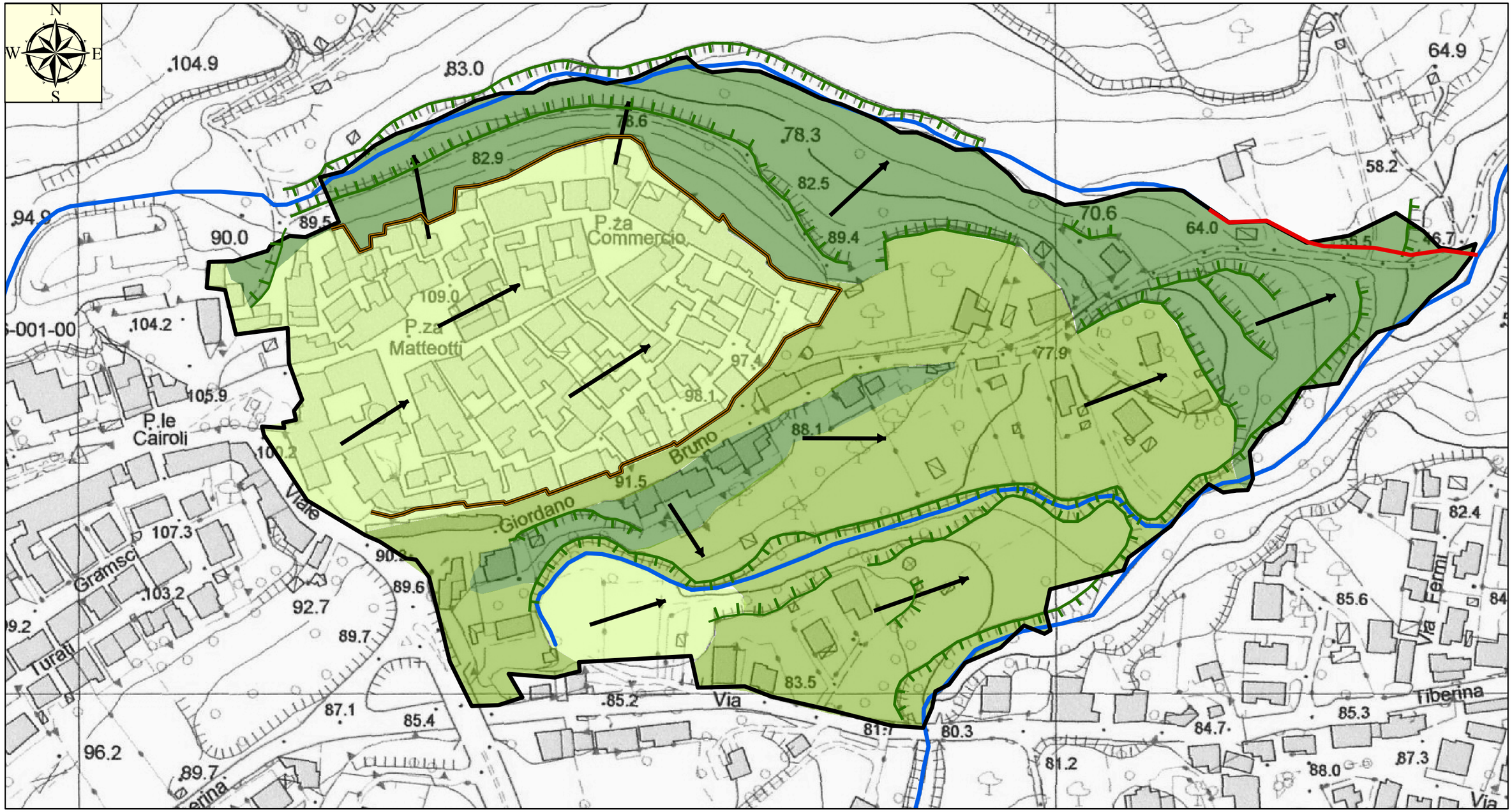
Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- Prova penetrometrica con strumento tipo medio (DPM)
- Sondaggio a carotaggio continuo
- Misura tromometrica
- 1 Misura tromometrica (ex novo)
- Prova penetrometrica con strumento di tipo pesante (DPSH)
- MW1 Stendimento MASW (ex novo)



Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- Sabbie limi e ghiaie del ciclo sedimentario marino (Pleistocene)
- Travertino da semilitoide a litoide (Pleistocene medio-superiore)
- Piroclastiti di natura cineritica a volte lapillosa spesso incoerente a luoghi litoide e di natura pomicea; con frequenti tracce di argillificazione (Pleistocene medio)
- Fosso
- Tratto intubato del fosso
- Scarpate
- Mura Castellane



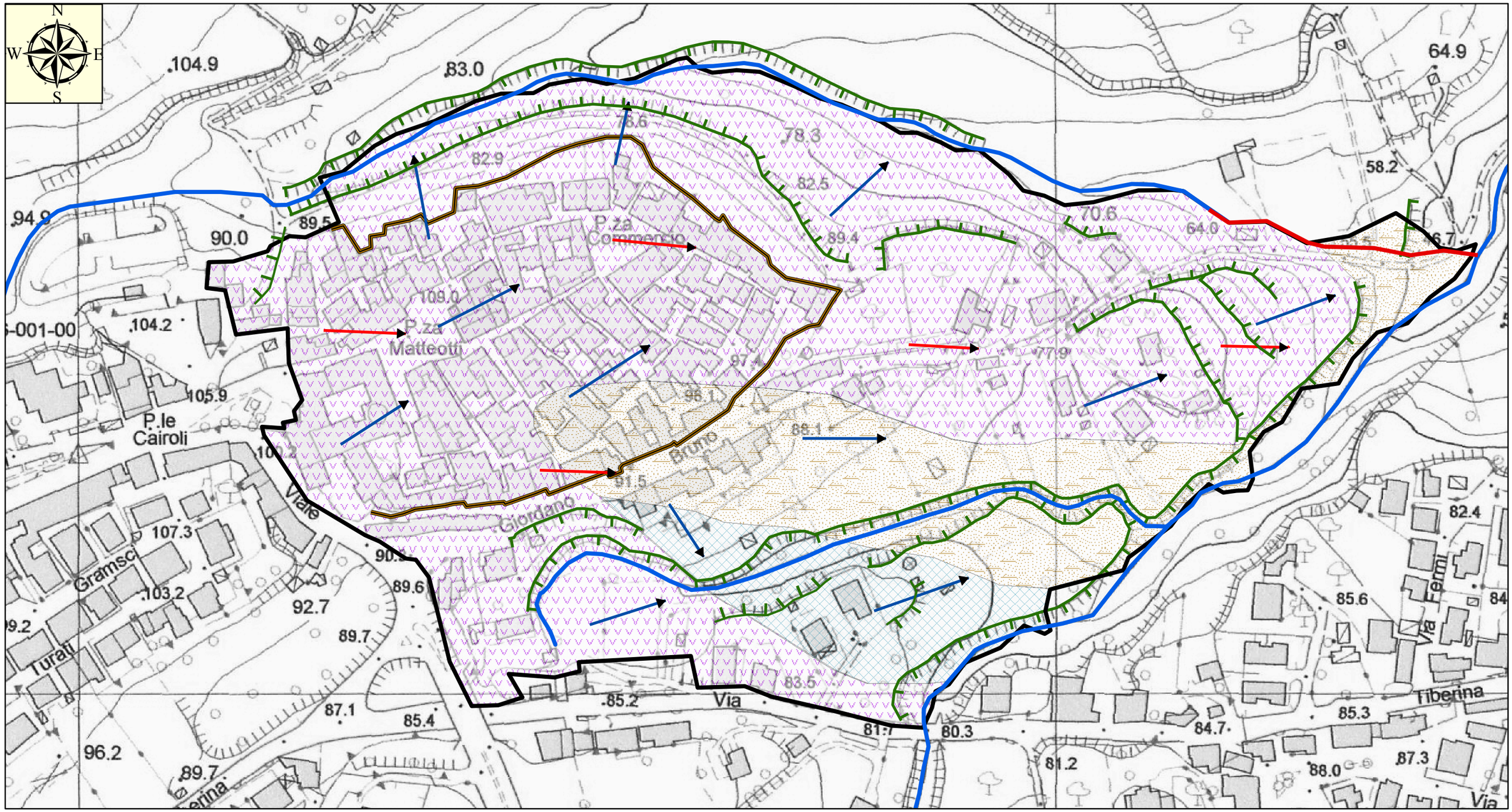
Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- direzione pendenze

Classi di acclività

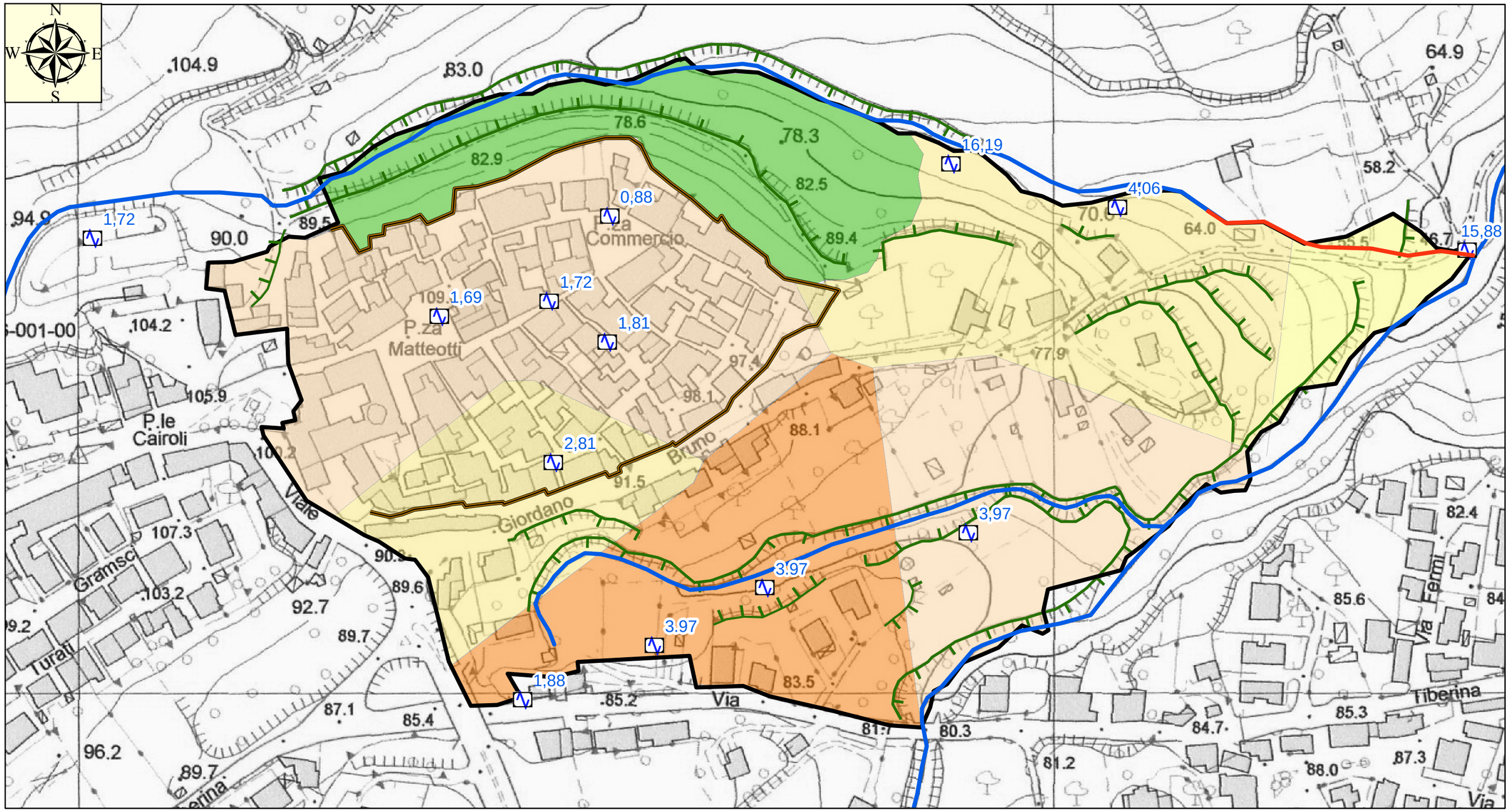
- < 5°
- Tra 5° e 10°
- >15°

- Fosso
- Tratto intubato del fosso
- Scarpate
- Mura Castellane



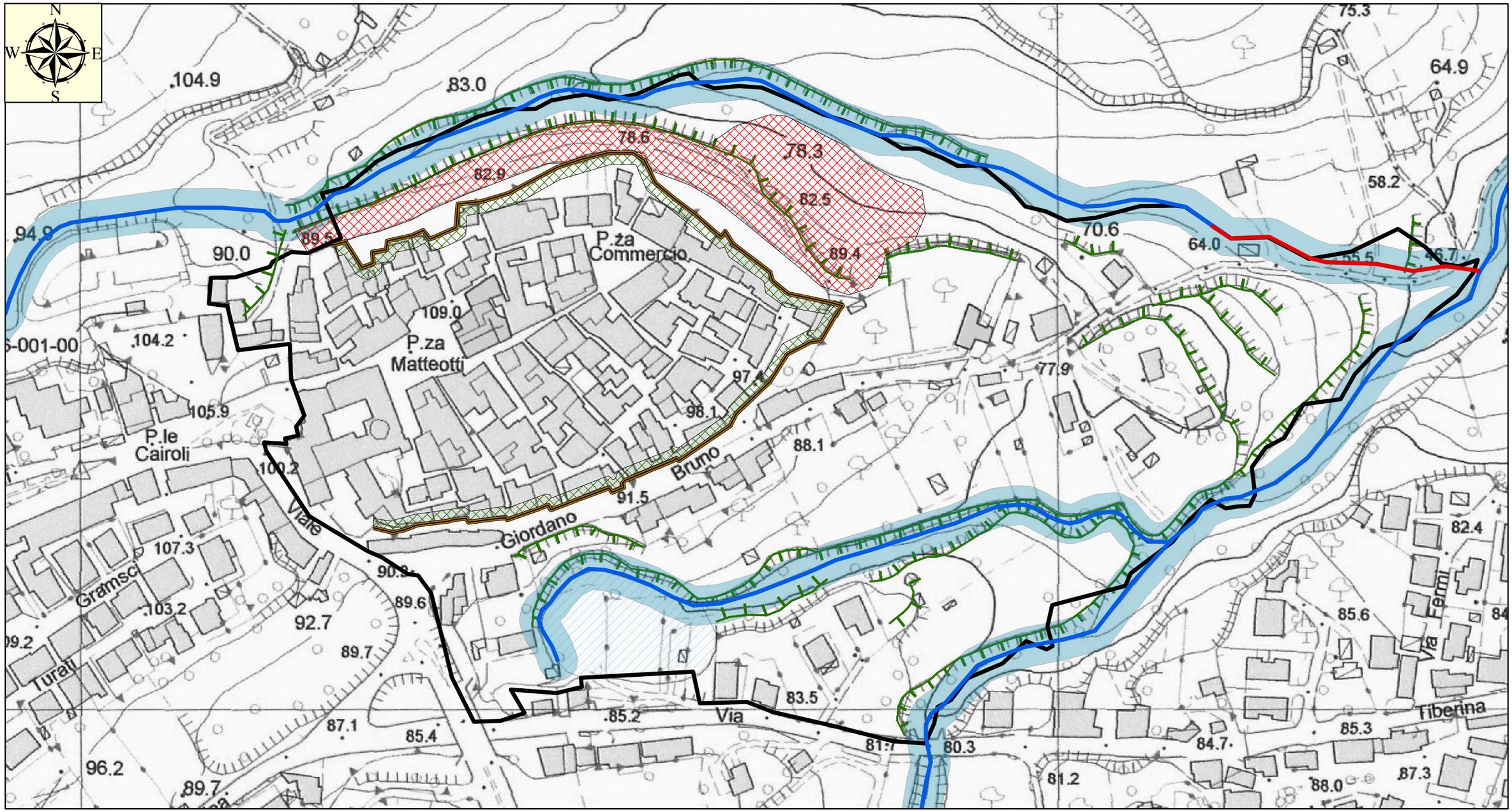
Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- Direzione del deflusso superficiale
- Direzione deflusso profondo
- Complesso delle piroclastiti:permeabilità per porosità da media a bassa, maggiore per porosità e fratturazione nelle concrezioni travertinose in esse contenute; falda principale di buone potenzialità, con possibilità di falde minori sospese
- Complesso dei travertini: stato di fratturazione piuttosto spinto, permeabilità di tipo secondario elevata; falda principale di buone potenzialità (profondità dell'ordine dei 30-35 metri dal p.c.)
- Complesso dei sedimenti pleistocenici:caratterizzati da eterogeneità verticale e orizzontale; in corrispondenza dei membri impermeabili si ha il livello di base delle falde contenute nei termini superiori
- Fosso
- Tratto intubato del fosso
- Scarpate
- Mura Castellane



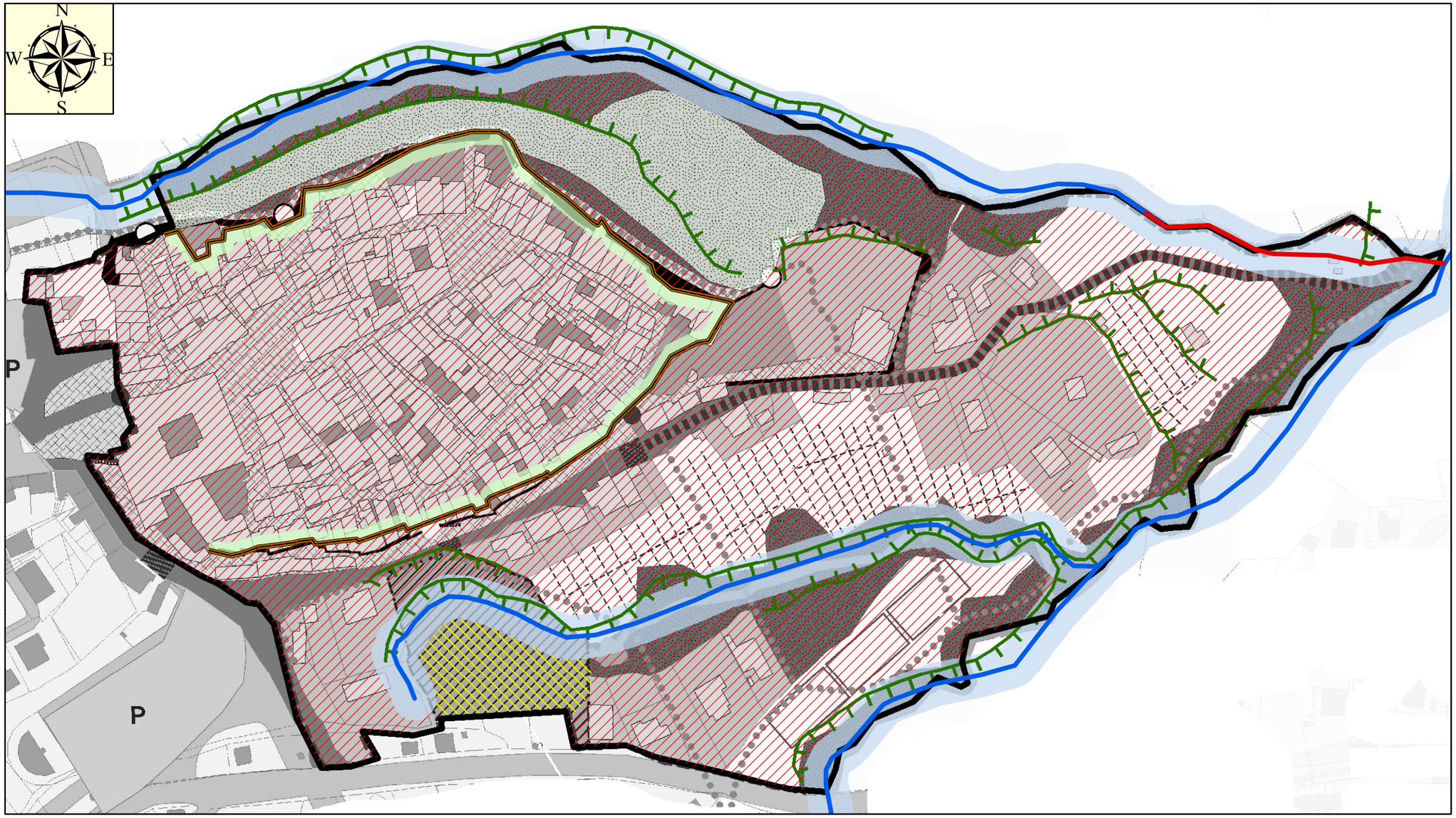
Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- Zona stabile suscettibile di amplificazione locale
  - Fa = 1.2
  - Fa = 1.3
  - Fa = 1.4
  - Fa = 1.5
  - Fa = 1.6
  - Fa = 1.7
  - → Zone con fattore di amplificazione Fh ≤ Ss+0,1
- Zona instabile
  - Instabilità di versante
- Fosso
- Tratto intubato del fosso
- Scarpate
- Mura Castellane
- Stazione di misura di rumore ambientale a stazione singola e frequenze di sito



Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- Area in frana e colpita da movimenti franosi
- Area di esondazione
- Area di rispetto di 10 m dal fosso
- Area di rispetto di 5 m intorno alle Mura Castellane
- Fosso
- Tratto intubato del fosso
- Scarpate
- Mura Castellane



Legenda

- Perimetrazione area di intervento
- Area idonea all'edificabilità
- Area ad idoneità condizionata all'edificabilità per rischio esondazione
- Area ad idoneità condizionata all'edificabilità previa verifica strutturale (Area di rispetto di 5 metri dalle mura Castellane)
- Area non idonea all'edificabilità (Area di rispetto di 10 m dal fosso)
- Area non idonea all'edificabilità per rischio frana