Indice generale

| 1. Introduzione | 1 |
|---|----|
| 2. Riferimenti normativi | |
| 3. Metodologia di studio | 2 |
| 4. Inquadramento geografico del territorio comunale | 2 |
| 5. Inquadramento geologico generale | 4 |
| 6. Inquadramento geomorfologico | 5 |
| 7. Acque superficiali | 9 |
| 8. Acque sotterranee | 11 |
| 9. Illustrazione della Carta Geologica | 13 |
| 9.1 Descrizione della legenda | 15 |
| 10. Tematismi derivati – Carta delle criticità e delle sensibilità geoambientali | 19 |
| 11. Introduzione alla Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica | 22 |
| 12. Principi ed elementi per la Microzonazione Sismica | |
| 13. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica | 24 |
| 13.1 Procedura per la stesura della carta delle microzone omogenee in prospettiva | |
| sismica (Livello 1) | |
| 13.2 Zone stabili | |
| 13.3 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali | |
| 13.4 Zone suscettibili di instabilità | |
| 13.5 Forme di superficie | 28 |
| Allegato 1. Interpretazione delle misure di sismica passiva a stazione singola | |
| (microtremori) | |
| A - Sito di riferimento: CAPOLUOGO | |
| B - Sito di riferimento: SAN PELLEGRINO | |
| C - Sito di riferimento: PASSOCORDONE | |
| D - Sito di riferimento: REMARTELLO | 40 |

1. Introduzione

In questa relazione sono illustrati i risultati dello studio geologico eseguito sul territorio comunale di Loreto Aprutino per la redazione della Variante Generale al PRG. Lo studio è volto a rilevare e interpretare le caratteristiche geo-ambientali, così da fornire la necessaria base conoscitiva sulla quale effettuare consapevolmente le scelte di governo del territorio proprie del Piano Regolatore Generale.

Lo studio è stato affrontato con la consapevolezza che la vita, le attività e le opere che l'uomo produce sono intimamente legate al sottile strato di crosta terrestre che è, in ultima analisi, l'oggetto del nostro conoscere. Questa consapevolezza ci ha accompagnati nello svolgimento del lavoro ricordandoci costantemente che la terra può diventare portatrice di rovine e lutti quando l'uomo non sa comprenderla; in questo è stato fondamentale il supporto dell'intero gruppo di lavoro che ha saputo raccogliere le indicazioni fornite e trasformarle in norme che, se correttamente applicate, ci consentono di convivere in sicurezza con il territorio e di conservarlo, nell'ottica della sostenibilità, per le generazioni future.

2. Riferimenti normativi

Il quadro di riferimento normativo regionale relativamente agli studi geologici a supporto della pianificazione di livello comunale consiste unicamente nella Legge Regionale n.18 del 1983, modificata dalla L.R. n.70 del 1995. In esse non vengono fornite indicazioni puntuali in merito agli studi da eseguire ed agli elaborati da allegare al P.R.G. ma si limitano alla definizione di obiettivi e finalità ed alla definizione di contenuti generali del Piano. In particolare l'art.1 della L.R.18/83, al punto 4 individua tra gli obiettivi e finalità della legge la difesa attiva e la valorizzazione del patrimonio naturale con particolare riguardo ai beni ambientali e culturali, alla tutela idrogeologica e difesa del suolo. Passando all'art. 9 della stessa legge il Piano Regolatore Generale (P.R.G.) contiene analisi sulla struttura geomorfologica del territorio comunale; lo stesso piano precisa le aree da sottoporre a speciali misure di salvaguardia per motivi di interesse naturalistico, paesistico, archeologico, di

difesa del suolo, di preminente interesse agricolo, di protezione delle risorse idriche, nonché i vincoli a protezione della viabilità e delle attrezzature ad impianti speciali o molesti, fornendo le relative prescrizioni.

Ulteriori indicazioni sono fornite dal Quadro di Riferimento Regionale (Q.R.R.) e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).

3. Metodologia di studio

Lo studio è stato effettuato attraverso le seguenti fasi:

- 1. Consultazione del materiale esistente, in particolare la cartografia geologica disponibile, le relative note illustrative e pubblicazioni scientifiche inerenti il territorio comunale di Loreto Aprutino o le successioni litostratigrafiche in esso affioranti;
- **2.** Rilevamento di campagna, finalizzato principalmente alla definizione stratigrafica e litologica dei terreni presenti, alla loro distribuzione geografica e all'individuazione di forme e processi geomorfologici;
- **3.** Stesura della carta geologica di base, aggiornando e, se necessario, modificando, sulla base del rilevamento effettuato, i dati acquisiti nella prima fase:
- **4.** Estrapolazione dalla carta di base di quegli elementi ritenuti significativi ai fini della redazione della Variante Generale al PRG, elaborando una *Carta delle criticità e sensibilità geo-ambientali* e le relative indicazioni normative;
- **5.** Elaborazione della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*, ossia la Carta di Microzonazione Sismica di livello 1, costruita sulla base conoscitiva della Carta Geologica e di dati geognostici pregressi e di nuova esecuzione.

4. Inquadramento geografico del territorio comunale

Il territorio di Loreto Aprutino è ubicato nella fascia collinare abruzzese, compresa tra i primi rilievi montuosi appenninici e la costa adriatica. Le quote vanno dagli 87 metri s.l.m., nella valle del fiume Tavo in località Gallo, ai 444 metri s.l.m. di località Colle Cavaliere, al confine con il territorio comunale di Civitella Casanova.

Dalla figura 1 (DTM del comprensorio comunale) si ha un'immediata percezione delle caratteristiche geografiche del territorio in studio.



Figura 1: Modello digitale del terreno (DTM) del territorio comunale di Loreto Aprutino

Gli ambiti geografici, e quindi paesaggistici, sono così sintetizzabili:

- Ambito di fondovalle del fiume Tavo, che con la sua vallata, in alcuni tratti abbastanza ampia, divide in due il territorio comunale;
- Ambito dei ripiani terrazzati in sinistra idrografica del fiume Tavo;
- Ambito delle colline argillose al margine settentrionale del territorio comunale;
- Ambito delle superfici sub-pianeggianti di crinale in destra idrografica del fiume Tavo.

Come vedremo meglio in seguito gli ambiti geografici derivano direttamente dalle caratteristiche geologiche e quindi dei terreni presenti, schematizzabili in due grandi categorie:

 Depositi prevalentemente argillosi e argilloso sabbiosi delle formazioni marine plio-pleistoceniche; Depositi alluvionali antichi, recenti ed attuali, la cui genesi è prevalentemente legata agli eventi deposizionali del fiume Tavo.

I depositi alluvionali più antichi costituiscono le superfici sub-orizzontali sia in destra sia in sinistra idrografica del fiume Tavo; i depositi recenti ed attuali si rinvengono nell'area di fondovalle; i depositi argillosi e argilloso-sabbiosi costituiscono il substrato, l'ossatura portante dell'intero territorio.

I vari ambiti paesaggistici, preliminarmente individuati sulla base delle forme rilevabili, risultano poi caratterizzate anche sotto l'aspetto dell'uso antropico, in buona sintonia con le vocazioni derivanti dalle peculiarità sopra descritte.

5. Inquadramento geologico generale

L'intero territorio comunale di Loreto Aprutino (PE) ricade nel sistema deposizionale del bacino periadriatico abruzzese che, con l'evoluzione progressiva dell'Appennino, si è sviluppato al fronte della catena in avanzamento. Si tratta di un bacino sedimentario marino, stretto e allungato in direzione parallela alla linea di costa adriatica, colmato dai depositi delle Argille Azzurre, i cui equivalenti stratigrafici in Abruzzo (fogli 360, Torre deí Passeri, e 361, Chieti) sono la formazione Mutignano e la sottostante formazione Cellino. La Formazione Mutignano, del Pliocene medio-superiore e Pleistocene, è costituita in prevalenza da argille e argille marnose grigio-azzurre, e poi da livelli di arenarie, sabbie e conglomerati; alla base è contraddistinta da una discordanza che in affioramento rappresenta la trasgressione medio-pliocenica descritta da Crescenti (1971)¹ e da Crescenti et al. (1980)². Il contatto trasgressivo è sulla sottostante Formazione Cellino ed ha un andamento circa NNW-SSE. La Formazione Mutignano termina in alto con depositi regressivi del Pleistocene, costituiti dalla tipica successione argille-sabbie-conglomerati. Nell'ambito di affioramento della Formazione Mutignano sono diffuse numerose aree calanchive.

Il quaternario è rappresentato da depositi prevalentemente alluvionali ed eluvio-colluviali.

¹ Crescenti U. (1971) – Osservazioni sul pliocecne degli abruzzi settentrionali: la trasgressione del pliocene medio e superiore. Boll. Soc. Geol. It. 91, 3-21

² Crescenti U., D'amato C., Balduzzi A. & Tonna M. (1980) - Il Plio-Pleistocene del sottosuolo abruzzese-marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara. Geologica Rom., 19: 63-84.

6. Inquadramento geomorfologico

Le caratteristiche geomorfologiche di un territorio sono il risultato dell'interazione tra *fattori geologici* (tettonica, litologia), *agenti del modellamento* (forza di gravità, acqua, vento, uomo, ecc.) e *condizioni climatiche* (radiazione solare, umidità, ecc)³. In ogni forma del paesaggio ritroviamo queste tre cause.

Riportare questi semplici concetti allo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio comunale di Loreto Aprutino ci permette di individuare gli elementi di base che controllano forme e processi geomorfologici; innanzitutto il substrato geologico è costituito prevalentemente da depositi argillosi e subordinatamente argilloso-sabbiosi, ossia terreni dotati di modesta competenza e resistenza agli agenti atmosferici e più in generale del modellamento. Subordinatamente abbiamo di depositi natura prevalentemente granulare, costituiti dalle alluvioni ghiaioso-sabbiose.

Tra gli agenti del modellamento il ruolo preponderante è svolto dalla gravità e dall'acqua anche se, soprattutto negli ultimi decenni, le attività antropiche hanno contribuito anch'esse a modificare sensibilmente il paesaggio.

Anche le condizioni climatiche rivestono un ruolo importante, soprattutto in relazione alle modificazioni subite dal clima negli ultimi decenni; da questo punto di vista è importante evidenziare la sempre maggiore frequenza di eventi particolarmente intensi, tali per cui si verificano, ad esempio, forti piogge concentrate in brevissimi periodi.

L'interazione delle cause sopra elencate fa si che il territorio di Loreto Aprutino sia sensibile principalmente a fenomeni gravitativi di versante impostati sui depositi argilloso-sabbiosi (formazioni Mutignano e Cellino) e sulle coltri eluvio-colluviali.

La distribuzione geografica dei dissesti è legata oltre che alla presenza di terreni argilloso-sabbiosi o eluvio-colluviali, alla geometria dei bacini idrografici, risultando maggiormente diffusi laddove il rapporto H/L (dislivello su lunghezza del bacino) è maggiore, ossia maggiore energia del rilievo. Questa condizione si verifica in prevalenza in destra idrografica del fiume Tavo.

I fenomeni maggiormente diffusi (figura 2) sono le deformazioni superficiali

³ PANIZZA G.(1988) - Geomorfologia, La nuova Italia scientifica

lente, del tipo soliflusso e reptazione, che coinvolgono spessori variabili, dell'ordine di alcuni metri, di terreni superficiali; lo stato di attività è prevalentemente quiescente.

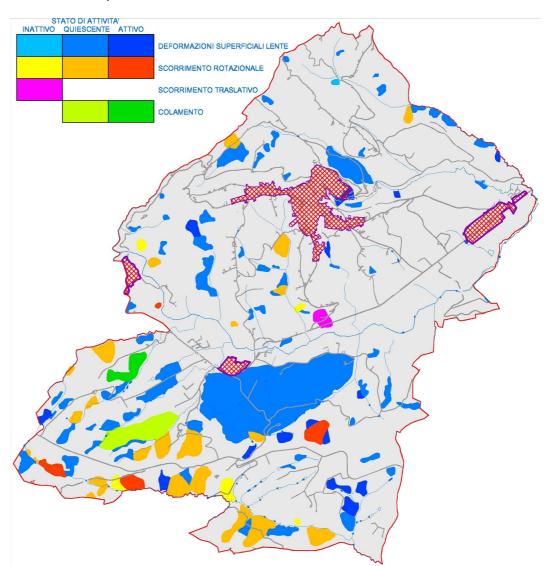


Figura 2: Corpi di frana individuati per genesi e stato di attività. Carta geomorfologica del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

Subordinatamente si rileva la presenza di vere e proprie frane con prevalenza degli scorrimenti rotazionali quiescenti ed un unico elemento di scorrimento traslativo inattivo. Sono infine presenti alcune frane per colamento di cui una sola attiva. Lo stato di attività prevalente risulta quindi essere il quiescente.

Tra gli elementi geomorfologici legati all'azione dei corsi d'acqua vanno citate le diffuse scarpate che separano i diversi ordini di superfici terrazzate fino agli argini del corso attivo del fiume Tavo; quest'ultimo è attualmente in fase erosiva

ed è giunto ad incidere i depositi marini della formazione Mutignano. Il processo si manifesta con la presenza di scarpate pseudo-verticali scavate nei depositi alluvionali più recenti, in prevalenza ghiaiosi, fino ad interessare, come appena detto, il substrato argilloso. In talune situazioni l'erosione si spinge fino a determinare lo scalzamento al piede dei versanti laterali, come accade, ad esempio, nel tratto prossimo al confine con il territorio comunale di Pianella.

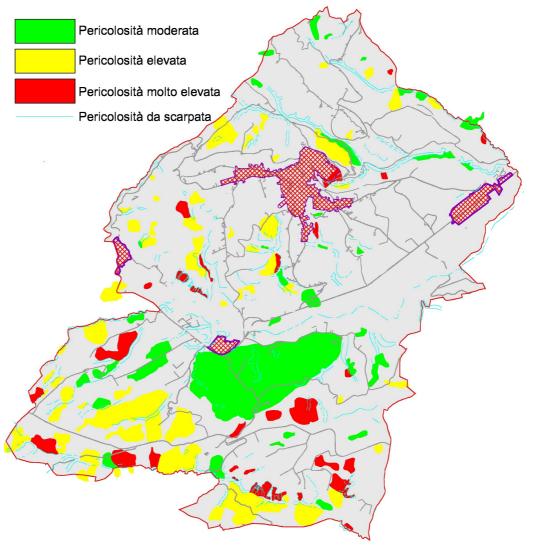


Figura 3: Elementi di pericolosità per fenomeni gravitativi e processi erosivi. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico)

Particolare rilevanza assumono, infine, le forme calanchive, che ritroviamo concentrate sui versanti a monte di località Rotacesta ed immediatamente a sud di contrada Cordano (località S. Caterina). In questi due casi si tratta di forme calanchive ben sviluppate ma in numerose altre situazioni si rilevano forme calanchive allo stato incipiente che, se non correttamente gestite con

opportuni interventi di salvaguardia del versante, possono facilmente e velocemente evolvere in veri e propri calanchi.

Uno sguardo d'insieme sulla pericolosità idrogeologica del territorio comunale si ha dalla figura 3 nella quale sono riportati gli elementi di pericolosità individuati dal *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi.*

Tenuto conto delle finalità del PRG, che sono anche quelle di tutela e gestione delle risorse paesaggistiche, si è ritenuto importante evidenziare quegli

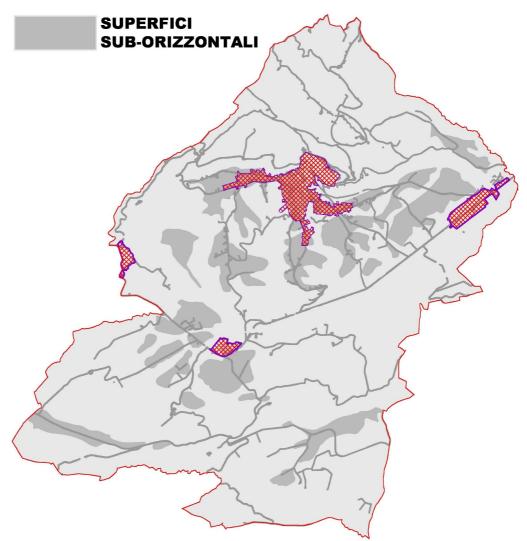


Figura 4: Superfici sub-orizzontali di crinale e di mezza-costa

elementi geomorfologici che in tal senso assumono particolare valore. Sono stati quindi individuati i crinali rilevanti in quanto visibili come "orizzonte" da ampie porzioni del territorio e le superfici sub-orizzontali di crinale o di mezzacosta, riportate in figura 4.

7. Acque superficiali

Il territorio in studio si colloca tra i bacini idrografici del fiume Tavo e del fiume Pescara; Il crinale principale che funge da spartiacque tra i due bacini è identificabile all'incirca con la Strada Provinciale n.31, dal limite sud-occidentale del territorio comunale fino all'incirca alla località Tarallo, e da qui con la Strada Statale n.81 in direzione di Pianella.

Il drenaggio superficiale ha una densità piuttosto elevata laddove il substrato è costituito dai depositi argillosi e argilloso-sabbiosi; in questo caso la ridotta

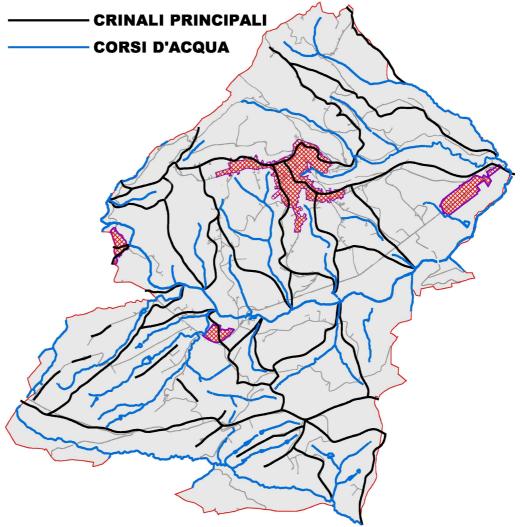


Figura 5: Carta dei bacini idrografici (crinali e corsi d'acqua principali) permeabilità del suolo favorisce il deflusso superficiale a discapito dell'infiltrazione, con sviluppo di una fitta rete di linee di deflusso e, di conseguenza, pattern del drenaggio di tipo dendritico o sub-dendritico. In presenza invece dei terreni permeabili costituiti dai depositi alluvionali a morfologia terrazzata, soprattutto in sinistra idrografica, la densità del

drenaggio diminuisce sensibilmente e ritroviamo, per lo più linee di deflusso singole.

La maggior parte della superficie comunale è occupata dal bacino del fiume Tavo, che costituisce anche il principale corpo idrico superficiale dell'intera area.

Il fiume Tavo nasce sul Massiccio del Gran Sasso a quota di circa 1560 metri s.l.m.; dalla confluenza con il fiume Fino, a circa 8 km dal limite del territorio comunale di Loreto Aprutino e a 61 km dalla sorgente, da origine al fiume Saline.

Il regime delle portate è torrentizio, con portata media misurata alla stazione di misura di San Pellegrino di circa 3 metri cubi al secondo. L'asta fluviale nel territorio di Loreto Aprutino ha andamento rettilineo con alternanza di tratti a meandri, generalmente poco sviluppati, e tratti spiccatamente *braided*.

Il fiume Tavo scorre in prevalenza all'interno dei suoi depositi alluvionali e in alcuni tratti risulta in incisione sui sottostanti depositi argillosi marini.

Tra i corsi d'acqua che confluiscono nel Tavo vanno citati in sinistra idrografica il fosso Bottarane, che nel tratto finale segna il confine con il territorio di Collecorvino, il fosso Moretto e subordinatamente il fosso Pontecani; in destra idrografica i fossi Torrione, Brecciarola e Cocciapazza.

Il bacino idrografico del fiume Pescara è rappresentato unicamente dal fosso del Poggio che, con sviluppo circa Est-Ovest, segna il limite meridionale del territorio comunale.

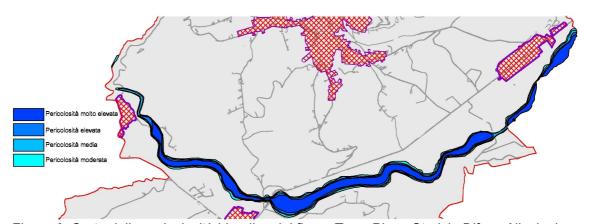


Figura 6: Carta della pericolosità idraulica del fiume Tavo. Piano Stralcio Difesa Alluvioni

La valutazione della possibilità di occorrenza di alluvioni del fiume Tavo è attualmente demandata all'Autorità dei bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e

del bacino interregionale del fiume Sangro, attraverso la realizzazione del *Piano Stralcio Difesa Alluvioni*. Il piano (figura 6) individua quattro aree a diversa pericolosità, moderata, media, elevata e molto elevata.

8. Acque sotterranee

Il deflusso idrico sotterraneo nel territorio in studio si esplica in tre diversi ambiti geologici e geomorfologici;

- Coltri eluvio-colluviali poggianti sui depositi impermeabili o a ridotta permeabilità delle formazioni argillose e argilloso-sabbiose marine. Le acque di pioggia si infiltrano nelle coltri fino al contatto con il sottostante livello impermeabile, dando luogo a moti di filtrazione effimeri, limitati per lo più ai periodi di maggiore piovosità. Negli impluvi di una certa rilevanza possono crearsi falde acquifere persistenti durante tutto il corso dell'anno;
- Depositi alluvionali a morfologia terrazzata. L'elevata permeabilità di questi terreni crea le condizioni per l'instaurarsi di acquiferi a falda freatica, ossia a pelo libero.
- Fiume Tavo. È presente una falda acquifera significativa derivante dalla connessione tra le acque fluviali e i depositi alluvionali attuali e recenti;

Le condizioni idrogeologiche appena descritte permettono lo sviluppo di un acquifero significativo attraverso la connessione tra i depositi alluvionali terrazzati e quelli di fondovalle del fiume Tavo; in figura 7 è riportato lo sviluppo planimetrico dell'acquifero così individuato, che costituisce a tutti gli effetti un corpo idrico sotterraneo significativo e strategico ai fini della gestione e tutela delle risorse idriche nel territorio in esame e nell'intero comprensorio Tavo-Fino. Si tratta di un acquifero costituito da depositi alluvionali recenti e da quelli antichi terrazzati, posti a quota più elevata dei precedenti. Essi sono caratterizzati da alternanze irregolari di sabbie, limi e ciottoli aventi generalmente forma lenticolare e da conglomerati con sabbie e limi. Il substrato "impermeabile" è costituito dai depositi argillosi plio-pleistocenici.

La circolazione idrica sotterranea si attua secondo "falde sovrapposte" connesse con il sistema delle acque fluviali del Tavo, ed è caratterizzata da una elevata capacità ricettiva dell'acquifero; in particolare l'elevata permeabilità

dei terreni costituenti le superfici terrazzate, unitamente alla bassa pendenza dei versanti fa si che l'infiltrazione prevalga sul deflusso superficiale.

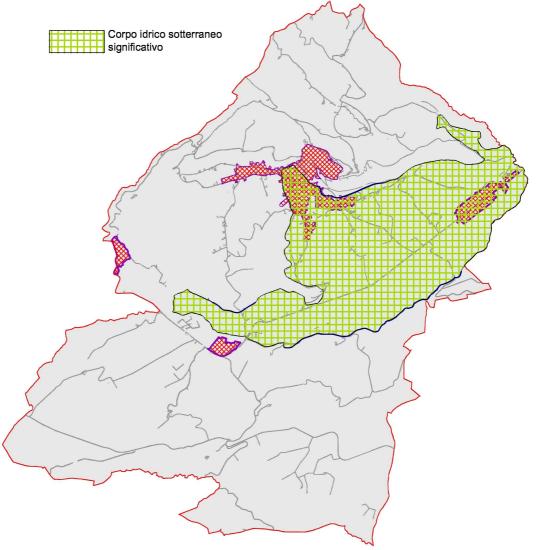


Figura 7: Carta dei corpi idrici sotterranei significativi

Sono stati individuati altri acquiferi, ad esempio nella zona in destra idrografica del Tavo tra San Pellegrino e Passo Cordone nell'ambito dei depositi terrazzati attribuiti al subsintema di Piano della Fara (AVM_{2b}), ma si tratta di corpi idrici che, per quanto dotati di continuità stagionale e discreta portata, hanno importanza locale e non risultano connessi con sistemi idrici sotterranei più ampi.

9. Illustrazione della Carta Geologica

La cartografia geologica di riferimento per il territorio abruzzese è a tutt'oggi costituita dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 che comprende il territorio comunale di Loreto Aprutino nel foglio 141 – Pescara; la carta è piuttosto datata, risalendo al 1963. Al 1998 risale invece la pubblicazione della "Carta geologica dell'Abruzzo⁴, stampata con il contributo della Regione Abruzzo.

È poi in corso di rilevamento e pubblicazione la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, nota con il termine di progetto CARG (CARtografia GEologica) a cura dell'ISPRA (ex APAT, ex Servizio Geologico Nazionale); per il territorio abruzzese sono attualmente disponibili solo alcune carte (cfr. figura 8). Per quanto attiene al territorio di Loreto Aprutino risulta stampato il foglio 360 (Torre de' Passeri) mentre sono in corso di stampa i fogli 351 (Pescara) e 361 (Chieti).

Il lavoro è stato svolto partendo dall'analisi della cartografia geologica disponibile, sopra descritta. La carta del progetto CARG, essendo la più recente risulta essere, chiaramente, quella in linea con i più recenti criteri di rilevamento e classificazione dei dati geologici, soprattutto per quanto attiene alla nomenclatura. Si è quindi scelto di utilizzare come riferimento la cartografia CARG; tuttavia tale cartografia, come già detto, copre solo una

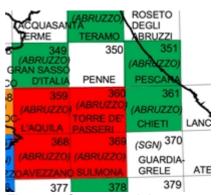


Figura 8: Copertura del progetto CARG

parte del territorio comunale e di conseguenza si è posto il problema di riportare alla stessa classificazione i depositi cartografati nel corso del rilevamento geologico di campagna.

Il substrato geologico del territorio in studio è costituito in netta prevalenza dall'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione Mutignano (FMT). In linea generale essa è presente in affioramento diretto nella fascia compresa tra il terzo e il primo ordine dei terrazzi del F. Tavo.

Limitatamente alla porzione più occidentale del comune si rinvengono invece,

⁴ L. Vezzani & F. Ghisetti – Carta geologica dell'Abruzzo", Scala 1:100.000, 1998

in contatto tettonico sulle argille marnose della Formazione Mutignano (FMT), le alternanze pelitico-arenacee e pelitico-siltose della Formazione Cellino (CEN). Il contatto, raramente visibile in campagna, è stato tracciato imponendo, dai pochi punti noti, un contatto con le caratteristiche geometriche relative alla giacitura della formazione Mutignano.

Il quaternario è rappresentato da depositi alluvionali per lo più a morfologica terrazzata e da estese e diffuse coltri eluvio-colluviali. Per la definizione dei dovuta depositi quaternari si è affrontare la questione. particolarmente impegnativa, del loro riconoscimento e denominazione in accordo con le scelte operate dal progetto CARG. I depositi alluvionali terrazzati vengono attualmente classificati sulla base del riconoscimento delle Unconformity bounded Stratigraphic Units (UBSU), ossia di unità a limiti inconformi. Le UBSU possono essere definite come un Corpo roccioso alla delimitato alla base sommità da superfici di discontinuità е specificatamente designate, significative e dimostrabili, aventi preferibilmente estensione regionale o interregionale. I criteri diagnostici utilizzati per stabilire e riconoscere queste unità stratigrafiche sono le due discontinuità che le delimitano. Le unità possono includere poche o molte altre unità stratigrafiche (litostratigrafiche, biostratigrafiche, magnetostratigrafiche, cronostratigrafiche, ecc.) sia in successione verticale che laterale.5

L'unità fondamentale delle UBSU è il Sintema; un Sintema può essere suddiviso in due o più Subsintemi e due o più Sintemi possono essere raggruppati in un Supersintema.

Il criterio utilizzato per la classificazione dei Sintemi è stato quello di correlare altimetricamente le varie superfici terrazzate rilevate con le quote delle poche superfici che, indivuate dal CARG, sono comprese nel territorio comunale di Loreto Aprutino.

I depositi alluvionali terrazzati riferibili al fiume Tavo sono risultati maggiormente sviluppati in sinistra idrografica, mentre in destra idrografica si rinvengono forme e depositi più antichi, a quote per lo più maggiori, riferibili a linee di drenaggio diverse dall'attuale corso del fiume Tavo.

⁵ A. Salvador, International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure, Edited by The International Union of Geological Sciences and The Geological Society of America, 1994. In: Quaderni, serie III, volume 9, Guida italiana alla classificazione e alla terminologia stratigrafica, APAT, 2003)

Per quanto riguarda le coltri eluvio-colluviali si è scelto di operare in accordo con le *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale*⁶, che prevedono che esse siano rappresentate integralmente nelle carte alla scala 1:10.000 e 1:25.000. Le coltri sono state definite tali in presenza di spessori, rilevati o stimati, almeno dell'ordine dei tre metri.

9.1 Descrizione della legenda

La legenda della Carta Geologica, come già detto, è stata elaborata in conformità alle indicazioni del progetto CARG. Le età dei depositi presenti risultano comprese tra il pliocene medio-superiore e l'attuale.

DEPOSITI DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

Olo_{al} Depositi alluvionali del fiume Tavo - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe; ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali . OLOCENE – ATTUALE.

Olo Depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, prevalentemente limososabbiosi e limoso-argillosi. Depositi detritici di versante. Depositi eluvio-colluviali con detriti immersi in matrice limoso-argillosa e suoli sepolti. Depositi di frane inattive. OLOCENE – ATTUALE.

SINTEMA DI VALLE MAIELAMA (AVM)

Subsintema di Chieti Scalo (AVM_{4b}) Depositi alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata o piano-parallela, con lenti di argille e torbe; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbiosolimosa; sono riferibili all'ambiente fluviale del F. Tavo. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi dei subsintemi più antichi (AVM_{3b}) o della formazione marina (FMTa). Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del deposito, o dal contatto erosivo con le unità oloceniche (olo). Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-10 m. Lungo il corso

⁶ Servizio Geologico Nazionale, Quaderni serie III, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato

del F. Tavo i depositi risultano terrazzati a 10-15 m di quota rispetto al fondovalle. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

Subsintema di Valle mare (AVM_{3b}) Depositi alluvionali - Sabbie e limi fluviali, a stratificazione piano-parallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbioso-limosa. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi della formazione marina (FMTa), o sui depositi delle unità continentali più antiche. Il tetto è costituito da una superficie deposizionale o dal contatto erosivo con le unità più recenti (AVM4b). Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. I depositi risultano terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale del F. Tavo. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

Subsintema di Piano della Fara (AVM2b) Depositi alluvionali del fiume Tavo e depositi di conoide provenienti da corsi d'acqua del paleo-drenaggio - ghiaie, alternate a sabbie, sabbie limose e limi, in strati e lenti di spessore decimetrico o metrico; si intercalano livelli decimetrici di argille grigie. Le ghiaie sono arrotondate, di natura carbonatica e subordinatamente silicea. La matrice è costituita da materiale terroso bruno-rossastro, da sabbie alterate o limi. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi della formazione marina (FMTa), o sui depositi dei sintemi o sub-sintemi più antichi (AVM1b). Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, o dal contatto erosivo con le unità più recenti (AVM3b). Lo spessore è variabile da 1-2 m fino ad un massimo di 10 m. Il deposito è terrazzato ad altezze tra i 55 e i 35 m sul fondovalle attuale del F. Tavo. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

Subsintema di Villa Oliveti (AVM1b) Depositi alluvionali - conglomerati clasto-sostenuti, in strati e lenti da decimetrici a metrici, con livelli e lenti sabbiosi decimetrici. Le ghiaie presentano clasti ben arrotondati e spesso appiattiti, di dimensioni variabili dai centimetri ai decimetri, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbioso-limosa. I corpi

conglomeratici sono organizzati in bancate massive, strati lentiformi discontinui con stratificazione incrociata, talora alterati ed eteropici a lenti sabbioso-argillose e limoso-argillose. I livelli sabbiosi sono costituiti da sabbie medio-fini, con laminazione piano-parallela. Frequentemente i depositi sono costituiti da due intervalli sovrapposti di spessore 10-15 m; uno francamente ghiaioso nella parte bassa, uno francamente sabbioso nella parte alta, cui si intercalano livelli di paleosuolo. Il limite tra i due intervalli è generalmente netto, planare o debolmente ondulato. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi della formazione marina (FMTa), o sui depositi dei sintemi più antichi. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito. Lo spessore dei depositi è variabile da 10 m a oltre 30 m. Costituiscono terrazzi posti ad altezze sul fondovalle attuale del F. Tavo intorno ai 70 m. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

SINTEMA DI CATIGNANO (ACTb) Conglomerati clasto-sostenuti, in strati e lenti di spessore da decimetrico a metrico; si intercalano livelli sabbiosi. Sono generalmente ben cementati; nella parte alta si osserva una spessa coltre di alterazione eluvio-colluviale con la frequente presenza di concrezioni calcaree. La base è costituita dalla superficie erosiva a contatto con i depositi della formazione marina (FMTa), il tetto dalla superficie deposizionale di sommità, profondamente rimodellata e alterata, o dal contatto con i sintemi più recenti. PLEISTOCENE MEDIO p.p.

SUPERSINTEMA DI AIELLI-PESCINA (AP) Conglomerati e sabbie fluviali e di conoide alluvionale, riferibili ai lembi più antichi, situati a quote superiori ai 150 m sul fondovalle. La base è costituita dalla superficie erosiva a contatto sulla successione marina PLIOCENE (?) - PLEISTOCENE MEDIO p.p.

SUCCESSIONE DEL PLEISTOCENE DI TRANSIZIONE DAL MARINO AL CONTINENTALE

ARGILLE E CONGLOMERATI DI RIPA TEATINA (RPT) Conglomerati poligenici prevalentemente calcarei, eterometrici da centimetrici a decimetrici, clasto-sostenuti con matrice sabbiosa biancastra. Sono disposti in assetto

massivo o con stratificazione piano-parallela. Localmente si intercalano lenti di sabbie canalizzate, lenti di ghiaie centimetriche o clinostratificate e lenti di ghiaie grossolane decimetriche e pluridecimetriche riferibili all'ambiente fluviale del F. Tavo. Al tetto sono presenti livelli e lenti di sabbie e limi calcarei biancastri. La base è costituita dalla superficie erosiva, ondulata per la presenza di paleocanali, a contatto con i termini più recenti della successione marina (FMTa); il tetto è costituito da una superficie deposizionale profondamente rimodellata. Lo spessore è in genere di pochi metri e raramente supera i 10 m. PLEISTOCENE MEDIO p.p.

SUCCESSIONE MARINA DEL PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE

FMT - FORMAZIONE MUTIGNANO

FMTa Associazione pelitico-sabbiosa Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Lo spessore massimo osservato nel Foglio N.351 "Pescara" è di circa 400 m.

SUCCESSIONE MARINA DEL PLIOCENE INFERIORE

CEN - Formazione Cellino Alternanze pelitico-arenacee e pelitico-siltose in strati medi e spessi (A/P da < 1 a << 1), intercalate a peliti ed argille marnose e con sporadici orizzonti arenaceo-pelitici in strati spessi.

10. Tematismi derivati – Carta delle criticità e delle sensibilità geoambientali

L'analisi del materiale cartografico fin qui prodotto e descritto, confrontata con gli elementi più specifici e significativi del quadro normativo e programmatorio sovraordinato (provinciale, regionale e nazionale) è stata sintetizzata nella *Carta delle criticità e sensibilità geoambientali;* in particolare si è cercato di recepire le indicazioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Pescara, la L.183/89 e il D.L. 180/98.

In carta sono stati evidenziati i seguenti elementi:

- 1) Corpi idrici superficiali
- 2) Fascia di pertinenza fluviale del fiume Tavo
- 3) Corpo idrico sotterraneo significativo
- 4) Aree instabili o potenzialmente instabili per fenomeni gravitativi.

Ognuno di questi elementi sarà oggetto di specifiche norme di gestione.

- 1) Corpi idrici significativi. Si tratta di una semplice trasposizione degli elementi idrici che per posizione gerarchica sono stati ritenuti significativi ai fini di tutela; questa è volta alla funzione filtro degli ambiti ripariali e al mantenimento della capacità di deflusso idrico.
- 2) Fascia di pertinenza fluviale del fiume Tavo. É stata evidenziata la fascia di pertinenza fluviale, intesa in senso geomorfologico, comprendendo per intero all'interno della perimetrazione le aree individuate dalla carta di pericolosità idraulica (cfr. figura 6) del Piano Stralcio difesa alluvioni (PSDA). La definizione della fascia di pertinenza fluviale è finalizzata, in accordo con le indicazioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) alla tutela dell'integrità del sistema fluviale ed alla protezione della falda acquifera in essa localizzata.
- **3) Corpo idrico sotterraneo significativo**. La perimetrazione del corpo idrico, ampiamente illustrata a pagina 11, è volta alla tutela della ricarica della falda e alla protezione della stessa da inquinamenti.
- 4) Aree instabili o potenzialmente instabili per fenomeni gravitativi. Rispetto al *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi* si è rivolta l'attenzione anche alle aree

potenzialmente instabili ritenendo che questo sia l'approccio corretto per prevenire i dissesti, piuttosto che censire unicamente i dissesti già verificatisi. In effetti già la legge 183/89 all'articolo 17 comma 3 tra gli obiettivi elencava:

- la individuazione e la quantificazione delle situazioni, in atto e potenziali, di degrado del sistema fisico, nonché delle relative cause;
- la individuazione delle prescrizioni, dei vincoli e delle opere idrauliche, idraulico-agrarie, idraulico-forestali, di forestazione, di bonifica idraulica, di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di ogni altra azione o norma d'uso o vincolo finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente;
- l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, ai fini della conservazione

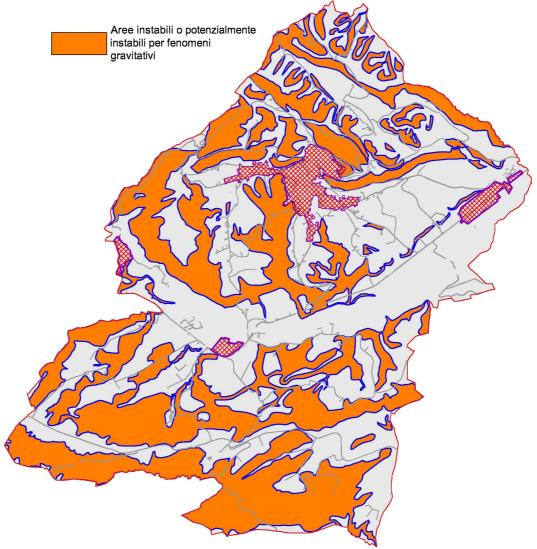


Figura 9: Aree instabili o potenzialmente instabili per fenomeni gravitativi, riprese dalla Carta delle Sensibilità e Criticità Geoambientali allegata.

del suolo, della tutela, dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici.

Le aree perimetrate, riportate in figura 9, sono il risultato di una sintesi ragionata dei dati disponibili, filtrata dall'esperienza personale, e non derivata da sovrapposizione di tematismi attraverso l'approccio numerico al dato territoriale. In essa sono state individuate anche quelle aree prive di dissesti per le quali, in presenza di particolari condizioni predisponenti all'instabilità, è necessario garantire un'attenta gestione, ad esempio delle pratiche agricole, affinché si mantengano le attuali condizioni di stabilità.

11. Introduzione alla Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1, relativo alle quattro aree urbane del territorio comunale di Loreto Aprutino (Capoluogo – Passo Cordone – Remartello – San Pellegrino), segue le indicazioni contenute negli "*Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica*" finalizzate all'analisi di pericolosità sismica, necessaria per la valutazione del rischio sismico ed applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell'emergenza e della normativa tecnica per la progettazione.

Per Microzonazione Sismica si intende la "valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo".

In sostanza uno studio di Microzonazione Sismica individua e caratterizza le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

La Microzonazione Sismica ha dunque la finalità di riconoscere, ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale), le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Nel caso specifico di uno studio di Microzonazione Sismica di livello 1 il documento di sintesi finale è rappresentato da una carta del territorio nella quale vengono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e topografia pianeggiante (Categoria di suolo A delle NTC e dell'Eurocodice 8), per cui gli scuotimenti attesi possono essere equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità simica di base;
- le zone in cui il moto sismico subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e topografia pianeggiante, a

⁷ Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la micrizonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Cdrom

causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio:

 le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Lo studio di Microzonazione Sismica fornisce quindi una base conoscitiva della pericolosità sismica locale delle diverse zone di un determinato territorio e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico, a varie scale. Il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di Microzonazione Sismica, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte.

12. Principi ed elementi per la Microzonazione Sismica

Per effettuare gli studi di Microzonazione Sismica è indispensabile la raccolta e l'archiviazione organizzata di dati geognostici pregressi e, ove necessario, di dati provenienti da nuove e specifiche indagini. I dati devono essere tali da permettere la ricostruzione del quadro litostratigrafico dell'area, con particolare attenzione alla definizione della litostratigrafia, delle tipologie e degli spessori delle coperture e la profondità del substrato o delle aree dove esso affiora.

Nel caso in oggetto i dati pregressi sono disponibili in numero limitato e non coprono per intero le quattro aree urbane di Loreto Aprutino (Capoluogo – Passo Cordone – Remartello – San Pellegrino); di conseguenza si è reso necessario procedere all'esecuzione di nuove indagini. Considerate le disponibilità di tempo ed economiche si è scelto di effettuare misure di sismica passiva a stazione singola che, oltre a fornire indicazioni sulle frequenze di risonanza dei terreni, permettono di estrapolare, anche se con la necessaria cautela interpretativa, informazioni di carattere stratigrafico.

Per la caratterizzazione geologica in senso lato sono state utilizzate le informazioni derivanti dalla Carta geologica illustrata nelle pagine precedenti.

13. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

L'elaborato di sintesi della Microzonazione Sismica di livello 1 è costituito dalla *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica,* redatta per ciascuna delle quattro aree urbane del territorio comunale di Loreto Aprutino (Capoluogo – Passo Cordone – Remartello – San Pellegrino).

La carta individua le microzone nelle quali, sulla base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici disponibili, si può prevedere l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Le microzone della carta sono classificate in tre categorie:

- **A) zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata pendii con inclinazione inferiore a circa 15°);
- **B) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- C) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

Per quanto concerne la categoria C, occorre specificare che i principali tipi di instabilità sono individuati dalla mera presenza di:

- movimenti gravitativi di versante
- fenomeni di liquefazione dei terreni monogranulari saturi
- faglie attive e capaci
- cedimenti differenziali.

I cedimenti differenziali vengono presi in considerazione solo nell'ambito del livello 1 di uno studio di Microzonazione Sismica, segnalandone l'eventuale localizzazione; essi non hanno in generale la stessa importanza degli altri fenomeni di instabilità elencati. I cedimenti differenziali si verificano infatti solo nelle zone adiacenti i contatti tra formazioni con caratteristiche litologiche e meccaniche molto diverse.

Una nota particolare meritano le faglie attive e capaci. La definizione dell'attività di una faglia attiva e capace deve scaturire da una serie di studi di dettaglio eseguiti da esperti del settore. Tali studi possono essere messi a disposizione di quanti si occupano di studi di Microzonazione Sismica solo dopo una validazione tecnico-scientifica. Per il livello 1 è quindi raccomandato di riportare, nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, solo le faglie identificate da studi validati da esperti del settore.

Sulla base delle considerazioni appena espresse, nella definizione delle zone suscettibili di instabilità, sono state inserite unicamente le aree affette da fenomeni di instabilità di versante. Nella stessa *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica* sono state classificate anche le aree aventi una medesima risposta in termini di frequenze di risonanza. A tale proposito si ricorda che la frequenza di risonanza di sottosuolo è un parametro che assume particolare importanza, in quanto condiziona fortemente il danno risultante a seguito di un evento sismico; è noto infatti che l'interazione positiva tra la frequenza di risonanza di un terreno e quella di una struttura in esso fondata dà origine al rovinoso fenomeno della doppia risonanza.

13.1 Procedura per la stesura della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1)

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica delle quattro aree urbane di Loreto Aprutino (Capoluogo – Passo Cordone – Remartello – San Pellegrino) costituisce il documento di sintesi finale del presente studio di Microzonazione Sismica di livello 1.

I dati di base utilizzati per la redazione della Carta sono stati:

- Carta Geologica in scala 1:10.000 prodotta nell'ambito del presente studio geologico ed illustrata nelle pagine precedenti;
- Carta Geomorfologica del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico;
- logs litostratigrafici dedotti da dati di sondaggi ed altre indagini geognostiche;
- Misure di sismica passiva a stazione singola (microtremori) realizzate nel corso del presente studio.

La Carta, redatta in scala 1:10.000, consente di visualizzare:

- la distribuzione areale e la caratterizzazione del substrato geologico;
- la distribuzione areale e la caratterizzazione dei terreni di copertura;
- la distribuzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico;
- la distribuzione e la definizione delle forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

Questi obiettivi sono stati perseguiti con la distinzione nel campo carta di tre tipologie di zone e con simboli indicanti forme di superficie e forme sepolte:

- a. zone stabili;
- b. zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;
- c. zone suscettibili di instabilità;
- d. forme di superficie.

13.2 Zone stabili

Nelle *zone stabili* (Zona 1) non si ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento sismico. Sono le aree dove è affiorante il substrato geologico con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione < 15°).

L'unico tipo di substrato geologico individuato in tutte e quattro le aree urbane del territorio comunale (Capoluogo – Passo Cordone – Remartello – San Pellegrino) è costituito dai terreni dell'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione Mutignano (FMTa), di età compresa tra il Pliocene medio-superiore e il Pleistocene inferiore, formata da argille ed argille marnose di colore grigio, con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi. All'interno di essa il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità; lo spessore massimo osservato nel Foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 è di circa 400 m. Soprattutto nei primi dieci metri di profondità, le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi sono legate in parte alla natura e costituzione della formazione originaria, in parte alle modifiche subite per effetto degli agenti atmosferici e dello scarico dello stato di coazione. Le misure di microtremore condotte nelle *zone stabili* sono prive di picchi di risonanza, a

testimonianza dell'assenza di significativi contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo.

L'unica microzona stabile (Zona 1) è identificata nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica con il numero 1 e una colorazione azzurra. Il substrato della Zona 1 è stratificato e del tipo coesivo sovraconsolidato.

13.3 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Zona 2, Zona 3, Zona 4 e Zona 5) sono attese modifiche del moto sismico di input legate alla situazione litostratigrafica e/o morfologica locale. Sostanzialmente si tratta delle zone di affioramento di depositi alluvionali a morfologia terrazzata, di coltri eluvio-colluviali e dello stesso basamento argilloso-marnoso, ma con pendenze del versante > 15°. Gli spessori dei terreni di copertura sono sempre > 3 m.

Si ricorda che l'amplificazione del moto sismico per effetti litostratigrafici è legata in primo luogo a differenze in termini di rigidità sismica tra substrato e copertura e secondariamente alla conformazione geometrica del limite tra i due (con conseguenti fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche e di riflessioni multiple di onde di superficie generate in corrispondenza dell'interfaccia non orizzontale roccia-terreno⁸). Invece per quanto riguarda l'amplificazione per effetti topografici e morfologici essa è molto spesso causata dalla presenza di discontinuità morfologiche che possono comportare amplificazione per focalizzazione (pendii con inclinazione > 15° e dislivello > 30 m, bordi di terrazzo o zone di ciglio con altezza > 10 m; creste rocciose sottili (larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media > 30°).

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono identificate nel campo carta dai numeri 2, 3, 4 e 5 e da colorazioni variabili dal verde al giallo. Più in dettaglio:

Zona 2 ---> substrato rigido presente in affioramento diretto su pendii con inclinazione > 15°; le misure di microtremore eseguite in Zona 2 sono prive di picchi di risonanza.

Zona 3 ---> depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi, con livelli limosi, argillosi e sabbiosi, su substrato rigido argilloso-marnoso; le misure di

⁸ Aki K., Larner K.L. (1970). Surface motion of a layered medium having an irregular interface due to incident plane SH waves. Jour. Geoph. Research, Vol.70

microtremore effettuate in Zona 3 mostrano picchi di risonanza di media ampiezza a frequenze > 10 Hz.

Zona 4 ---> depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e limoso-argillosi, con livelli ghiaiosi, su substrato rigido argilloso-marnoso; le misure di microtremore eseguite in Zona 4 mostrano picchi di risonanza di modesta ampiezza a frequenze > 10 Hz.

Zona 5 ---> depositi eluvio-colluviali di natura limoso-argillosa o limososabbiosa su substrato rigido argilloso-marnoso; le misure di microtremore effettuate in Zona 5 evidenziano picchi di risonanza di modesta ampiezza a frequenze > 10 Hz.

13.4 Zone suscettibili di instabilità

Nelle zone suscettibili di instabilità (Zona 6) gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

Nelle quattro aree urbane del territorio comunale di Loreto Aprutino tali zone identificano un'unica categoria di effetti deformativi legati ad instabilità di versante, ovvero:

deformazioni superficiali lente.

Le misure di microtremore condotte in Zona 6 evidenziano picchi di risonanza di modesta ampiezza nell'intervallo di frequenze compreso tra gli 8 Hz e i 10 Hz.

13.5 Forme di superficie

Le forme di superficie presenti nelle aree in studio e significative ai fini della microzonazione di livello 1 sono risultate essere unicamente i picchi isolati e in particolare l'area sulla quale è ubicato il centro storico del capoluogo.

Picchi isolati

Nelle zone in cui la morfologia del rilievo è assimilabile a quella di picchi isolati il moto sismico sarà amplificato alla sommità del rilievo rispetto alla base. Nel dominio della frequenza l'amplificazione topografica è massima in una banda di

frequenza che corrisponde a lunghezze d'onda comparabili con la semilarghezza del rilievo⁹.

Dall'analisi topografica, il centro storico di Loreto Aprutino sorge su un rilievo isolato (Figura 10), in base alle dimensioni del rilievo stesso e alla velocità delle onde sismiche relative ai terreni presenti (mediamente 600 m/sec) è stata calcolata la frequenza di amplificazione locale che risulta essere di circa 4Hz.

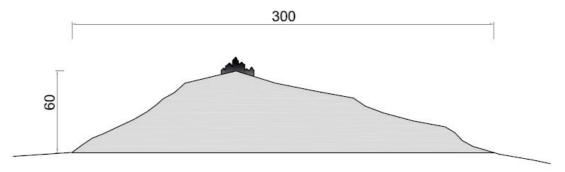


Figura 10: Profilo topografico passante per il centro storico di Loreto Aprutino. Distanza e dislivello sono espressi in metri.

⁹ Geli L., Bard P.Y., Jullien B. (1988). The effect of topography on earthquake ground motion: a review and new result. Bull. Seism. Soc. of America, Vol.78, No.1.

Allegato 1. Interpretazione delle misure di sismica passiva a stazione singola (microtremori)

Nell'ambito del presente studio di Microzonazione Sismica di livello 1 sono state eseguite n.17 misure di microtremori, di cui:

- n. 9 nel Capoluogo;
- n. 2 a San Pellegrino;
- n. 3 a Passocordone;
- n. 3 a Remartello.

In linea generale, le misure passive del rumore sismico ambientale consentono l'individuazione di possibili fenomeni di risonanza sismica e la misura delle corrispondenti frequenze di vibrazione dei terreni. Queste misure forniscono inoltre indicazioni sul rapporto fra la velocità media delle onde S nella copertura e la profondità del basamento sismico al di sotto del punto in cui viene eseguita la registrazione del microtremore.

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale. Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta i rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione H/V). L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

La struttura del campo di onde presente nel terreno (rumore sismico ambientale, microtremore, rumore sismico o seismic noise) è condizionata dalle caratteristiche delle sorgenti che lo determinano (siano esse naturali, come le onde marine o antropiche come il traffico veicolare) e dalle proprietà meccaniche dei terreni. Infatti ciascuna sorgente genera un treno di onde che raggiunge il punto di misura con caratteristiche che dipendono dall'entità delle sollecitazioni nelle componenti orizzontali e verticali del moto e dalle modalità di propagazione fra la sorgente e il sito (in funzione dei fenomeni di riflessione, rifrazione e diffrazione che hanno luogo in corrispondenza di variazioni delle proprietà meccaniche dei terreni nel sottosuolo). In genere, nel campo di

rumore ambientale, sono presenti sia onde di volume (P ed S in quantità variabili) che onde superficiali (Love e Rayleigh). La frazione di energia associata alla componente di onde di volume rispetto a quella associata alle onde superficiali varia da caso a caso e dipende fortemente dall'intervallo di frequenze considerato.

Perciò se si prende in considerazione un intervallo di tempo opportunamente lungo (dell'ordine almeno della decina di minuti), le proprietà medie di un campo di onde sismiche generato da una molteplicità di sorgenti di diversa natura, distribuite casualmente attorno ad un punto di misura, tendono ad avere un andamento che non dipende dalle singole sorgenti che hanno generato il campo, ma solo dalle proprietà del mezzo in cui le onde si propagano e dal livello energetico medio dell'attività antropica o naturale. In particolare, si può immaginare che, in media, le componenti orizzontali e verticali del moto del suolo tendano ad essere sollecitate in modo equivalente, con un'ampiezza media pari al livello medio del rumore in quell'intervallo temporale. In questa ipotesi, i rapporti fra le ampiezze verticali e orizzontali del moto (H/V) saranno statisticamente indipendenti dalle caratteristiche delle sorgenti (dato che le ampiezze delle sollecitazioni sul piano orizzontale e verticale sono mediamente le stesse) e saranno condizionate dai soli effetti di propagazione ovvero dalle caratteristiche del mezzo interessato dal moto sismico. Queste ultime influenzeranno l'ampiezza relativa delle diverse fasi sismiche (onde P, S, Rayleigh e Love) e le direzioni di emergenza delle onde al punto di misura.

Per esempio, se il rumore misurato fosse costituito da onde di volume stazionarie emergenti secondo una direzione perpendicolare alla superficie, il rapporto H/V avrebbe dei massimi in corrispondenza delle frequenze di risonanza delle onde S nella copertura, ovvero quando l'ampiezza delle onde S è relativamente maggiore. Se invece il campo d'onda è dominato dalle onde superficiali, sarà l'ellitticità delle onde di Rayleigh (ovvero il rapporto fra le componenti orizzontali del moto ellittico associato questo tipo di onde) e l'ampiezza delle onde di Love (che invece agiscono solo sul piano orizzontale) a condizionare l'andamento della funzione H/V. In questo caso argomentazioni teoriche permettono di stabilire che, in presenza di coperture soffici su un

basamento rigido, la componente verticale delle onde di Rayleigh si annulla per frequenze corrispondenti alla frequenza di risonanza delle onde S per la struttura. Questo implica che, anche in questo caso, la funzione H/V sarà caratterizzata da valori massimi in corrispondenza della frequenza di risonanza delle onde S. Al contrario, ci si può aspettare che, in assenza di contrasti di impedenza alla base della copertura, il rapporto H/V sia unitario nel caso di rumore ambientale dominato dalle onde di volume oppure dominato da quelle di superficie.

Seguono descrizione e interpretazione delle singole misure effettuate.

A - Sito di riferimento: CAPOLUOGO

Mt1

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt1 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un modesto picco di risonanza (intorno ai 13 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata effettuata la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati del F. Tavo (sabbie e limi argilloso-sabbiosi con livelli ghiaiosi) su substrato rigido (argilloso-marnoso), appare correlabile con una discontinuità sismica esistente all'interno dei terreni di copertura.

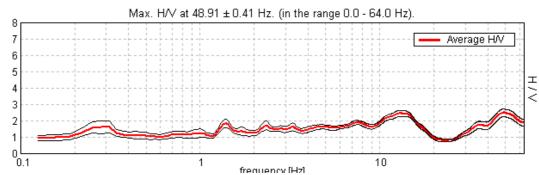


Figura 11: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt1 (Sito di misura: Capoluogo 1)

Mt2

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt2 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un modesto picco di risonanza (intorno ai 16.5 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata effettuata la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati del F. Tavo (sabbie e limi argilloso-sabbiosi con livelli ghiaiosi) su substrato rigido (argilloso-marnoso), appare correlabile con una discontinuità sismica esistente all'interno dei terreni di copertura.

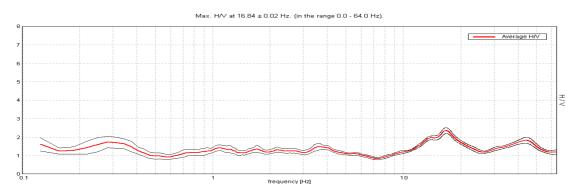


Figura 12: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt2 (Sito di misura: Capoluogo 2)

Mt3

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt3 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un modesto picco di risonanza (intorno ai 27 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata effettuata la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati del F. Tavo (sabbie e limi argilloso-sabbiosi con livelli ghiaiosi) su substrato rigido (argilloso-marnoso), appare correlabile con una discontinuità sismica esistente all'interno dei terreni di copertura.

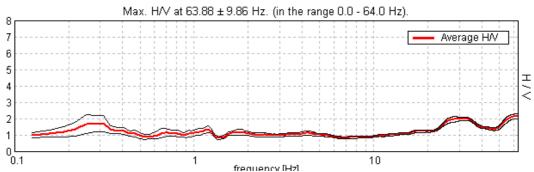


Figura 13: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt3 (Sito di misura: Capoluogo 3)

Mt4

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt4 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un modesto picco di risonanza (intorno ai 22 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata effettuata la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati del F. Tavo (sabbie e limi argilloso-sabbiosi con livelli ghiaiosi) su substrato rigido (argilloso-marnoso), appare correlabile con una discontinuità sismica esistente all'interno dei terreni di copertura.

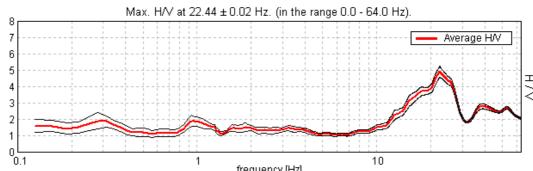


Figura 14: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di MT4 (Sito di misura: Capoluogo 4)

Mt5

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt5 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un modesto picco di risonanza (intorno ai 27 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata effettuata la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati del F. Tavo (sabbie e limi argilloso-sabbiosi con livelli ghiaiosi) su substrato rigido (argilloso-marnoso), appare correlabile con una discontinuità sismica esistente all'interno dei terreni di copertura.

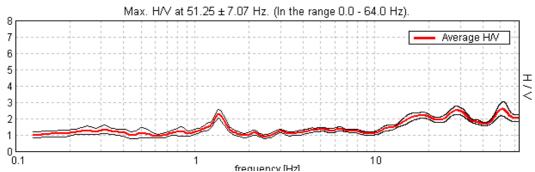


Figura 15: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt5 (Sito di misura: Capoluogo 5)

Mt6

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt6 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi poiché la registrazione è stata eseguita su substrato rigido affiorante (coesivo sovraconsolidato).

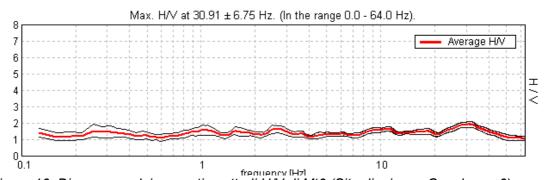


Figura 16: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt6 (Sito di misura: Capoluogo 6)

Mt7

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt7 (durata: 10') evidenzia un chiaro picco stratigrafico intorno ai 10 Hz di frequenza. Visto il contesto litostratigrafico del sito, caratterizzato dalla presenza di un deposito di frana su bedrock argilloso-marnoso, tale massimo può essere correlato proprio con la frequenza fondamentale di risonanza della copertura (corpo di frana).

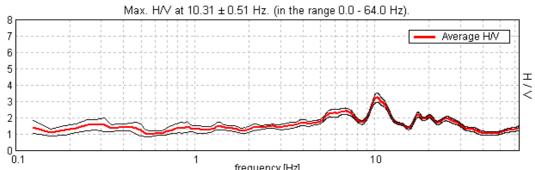
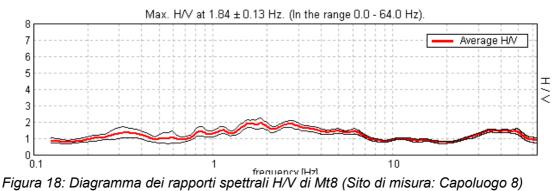


Figura 17: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt7 (Sito di misura: Capoluogo 7)

Mt8

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt6 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi poiché la registrazione è stata eseguita su substrato rigido affiorante (coesivo sovraconsolidato).



Mt9

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt6 (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi poiché la registrazione è stata eseguita su substrato rigido affiorante (coesivo sovraconsolidato).

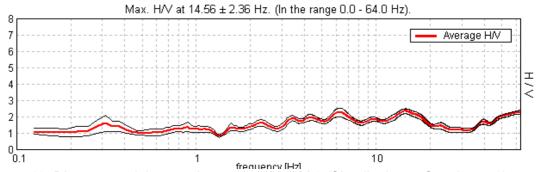


Figura 19: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt9 (Sito di misura: Capoluogo 9)

B - Sito di riferimento: SAN PELLEGRINO

Mt1

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt (durata di 10') non evidenzia picchi di risonanza significativi nell'intervallo 0.1 - 10 Hz. A frequenze maggiori sono invece presenti due modesti picchi di risonanza (rispettivamente intorno ai 20 Hz e ai 30 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata effettuata la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati del F. Tavo (sabbie e limi argilloso-sabbiosi con livelli ghiaiosi) su substrato rigido (argilloso-marnoso), appaiono correlabili con discontinuità sismiche presenti all'interno dei terreni di copertura.

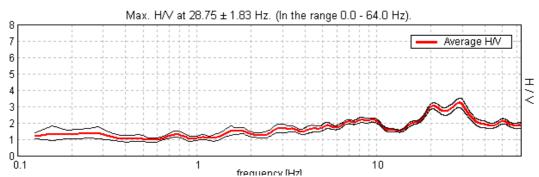
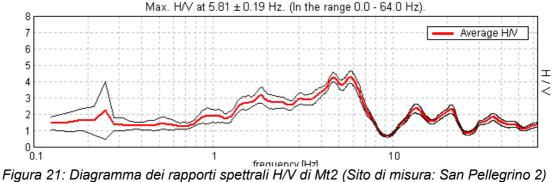


Figura 20: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt1 (Sito di misura: San Pellegrino 1)

Mt2

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt2 (durata: 10') evidenzia due picchi quasi coalescenti a 4.5 Hz e 6 Hz di frequenza. Visto il contesto litostratigrafico del sito in cui è stata eseguita la registrazione, caratterizzato dalla presenza di depositi eluvio-colluviali di natura limoso-argillosa e limoso-sabbiosa su substrato argilloso-marnoso rigido, è verosimile ipotizzare che entrambi i massimi del diagramma H/V siano da mettere in relazione con il passaggio coltre-bedrock (attestato nell'area in esame intorno ai 10 m di profondità dal piano campagna).



C - Sito di riferimento: PASSOCORDONE

Mt1

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt1 (durata: 10') risulta privo di picchi di risonanza nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un picco di modesta ampiezza (intorno ai 22 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito di misura, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali di copertura su substrato rigido argilloso-marnoso, appare correlabile con una discontinuità sismica interna ai terreni di copertura.

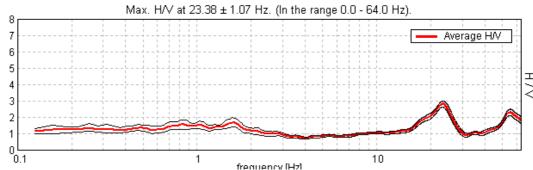
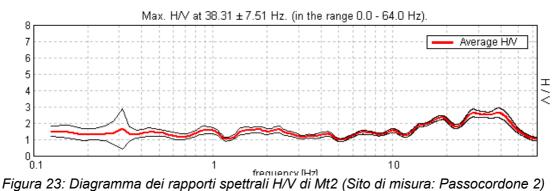


Figura 22: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt1 (Sito di misura: Passocordone 1)

Mt2

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt1 (durata: 10') risulta privo di picchi di risonanza nell'intervallo 0.1 - 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un picco di modesta ampiezza (intorno ai 40 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito di misura, caratterizzato dalla presenza di depositi eluviocolluviali su substrato rigido argilloso-marnoso, appare correlabile con una discontinuità sismica interna ai terreni di copertura.



Mt3

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt3 (durata: 10') risulta privo di picchi di risonanza. Nell'intervallo 4-30Hz è presente un'inversione di velocità (tratto di curva H/V con valori inferiori all'unità che, visto il contesto litostratigrafico del sito di misura potrebbe essere imputabile alla presenza di un livello granulare a maggiore velocità dei terreni sottostanti.

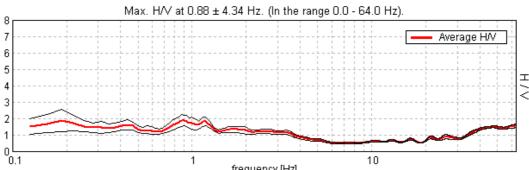


Figura 24: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt3 (Sito di misura: Passocordone 3)

D - Sito di riferimento: REMARTELLO

Mt1

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt1 (durata: 10') risulta privo di picchi di risonanza nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un picco di modesta ampiezza (intorno ai 32 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito di misura, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi su substrato rigido argilloso-marnoso, appare correlabile con una discontinuità sismica interna ai terreni di copertura.

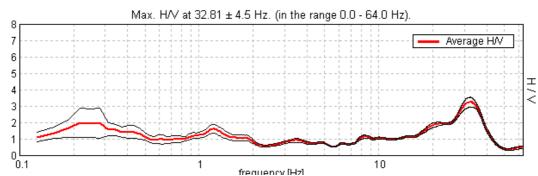


Figura 25: Diagramma dei rapporti spettrali di H/V (Sito di misura: Remartello 1)

Mt2

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt2 (durata: 10') risulta privo di picchi di risonanza nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece presente un picco di modesta ampiezza (intorno ai 18 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito di misura, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi su substrato rigido argilloso-marnoso, appare correlabile con una discontinuità sismica interna ai terreni di copertura.

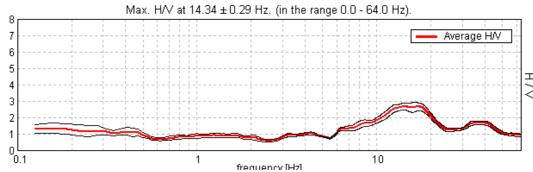


Figura 26: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt2 (Sito di misura: Remartello 2)

Mt3

Il diagramma dei rapporti spettrali H/V relativo alla misura Mt3 (durata: 10') risulta privo di picchi di risonanza nell'intervallo 0.1 – 10 Hz. A frequenze maggiori è invece

presente un picco di modesta ampiezza (intorno ai 20 Hz) che, visto il contesto litostratigrafico del sito di misura, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi su substrato rigido argilloso-marnoso, appare correlabile con una discontinuità sismica interna ai terreni di copertura.

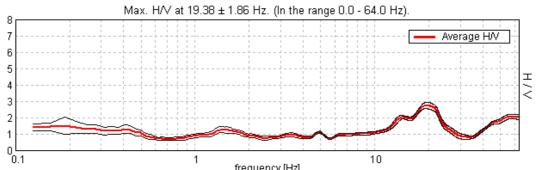


Figura 27: Diagramma dei rapporti spettrali H/V di Mt3 (Sito di misura: Remartello 3)