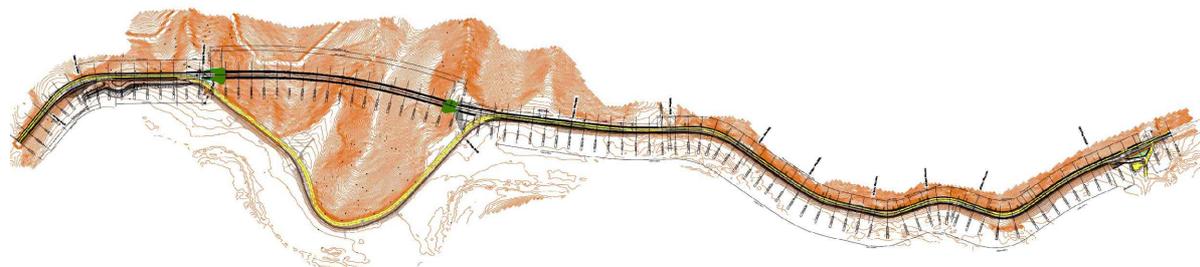


## S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

**RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 41+500 al km 51+500**  
**STRALCIO 1 - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 49+300 al km 51+500**



### PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI  
 Ordine degli Ingegneri della  
 provincia di Roma n° A26211  
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA  
 IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI  
 Ordine degli Ingegneri della  
 provincia di Roma n° 10112  
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro MICHELI

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

**B001**

## CAPITOLO B - GEOLOGIA GEOTECNICA E SISMICA

### CAPITOLO B0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

#### RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0374D2201

NOME FILE

B001-T00GE00GEORE01\_A.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE  
 ELAB.

T00GE00GEORE01

A

-----

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

FEBBRAIO  
 2023

GEOL. CLAUDIO  
 CRICCHI

ING. GIANCARLO  
 TANZI

ING. VALERIO  
 BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## SOMMARIO

1	PREMESSE.....	2
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	3
3	SCHEMA TETTONICO DELL'AREA.....	6
4	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	11
5	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE .....	16
5.1	CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE .....	16
5.2	GEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO .....	19
5.2.1	Depositi Continentali Quaternari.....	19
5.2.2	Successioni Continentali Plio-Pleistoceniche .....	20
5.2.3	Dominio Umbro – Successione Marina Pelagica.....	20
6	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	23
6.1	ELEMENTI DI CIRCOLAZIONE IDRICA .....	25
6.2	CARTA IDROGEOLOGICA.....	26
6.2.1.	Terreni dotati di Permeabilità Primaria (per porosità).....	26
6.2.2.	Terreni dotati di Permeabilità Secondaria (per fratturazione).....	26
6.3	RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	28
7	CENNI SULLA SISMICITA' DEL TERRITORIO .....	29
7.1	SISMICITÀ.....	29
7.2	ZONA SISMICA DEL COMUNE DI VALLO DI NERA.....	33
7.3	STORIA SISMICA DEL COMUNE DI VALLO DI NERA.....	35
8	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	46
8.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	48
8.2	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE .....	51
8.3	PROVE MASW .....	53
8.4	ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO.....	54
9	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE .....	58
10	RILIEVO GEOSTRUTTURALE.....	60

## 1 PREMESSE

Nel presente lavoro vengono espone le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del tratto di territorio in cui risulta compreso l'intervento del progetto di *Rettificazione del tracciato e adeguamento alla Sez. Tipo C2 dal km 49+300 al km 51+500 della S.S.685 "Delle Tre Valli Umbre"*, che ricade nei territori comunali di S.Anatolia di Narco e Vallo di Nera, in Provincia di Perugia.

Lo studio viene condotto sulla scorta di tutti i dati disponibili, provenienti da precedenti studi ed indagini, nonché dalla consultazione della letteratura scientifica reperibile; in particolare è stata consultata la seguente documentazione, tra cui in Tabella 1.1 è riportata quella reperita dal Progetto Preliminare:

**Tabella 1.1 – Elaborati del Progetto Preliminare consultati**

T 0 3	GE 0 1	GEO RE 0 1	B	Relazione geologica
T 0 3	GE 0 1	GEO RE 0 2	B	Raccolta delle indagini
T 0 3	GE 0 1	GEO RE 0 3	B	Raccolta schede di rilevamento
T 0 3	GE 0 1	GEO PU 0 1	B	Planimetria ubicazione indagini
T 0 3	GE 0 1	GEO CG 0 1	B	Carta geologica
T 0 3	GE 0 1	GEO CG 0 2	B	Carta geomorfologica
T 0 3	GE 0 1	GEO CI 0 1	B	Carta idrogeologica
T 0 3	GE 0 1	GEO FG 0 1	B	Profilo geologico longitudinale
T 0 3	GE 0 1	GEO SG 0 1	B	Sezioni geologiche trasversali

- Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 336 "Spoleto" (ISPRA)
- Note Illustrative al Foglio 336 Spoleto della Carta Geologica d'Italia (ISPRA)
- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale . Piano Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo delle Marche – "Carta del Rischio Idrogeologico" – Scala 1:10.000
- IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA)
- Regione Umbria, Servizio Geologico e Sismico
- Regione Umbria – Servizio Geologico e Sismico – Carta Idrogeologica della Regione Umbria – Scala 1:100.000
- Regione Umbria – Piano di tutela delle Acque
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere . Piano Assetto Idrogeologico (PAI)– Scala 1:10.000
- IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA)

Il lavoro è stato espletato in osservanza alle vigenti normative con particolare riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emanato il 17/01/2018 ed alla Circolare del 21/01/2019 n. 7, "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni", nonché al Regolamento Regionale della Regione Lazio n° 26 del 26/10/2020.

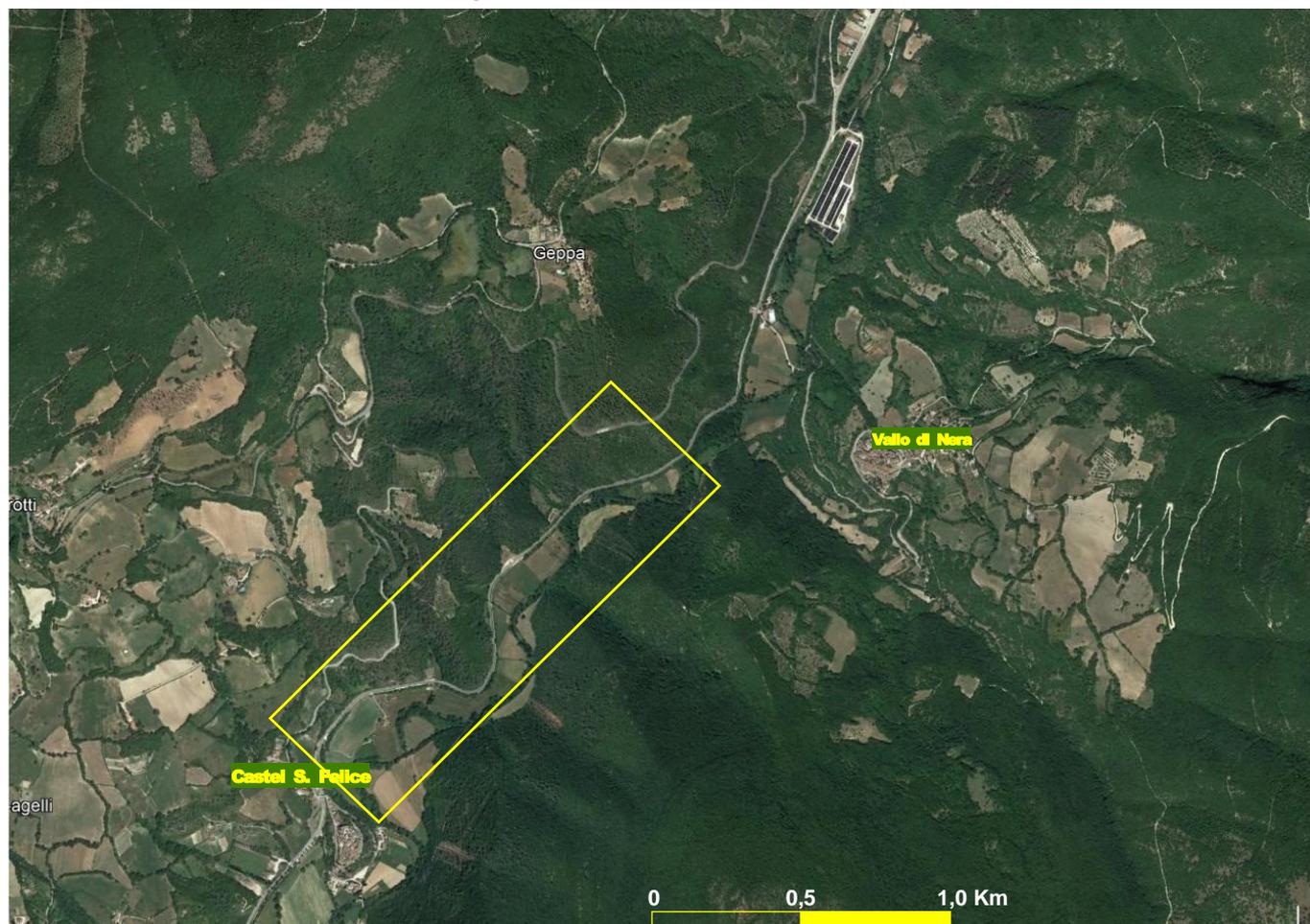
Nei capitoli successivi verranno trattati i sottoelencati argomenti:

- Inquadramento dell'area
- Inquadramento tettonico generale
- Caratteristiche geomorfologiche
- Caratteristiche geologiche
- Caratteristiche idrogeologiche
- Cenni sulla sismicità del territorio
- Indagini geognostiche
- Caratteristiche litologiche
- Descrizione del tracciato in progetto

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area del progetto in esame ricade nell'ambito della valle del Fiume Nera, nel tratto compreso tra l'abitato di Castel S. Felice, a Sud, ed il versante in destra orografica all'altezza dell'abitato di Vallo di Nera (cfr. Figura 2.1.)

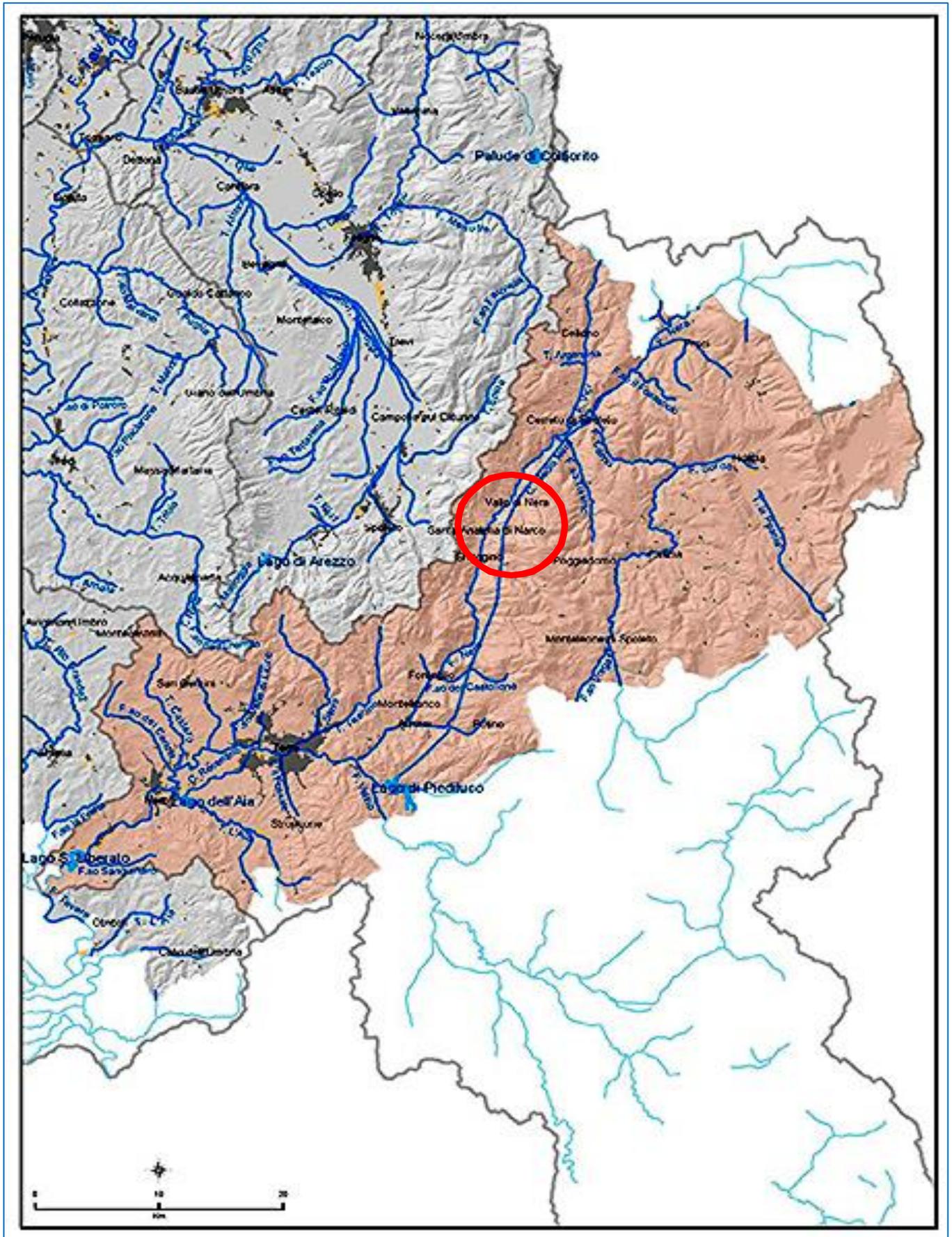
Figura 2.1 – Ubicazione dell'area in studio



Il Fiume Nera, nasce nelle Marche a 902 metri s.l.m., sui monti Sibillini e a Vallinfante, località del Comune di Castelsantangelo sul Nera, in Provincia di Macerata. All'altezza di Visso, dopo pochi chilometri, le varie sorgenti si uniscono in un unico corso e danno vita al fiume vero e proprio. Nella Figura 2.2 è visualizzato il bacino idrografico del F. Nera.

Nei pressi di Triponzo, il fiume aumenta più del doppio la propria portata d'acqua (oltre 50 metri cubi al secondo) grazie al notevole contributo da sinistra del fiume Corno scorrendo per svariati chilometri in una valle verdissima e quasi incontaminata dove lambisce i centri di Cerreto di Spoleto, Vallo di Nera e Sant'Anatolia di Narco, già in territorio umbro e nella provincia di Perugia, nel tratto di territorio in cui ricade l'area in studio.

Figura 2.2 – Bacino idrografico del Fiume Nera



Più avanti, presso la località 'Ceselli' il fiume entra poi in Provincia di Terni e da qui proprio per la sua grande valenza ambientale il suo corso è tutelato a 'Parco Fluviale del Nera'. In questo tratto bagna svariati centri come Sambucheto, Ferentillo, Montefranco e Arrone, avvicinandosi sempre più a Terni. Dopo il centro di Collestatte, il fiume raddoppia la propria portata grazie al contributo assai ricco da sinistra del fiume Velino, suo principale affluente, che in esso si getta con i tre salti spettacolari che compongono la Cascata delle Marmore, la più alta d'Europa con i suoi 165 metri di altezza. E con una portata di quasi 110 metri cubi al secondo, il Nera entra a Terni ricevendo l'apporto del torrente Serra e prosegue in una gola, sfiorandola città di Narni. E prima di immettersi nel Tevere, forma il lago artificiale di San Liberato. L'abbondanza di acque in ogni stagione ha consentito la realizzazione, fra il Nera ed il suo principale affluente, il Velino, di un sistema idroelettrico che è il maggiore dell'Appennino e fra i maggiori in Italia.

L'antico nome italico del fiume Nera era Nahar, che da secoli è stato al centro di misteriose leggende, a confermare l'importanza che da sempre il fiume ha rivestito per le popolazioni che abitano lungo le sue sponde.

Tutta la Valle del Fiume Nera è incassata tra ripidi versanti, spesso formati da alte rupi incombenti, da stratificazioni calcaree contorte e tormentate, da canaloni e pinnacoli; solo laddove in alcuni tratti la valle si apre, i pendii si addolciscono ed il fondovalle diventa ampio e si ammanta di prati e campi coltivati.

L'andamento del corso d'acqua è sempre evidenziato da una doppia fascia di vegetazione ripariale dominata da alberi d'alto fusto (Ontani, Pippipi e Salici), le loro chiome, da una sponda all'altra, spesso chiudono il fiume in una vera e propria galleria. Le acque correnti e ben ossigenate assumono a volte l'aspetto di rapide, spumeggiando tra grandi massi precipitati dalle scarpate.

Il fiume Nera, che come già accennato nasce all'interno del Parco Nazionale dei Monti Sibillini, ha generato, con il suo lungo corso montano, la profonda valle detta Valnerina, che l'uomo ha modellato disegnando un paesaggio fatto di torri, ponti e borghi arroccati.

### 3 SCHEMA TETTONICO DELL'AREA

Per la descrizione delle strutture tettoniche e della geologia regionale si fa riferimento a quanto riportato Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 336 "Spoleto".

I lineamenti geotettonici dell' Appennino centrale sono essenzialmente individuabili in elementi strutturali di compressione, dovuti alla genesi tettonica della catena appenninica, che si è verificata nel territorio in esame dal Serravalliano al Messiniano/Pliocene Inferiore.

L'Appennino umbro-marchigiano deriva dalla deformazione di differenti domini paleogeografici e deposizionali disposti sul basamento della Placca adriatica: il Dominio toscano, il Dominio umbro-marchigiano ed il Dominio laziale-abruzzese. La paleogeografia di tali domini prima dell'inizio della deformazione è schematizzata nella Figura 3.1<sup>1</sup>, ove sono indicati i fronti di accavallamento tettonico della Falda toscana, del Cervarola, di Olevano-Antrodoco-Monti Sibillini (OAMS) e del Gran Sasso (SG); nella Figura 3.2<sup>2</sup> viene mostrata la configurazione attuale delle unità tettoniche derivate dai suddetti domini deposizionali, in cui i cerchi rossi individuano principali apparati vulcanici quaternari dell'Umbria.

L'assetto strutturale di questa parte dell'Appennino è schematizzabile come una sovrapposizione di falde tettoniche separate da sovrascorrimenti.

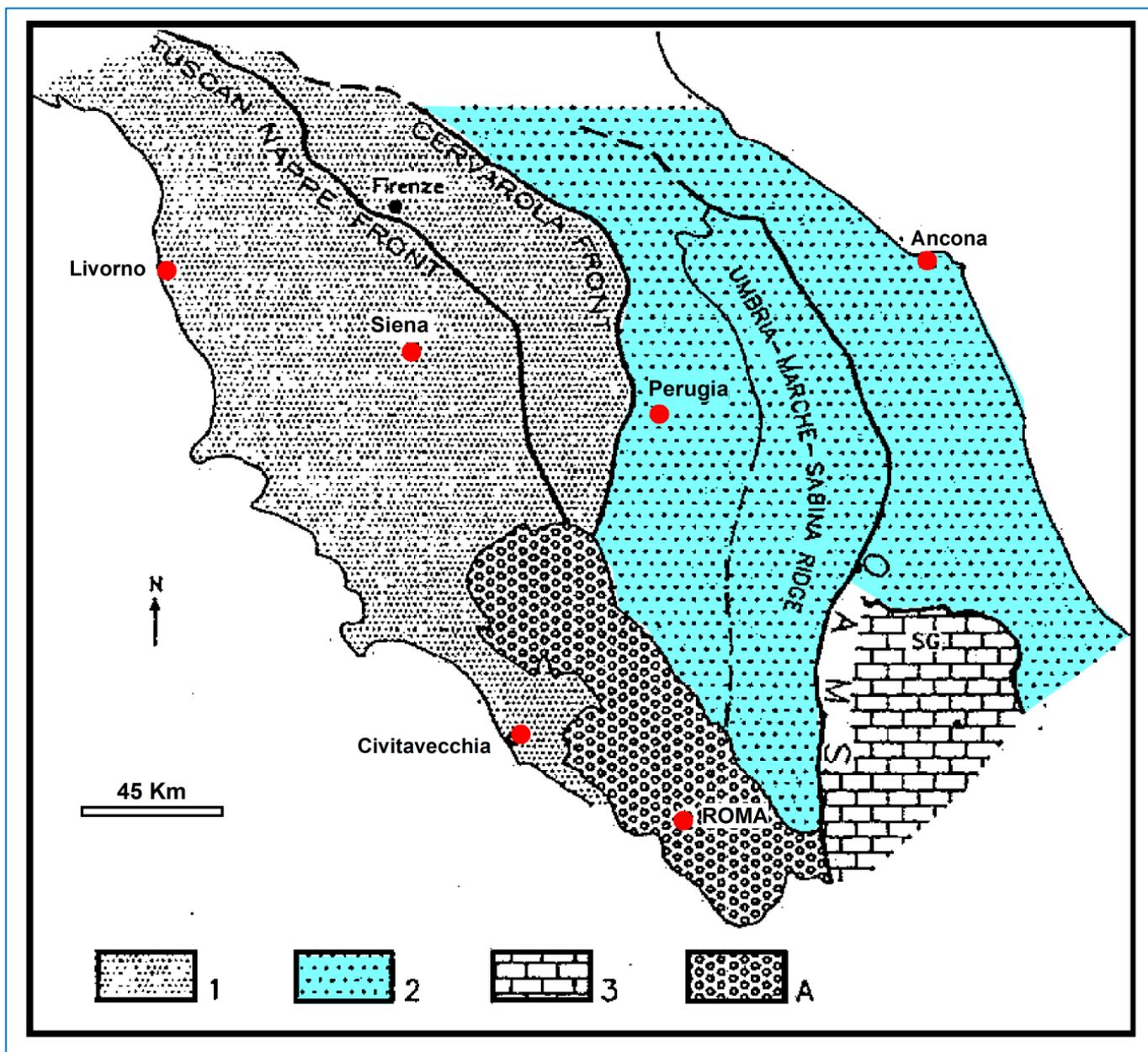
Il tema generale è la sovrapposizione di scaglie tettoniche, derivate dalla deformazione della copertura sedimentaria meso-cenozoica attraverso alcune superfici di accavallamento primarie (Cervarola, Narnese-amerina, M.ti Sabini, Olevano- Antrodoco-M.ti Sibillini, Gran Sasso, Laga e Struttura costiera) e molte altre secondarie. Il fronte di sovrascorrimento più interno (Cervarola) è coperto dalle vulcaniti quaternarie laziali, mentre i fronti più esterni (Laga e Strutture costiere) sono sepolti sotto la spessa coltre di sedimenti plio-quaternari del Bacino periadriatico. I sovrascorrimenti sono sempre associati a pieghe antiformali e sinformi; per esempio, nella Dorsale umbro-marchigiana, che corrisponde anche alla massima elevazione della catena, le formazioni mesozoiche sino al Calcere Massiccio affiorano al nucleo di anticlinali smantellate dall'erosione. Dal Pliocene la tettonica estensionale e transtensiva ha generato nel settore umbro una serie di ampie fosse, colmate di sedimenti fluvio-lacustri, come la Valtiberina e la Valle Umbra. I sistemi di faglie normali sono più recenti man mano che ci si sposta verso oriente, come indicato dalla serie di conche intramontane quaternarie, sismicamente molto attive, poste all'interno della Dorsale umbro-marchigiana (Gubbio, Gualdo Tadino, Colfiorito, Norcia, Cascia e Leonessa).

Figura 3.1 - Attuale configurazione dei domini sedimentari nell'area umbro-marchigiana.

1) Dominio toscano 2) Dominio umbromarchigiano 3) Dominio laziale-abruzzese A) Vulcaniti quaternarie.

<sup>1</sup> Tratta e ridisegnata da "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano - Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente - Università di Siena", 2014

<sup>2</sup> Tratta e ridisegnata da "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Umbro-Marchigiano - Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente - Università di Siena", 2014

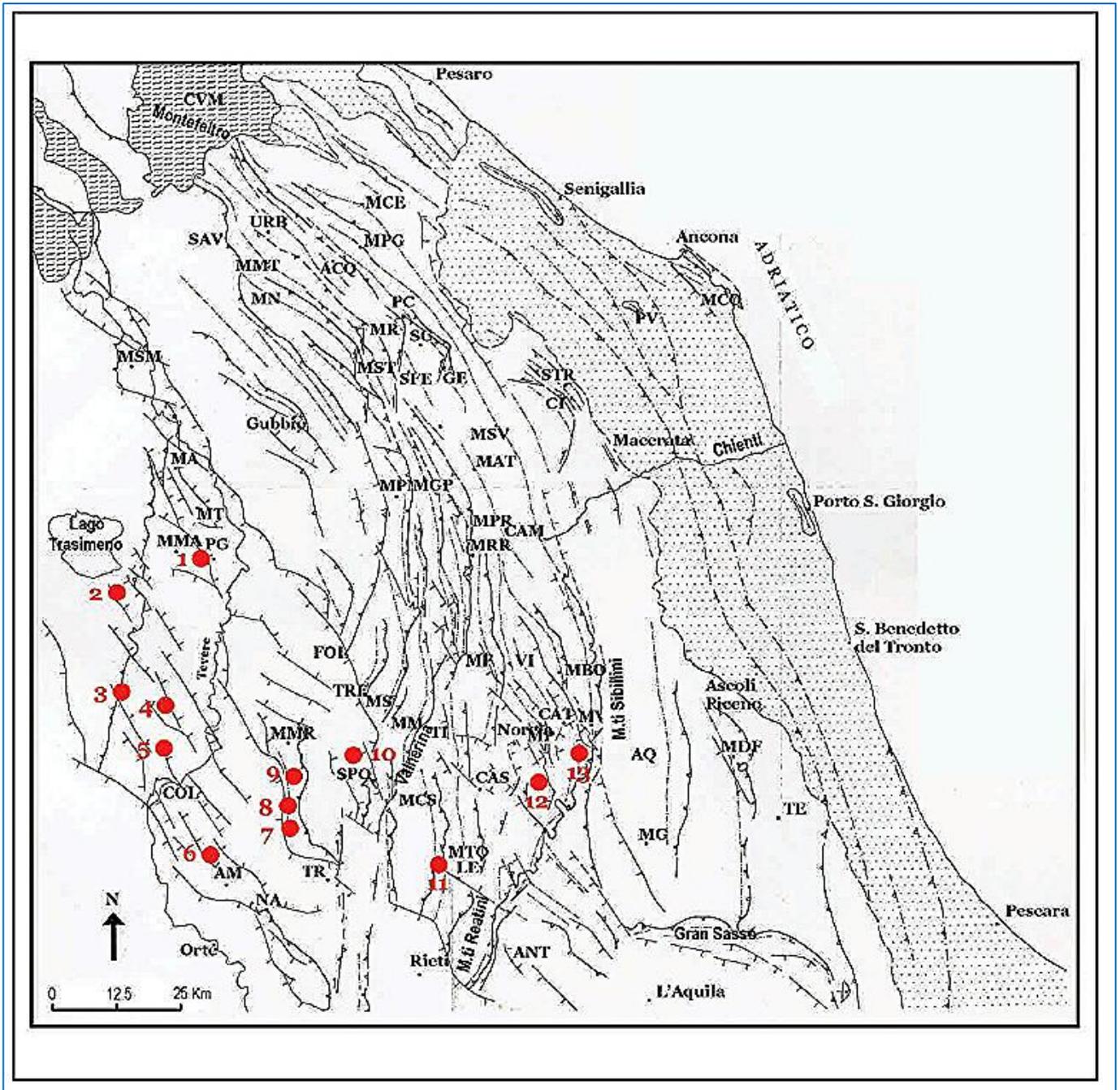


Il suddetto schema tettonico è complicato dalla presenza di sistemi di faglie distensive, derivanti dall'evoluzione post-orogena; inoltre diversi dati, stratigrafici e strutturali, indicano anche la presenza di importanti dislocazioni sinsedimentarie di età miocenica, anch'esse come le prime, a prevalente componente normale del movimento, che rendono particolarmente complessa l'evoluzione preorogena e la successiva strutturazione compressiva di questo settore del margine afro-adriatico.

Nella Figura 3.3 è riportato uno schema strutturale, tratto dalla carta Geologica del Foglio 336 "Spoleto", in cui l'area in studio è ubicata nell'ambito dell'Unità tettonica del Coscerno.

Uno schema delle vicende tettoniche di questa parte del territorio non è affrontabile sic et simpliciter nell'ambito del presente studio, giacchè richiederebbe richiami di geologia regionale e generale che esulano dagli scopi del presente lavoro; tuttavia si riassumono le fasi tettoniche che hanno interessato l'Appennino Centrale dal Giurassico in poi.

Figura 3.2 - Carta strutturale dell'area umbro-marchigiana

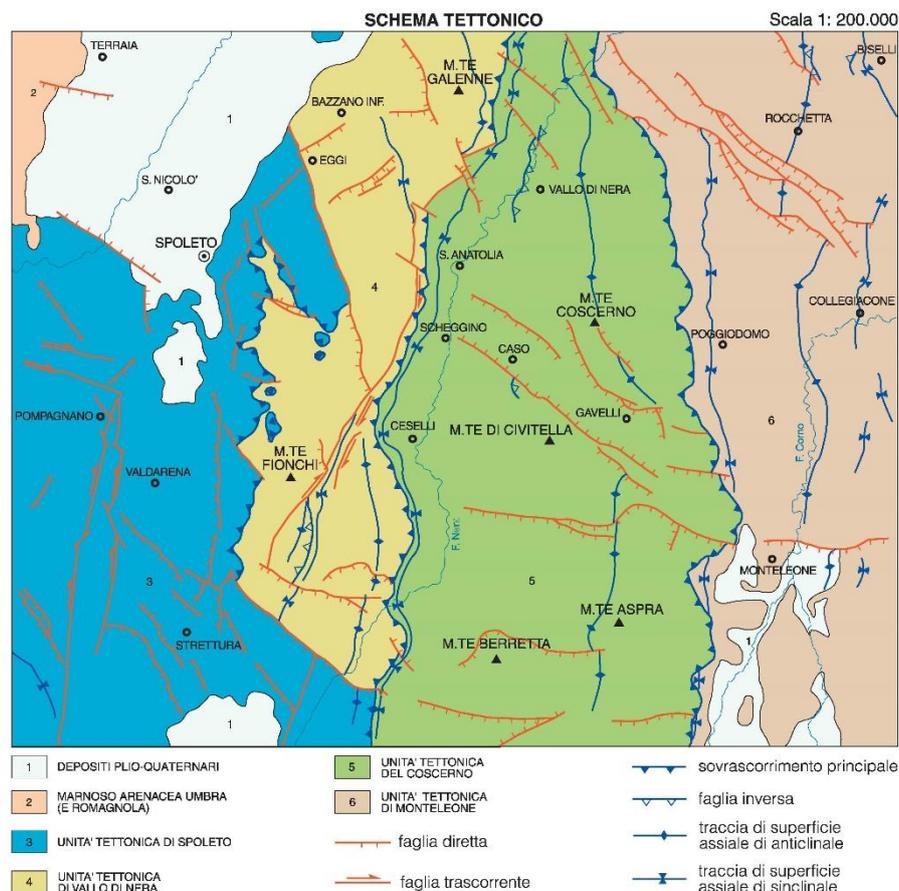


### Tettonica estensiva sinsedimentaria

I fenomeni tettonici in questa fase trovano un'espressione evidente nello smembramento della piattaforma carbonatica del calcare massiccio e nella conseguente articolazione del bacino umbro-marchigiano in zone di alto strutturale e zone depresse, ove, tra il Lias medio ed il Titonico, si depositano successioni con caratteri molto variabili; tra il tetto del calcare massiccio e la base della maiolica, sono riconosciute in letteratura numerose successioni giurassiche del tipo "serie completa", "serie condensata", "composta" ed infine "lacunosa" o "ridotta". Le differenze fra le varie successioni sono state attribuite a variazioni morfologico-strutturali con alti e depressioni controllati da faglie dirette sinsedimentarie. L'estrema variabilità degli spessori e la concentrazione asimmetrica del materiale detritico calcarenitico e degli olistostromi di calcare massiccio suggeriscono una geometria asimmetrica delle depressioni.

Si ritiene che le faglie mesozoiche siano legate alla distensione della crosta continentale, e che abbiano, in profilo bidimensionale, geometria variabile: alcune hanno una marcata geometria listrica, altre invece hanno geometria più complessa, con un'inversione della curvatura da concava a convessa nella parte più superficiale delle faglie listriche. Le faglie mesozoiche sinsedimentarie di M. Nerone (Appennino umbro-marchigiano settentrionale) sono state riferite ad un unico sistema cinematico con struttura "a tavoletta di cioccolato", caratterizzato da distensione in tutte le direzioni; questa particolare configurazione potrebbe riflettere anche una certa mobilitazione delle evaporiti triassiche.

Figura 3.3 – Schema strutturale del tratto dell'Appennino Umbro-Marchigiano



## Tettonica compressiva cretaceo-paleogenica

Dopo la tettonica estensionale, segue una fase di stasi che perdurò fino al limite Cretacico-Paleocene, per tutto il tempo quindi di deposizione delle marne a fucoidi e della porzione inferiore della "scaglia rosata". Tale importante mutamento sembra essere avvenuto simultaneamente non solo in corrispondenza dei margini del sistema Atlantico centrale-Tetide, ma anche nella maggioranza dei margini passivi. Alla base del Maastrichtiano si assiste ad una generale ripresa dei movimenti tettonici in gran parte dell'Appennino umbro-marchigiano: ad essa sembra legata l'individuazione nella scaglia s. l. di due distinte facies: la "facies umbra settentrionale" senza calcareniti, e la "facies umbra meridionale" con abbondanti calcareniti.

Le prime ipotesi di una tettonica sinsedimentaria cretacico-paleogenica nell'Appennino umbro-marchigiano sono state avanzate da Baldanza et alii (1982). Nell'interpretazione di la distribuzione delle calcareniti bioclastiche provenienti dalla piattaforma carbonatica laziale-abruzzese è stata condizionata dall'attività di una faglia del basamento orientata SSW-NNE (faglia della Valnerina) con la formazione di "un alto morfologico in corrispondenza del blocco nord-occidentale, che avrebbe impedito alle torbiditi con macroforaminiferi di estendersi verso NW". Nell'interpretazione di Baldanza et alii (1982) l'evento tettonico ha avuto un carattere distensivo ed è stato prodotto "da una o più faglie principali parallele al margine della piattaforma laziale-abruzzese".

Evidenze di una tettonica sinsedimentaria con carattere distensivo attiva a partire dal Cenomaniano sono state segnalate attraverso uno studio di carattere mesostrutturale: gli elementi strutturali esaminati sono le stiloliti parallele alla stratificazione associate a sistemi coniugati di vene di calcite, nonché da faglie dirette contemporanee alla sedimentazione, frequenti anche nell'area compresa fra la Valnerina e la Conca di Rieti.

Nel corso della formazione della catena appenninica si è, quindi, sviluppato un sistema compressivo che, oltre a determinare la deformazione delle successioni pre-orogeniche coinvolte, ha controllato lo sviluppo e la successiva migrazione, verso le zone via via più esterne dell'avampaese, di un sistema orogenico costituito da catena-avanfossa-avampaese.

Esso risulta caratterizzato dall'evoluzione di diverse tipologie di bacini sedimentari, controllati principalmente dai processi tettonici (subsidenza flessurale e sollevamento orogenico) connessi con l'accrescimento frontale di una catena a pieghe e sovrascorrimenti.

In particolare, mentre sul settore deformato (catena) si sviluppavano, come bacini episuturali, dei bacini trasportati tettonicamente (thrust-top basin, piggyback basin, bacini satellite, etc.), all'esterno, in posizione perisuturale, si sviluppava un bacino caratterizzato da elevati tassi di subsidenza tettonica (avanfossa), mentre il settore di avampaese non flessurato veniva interessato da tassi di sedimentazione confrontabili con il regime pre-orogenico. Generalmente, su questa tipologia di catena, contemporaneamente alla fase compressiva che investe l'area di avampaese, le zone di retropaese vengono interessate da collasso tettonico, responsabile dello sviluppo di bacini sedimentari controllati da processi tettonici estensionali. In un tale contesto geodinamico, quindi, si sviluppa un sistema distensione-compressione in migrazione verso l'avampaese.

Riepilogando nell'Appennino centrale gli effetti della migrazione del sistema distensione-compressione sono registrati nell'assetto stratigrafico-strutturale delle unità tettoniche affioranti. Qui, come in tutti gli altri settori della catena appenninica è, infatti, possibile distinguere:

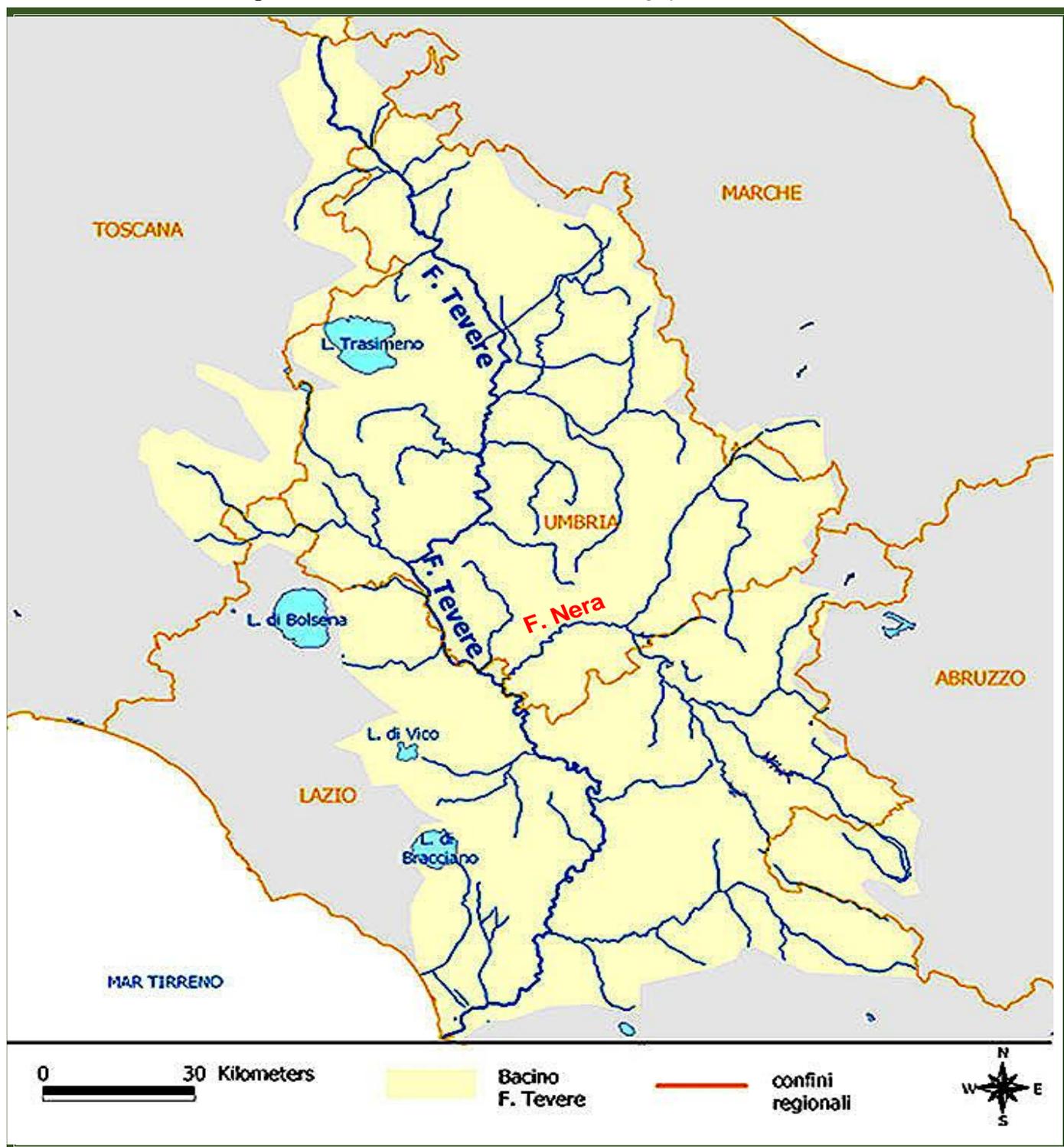
- a) una fase pre-orogenica;
- b) una fase sin-orogenica;
- c) una fase post-orogenica.

## 4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il tratto di territorio in esame è ubicato nella parte alta del bacino idrografico del Fiume Nera, che è uno dei principali affluenti del Fiume Tevere (cfr. Figura 4.1).

Il bacino del Fiume Nera presenta una superficie totale di 4.311 km<sup>2</sup> di cui solo 1.563 in territorio umbro. Il bacino è prevalentemente montuoso e presenta la quota media più alta tra i vari bacini umbri (909 ms.l.m.). La quota massima viene raggiunta dal M. Vettore (2.476 m), ma anche le quote degli altri rilievi superano spesso i 1.500 m.

Figura 4.1 – Ubicazione del F. Nera nel bacino idrografico del Fiume Tevere



Esso è caratterizzato dalla prevalenza di terreni calcarei ad elevata permeabilità, e solo su ridotte estensioni (meno del 15% del totale) sono presenti terreni poco permeabili. Il fiume Nera ha origine nei Monti Sibillini ad una quota di circa 1.800 m s.l.m. e scorre per circa 125 chilometri fino alla sua confluenza con il fiume Tevere nella porzione più meridionale della regione. Nel suo tratto montano, riceve i contributi dei suoi affluenti principali: in sinistra idrografica, il fiume Velino e il fiume Corno (lunghezza complessiva 56 Km), che a sua volta riceve le acque del fiume Sordo, in destra idrografica, il torrente Vigi. Il Corno e il Velino presentano bacini idrografici molto estesi che si sviluppano, prevalentemente il primo, e per la quasi totalità il secondo, al di fuori dei confini regionali. A valle della confluenza con il fiume Velino, tra gli abitati di Terni e Narni, il fiume Nera scorre in un'ampia conca valliva denominata Conca Ternana, sede di un importante acquifero alluvionale.

La pendenza media dell'alveo fino alla confluenza con il fiume Velino è di circa l'1%; a valle della confluenza la pendenza media scende a 0,3%.

La densità di drenaggio è 1,12 km/km<sup>2</sup>

Dal punto di vista idrografico il tratto di territorio in esame ricade nell'ambito della vallata del suddetto corso d'acqua, che si sviluppa con un reticolo idrografico con pattern di tipo dendritico.

Nella Carta Geomorfologica in scala 1:5.000 sono riportati gli elementi salienti, consistenti in:

- Reticolo idrografico, formato incisioni torrentizie secondarie, che prendono vita da quote molto alte (oltre 1000 m s.l.m.); nella carta geomorfologica sono stati evidenziati gli impluvi e gli spartiacque dell'area in cui è ubicata la strada in progetto; i reticoli idrografici hanno un pattern di tipo "pinnato" o "subdendritico", generalmente poco evoluti, con rami di 3° o 4° ordine;
- Spartiacque principali, che separano i bacini idrografici di cui sopra;
- Detriti di falda: depositi detritici di falda e di versante a granulometria variabile, da ben classificati a fortemente eterometrici, generalmente sciolti o debolmente cementati, in accumuli massivi o grossolanamente stratificati
- Coltre detritico-colluviale: depositi essenzialmente fini con subordinati clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto (eluvium) o trasportati in massa e/o per ruscellamento diffuso (colluvium) presenti sui versanti o sul fondo delle vallecicole minori.
- Depositi alluvionali degli impluvi secondari: depositi alluvionali in corrispondenza degli alvei con pendenza accentuata, ove si possono verificare ingenti fenomeni di trasporto solido in occasione di forti intensi eventi meteorici
- Depositi alluvionali del Fiume Nera: depositi alluvionali dell'asta principale del Fiume Nera, ove si possono verificare ingenti alluvioni
- Conoidi: depositi alluvionali di conoidi alla confluenza degli impluvi sull'asta principale
- Le scarpate di erosione di versante o di erosione selettiva, laddove l'erosione esalta le porzioni di formazione più competenti e resistenti agli agenti di degradazione meteorica;
- Le nicchie di distacco delle frane (corone di frana)

Inoltre l'area in studio sono state riportati i dissesti reperiti nell'inventario IFFI (*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*), distinti in:

- Frane di scivolamento rotazionale/gravitativo; sono i dissesti più diffusi, soprattutto nel versante in sinistra orografica, ove occupano grandi aree (complessivamente oltre 2,7 Km<sup>2</sup> nel tratto di territorio esaminato), come nel versante in prossimità dell'abitato di Vallo di Nera.
- Frane di espansione (spread) rappresentano un tipo di fenomeno franoso caratterizzato dall'espansione laterale di un materiale posto al sopra di uno strato più debole: si tratta di fenomeni caratteristici perché solitamente avvengono su pendii poco inclinati o su terreni pianeggianti. La superficie di rottura è detta superficie di espandimento e generalmente coincide con una superficie di strato e si differenziano in base al materiale coinvolto in espandimento di roccia e espandimento di terra. A seconda del tipo di materiale coinvolto

si manifesta con una velocità da estremamente lenta a molto rapida. Nell'area in studio si rinvencono soprattutto nel versante in destra orografica, tra cui il fenomeno più esteso è ubicato in Contrada Santo Stefano tra le quote m 400 e 590 circa.

Inoltre sulla scorta dei dati reperiti dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale) sono state evidenziate nella pianura alluvionale del Fiume Nera le seguenti aree:

- Aree con Classe Pericolosità P3 - Elevata probabilità (alluvioni frequenti), ubicate lungo l'alveo di magra e di piena del fiume;
- Aree con Classe Pericolosità P2 - Media probabilità (alluvioni poco frequenti), ubicate ai margini delle precedenti aree, ai piedi dei versanti; sono aree poco estese e discontinue, che si rinvencono a quota sensibilmente più alta di quella della precedente area;
- Aree con Classe Pericolosità P1 - Bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità), ubicate al piede dei versanti a quote ancora più elevate rispetto alle precedenti.

Dal Geoportale della regione Umbria si ricavano informazioni utili circa la geologia e le aree affette da dissesti, come esempio riportato in Figura 4.2 per il territorio in esame, in cui vengono distinte le zone suscettibili di instabilità, oltre ai depositi alluvionali (colore blue) e depositi di detrito o coni di deiezione (in colore verde):

- Aree caratterizzate da movimenti franosi quiescenti (rosso scuro)
- Aree potenzialmente franose o esposte al rischio di frana (arancio)

Figura 4.2 -



Le suddette aree in dissesto coincidono con quelle perimetrate nell'Inventario del Fenomeni Franosi in Italia (IFFI). Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in studio sono correlabili alla natura delle formazioni geologiche ivi affioranti, in relazione alla resistenza offerta dai litotipi agli agenti di degradazione meteorica. Pertanto l'erosività delle formazioni ha condizionato l'evoluzione geomorfologica, dando luogo a forme morfologiche differenti. Definire l'evoluzione morfologica che si esplica nel territorio in esame risulta, quindi, di fondamentale importanza nella valutazione della pericolosità ambientale, da cui deriva il concetto di pericolosità geomorfologica: "probabilità

che un certo fenomeno di instabilità geomorfologica si verifichi in un certo qual territorio, in un determinato intervallo di tempo " (PANIZZA M., 1987).

Per terreno geomorfologicamente instabile si intende, quindi, una forma morfologica che non ha raggiunto l'equilibrio con l'ambiente naturale e che si evolve, tendendo all'equilibrio; a tal fine vengono prese in considerazione quelle forme morfologiche, non in equilibrio, che si modificano in maniera perturbante per l'ambiente antropico.

Occorre, comunque, sottolineare che in geomorfologia non è corretto parlare di instabilità in senso assoluto, giacché una parte di un territorio potrebbe risultare instabile nei confronti di alcuni processi evolutivi e stabile nei confronti di altre azioni degradanti; infine esistono diversi gradi di instabilità, che possono essere valutati più o meno accettabili, anche in relazione all'utilizzo sociale cui si vuole destinare una certa area.

Oltre alla resistenza all'erosione dei terreni riveste particolare importanza la distribuzione della vegetazione, giacché il modellamento della superficie avviene soprattutto mediante il processo erosivo.

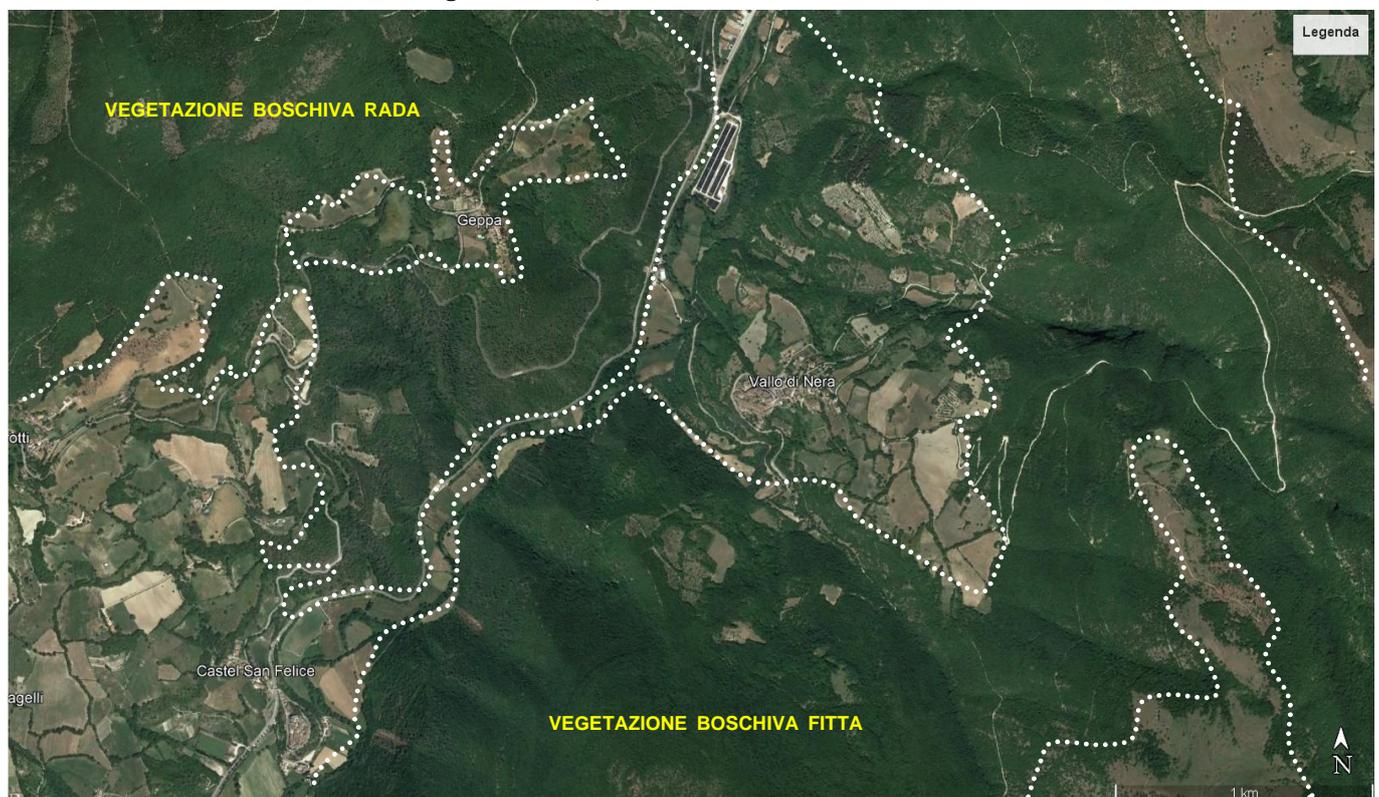
L'azione erosiva, principalmente esplicata ad opera delle precipitazioni meteoriche ed in subordine, nei rilievi ad alta quota, dal gelo, risulta più incisiva nella parte alta dei bacini idrografici, in specie nelle aree prossime alle zone di testata.

Quanto sopra è dovuto alla maggiore acclività dei versanti e quindi alla conseguente maggiore velocità acquistata dalle acque, sia incanalate che divaganti.

Nel territorio in esame la copertura boschiva è mediamente estesa soprattutto ad occidente del tracciato stradale in progetto (circa il 60% dell'area, cfr. Figura 4.3) e riveste un ruolo molto importante nei confronti degli agenti di degradazione ed in particolare nei confronti delle precipitazioni meteoriche.

Difatti il bosco, inteso come sistema integrato vegetazione-suolo, esercita un'azione determinante sul ciclo delle precipitazioni atmosferiche che vi ricadono sopra e quindi sui processi di erosione-sedimentazione; esso produce essenzialmente, nei confronti delle acque, tre azioni: regimante, frenante ed antierosiva.

Figura 4.3 – Copertura boschiva nell'area in esame



L'azione *regimante* è la capacità del bosco di ridurre il ruscellamento e quindi le portate massime di piena nei corsi d'acqua; esso difatti intercetta le precipitazioni con l'apparato foliare e rallenta la velocità delle gocce d'acqua.

L'azione *frenante* si esplica nei confronti delle acque di scorrimento superficiale, che vengono rallentate dalla presenza dei fusti arborei, dei cespugli, delle lettiere grossolane e del sottobosco in genere; sul terreno non possono formarsi lame d'acqua o rivoli di una certa consistenza, che avrebbero, viceversa, un forte potere erosivo: l'azione frenante si traduce anche in un notevole prolungamento dei tempi di corrivazione, costituendo un importantissimo fattore positivo nel regime idraulico dei bacini idrografici.

Per poter esprimere una valutazione inerente alla stabilità geomorfologica del sito in esame, in rapporto all'intervento in progetto, sono stati acquisiti tutti i dati ricavati dalla consultazione di tutte le fonti disponibili, quali:

- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale . Piano Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo delle Marche – "Carta del Rischio Idrogeologico" – Scala 1:10.000
- IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA)
- Carta Geologica del Foglio 336 "Spoleto" (ISPRA)
- Note Illustrative al Foglio 336 "Spoleto" (ISPRA)

Sulla scorta di quanto sopra si può affermare quanto segue:

- La parte medio-alta dei versanti in destra e sinistra orografica sono sede di diffusi movimenti di dissesto in evoluzione e, pertanto, devono ritenersi geomorfologicamente instabili o poco stabili;
- La parte bassa del versante in destra orografica, ove si sviluppa il tracciato del progetto, non risulta essere sede di dissesti ed è lontana dai fenomeni presenti più a monte; inoltre si trova ad una quota significativamente più alta di quella interessata dai fenomeni di esondazione; pertanto è da valutare come geomorfologicamente stabile o a media stabilità.

## 5 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

### 5.1 CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE

Per la descrizione delle caratteristiche geologiche di questa parte del territorio in questa sede si fa espresso riferimento alle "Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:50.000 - Foglio 336 "Spoleto", di cui si riportano alcuni concetti fondamentali e la sintesi di alcuni brani della parte descrittiva.

Nella zona dell'Appennino Centrale contemporaneamente alla fase tettonica compressiva che investe l'area di avampaese, le zone di retropaese vengono interessate da collasso tettonico, responsabile dello sviluppo di bacini sedimentari controllati da processi tettonici estensionali. In un tale contesto geodinamico, quindi, si sviluppa un sistema distensione-compressione in migrazione verso l'avampaese (Sartori, 1990; Patacca et alii, 1992a; Cavinato & De Celles, 1999; Cipollari et alii, 1999).

In Appennino Centrale gli effetti della migrazione del sistema distensione compressione sono registrati nell'assetto stratigrafico-strutturale delle unità tettoniche affioranti. Qui, come in tutti gli altri settori della catena appenninica è, infatti, possibile distinguere:

- a) una fase pre-orogena;
- b) una fase sin-orogena;
- c) una fase post-orogena.

Nel corso della fase pre-orogena, il settore coinvolto nella catena dell'Appennino centrale era caratterizzato da una paleogeografia dominata da sistemi piattaforma-bacino (Ciarapica, 1990; Ciarapica & Passeri, 2002; Bosellini, 2004). La tettonica medio-liassica, responsabile di questo assetto paleogeografico, in seguito allo smembramento di una paleopiattaforma appenninica (Norico-Lias inferiore), ha, inoltre, determinato lo sviluppo, nei domini bacinali, di Piattaforme Carbonatiche Pelagiche (PCP, sensu Santantonio, 1993) (Chiocchini et alii, 1975; Cosentino et alii, 1982; Galluzzo & Santantonio, 1994; Santantonio et alii, 1996; Galluzzo & Santantonio, 2002; Cosentino et alii, 2006). Le successioni stratigrafiche coinvolte nella strutturazione dell'Appennino centrale appartengono, quindi, a domini pelagici, di piattaforma carbonatica.

Nella fase sin-orogena, il settore appenninico centrale venne interessato dalla migrazione del sistema catena-avanfossa-avampaese, che costituisce una fase in cui si passa da una sedimentazione prevalentemente carbonatica, che caratterizza la successione pre-orogena, ad una silicoclastica torbidity tipica di bacini di avanfossa.

Il territorio in studio, tra l'Appennino settentrionale e quello centrale, comprende il Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino a ovest ed il Dominio della Laga a est, attualmente separati dal sovrascorrimento Olevano-AnTRODoco-M.ti Sibillini che attraversa l'intera area in senso circa meridiano; la loro genesi ed evoluzione fino all'assetto attuale è riconducibile a fasi differenti dell'intera evoluzione dell'Appennino centro-settentrionale. Quest'ultima a sua volta è legata a quella del margine continentale della (micro)placca Adria soggetta a varie fasi più o meno intense di tettonica distensiva tra il Triassico ed il Paleogene e successivamente ai processi tettonici di flessurazione e orogenici determinati dalla convergenza della placca europea e di quella africana.

Il Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino è caratterizzato da una successione sedimentaria di piattaforma carbonatica e di bacino pelagico, di età Triassico superiore-Miocene p.p. La variabilità di facies verticale e laterale e i rapporti stratigrafici e strutturali documentano l'evoluzione del margine passivo determinata da fasi tettoniche prevalentemente distensive, dal rifting Sinemuriano alla flessurazione miocenica e da processi e eventi ambientali, oceanografici ed eustatici registrati a scala globale e regionale. Il Dominio della Laga, invece, si è evoluto a partire dal Miocene superiore nell'ambito di un contesto di un bacino di avanfossa antistante la catena appenninica in via di sollevamento.

L'assetto attuale è dovuto all'orogenesi Appenninica, processo cominciato nell'Oligocene, legato alla migrazione verso est del sistema catena-bacino di avampaese; attraverso lo sviluppo di sovrascorrimenti in piggy-back sequence e fuori sequenza, sono stati progressivamente coinvolti nella catena i diversi settori della placca adriatica, che risultano oggi impilati in diverse unità strutturali dall'interno verso l'esterno con polarità verso NE ed E. In questo quadro, il Dominio Umbro-Marchigiano-Sabino viene coinvolto nella catena a partire dal Tortoniano Superiore, mentre nel Messiniano il bacino della Laga costituisce l'avanfossa e viene coinvolto in catena nel Pliocene inferiore. Uno schema geologico interregionale molto esplicativo si rinviene nella "Carta geologica dell'Appennino Settentrionale - Regioni Emilia Romagna, Marche, Toscana ed Umbria", pubblicato dalla sinergia delle suddette regioni, dell'Università di Siena e del centro di GeoTecnologie di Siena, in scala 1:250.000. di cui si riporta uno stralcio che comprende il tratto di territorio in esame in Figura 5.1.

Figura 5.1 – Stralcio dello schema di geologia interregionale



Le singole unità stratigrafiche affioranti in base all'insieme dei loro caratteri sono riferibili ai seguenti cinque tipi di successioni:

- a) marina di piattaforma carbonatica (preorogenica) sedimentatasi nel Lias inferiore p. p. su di una area interregionale vastissima in un ambiente di profondità ridotta; è rappresentata solo dal calcare massiccio;
- b) marina essenzialmente carbonatica (preorogenica) sviluppatasi su di un margine passivo- dal Lias inferiore p. p. fino a parte del Burdigaliano, talora con discontinuità di sedimentazione. In letteratura questa successione è nota come "umbro-marchigiana". A causa di una intensa fase tettonica distensiva iniziata sul finire del Lias inferiore, la piattaforma carbonatica si è disarticolata e smembrata, sprofondando con modalità differenti da luogo a luogo. Si è venuta, così, a creare una serie di alti e di bassi morfologico-strutturali i quali determinano, durante l'intervallo Liassico medio-Malm, anche nell'ambito della stessa unità litostratigrafica, la diversificazione sia dei litotipi che degli spessori.
- c) marina silicoclastica sedimentatasi -essenzialmente per processi di torbida, a partire dall'alto Miocene inferiore (Burdigaliano p. p. ) fino a tutto il Miocene medio (alto Serravalliano)- parte in un bacino di avanfossa e parte in un thrust-top-basin;
- d) continentale lacustre di età plio-pleistocenica (complessivamente corrisponde all'ex "ciclo Villafranchiano" dei vecchi A. A. ) che costituisce la sedimentazione postorogenica unitamente alla seguente successione (e);
- e) continentale fluviale con saltuari episodi da lacustri a palustri, di età pleistocenico- olocenica.

## 5.2 GEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO

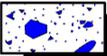
Per il tratto di territorio studiato la distribuzione areale delle formazioni geologiche affioranti è stata cartografata su base topografica in scala 1:5.000 (cfr. Carta Geologica allegata), con riferimento alla Carta Geologica d'Italia Foglio 336 "Spoleto", in scala 1:50.000. Il dettaglio è stato prodotto in un'altra carta geologica in scala 1:2.000 su apposito rilievo limitatamente alla fascia di territorio in esame.

In ambedue le carte sia la simbologia che la descrizione adottate per ciascuna delle formazioni sono dedotte dai suddetti elaborati.

Le formazioni geologiche che ricadono nell'area di stretto interesse sono, dalle più recenti alle più antiche riportate nelle legende delle carte geologiche sopra elencate e di seguito descritte.

### 5.2.1 DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

#### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

- |                      |   |   |
|----------------------|---|---|
| <b>a<sub>1</sub></b> |    | <b>Depositi di frana</b><br>Deposito in assetto caotico sia attivi, con segni di evoluzione, che stabilizzati, a granulometria variabile - Pleistocene (?) - Olocene  |
| <b>a<sub>3</sub></b> |    | <b>Detriti di falda</b><br>Depositi detritici di falda e di versante a granulometria variabile, da ben classificati a fortemente eterometrici, generalmente sciolti o debolmente cementati, in accumuli massivi o grossolanamente stratificati - Pleistocene (?) - Olocene  |
| <b>b</b>             |    | <b>Depositi alluvionali</b><br>Depositi detritici alluvionali in corrispondenza degli alvei o da "debris flow", in taluni casi maggiormente grossolani, eterometrici, in matrice sabbioso-limoso rossastra e con accenni di stratificazione, costituenti antiche conoidi, anche attivi, allo sbocco di valli secondarie Pleistocene (?) - Olocene           |
| <b>b<sub>2</sub></b> |    | <b>Coltre detritico-colluviale</b><br>Depositi essenzialmente fini con subordinati clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto (eluvium) o trasportati in massa e/o per ruscellamento diffuso (colluvium) presenti sui versanti o sul fondo delle valleciole minori. Pleistocene (?) - Olocene |
| <b>bn</b>            |  | <b>Depositi alluvionali terrazzati</b><br>Depositi fluviali a prevalenti ghiaie da sciolte a variamente cementate con intercalazioni di lenti di sabbie bruno giallastre, di limi ed argille grigie. Rappresentano il colmamento di valli successivamente reincise. Pleistocene - Olocene   |

a<sub>1</sub> – Si tratta di depositi di frana con struttura caotica, sia attivi, con evidenti segni di evoluzione, sia stabilizzati; hanno a granulometria variabile e sono riferibili al Pleistocene (?) – Olocene; si rinvencono sia sulle versanti sinistre che destre, a varie quote e ricoprono aree molto vaste, come nei versanti a ridosso dell'abitato di Vallo della Nera.

a<sub>3</sub> – Costituiscono le coperture detritiche che ricoprono parte dei versanti; si tratta di detriti di falda e di versante a granulometria variabile, da ben classificati a fortemente eterometrici, generalmente sciolti o debolmente cementati, in accumuli massivi o grossolanamente stratificati, ascrivibili al Pleistocene (?) – Olocene; si rinvencono in ambedue i versanti, a varie quote, con distribuzioni areali molto estese;

b – Depositi alluvionali; costituiscono dei sedimenti alluvionali in corrispondenza degli alvei o da "debris flow", in taluni casi maggiormente grossolani, eterometrici, in matrice sabbioso-limoso rossastra e con accenni di stratificazione, costituenti antiche conoidi, anche attivi, allo sbocco di valli secondarie, anch'essi riferibili al periodo Pleistocene (?) – Olocene; occupano le pianure alluvionali del Fiume Nera e degli affluenti in destra e sinistra, alla cui confluenza si rinvencono estese formazioni di conoidi ad analoga composizione litologica e granulometrica;

b<sub>2</sub> - Coltre detritico-colluviale, data essenzialmente da sedimenti fini con subordinati clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati sul posto (eluvium) o trasportati in massa e/o per ruscellamento diffuso (colluvium) presenti sui versanti o sul fondo delle valleciole minori; ascrivibili al Pleistocene (?) – Olocene, sono presenti in una valleciole nel versante in destra orografica sovrastante l'abitato di Castel S. Felice;

bn - depositi alluvionali terrazzati, a prevalenti ghiaie da sciolte a variamente cementate con intercalazioni di lenti di sabbie bruno giallastre, di limi ed argille grigie. Rappresentano il colmamento di valli successivamente reincise; ascrivibili al Pleistocene – Olocene; sono presenti in un piccolo affioramento nel versante in destra orografica a quota m 366, circa m 50 più in alto rispetto al fondovalle.

## 5.2.2 SUCCESIONI CONTINENTALI PLIO-PLEISTOCENICHE

### SUCCESIONI CONTINENTALI PLIO-PLEISTOCENICHE

- MNS<sub>a</sub>**  **Sistema di Monteleone Sabino**  
 Depositi rudittici ad elevato grado di cementazione, molto grossolani, in strati da spessi ad estremamente spessi, di colore grigio-biancastro, di probabile ambiente fluvio-deltizio. Talora con accenni di stratificazione incrociata.  
 Pleistocene Inferiore - Medio

MNSa – *Sistema di Monteleone Sabino*; si tratta di una formazione rudittica molto grossolana, disposta in strati molto spessi, di colore grigio-biancastro, probabilmente di ambiente originario fluvio-deltizio, come sembra testimoniare la locale stratificazione incrociata; appartengono al Pleistocene Inferiore Medio.

## 5.2.3 DOMINIO UMBRO – SUCCESIONE MARINA PELAGICA

### DOMINIO UMBRO SUCCESIONE MARINA PELAGICA

- BIS**  **Bisciario**  
 Calcari marnosi grigio scuri alternati a marne grigie. Nella parte inferiore caratteristici livelli di selce nera e sottili intercalazioni di vulcanoclastiti ocracee molto alterate. L'unità contiene denti di pesci, echidni, spicole di spongari, etc..  
 Aquitaniano Inferiore - Burdigaliano
- SCC**  **Scaglia Cinerea**  
 Marne e marne argillose grigio-verdi o grigio cenere alternate alla base con calcari marnosi grigi in strati in genere sottili (10 - 30 cm) interessati da numerosi piani di taglio. Localmente intercalazioni di calcareniti grigie in strati di 10 - 60 cm. Eocene Superiore - Aquitaniano Inferiore
- VAS**  **Scaglia Variiegata**  
 Calcari marnosi rossi o grigio-verdi, calcari e marne grigie con selce nera e marne rosse con intercalazioni di spesso livelli di calcareniti. La stratificazione è sottile (2 - 20 cm). Localmente intercalazioni anche di calciruditi.  
 Eocene Medio - Superiore
- SAA**  **Scaglia Rossa**  
 Calcilutiti, calcari marnosi e marne da rosati a rosso scuro o biancastri, ben stratificati, con selce in noduli o liste generalmente rossa o rosea. Sono presenti calcareniti di colore grigio o bianco, talora di spessore anche metrico.  
 Turoniano Inferiore - Eocene Medio
- SBI**  **Scaglia Bianca**  
 Calcilutiti bianche o grigio chiaro a stratificazione medio-sottile (10 - 35 cm), con liste di selce nera o grigia nella parte alta, rosata nella parte basale. Sono presenti intercalazioni calcarenitiche, talora calcirudittiche.  
 Albiano Superiore - Turoniano Inferiore
- FUC**  **Marne a Fucoidi**  
 Ripetute alternanze di marne, da calcaree ad argillose, con livelli di elevata frazione argillosa, talora a lamine, di colore grigio scuro, verde, rosso o variegato con ripetute intercalazioni bituminose nere; nelle parti più marnose e marnoso-calcaree tracce di bioturbazione (Fucoidi)  
 Aptiano Inferiore - Albiano Superiore
- MAI**  **Maiolica**  
 Calcari micritici a grana finissima ed a frattura concoide, di colore bianco o avorio, talora giallastri, in strati regolari di spessore compreso tra 10 r 50 cm, sporadicamente con sottilissimi interstrati argillosi grigio-neri. Frequente la selce grigia in letti o noduli. Titonico Inferiore - Aptiano Inferiore
- CDU**  **Calcari Diasprigni**  
 Calcari da micritici a granulari, quasi sempre sottilmente stratificati, (4 - 10 cm) talora con interstrati costituiti da argille marnose. La selce in noduli, liste e livelli decimetrici è spesso prevalente. Colore variabile dal rossiccio al verde-grigio. Presenti sottilissimi livelli di sabbie radiolaritiche.  
 Bajociano Superiore - Titonico Inferiore

BIS – *Formazione di Bisciario*; è formata da calcari marnosi grigio scuri alternati a marne grigie. Nella parte inferiore si rinvencono caratteristici livelli di selce nera e sottili intercalazioni di vulcanoclastiti ocracee molto alterate. L'unità contiene denti di pesci, echidni, spicole di spongari, etc., ascrivibile all'Aquitaniano Inferiore – Burdigaliano; questa formazione affiora in una vasta area in Contrada san Martino e Borgo Agelli e d in aree più ristrette nel medesimo versante a varie quote.

SCC – *Scaglia Cinerea*, costituita da ripetute alternanze di calcari marnosi e di marne, calcaree in basso ed argillose in alto, di colore grigio verde o cenere. La stratificazione in genere è sottile (10-30 cm), con strati spesso amalgamati o fogliettati a causa di movimenti di taglio. Calcareniti grossolane bioclastiche (a macro foraminiferi), in strati da medi a spessi di color avana, sono presenti nella sinclinale di Montefiorello, a Forchetta di Usigni [070], presso Fosso della Forca e S. Valentino; la potenza dell'unità è mal valutabile a causa sia della scarsa competenza dei materiali che la costituiscono e, di conseguenza, della sua elevata deformabilità, sia della localizzazione in essa di numerosi piani di taglio; nell'area in studio affiora nella parte mediana del versante in destra orografica,

VAS – *Scaglia Variiegata*, Si hanno alternanze policrome, sovente a fiamme, di colore rosso, grigio e verde di marne variamente argillose e di calcari marnosi sottilmente stratificati (strati spessi 5-20 cm), a luoghi con selce nera e rossa come a Castel S. Felice. Calcareniti in strati sottili sono presenti nelle aree di ESE. Talvolta l'unità non è ben individuabile sul terreno per i suoi caratteri transizionali e talaltra si presentano tre membri, dal basso verso l'alto: a) calcareo marnoso rosso e grigio-verde; b) calcari e marne grigie con selce nera; c) marnoso rosso. Gli spessori

complessivi oscillano fra i 30 ed i 60 metri, ma è segnalato un valore massimo di 70-90 m nei rilievi ad W del F. Nera. Il passaggio alla soprastante Scaglia Cinerea, non sempre ben precisabile per la sua gradualità, si è fatto convenzionalmente coincidere con la fine delle colorazioni rossastre e con il marcato aumento della frazione argillosa; questo passaggio è ben esposto lungo la strada per Mucciafora e Roccatamburo e, in giacitura rovesciata, lungo la strada per Collegiacone. Eocene medio - Superiore

SAA – *Scaglia Rossa*, nota anche come Scaglia Rosata, è l'unità che, assieme alla maiolica, occupa la maggior parte del tratto di territorio in studio. Nell'unità sono distinguibili tre litofacies dal basso verso l'alto: a) calcari fango-sostenuti (mudstones) e calcari marnosi rosati a luoghi con bande policrome, con selce rossa in liste e noduli; b) marne calcaree e marne di colorazione più intensa talora rosso mattone scuro; c) calcari fango-sostenuti e calcari marnosi rosati con selce in liste e noduli. I calcari, dalla tipica frattura a scaglie, non raramente appaiono di colore biancastro per decolorazione. La stratificazione è netta con strati spessi 10-40 cm. Sono presenti calcareniti e calcilutiti, in strati anche metrici, talora gradati o con laminazioni da correnti trattive, evidenziate, quando calcilutitiche, dalla disposizione degli abbondanti foraminiferi. Questi episodi, la cui colorazione biancastra li rende sovente individuabili anche a distanza, sono presenti in entrambi i Settori a varie altezze stratigrafiche, con particolare sviluppo. La Scaglia Rossa passa verso l'alto sia alla Scaglia Variegata, che alla litofacies delle Marne di Colle Castellano. Il passaggio alla scaglia variegata è graduale ed avviene con: scomparsa della selce; aumento della componente marnosa; comparsa di livelli grigio verdastri. Nell'area in studio affiora estesamente in ambedue i versanti sia in prossimità dell'alveo del Fiume Nera che alla sommità dei rilievi. È ascrivibile al Turoniano inferiore - Eocene medio.

SBI – *Scaglia Bianca*, affiora in continuità nelle stesse località di quelle delle marne a fucoidi e lungo la valle del F. Nera. Una esposizione quasi completa della formazione si ha a Monte San Vito, mentre esposizioni parziali si hanno lungo le strade tra Vallo di Nera e Mucciafora e fra Baiano di Spoleto e Meggiano presso il F. so S. Antonio. Si tratta di calcari fango-sostenuti variamente marnosi, da bianchi a debolmente grigiastri, in strati di 10-35 cm, eccezionalmente di 50 cm, con intercalazioni assai subordinate sia di marne che di liste e noduli di selce nera o grigiastra, talora zonata, bianco o rosata. Sul versante orientale di M. Pianciano (Fonte Canale, Fosso di Montefiorello) viene segnalato un orizzonte di calcari anche selciferi, di colore rosato e verdognolo con selce rossa e nera, facilmente confondibile sul terreno con alcuni orizzonti della soprastante scaglia rossa. Come età è ascrivibile all'Albiano Superiore – Turoniano Inferiore.

FUC – *Marne a Fucoidi*, in passato designata con l'appellativo di Scisti a fucoidi. Gli affioramenti dell'unità fiancheggiano le principali strutture in entrambi i versanti. L'unità è costituita da ripetute alternanze di marne calcaree, marne e marne argillose di colore da verdastro a grigio (da scuro a chiaro), a rossastro o variegato in cui la componente calcarea aumenta verso l'alto. In base alla colorazione, regionalmente vi sono stati distinti i seguenti cinque livelli, dal basso verso l'alto: a) grigio verdastro con alla base il "livello Selli", marker di importanza regionale; b) rossastro inferiore; c) nerastro-marrone in cui prevalgono argille bituminose e black shales; d) rossastro superiore; e) biancastro con altri livelli di black shales. Gli strati sono assai regolari e sottili (10-25 cm), con superfici nette e le marne, di differente cromatismo, risultano fissili in laminae millimetriche, da cui l'antica denominazione di "scisti". La selce è talora presente in liste, rossa o nera nella porzione centrale dell'unità, mentre appare diffusa in quella sommitale.

Questa unità, per l'elevata presenza della frazione argillosa, oltre che costituire uno dei principali livelli "impermeabili" dell'intera successione, rappresenta uno dei principali livelli incompetenti che nel corso delle dislocazioni, favorendo la localizzazione delle zone di taglio, ha subito notevoli fenomeni tettonici di laminazione o di ispessimento.

Le potenze risultano variabili in funzione degli apporti detritici, in genere si raggiungono gli 80-100 m. Il passaggio alla soprastante scaglia bianca è molto graduale ed avviene in un tratto di dieci metri, con una diminuzione del contenuto marnoso. Come età è collocabile all'Aptiano Inferiore - Albiano superiore.

MAI – *Maiolica*, L'unità è conosciuta in letteratura -specie se antica- con il nome di "Calcare rupestre" per la sua elevata resistenza all'erosione. Affiora assai estesamente nella porzione sommitale di tutte le dorsali come lungo la S. S. della Valnerina e lungo la strada montana tra Monte San Vito e Campofoglio. Nel tratto di territorio in esame affiora in sinistra orografica lungo il versante di incisione secondaria presso l'abitato di vallo del Nera; questa formazione è costituita da calcari fango-sostenuti (mudstones) bianchi o avorio, a frattura concoide, in strati spessi 10-50 cm che presentano tipiche stiloliti e selce in noduli, lenti e liste, di colore grigio o nero. A luoghi sono presenti intercalazioni centimetriche di argille marnose nerastre, in alcuni casi bituminose, che tendono ad aumentare verso l'alto. Nella roccia sono presenti impurità costituite da minute sferule nere visibili a occhio nudo (ossidi metallici) nonché grossi noduli di marcassite che raggiungono un diametro anche di 10 cm. Localmente, nella porzione inferiore dell'unità, si hanno intercalazioni di calcareniti spesse anche 70-80 cm, che presentano laminazioni da torbida e colorazione rosata e nocciola. In corrispondenza degli alti morfologico-strutturali giurassici le facies basali di questa unità sembrano leggermente differenziate: la selce sembra più scarsa e gli strati presentano facce nodulari, con tracce di dolomitizzazioni che appaiono come numerosissime e minute "sferule" di colore arancione ocraceo, talora estese a tutto lo strato. Lo spessore della formazione è variabile e raggiunge i 300 m. Il passaggio alle soprastanti marne a fucoidi si realizza gradualmente nell'ambito

di una decina di metri. Come età è collocabile nel Titonico Inferiore - Aptiano Inferiore.

CDU – *Calcari Diasprigni*, in passato identificati con l'appellativo di Calcari a Posidonia, Calcari ad Aptici, Marne ad Aptici, Scisti ad Aptici, Calcari granulari con diaspri, Radiolariti, Diaspri. Nell'area in studio affiora sul versante in sinistra orografica tra le quote m 700 ed 800 s.l.m presso Casale Grotti. In molti affioramenti sono riconoscibili sia litofacies dei calcari a Saccocoma (attualmente riconosciuta come membro) e ad Aptici sia le caratteristiche intercalazioni calcarenitiche, che il passaggio alla soprastante maiolica. L'unità è costituita da calcari, da fango-sostenuti a grano-sostenuti, e da calcari selciferi, di colore grigio verdastro, con noduli, liste e livelli di selce (25 ÷ 40 cm), particolarmente abbondanti nella porzione centrale se non, addirittura, prevalenti, di colore rosso, vinaccia, bruno, o tipicamente verde. La stratificazione particolarmente sottile (4-10 cm) è un carattere diagnostico, anche se in alcuni casi sono presenti strati di 30-40 cm di materiale detritico. A luoghi sono state osservate intercalazioni centimetriche di marne variamente argillose o di areniti grossolane radiolaritiche ocracee, talora sciolte e talaltra cementate; a volte, nella porzione sommitale dell'unità è presente la litofacies dei calcari a Saccocoma e ad Aptici, potente da 0 a 40 m, cui sono frequentemente associati potenti livelli di calcareniti. Si tratta di calcari da biancastri ad avana a grigio verdi, nocciola, a frattura piano-concoide molto ampia, a volte con puntini arancioni, in strati più spessi dei sottostanti (10-30 cm) talora con superfici irregolari o nodulari, con spessi livelli bioclastitici verdastrati. Complessivamente i calcari diasprigni presentano potenze comprese fra i 50 e gli 80 m, localmente con aumenti anche notevoli dovuti alla presenza di intercalazioni detritiche. Questa formazione è ascrivibile come età al Bajociano Superiore - Titonico Inferiore.

## 6 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'area in studio, come già accennato in precedenza, è ubicata nella valle del Fiume Nera i cui versanti sono costituiti dalle successioni delle formazioni prevalentemente calcaree e calcareo-marnose sopra descritte..

L'assetto idrogeologico delle aree delle dorsali carbonatiche appenniniche è caratterizzato da estesi acquiferi, la cui permeabilità è molto elevata per fessurazione e carsismo nell'ambito delle formazioni carbonatiche. Questi acquiferi, i più importanti dell'Appennino, sono estesi per diverse centinaia di km<sup>2</sup> e alimentano sorgenti basali ubicate nelle zone più depresse, dove l'acquifero è tamponato da sedimenti a permeabilità più bassa, costituiti dai depositi terrigeni torbiditici tardo-miocenici o dai sedimenti plio-quadernari di riempimento delle valli fluviali e delle depressioni tettoniche intermontane. I sedimenti quadernari, costituiti da depositi di versante, depositi alluvionali e sedimenti lacustri e/o palustri, presentano una permeabilità variabile in funzione della granulometria e comunque inferiore a quella degli acquiferi carbonatici, in alcuni casi consentono travasi sotterranei dalle falde degli acquiferi regionali negli acquiferi porosi multistrato.

Per quanto attiene alla circolazione idrica nell'ambito delle varie formazioni carbonatiche si possono esprimere alcune valutazioni e considerazioni generali, di seguito formulate.

Lungo gli orizzonti e strati calcarei fratturati delle formazioni si può avere una discreta permeabilità per fessurazione, la cui entità dipende dalla dislocazione spaziale e dal tipo delle discontinuità (aperte, chiuse, combacianti, etc); essi possono costituire delle vie di deflusso preferenziale delle acque di infiltrazione. Ne consegue che nelle alternanze calcareo - marnose si può avere una permeabilità di tipo "orientato", relegata, cioè, ai soli orizzonti calcarei permeabili; in tali successioni la permeabilità è variabile in relazione alla litologia dello strato o livello al quale si riferisce. Così nell'ambito della stessa alternanza si riscontrano situazioni estreme, date dai livelli di marne impermeabili e dai livelli calcarei fratturati, permeabili. Ne consegue che parallelamente alla stratificazione, in corrispondenza delle bancate calcaree fratturate, si possono avere valori di permeabilità sensibilmente alti, mentre in corrispondenza degli orizzonti marnosi o pelitici si hanno condizioni di quasi impermeabilità. Ne deriva che l'alternanza, nel suo complesso, si può comportare come un terreno poco permeabile, o addirittura impermeabile, nella direzione ortogonale alla stratificazione; si può invece riscontrare una permeabilità, generalmente molto limitata o scarsa, nella direzione parallela alla stratificazione, relegata ai livelli calcarei fratturati. Tale differenza di permeabilità tra le due direzioni (ortogonale o parallela alla stratificazione) è più o meno marcata in relazione alla prevalenza dei termini argillosi calcarei.

Per le formazioni prevalentemente costituiti da calcari la permeabilità è funzione del reticolo di fratturazione e dalla dislocazione spaziale delle fratture; in particolare la spaziatura, frequenza ed apertura delle fessurazioni ed il tipo delle stesse (beante, chiusa o riempita di materiali) costituiscono gli elementi che determinano l'entità della permeabilità e trasmissività.

Nell'ambito del territorio esaminato esistono numerose emergenze idriche tra cui N° 9 sono segnalate nella allegata carta Idrogeologica in scala 1:5.000, alcune delle quali designate con un toponimo:

- Le sorgenti indicate con i numeri 1, 3, 4, 5, 8 senza designazione, sono ubicate su ambedue i versanti del Fiume Nera a varie quote, sempre nell'ambito delle spesse coperture quadernarie di terreni prevalentemente granulari sciolti (coperture detritiche)
- La sorgente N° 2 = Fonte del Frate è ubicata sul versante in destra orografica quasi al contatto tra un deposito detritico e la sottostante formazione della Scaglia Cinerea;
- La sorgente N° 6 = Sorgente Paletto è ubicata in sinistra orografica nell'ambito di una vasta area in frana;
- La sorgente N° 7 = Fonte Tofele è ubicata nella stessa zona della precedente, circa 300 m più a monte;
- La sorgente N° 9 = Sorgente del Saletto è ubicata nel versante in sinistra orografica nell'ambito della formazione dei calcari a Fucoidi.

Dall'ARPA Umbria si ricavano importanti elementi di idrogeologia regionale, di seguito sintetizzati.

Nella dorsale montuosa che occupa la parte orientale della regione esistono due sistemi idrogeologici separati dalla linea tettonica denominata "linea della Valnerina" dove è individuabile un limite di permeabilità che corre a quote variabili tra 350 e 700 m s.l.m.: a sud il "Sistema della Valnerina" imponente struttura idrogeologica che si estende fino alla linea tettonica Ancona-Anzio e a nord il "Sistema dell'Umbria nord-orientale", che è limitato a ovest da un motivo tettonico distensivo, nella parte meridionale, e dal passaggio stratigrafico a terreni a bassa permeabilità in quella settentrionale, mentre ad est si estende ben al di fuori dei limiti territoriali regionali dove è delimitato dal passaggio stratigrafico a terreni meno permeabili.

L'intera dorsale del Sistema della Valnerina è prevalentemente costituita da strutture carbonatiche sature fino a quote superiori a 800 metri. I livelli piezometrici decrescono da est ad ovest fino a raggiungere la minima quota in corrispondenza dell'alveo del Nera, che costituisce il livello di base principale del sistema. Lungo questa linea di drenaggio dominante, diretta SO-NE, si hanno importanti sorgenti lineari responsabili di notevoli incrementi di portata del fiume Nera. Studi pregressi hanno stimato che lungo il tratto umbro del fiume Nera si hanno emergenze in alveo per una portata media complessiva superiore a 15 metri cubi al secondo. Oltre alle emergenze in alveo si trovano numerose sorgenti localizzate che erogano una frazione molto subordinata delle risorse idriche sotterranee della struttura valutabile in qualche centinaio di litri al secondo. Il nucleo della dorsale del Sistema dell'Umbria nord orientale è saturo fino a quote superiori a 700 metri. Il sistema dà origine a importanti emergenze idriche sia lineari lungo i principali corsi d'acqua che localizzate.

L'ARPA fornisce il monitoraggio delle principali sorgenti, che si riporta in Tabella 6.1

Tabella 6.1 - Portate minime, medie e massime delle principali sorgenti monitorate in continuo

		PORTATA SORGENTI (l/s)					
		Monti delle valli del Topino e del Menotre				Monti della Valnerina	
		Bagnara <sup>(1)</sup>	San Giovenale <sup>(2)</sup>	Acquabianca <sup>(3)</sup>	Alzabove <sup>(4)</sup>	Lupa <sup>(5)</sup>	Pacce <sup>(6)</sup>
1998	minima	42,4	216,0	42,3	178,0	175,9	-
	media	112,6	326,7	48,0	211,2	128,0	-
	massima	300,7	499,3	84,9	247,1	88,6	-
1999	minima	49,5	199,4	25,5	185,5	89,0	265,4
	media	153,2	452,5	71,2	226,8	164,7	76,2
	massima	361,2	648,0	115,1	285,1	262,8	11,8
2000	minima	27,6	229,6	18,1	223,7	81,5	1,9
	media	137,2	397,0	57,3	233,0	142,2	86,2
	massima	282	614,7	113,4	272,5	210,6	287,6
2001	minima	18	218,2	15,0	208,1	68,6	0
	media	115,6	449,5	52,2	240	142,0	43,5
	massima	244,4	709,3	98,8	279,7	206,5	113,6
2002	minima	1,2	118,2	19,7	188,3	51,1	0
	media	34,8	153,5	26,1	206,1	66,4	0
	massima	317,1	334,6	33,8	241,4	89,6	0

(1) dal 10.04.98 (2) dal 29.06.98 (3) dal 28.06.98 (4) dal 27.01.98 (5) dal 01.01.98 (6) dal 29.03.99

## 6.1 ELEMENTI DI CIRCOLAZIONE IDRICA

Sulla scorta degli studi geologici, di dettaglio ed a carattere regionale disponibili, morfologici e litologici, può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in studio, con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità delle varie unità idrogeologiche.

In siffatte condizioni la circolazione idrica superficiale, subsuperficiale (intendendo con tale termine le acque che si rinvencono a breve profondità dal piano campagna) e profonda si esplica laddove la permeabilità delle rocce è tale da consentirne l'accumulo e/o il deflusso.

Vengono qui di seguito descritti sia il comportamento delle acque di deflusso superficiale, sia le situazioni riscontrabili nel territorio in esame in cui sussistono le condizioni per la formazione di falde acquifere.

### Acque superficiali

La possibilità di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica nel sottosuolo dipende sia dalla permeabilità del terreno, sia dalla acclività dei versanti.

Le acque ricadenti sui terreni argillosi defluiscono quasi tutte in superficie, drenate dal reticolo idrografico ivi presente.

Sui terreni permeabili, quali i corpi detritici, parte delle acque invece si infiltra nel sottosuolo e va a formare le falde acquifere.

Nel territorio esaminato il drenaggio superficiale è quello naturale delle incisioni, che in genere è discretamente sviluppato e consente un deflusso delle acque abbastanza rapido.

### Acque subsuperficiali

Sono quelle che permeano all'interno delle coperture detritiche e, raggiunto il substrato meno permeabile, defluiscono verso valle, venendo a giorno sotto forma di piccole sorgenti in concomitanza delle maggiori precipitazioni atmosferiche; la maggior parte di queste è comunque a carattere stagionale e si esaurisce non molto tempo dopo il cessare dell'evento meteorico.

### Acque profonde

Formano le falde acquifere vere e proprie, la cui circolazione è essenzialmente relegata nell'ambito delle formazioni carbonatiche.

## 6.2 CARTA IDROGEOLOGICA

Nella carta idrogeologica allegata, elaborata su base cartografica in scala 1:5.000, sono state distinte le unità idrogeologiche in relazione alla formazione geologica ed alle caratteristiche di permeabilità.

### 6.2.1. TERRENI DOTATI DI PERMEABILITÀ PRIMARIA (PER POROSITÀ)

UNITA' IDROGEOLOGICHE DEI TERRENI DI COPERTURA

- a) Depositi di frana (a1), detriti di falda (a3), coltri detritico-colluviali (b2) e depositi alluvionali terrazzati (bn). Sono depositi prevalentemente incoerenti, dotate di permeabilità per porosità (permeabilità primaria) più o meno accentuata in relazione al contenuto di frazione granulometrica più fina (limo-argilla). Possono essere sedi di falde perenni e/o temporanee/stagionali. Per questi terreni si può indicare il seguente coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-3} \div 10^{-5} \text{ cm/sec}$$

- b) Depositi alluvionali e di conoidi (b). Si tratta di formazioni prevalentemente incoerenti, dotate di permeabilità per porosità (permeabilità primaria) più o meno accentuata in relazione al contenuto di frazione granulometrica più fina (limo-argilla). Sono sedi di falde acquifere perenni (falde di subalveo del Fiume Nera), il cui livello dipende dagli apporti meteorici nel bacino idrografico di competenza. A questi terreni si può affidare un coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-2} \div 10^{-4} \text{ cm/sec}$$

- c) Depositi ruditici del Sistema di Monteleone Sabino (MNSa). Sono formazioni granulari più o meno cementate, dotate di permeabilità per porosità (permeabilità primaria) più o meno accentuata in relazione alla presenza del legante nella struttura granulare, con un coefficiente di permeabilità che si stima nel seguente range

$$K = 10^{-3} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

### 6.2.2. TERRENI DOTATI DI PERMEABILITÀ SECONDARIA (PER FRATTURAZIONE)

UNITA' IDROGEOLOGICHE DELLE FORMAZIONI CARBONATICHE

Sono le formazioni prevalentemente lapidee, calcaree o calcareo-marnose, dotate di permeabilità per fessurazione (permeabilità secondaria). La permeabilità è legata alla distribuzione ed al tipo dei sistemi di discontinuità presenti nell'ammasso, con conseguente coefficiente di permeabilità estremamente variabile.

- a) Unità Idrogeologica di Bisciaro (BIS): calcari marnosi grigio scuri alternati a marne grigie. Permeabilità variabile in relazione alla prevalenza dei livelli marnosi meno permeabili, con un coefficiente di permeabilità valutabile in

$$K = 10^{-4} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

- b) Unità Idrogeologica della Scaglia Cinerea (SCC): Marne e marne argillose grigio-verdi o grigio cenere alternate alla base con calcari marnosi grigi in strati in genere sottili, con un coefficiente di permeabilità valutabile in

$$K = 10^{-5} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

- c) Unità Idrogeologica della Scaglia Variegata (VAS): Calcari marnosi rossi o grigio-verdi, calcari e marne grigie con selce nera e marne rosse con intercalazioni di spessi livelli di calcareniti., con un coefficiente di permeabilità stimabile in

$$K = 10^{-4} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

- d) Unità Idrogeologica della Scaglia Rossa (SAA): calcilutiti, calcari marnosi e marne da rosati a rosso scuro o biancastri, ben stratificati, con selce in noduli o liste generalmente rossa o rosea. Sono presenti calcareniti di colore grigio o bianco, talora di spessore anche metrico. Si può indicare il seguente coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-4} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

- e) Unità Idrogeologica della Scaglia Bianca (SBI): calcilutiti bianche o grigio chiaro a stratificazione medio-sottile, con liste di selce nera o grigia nella parte alta, rosata nella parte basale. Sono presenti intercalazioni calcarenitiche, talora calciruditiche. Coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-4} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

- f) Unità Idrogeologica delle Marne a Fucoidi (FUC): formazione con ripetute alternanze di marne, da calcaree ad argillose, con livelli di elevata frazione argillosa, talora a lamine, di colore grigio scuro, verde, rosso o variegato con ripetute intercalazioni bituminose nere; per questa formazione si può valutare un coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-5} \div 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

- g) Unità Idrogeologica della Maiolica (MAI): calcari micritici a grana finissima ed a frattura concoide, di colore bianco o avorio, talora giallastri, in strati regolari di spessore compreso tra 10 e 50 cm, sporadicamente con sottilissimi interstrati argillosi grigio-neri. Coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-4} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

- h) Unità Idrogeologica dei Calcari Diasprigni (CDU): calcari da micritici a granulari, quasi sempre sottilmente stratificati, (4 - 10 cm) talora con interstrati costituiti da argille marnose. La selce in noduli, liste e livelli decimetrici è spesso prevalente. Coefficiente di permeabilità

$$K = 10^{-5} \div 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

## 6.3 RISCHIO IDROGEOLOGICO

Per quanto attiene al "rischio idrogeologico" esso è stato valutato consultando la documentazione in essere, nel caso specifico data dagli elaborati dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale - Piano Assetto Idrogeologico (PAI) oltre a quanto riportato dall'IFFI.

Dal Piano Gestione Rischio Alluvioni (Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale) sono state cartografate le aree con differente classi di pericolosità per alluvioni, distinguendo:

- Aree con Classe Pericolosità P3 - Elevata probabilità (alluvioni frequenti)
- Aree con Classe Pericolosità P2 - Media probabilità (alluvioni poco frequenti)
- Aree con Classe Pericolosità P1 - Media probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)

## 7 CENNI SULLA SISMICITA' DEL TERRITORIO

### 7.1 SISMICITÀ

OPCM 20 marzo 2003: sulla base del documento Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito dalla Commissione Naz. di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (23 aprile 1997) e successive precisazioni, sono state individuate in tutto il territorio nazionale 4 zone sismiche, secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La valutazione di ag è stata calcolata con metodologie internazionali aggiornate periodicamente con procedure trasparenti e riproducibili.

La zonizzazione sismica dell'intero territorio nazionale è stata effettuata secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/03 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8/05/03 Supplemento Ordinario n. 72: *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*. Costituiscono parte integrante dell'ordinanza:

Allegato 1 - *Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*

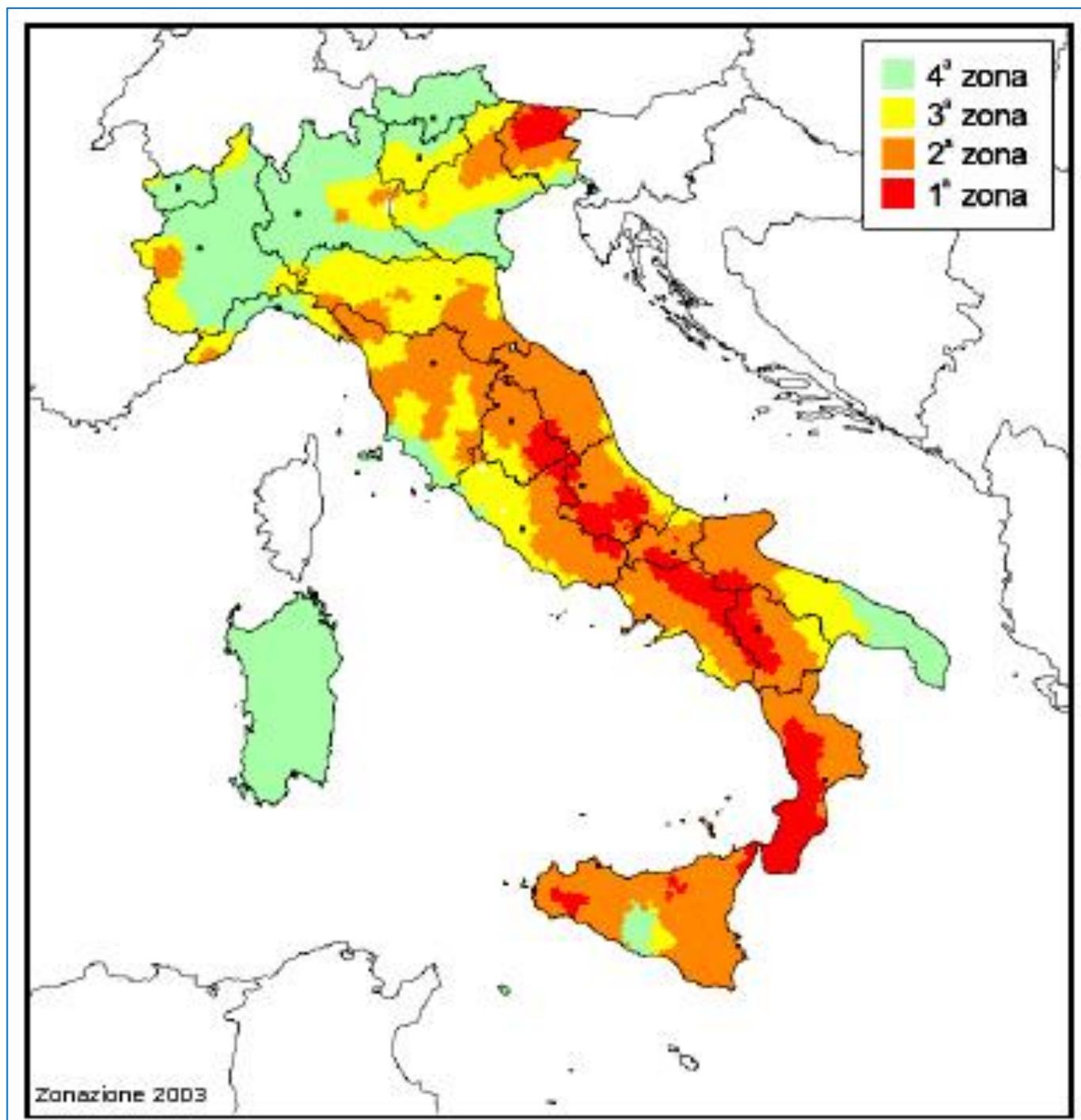
Allegato 2 - *Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici*

Allegato 3 - *Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti*

Allegato 4 - *Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazioni e di sostegno dei terreni*.

Secondo questa zonizzazione (cfr. Figura 7.1) tutto il territorio dell'area in studio si trova in zona 1 (colore rosso), cioè in zona a pericolosità sismica alta dove possono verificarsi forti terremoti.

Figura 7.1 – Zonizzazione territorio nazionale - OPCM 20 marzo 2003



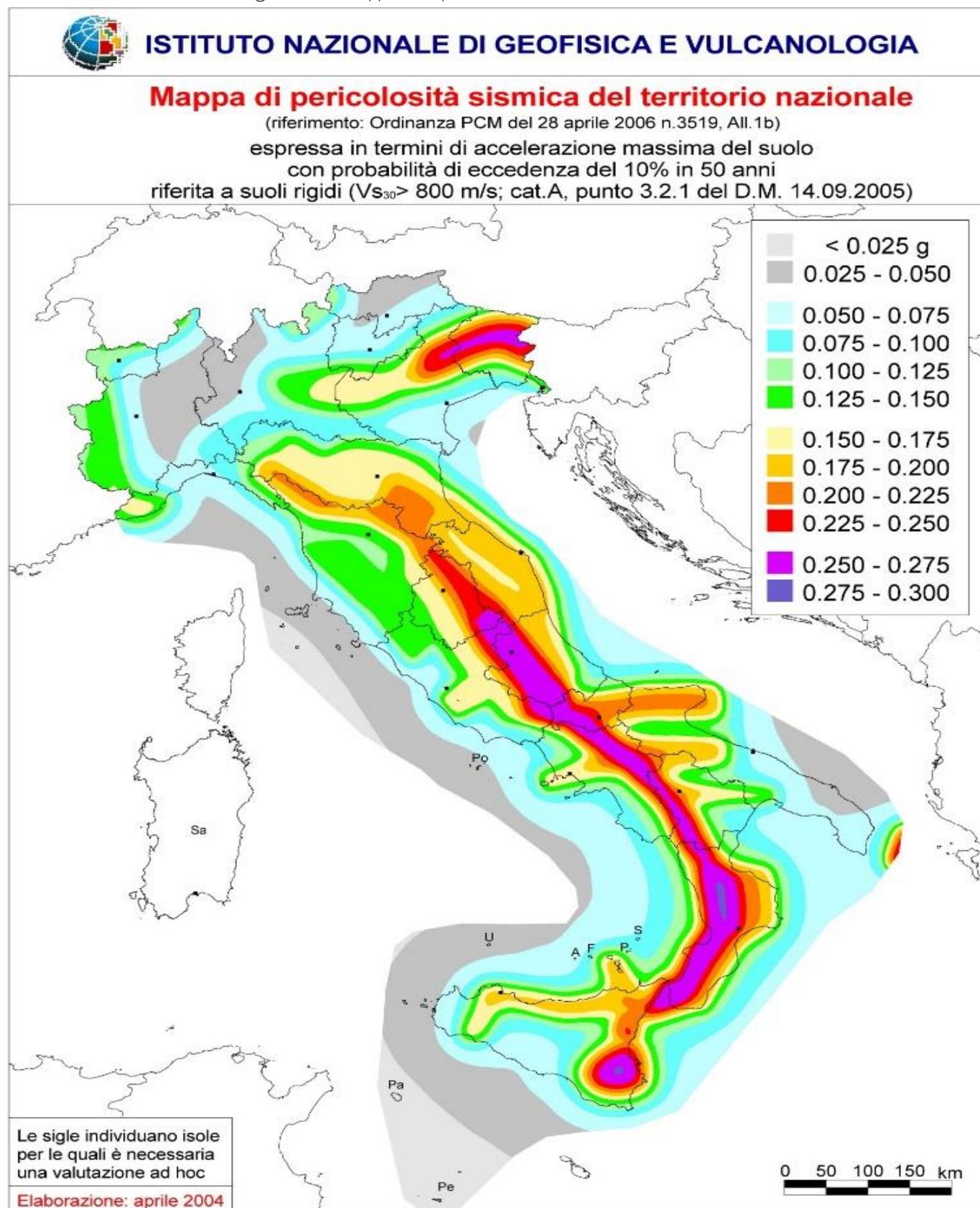
OPCM 28 aprile 2006: L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/06 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11/05/06 Serie Generale Anno 147° n. 108 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) adotta come riferimento ufficiale una nuova mappa di pericolosità sismica e definisce i criteri generali per la classificazione delle zone sismiche. Costituiscono parte integrante dell'ordinanza:

Allegato 1A - *Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*

Allegato 1B - *Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale.*

La mappa di Figura 7.2 rappresenta graficamente la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (ag), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s,30} > 800$  m/s.

Figura 7.2 – Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale



D.M. 17/1/2018 (NTC 2018): la nuova normativa NTC 2018, su cui si basa la presente progettazione, ha risolto molti problemi della precedente normativa (NTC 2008) ed ha fatto chiarezza sui punti che creavano dei dubbi.

In estrema sintesi i cambiamenti toccano i seguenti argomenti, che riguardano aspetti di rilevanza generale o puntuale.

L'approccio metodologico non è cambiato: pertanto il professionista non deve confrontarsi con un cambiamento radicale nell'impostazione della norma, come è avvenuto con le NTC 2008.

- E' stata data maggior rilievo alle verifiche di duttilità
- Sono state specificate le modalità di verifica in campo sostanzialmente elastico, che coinvolgono, in particolare, le opere di fondazione e le strutture non dissipative
- E' stato incrementato il fattore di struttura per le opere non dissipative
- Sono stati rivisti i minimi di norma e i dettagli costruttivi, in particolare per i pilastri, le pareti in cemento armato e per i nodi trave-pilastro (che ora coinvolgono anche le strutture in classe di duttilità bassa e le strutture non dissipative)
- E' stato aumentato il coefficiente di sovraresistenza a pressoflessione nell'applicazione della gerarchia delle resistenze trave-pilastro (c.a.) per classe di duttilità bassa.
- Viene dato maggior rilievo e fornite indicazioni di calcolo più precise per gli elementi secondari e per quelli non strutturali
- Sono stati introdotti criteri di verifica più severi per le strutture prefabbricate
- Nel capitolo 8, che riguarda gli edifici esistenti, viene modificato l'indirizzo generale: si tende ora a privilegiare, realisticamente, gli interventi di miglioramento rispetto a quelli di adeguamento, che si riferiscono a cambiamenti significativi nell'impianto strutturale
- Per le strutture in legno si possono adottare coefficienti di sicurezza meno gravosi per materiali prodotti con linee di produzione di qualità
- Sono stati introdotti criteri più severi per le prove di accettazione dei materiali in cantiere (ad esempio per le opere in muratura)
- Sono scomparsi i riferimenti alle zone sismiche sostituiti da indicazioni sui valori di accelerazione di sito
- Per zone a bassa sismicità è ancora previsto un calcolo semplificato

*Nei paragrafi seguenti viene sintetizzata la metodologia della valutazione della sismicità locale, della sicurezza e delle prestazioni di un'opera in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto.*

## 7.2 ZONA SISMICA DEL COMUNE DI VALLO DI NERA

Le zone sismiche assegnate ai comuni della provincia di Perugia sono riportate nella seguente Tabella 7.1, da cui risulta che il territorio del Comune di Vallo di Nera ricade in zona sismica 1°.

Tabella 7.1

Comune	Zona Sismica	Comune	Zona Sismica
<a href="#">Assisi</a>	2	<a href="#">Montefalco</a>	2
<a href="#">Bastia Umbra</a>	2	<a href="#">Monteleone di Spoleto</a>	1
<a href="#">Bettona</a>	2	<a href="#">Montone</a>	2
<a href="#">Bevagna</a>	2	<a href="#">Nocera Umbra</a>	2
<a href="#">Campello sul Clitunno</a>	1	<a href="#">Norcia</a>	1
<a href="#">Cannara</a>	2	<a href="#">Paciano</a>	2
<a href="#">Cascia</a>	1	<a href="#">Panicale</a>	2
<a href="#">Castel Ritaldi</a>	2	<a href="#">Passignano sul Trasimeno</a>	2
<a href="#">Castiglione del Lago</a>	2	<b>PERUGIA</b>	2
<a href="#">Cerreto di Spoleto</a>	1	<a href="#">Piegaro</a>	2
<a href="#">Citerna</a>	2	<a href="#">Pietralunga</a>	2
<a href="#">Città della Pieve</a>	3	<a href="#">Poggiodomo</a>	1
<a href="#">Città di Castello</a>	2	<a href="#">Preci</a>	1
<a href="#">Collazzone</a>	2	<a href="#">San Giustino</a>	2
<a href="#">Corciano</a>	2	<a href="#">Sant'Anatolia di Narco</a>	1
<a href="#">Costacciaro</a>	2	<a href="#">Scheggia e Pascelupo</a>	2
<a href="#">Deruta</a>	2	<a href="#">Scheggino</a>	1
<a href="#">Foligno</a>	1	<a href="#">Sellano</a>	1
<a href="#">Fossato di Vico</a>	2	<a href="#">Sigillo</a>	2
<a href="#">Fratra Todina</a>	2	<a href="#">Spello</a>	2
<a href="#">Giano dell'Umbria</a>	2	<a href="#">Spoleto</a>	1
<a href="#">Gualdo Cattaneo</a>	2	<a href="#">Todi</a>	2
<a href="#">Gualdo Tadino</a>	2	<a href="#">Torgiano</a>	2
<a href="#">Gubbio</a>	2	<a href="#">Trevi</a>	1
<a href="#">Lisciano Niccone</a>	2	<a href="#">Tuoro sul Trasimeno</a>	2
<a href="#">Magione</a>	2	<a href="#">Umbertide</a>	2
<a href="#">Marsciano</a>	2	<a href="#">Valfabbrica</a>	2
<a href="#">Massa Martana</a>	2	<a href="#">Vallo di Nera</a>	1
<a href="#">Monte Castello di Vibio</a>	2	<a href="#">Valtopina</a>	2
<a href="#">Monte Santa Maria T.</a>	2		

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Perugia, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale dell'Umbria n. 1111 del 18 settembre 2012 (BUR n. 47 del 3/10/2012).

Zona sismica 2	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti.
-------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ $a_g$ ]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25$ g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g	1.982

### 7.3 STORIA SISMICA DEL COMUNE DI VALLO DI NERA

La storia macrosismica della provincia di Perugia viene affrontata consultando la nuova versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15, che rappresenta una significativa evoluzione rispetto alle versioni precedenti, che sono quindi da considerare del tutto superate. In esso sono stati rivisti i seguenti dati:

- la copertura temporale, estesa a tutto il 2020
- il database macrosismico di riferimento (DBMI15 versione 4.0; Locati et al., 2022), significativamente aggiornato
- i dati strumentali considerati, nuovi e/o aggiornati
- le soglie di ingresso dei terremoti, abbassate a intensità massima 5 o magnitudo 4.0 (invece di 5-6 e 4.5 rispettivamente)
- la determinazione dei parametri macrosismici, basata su una nuova calibrazione dell'algoritmo Boxer
- le magnitudo strumentali, che comprendono un nuovo set di dati e nuove relazioni di conversione.

Il catalogo copre l'intero territorio italiano con porzioni delle aree e dei mari confinanti (Figura 7.3), e contiene 4894 terremoti nella finestra temporale 1000-2020.

La magnitudo utilizzata è la magnitudo momento (Mw) e in tutti i casi è riportata la relativa incertezza.

Dal Database Macrosismico Italiano DBM14 V.3,0 si ricavano i dati di seguito riportati

Nella Tabella 7.2 viene riportato l'elenco delle massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Perugia, da cui risulta che la zona in cui è ubicato l'abitato del Comune di Vallo di Nera ha una intensità massima  $I_{max} \geq 10$ .

Figura 7.3

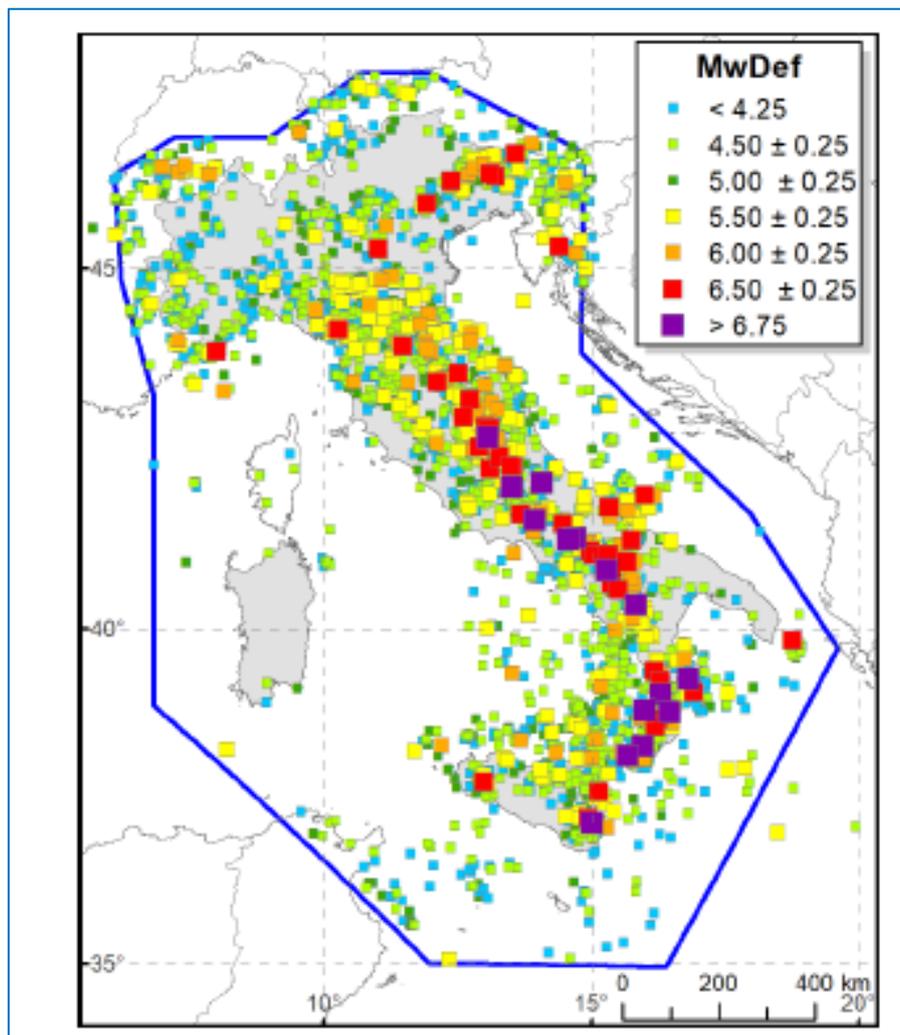


Tabella 7.2 - Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Perugia

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ASSISI	10	54	1	43.07021	12.61623	8
BASTIA	10	54	2	43.06492	12.55184	9
BETTONA	10	54	3	43.01261	12.48511	8
BEVAGNA	10	54	4	42.93219	12.60794	9
CAMPELLO SUL CLITUNNO	10	54	5	42.81954	12.77713	>=10
CANNARA	10	54	6	42.99439	12.58306	8
CASCIA	10	54	7	42.71844	13.01299	>=10
CASTEL RITALDI	10	54	8	42.82223	12.67323	9
CASTIGLIONE DEL LAGO	10	54	9	43.12641	12.05071	8
CERRETO DI SPOLETO	10	54	10	42.81898	12.91698	>=10
CITERNA	10	54	11	43.49767	12.11557	9
CITTA` DELLA PIEVE	10	54	12	42.95245	12.00436	7
CITTA` DI CASTELLO	10	54	13	43.45650	12.23873	9
COLLAZZONE	10	54	14	42.89957	12.43571	7
CORCIANO	10	54	15	43.10401	12.31234	7
COSTACCIARO	10	54	16	43.35844	12.71184	8
DERUTA	10	54	17	42.98189	12.41948	8
FOLIGNO	10	54	18	42.95504	12.70365	>=10
FOSSATO DI VICO	10	54	19	43.29503	12.76203	9
FRATTA TODINA	10	54	20	42.85708	12.36585	7
GIANO DELL`UMBRIA	10	54	21	42.83257	12.57786	9
GUALDO CATTANEO	10	54	22	42.91063	12.55632	8
GUALDO TADINO	10	54	23	43.23015	12.78549	>=10
GUBBIO	10	54	24	43.35148	12.57732	8
LISCIANO NICCONE	10	54	25	43.24586	12.14326	7
MAGIONE	10	54	26	43.14115	12.20613	7
MARSCIANO	10	54	27	42.90969	12.33813	8
MASSA MARTANA	10	54	28	42.77543	12.52500	9
MONTE CASTELLO DI VIBIO	10	54	29	42.84020	12.35238	7
MONTEFALCO	10	54	30	42.89286	12.65163	9
MONTELEONE DI SPOLETO	10	54	31	42.65187	12.95301	>=10
MONTE SANTA MARIA TIBERINA	10	54	32	43.43693	12.16235	9
MONTONE	10	54	33	43.36313	12.32737	8
NOCERA UMBRA	10	54	34	43.11259	12.78813	9
NORCIA	10	54	35	42.79255	13.09377	>=10
PACIANO	10	54	36	43.02183	12.06990	7
PANICALE	10	54	37	43.02845	12.09891	7
PASSIGNANO SUL TRASIMENO	10	54	38	43.18737	12.13571	7
PERUGIA	10	54	39	43.10617	12.38640	8
PIEGARO	10	54	40	42.96963	12.08615	7
PIETRALUNGA	10	54	41	43.44174	12.43594	9
POGGIODOMO	10	54	42	42.71066	12.93408	>=10
PRECI	10	54	43	42.87848	13.03931	>=10
SAN GIUSTINO	10	54	44	43.54915	12.17468	>=10
SANT`ANATOLIA DI NARCO	10	54	45	42.73362	12.83565	>=10
SCHEGGIA E PASCELUPO	10	54	46	43.40241	12.66751	8
SCHEGGINO	10	54	47	42.71201	12.83048	>=10
SELLANO	10	54	48	42.88837	12.92657	>=10
SIGILLO	10	54	49	43.33091	12.74106	9
SPELLO	10	54	50	42.99171	12.66812	9
SPOLETO	10	54	51	42.73194	12.73584	>=10
TODI	10	54	52	42.78150	12.40668	7
TORGIANO	10	54	53	43.02498	12.43553	8
TREVI	10	54	54	42.87724	12.74662	>=10
TUORO SUL TRASIMENO	10	54	55	43.20762	12.07162	7
UMBERTIDE	10	54	56	43.30464	12.33096	8
VALFABBRICA	10	54	57	43.15816	12.60230	8
VALLO DI NERA	10	54	58	42.76914	12.86319	>=10
VALTOPINA	10	54	59	43.05638	12.75428	9

Una dettagliata ricostruzione storica dei terremoti che hanno interessato questa parte dell'Umbria si trova nel testo "I Terremoti nell'Appennino Umbro-Marchigiano" di G. Bertolaso ed E. Boschi, 2007 (INGV) dal I secolo a.C. al 2000. Nella Tabella 7.3 è riportato l'elenco dei terremoti considerati nel testo di cui sopra, per i quali sono stati considerati i baricentri dell'area dei maggiori effetti, calcolati attraverso un algoritmo informatico (Gasperini e Ferrari 2000), specificando che con il termine *area epicentrale* si intende semplicemente l'area in cui si rilevano gli effetti più gravi di un terremoto ed entro cui presumibilmente è contenuta la faglia che ha generato il terremoto stesso. Nella Figura 7.4 è riportata l'ubicazione degli epicentri nel periodo storico suddetto.

Figura 7.4 – Epicentri dei terremoti storici nell'area in studio

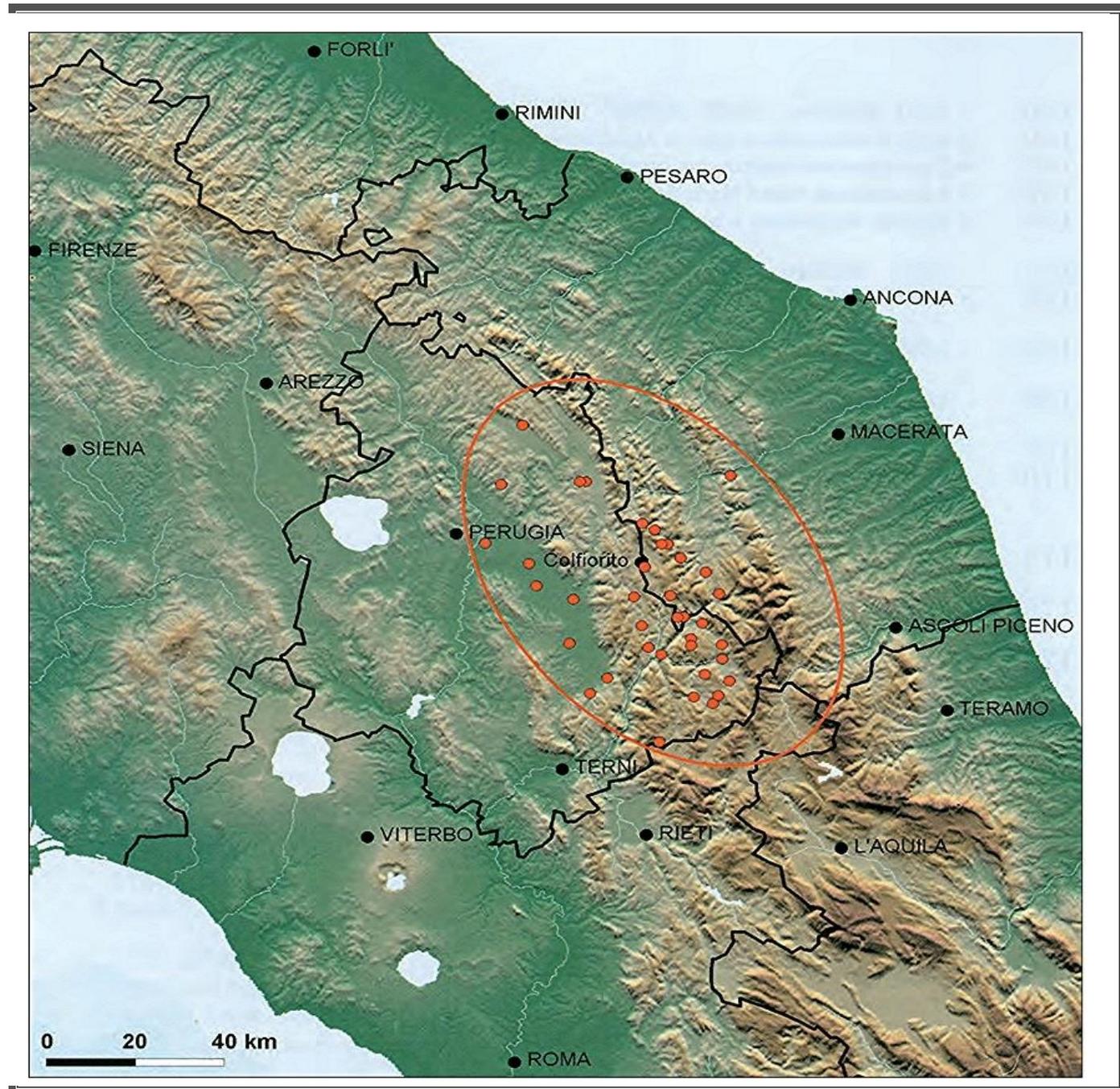


Tabella 7.3 – Elenco dei terremoti dal 1° secolo a.C. al 1997 (da G. Boschi)

n. 40 scosse				coordinate epicentro		Intensità massima	magnitudo equivalente	area epicentrale				
data	ora											
99 a.C.	—	—	—	42	48	13	06	VIII	5.6	Norcia		
63 a.C.	—	—	—	42	44	12	44	IX	5.6?	Appennino umbro?		
801	04	29	20	00	—	41	54	12	29	VII-VIII	5.4?	Appennino centrale?
1279	04	30	14	00	—	43	06	12	56	IX	6.5	Appennino umbro-march.
1328	12	04	06	15	—	42	51	13	01	X	6.4	Valnerina
1477	02	03	01	00	—	42	57	12	42	VII-VIII	4.9	Foligno
1599	11	06	01	25	—	42	43	13	01	IX	6.0	Valnerina
1703	01	14	18	00	—	42	42	13	04	XI	6.7	Appennino umbro-reatino
1719	06	27	06	30	—	42	53	13	03	VIII	5.5	Alta Valnerina
1730	05	12	05	00	—	42	45	13	07	IX	5.9	Valnerina
1730	10	23	10	20	—	43	21	12	36	VII-VIII	5.4	Gubbio
1747	04	17	16	20	—	43	13	12	45	VIII-IX	5.8	Appennino umbro-march.
1751	07	27	01	00	—	43	13	12	44	X	6.3	Appennino umbro-march.
1785	05	03	02	30	—	43	04	12	57	VIII	5.1	Alta valle del Chienti
1791	10	11	13	05	—	42	57	12	52	VIII	5.5	Appennino umbro
1799	07	28	22	05	—	43	13	13	09	IX	6.2	Appennino marchigiano
1815	09	03	23	00	—	42	50	13	01	VIII	5.5	Valnerina
1832	01	13	13	00	—	42	59	12	36	X	6.2	Valle del Topino
1832	11	14	11	00	—	42	57	13	06	VI	4.7	Alta valle del Chienti
1832	11	21	21	00	—	42	57	13	07	VII	4.8	Alta valle del Chienti
1832	12	04	19	00	—	43	00	13	04	VII-VIII	5.3	Alta valle del Chienti
1838	01	05	14	—	—	42	46	12	47	VII	5.0	Valnerina
1838	02	14	07	30	—	42	50	12	54	VIII	5.3	Valnerina
1838	08	05	17	15	—	42	53	12	53	VII	5.1	Valnerina
1854	02	12	05	—	—	43	02	12	36	VIII	5.6	Valle del Topino
1859	08	22	12	32	—	42	50	13	06	IX	5.8	Valnerina
1878	09	15	07	20	—	42	51	12	41	VIII	5.4	Valle del Clitunno
1879	02	23	18	30	—	42	46	13	03	VIII	5.6	Valnerina
1898	04	23	18	22	08	42	37	12	56	V-VI	4.1	Alta Valnerina
1898	08	25	16	37	46	42	54	13	00	VII	5.0	Alta Valnerina
1898	09	12	14	14	10	42	54	12	59	VIII	5.3	Alta Valnerina
1915	03	15	11	23	—	43	01	12	54	VII	5.0	Alta valle del Chienti
1915	03	26	23	37	—	43	05	12	28	VI	4.6	Assisi
1974	12	02	01	55	15	42	49	12	56	VII-VIII	5.2	Valnerina
1979	09	19	21	36	37	42	43	13	04	VIII-IX	5.8	Valnerina
1984	04	29	06	02	57	43	13	12	31	VIII	5.6	Umbria settentrionale
1997	09	03	22	07	—	43	04	12	58	V-VI	4.7	Appennino umbro-march.
1997	09	26	00	33	—	43	02	13	00	VII-VIII	5.6	Appennino umbro-march.
1997	09	26	09	40	—	43	07	12	54	VIII-IX	5.7	Appennino umbro-march.
1997	10	14	15	23	—	42	57	12	58	VIII-IX	5.5	Appennino umbro-march.

Un altro elenco dei forti terremoti del territorio di Norcia e della Valnerina viene riportato nel sito "Vetusta Nursia", che viene riproposto nella Tabella 7.4.

Tabella 7.4 – Lista dei forti terremoti nel territorio di Norcia e Valnerina

ANNO	LOCALITA'	INTENSITA'	DANNI
1246	Spoletto	Forte	Anno devastato da numerosi terremoti di forte intensità.
1277	Spoletto	Forte	Danneggiati molti edifici, morte delle persone.
1328	Norcia	Forte	Soprattutto nei mesi di novembre e dicembre, forti scosse danneggiarono le mura, le torri, le case, i palazzi e le chiese del territorio nursino. Con essi persero la vita anche un numero consistente di persone, stimato tra le 200 e le 400 unità.
1349	Abruzzi-Sannio	Forte	Presumibilmente, Norcia fu, insieme alle città di Spoleto, Assisi e Perugia, una delle città maggiormente colpite dalla scossa.
1496	Spoletto	Forte	Terribili terremoti cominciarono a scuotere il territorio circostante, danneggiando anche Norcia.
1567	Norcia	Forte	27 agosto, un fortissimo terremoto lesionò le mura del palazzo consolare, le muraglie di cinta ed i torrioni; recò, inoltre, danni al monastero di S. Antonio.
1571	Spoletto	Forte	Nella notte tra il 20 e il 21 aprile Spoleto e tutto il territorio circostante subirono la violenza di un fortissimo terremoto.
1599-1600	Cascia	Forte	Dal 5 novembre del 1599 al 19 gennaio del 1600 le notti del territorio casciano e nursino furono tormentate da violentissimi terremoti, le quali danneggiarono il monastero di S. Lucia, la torre di porta Massari e le rocche del Comune.
1616	Spoletto	Media	La Sabina, con epicentro Spoleto, vide il susseguirsi, durante l'anno, di una serie di terremoti di media intensità.
1667	Spoletto	Forte	
1703	Norcia-Aquila	Forte	Dal 14 gennaio al 2 febbraio del 1703 i terremoti ebbero un loro periodo nei territori nursini ed aquilani. Già durante l'anno precedente qualche scossa di lieve intensità aveva preannunciato la futura situazione. La prima grande scossa, quella, appunto, del 14 gennaio, distrusse completamente Norcia. Si produssero molte mutazioni nel regime della circolazione idrica sotterranea. La seconda scossa notevolmente forte avvenne il 16 gennaio. Ogni giorno, però, ad ogni ora, terremoti di bassa e media intensità erano frequentissimi. La terza grande scossa finì con il lesionare tutti gli edifici del territorio interessato, colpendo anche gravemente le fabbriche. Il 18 ottobre, una nuova scossa fu abbastanza forte da produrre qualche danno.
1716	Cascia	Forte	Il 4 ottobre, nuove crepe rovinarono i palazzi di Cascia e del territorio circostante.

ANNO	LOCALITA'	INTENSITA'	DANNI
1719	Norcia	Media	Il 27 giugno un terremoto con epicentro Norcia arrivò a toccare le città di Rieti, Spoleto e Foligno. Non fu una scossa di notevole intensità, ma ugualmente bastò per danneggiare palazzi e causare la morte di qualche persona.
1730	Norcia	Forte	Il 12 maggio, alle ore 10:45, una violentissima scossa sussultoria-ondulatoria, a tre riprese, danneggiò profondamente, a Norcia, il campanile di S. Benedetto, la chiesa di Santa Maria, la chiesa di S. Giovanni, i conventi e le rispettive chiese agostiniane conventuali, il Collegio delle Scuole Pie, i monasteri di S. Antonio, di S. Pace, di S. Caterina e della Trinità. Si contarono circa 200 vittime e 500 feriti.
1766	Foligno-Norcia	Basso	Il 25 e il 26 dicembre qualche lieve scossa di terremoto, nei territori del folignate e del nursino, produssero qualche lieve danno.
1812	Norcia	Forte	Un terremoto rovinoso, il 3 settembre, si abbatté su Norcia.
1859	Norcia	Forte	Nel mese di agosto si cominciarono a sentire, a Norcia, varie scosse; questi prepararono, in un certo modo, la venuta di un terremoto (il 22 agosto, come da una pagina delle Riformanze del Comune di Spoleto*) oltremodo violento, di carattere sussultorio-ondulatorio NE-SO, a tre riprese successive l'una più intensa dell'altra. Si contarono 101 vittime ed una sessantina di feriti, nonché l'adeguamento al solo di tutte quelle costruzioni di debole fattura.
1860	Norcia	Media	
1871	Cascia	Media	Dal 10 al 14 luglio, a Cascia e dintorni, si avvertirono 20 scosse delle quali 5 piuttosto forti.
1876	Spoleto	Forte	Il 22 maggio, da Spoleto partì una violentissima scossa sussultoria-ondulatoria ESE-ONO di 3 o 4 secondi. L'intensità fu tale da far cadere i comignoli, le mura e le volte. I territori interessati, oltre allo spoletino, furono quelli di Norcia, Fermo e Cerreto di Spoleto.
1878	Umbria	Forte	Il 12 febbraio fu sentita a Cascia una scossa molto forte che aprì varie screpolature, senza apportare, però, forti danni. La scossa del 15 settembre fu rovinosa per le città di Bettona, Giano, Foligno, Spoleto, Trevi, Caprarola e Norcia.
1879	Cascia	Media	Il 22 e il 23 febbraio si sentirono, a Norcia, molti boati e piccole scosse che fecero da prologo alla scossa del 23, avente epicentro in Cascia. Il terremoto fu estremamente forte, tanto da rovinare in modo profondo i caseggiati di Norcia.

ANNO	LOCALITA'	INTENSITA'	DANNI
1882	Cascia	Media	La mattina del 26 maggio colpì Cascia e tutta la regione circostante di Norcia, di Ascoli, di Terni, di Fermo, di Spoleto e di Perugia. La scossa fu l'inizio di un periodo sismico che interessò, principalmente, Cascia.
1895	Spoleto	Media	Il 20 maggio, alle 16:32, Spoleto fu la protagonista di una scossa sussultoria-ondulatoria SSO-NNE di 7 secondi. Ovviamente il terremoto raggiunse anche Norcia, screpolando i muri, facendo crollare qualche volta e molti comignoli. Ufficialmente si contano due feriti.
1979	Norcia	forte	Il terremoto di Norcia del 1979 fu un evento sismico, di magnitudo 5.9 Richter, IX Mercalli, che si verificò il 19 settembre di quell'anno. Dopo la scossa principale si registrarono 5 vittime, una decina di feriti e 2000 sfollati. A Norcia venne quasi completamente distrutto il cinquecentesco santuario della Madonna della Neve. L'evento venne avvertito in tutta l'Umbria ma anche nelle Marche, Lazio e Abruzzo. A Roma subirono lesioni diverse strutture, come il Colosseo, l'Arco di Costantino, la colonna Antonina, mentre a Centocelle, Trastevere, Pietralata, le scosse fecero saltare le tubature superficiali del gas e gli impianti di illuminazione. Gli stessi aeroporti di Fiumicino e Ciampino furono temporaneamente chiusi a livello precauzionale.
1997	Colfiorito – Umbria – Marche	forte	Nella notte del 26 settembre 1997, una prima scossa dell'ottavo grado della scala Mercalli, poi alle 11,42 una seconda, mentre frati e tecnici stavano controllando eventuali danni alla volta nella Basilica di San Francesco ad Assisi, causarono ingenti danni al patrimonio architettonico. Il crollo della volta nella Basilica ha provocato quattro morti. I paesi più colpiti saranno: Assisi, Foligno, Colfiorito, Serravalle del Chienti, e tanti altri piccoli centri. Nella notte tra il 6 e 7 febbraio 1998, una nuova scossa, provoca il crollo di edifici già compromessi, rilanciando l'allarme. La Protezione Civile ed il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco si prodigano, ancora una volta, contro le avversità della natura, e a salvaguardia dei beni storico-architettonici del nostro Paese.
1997	Sellano Preci	Forte	Terremoti di assestamento 4 ottobre 1997 – ore 18:13 – scala Mercalli VI – Magnitudo 4,5 12 ottobre 1997 – ore 13:08 – scala Mercalli VI- VII – Magnitudo 5,1 14 ottobre 1997 – ore 17:23 – scala Mercalli VII-VIII – Magnitudo 5,5 9 novembre 1997 – ore 20:07 – scala Mercalli VI-VII – Magnitudo 4,4

ANNO	LOCALITA'	INTENSITA'	DANNI
[anno]	[epicentro]	[intensità]	[descrizione]

Dalla consultazione del Database Sismico Italiano DBMI15 v4.0 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) si può apprezzare la storia degli eventi sismici che hanno interessato il territorio del Comune Vallo di Nera, visualizzata nel grafico della Figura 7.5 e nella Tabella 7.5, dove è riportato l'elenco di tutti gli eventi sismici noti dal 1876 al 1997

Vallo di Nera

PlaceID IT\_49873  
 Coordinate (lat, lon) 42.754, 12.865  
 Comune (ISTAT 2015) Vallo di Nera  
 Provincia Perugia  
 Regione Umbria  
 Numero di eventi riportati 23

Figura 7.5 – Grafico della storia sismica del Comune di Vallo di nera

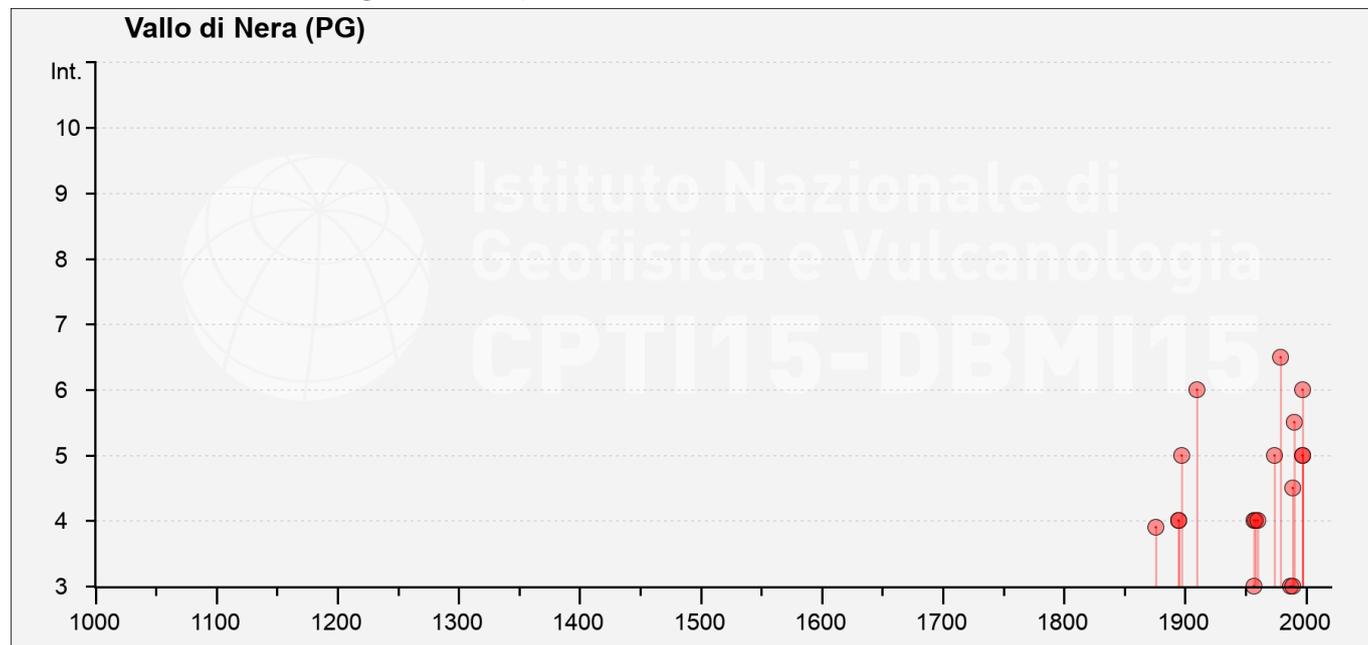


Tabella 7.5 – Elenco dei terremoti dall'anno 1876 al 1997

Effetti	In occasione del terremoto del			
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
F	1876 05 22 00 30	Spoletto	14	5-6 4.57
4	1895 05 20 15 32 5	Valle Umbra	27	5-6 4.49
4	1895 08 25 00 17 1	Sellano	13	5 4.25
5	1897 01 19 19 20	Poggiodomo	19	6 4.68
NF	1898 09 12 14 14 1	Valnerina	16	8 5.48
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8 5.34
NF	1910 03 06 22 22	Monti Reatini	15	4-5 3.93
6	1910 06 29 13 52	Valnerina	58	7 4.93
3	1957 03 12 16 20	Valnerina	62	5 4.16
4	1957 07 19 09 04 0	Valle Umbra	58	6-7 4.58
4	1958 05 08 00 13 2	Valnerina	17	5 4.25
4	1960 03 16 01 52 4	Monti della Laga	81	5 4.44
2	1960 04 23 11 44	Monti Martani	21	6 4.66
5	1974 12 02 01 55 1	Valnerina	27	7-8 4.58
6-7	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9 5.83
3	1987 07 03 10 21 5	Costa Marchigiana	359	7 5.06
3	1989 11 19 03 40 2	Valnerina	38	5 4.13
4-5	1989 12 22 06 48 1	Valle Umbra	114	5 4.44
5-6	1990 09 12 02 59 4	Valle Umbra	62	5-6 4.12
NF	1994 06 02 17 38 1	Aquilano	106	5 4.21
5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8 5.66
5	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 5.97
6	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786	5.62

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
<u>Geppa</u>	1	1
<u>Piedipaterno sul Nera</u>	3	2
<u>Castel San Felice</u>	2	2
<u>Paterno</u>	2	2
<u>Grotti</u>	3	3
<u>Sant'Anatolia di Narco</u>	36	3
<u>L'Eremita</u>	1	3
<u>Montefiorello</u>	3	4
<u>Il Colle</u>	1	4
<u>Mucciafora</u>	6	5
<u>Caso</u>	1	5
<u>Meggiano</u>	4	5
<u>Scheggino</u>	57	5
<u>Piedi la Costa</u>	1	6
<u>Roccatamburo</u>	7	6
<u>Rocchetta</u>	5	6
<u>Bazzano Inferiore</u>	1	7
<u>Ponte</u>	6	7
<u>Borgiano</u>	1	7
<u>Eggi</u>	2	7
<u>Gavelli</u>	1	7
<u>Vallocchia</u>	1	7
<u>Poggiodomo</u>	26	7
<u>Acera</u>	3	8
<u>Borgo Cerreto</u>	7	8
<u>Nortosce</u>	4	8
<u>Collefabbri</u>	1	8
<u>Cerreto di Spoleto</u>	72	8
<u>Valcieca</u>	1	8
<u>Silvignano</u>	1	8
<u>Civitella</u>	2	9
<u>Usigni</u>	5	9
<u>Ceselli</u>	1	9
<u>Cortaccione</u>	1	9
<u>Monte San Vito</u>	1	9
<u>Schioppo</u>	1	9
<u>Le Pianelle</u>	2	9

Località	EQs	Distanza (km)
<u>Ponte del Piano</u>	1	9
<u>Papacqua</u>	1	9
<u>Pontuglia</u>	1	9
<u>Roccaporena</u>	6	9
<u>Eremo San Marco - Castello di Paterno</u>	1	9
<u>Colle Soglio</u>	3	10
<u>Capanne di Collegiacone</u>	1	10
<u>San Valentino</u>	1	10
<u>Caiano</u>	1	10
<u>Santa Maria di Costantinopoli</u>	1	10
<u>Montelucio</u>	1	10
<u>Lenano</u>	1	10

I terremoti a Vallo di Nera dall'anno 2000 ad oggi sono elencati in Tabella 7.6.

Tabella 7.6 – Terremoti in Vallo di Nera dal 2000 ad oggi

Data e ora	Località	Magnitudo	Profondità
23/08/2022 04:36	Vallo di Nera (PG)	2.3	14.6 km
28/09/2021 14:28	Vallo di Nera (PG)	2.1	10.2 km
02/05/2021 04:05	Vallo di Nera (PG)	2	12.1 km
08/05/2019 22:14	Vallo di Nera (PG)	2.3	9.9 km
18/01/2017 06:08	Vallo di Nera (PG)	2.1	10.2 km
16/01/2017 14:43	Vallo di Nera (PG)	2.3	9.7 km
16/12/2016 06:07	Vallo di Nera (PG)	2.2	8.3 km
02/11/2016 19:12	Vallo di Nera (PG)	2.3	6.4 km
26/08/2016 06:08	Vallo di Nera (PG)	2.8	n/d
19/08/2013 10:51	Vallo di Nera (PG)	2.3	9.8 km

## 8 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nell'anno 2022 è stata effettuata dalla ditta CNP s.r.l. una campagna di indagini consistente in indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, di seguito esposte, la cui ubicazione è riportata in appositi elaborati in scala 1:5.000 ed 1:2.000..

- N° 6 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti sino alla profondità massima di m 20,00 dal p.c, effettuati con carotaggio continuo, con attrezzatura oleodinamica montata su cingoli.
- prelievo di N° 1 campione indisturbato
- prelievo di N° 2 campioni rimaneggiati
- N° 8 prove SPT in foro
- posa in opera di N° 6 piezometri a tubo aperto (tipo Norton)
- N° 6 Prove Penetrometriche Dinamiche
- N° 4 indagini sismiche MASW
- N° 4 indagini sismiche HVSR

Nella Tabella 8.1 è riportata la sintesi dettagliata delle suddette indagini.

Tabella 7.1 – Indagini 2023

Sondaggio	Profondità	Campioni indisturbati (CI)	Campioni rimaneggiati (CR)	Profondità di prelievo dei campioni	SPT
Sigla	m	N°	N°	(m)	N°
S.1	20,00		1	11,20 ÷ 11,70	2
S.2	20,00				
S.3	15,00	1	1	2,00 ÷ 2,50 (CI) - 7,40 ÷ 7,80 (CR)	2
S.4.	15,00				
S.5	10,00				2
S.6	17,00				2

Nella tabella 8.2 sono riportati i dati inerenti alle prove Standard Penetration Test effettuate nel corso dei sondaggi mediante attrezzatura di caratteristiche standard, con massa battente da 63,5 Kg, altezza di caduta pari a cm 76, dispositivo per lo sganciamento automatico della massa battente, campionatore tipo "Raymond" a scarpa tagliente, sezionato longitudinalmente.

Tabella 8.2 – Prove S.P.T.

Sondaggio	Profondità		Tratti di infissione – N° Colpi			Valore
	da m	a m	15 cm	15 cm	15 cm	Nspt
S.1	1,50	1,95	9	9	7	16
	4,00	4,45	3	5	8	13
S.3	1,50	1,95	10	10	12	22
	4,00	4,45	3	5	4	9
S.5	2,00	2,45	2	3	4	7
	7,00	7,45	2	4	6	10
S.6	2,50	2,95	2	3	5	8
	5,00	5,45	3	7	13	20

Complessivamente si dispone, quindi, di N8 prove utili.

Nella Tabella 8.3 sono riportati i dati inerenti al prelievo dei campioni nel corso della perforazione.

Tabella 7.3 – Campioni prelevati nei sondaggi

DATI DEL CAMPIONE				
Sondaggio	Denominazione Campione	da m	a m	I Rimameggiato      Indisturbato L      R Lapideo
S.1	CR1	11,20	11,70	R
S.3	CI1	2,00	2,50	I
	CR1	7,40	7,80	R

Inoltre per la determinazione dei parametri sismici, ai sensi delle NTC 2018, sono state effettuate N° 4 prove MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), ubicate alle seguenti progressive:

- MASW.1 Progr. 0+380,00
- MASW.2 Progr. 0+920,00
- MASW.3 Progr. 1+280,00
- MASW.4 Progr. 1+580,00

Negli stessi siti delle indagini MASW sono state eseguite N° 4 prove HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) finalizzate a determinare alcune caratteristiche dei depositi sedimentari superficiali e più in particolare allo studio delle frequenze di risonanza dei terreni, caratteristica molto importante per valutare gli effetti di sito in presenza di potenziali eventi sismici. La prova HVSR o anche detta H/V (metodo Nakamura 1989) consiste nella misura dei microtremori ambientali nelle tre dimensioni spaziali (x,y,z) e la sua elaborazione consente di analizzare gli spettri di frequenza, restituendo un grafico del rapporto in ampiezza tra componenti orizzontali (H) e componente verticale (V). Dal grafico estratto si evidenzia l'andamento del rapporto in frequenza tra componenti orizzontali e verticale (H/V) alle varie frequenze, mettendo in luce la frequenza alla quale il moto del terreno viene amplificato per risonanza (frequenza fondamentale).

## 8.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Le successioni stratigrafiche di ciascun sondaggio, riportati nei rispettivi elaborati, vengono qui di seguito sintetizzate:

Sondaggio S.1			
da m	a m	Formazione	Litologia
0,00	0,70	Detrito	Ghiaia con limo marrone poco addensata con frammenti vegetali e residui nerastri organici
0,70	2,30	Depositi alluvionali	Ghiaia grossolana con clasti calcarei angolosi eterometrici rossi e rosati da 0,2 a > 10 cm, con limo, poco addensata
2,30	5,50		Ghiaia con limo da poco a mediamente addensata marrone con clasti sub angolosi calcarei da 0,2 a 4 cm
5,50	8,60		Limo argilloso-ghiaioso plastico, poco consistente marrone con clasti angolosi calcarei eterometrici < 1 cm
8,60	10,80		Limo con argilla sabbioso grigio chiaro plastico con frazione sabbiosa biancastra ed inclusi carbonatici
10,80	15,00		Limo con ghiaia moderatamente consistente, grigio con clasti angolosi da 0,2 a 2 cm
15,00	20,00		Limo consistente ghiaioso con clasti arrotondati e subarrotondati

Le carote estratte, come desumibile dalle foto allegate alla stratigrafia, sono sistemate in N° 4 cassette, con una percentuale di carotaggio prossima al 90%.

Sondaggio S.2			
da m	a m	Formazione	Litologia
0,00	0,80	Detrito/Conoide	Ghiaia limosa marrone scura poco addensata con frammenti vegetali
0,80	3,00		Ghiaia limo-sabbiosa marrone mediamente addensata con clasti calcarei angolosi eterometrici rossi e rosati da 0,5 a 7 cm
3,00	10,00	Scaglia Variegata	Calcari micritici rossi e rosati estremamente fratturati, tettonizzati ed alterati
10,00	15,00		Calcari micritici rossi e rosati estremamente fratturati, tettonizzati ed alterati
15,00	20,00		Calcari micritici rossi stratificati molto fratturati con giunti tettonici molto ravvicinati chiusi o con riempimento calcitico

Le carote estratte, come desumibile dalle foto allegate alla stratigrafia, sono sistemate in N° 4 cassette, con una percentuale di carotaggio prossima al 70%, con RQD nei calcari pari al 5%.

Sondaggio S.3			
da m	a m	Formazione	Litologia
0,00	0,90	Detrito	Ghiaia sabbiosa sciolta marrone con clasti angolosi prevalentemente calcarei da 0,2 a 4 cm con subordinati frammenti vegetali e materiale organico
0,90	2,00	Depositi alluvionali	Ghiaia con limo argillosa marrone poco addensata con clasti calcarei angolosi generalmente < 1 cm
2,00	5,00		Limo argilloso con ghiaia marrone rossastro con clasti eterometrici calcarei da 0,2 a 3 cm da subarrotondati a subangolosi
5,00	10,30		Limo argilloso ghiaioso consistente, plastico marrone rossastro con clasti subangolosi da 0,2 a 3 cm
10,30	11,40		Sabbia fina limosa biancastra travertinoso addensata
11,40	12,00		Limo argilloso marrone scuro ad alto contenuto organico, poco consistente
12,00	15,00		Ghiaia grossolana con clasti grigiastri con selce da 1 a 6 cm prevalentemente angolosi e raramente arrotondati

Le carote estratte, come desumibile dalle foto allegate alla stratigrafia, sono sistemate in N° 3 cassette, con una percentuale di carotaggio prossima al 60%.

Sondaggio S.4			
da m	a m	Formazione	Litologia
0,00	1,20	Detrito colluviale	Ghiaia limosa con clasti calcarei eterometrici da 0,2 a > 10 cm e frammenti vegetali
0,80	3,00		Ghiaia limo-sabbiosa grossolana con clasti prevalentemente angolosi e subordinatamente arrotondati da biancastri a rossi
3,00	15,00	Scaglia Rossa	Calcari rossi e rosati estremamente fratturati, tettonizzati ed alterati

Le carote estratte, come desumibile dalle foto allegate alla stratigrafia, sono sistemate in N° 3 cassette, con una percentuale di carotaggio prossima al 60% e con RQD nei calcari molto basso (circa 4%).

Sondaggio S.5			
da m	a m	Formazione	Litologia
0,00	1,00	Detrito	Ghiaia limosa con clasti calcarei eterometrici centimetrici e frammenti vegetali
1,00	8,50	Depositi alluvionali	Ghiaia limo-sabbiosa grossolana con clasti angolosi da 0,2 ad 8 cm da biancastri a rossi
8,50	10,00	Scaglia Rossa	Calcari rossi e rosati estremamente fratturati, tettonizzati ed alterati

Le carote estratte, come desumibile dalle foto allegate alla stratigrafia, sono sistemate in N° 2 cassette, con una percentuale di carotaggio prossima al 60% e con RQD nei calcari molto basso, non valutabile.

Sondaggio S.6			
da m	a m	Formazione	Litologia
0,00	1,00	Detrito	Ghiaia con limo poco addensata con clasti calcarei eterometrici da 0,2 a 7 cm da angolosi a subarrotondati e frammenti vegetali
1,00	4,00	Depositi alluvionali	Ghiaia con limo poco addensata con clasti angolosi eterometrici da 0,2 a 7 cm da angolosi a subarrotondati
4,00	9,00		Ghiaia con limo moderatamente addensata con clasti calcarei eterometrici da 0,2 a >10 cm e frammenti di selce da angolosi a subarrotondati
9,00	17,00	Scaglia Rossa	Calcari rosati con selce rossa in strati da 5 a 30 cm e interstrati centimetrici pelitici rosso scuri con inclinazione circa 30°

Le carote estratte, come desumibile dalle foto allegate alla stratigrafia, sono sistemate in N° 4 cassette, con una percentuale di carotaggio prossima al 60% e con RQD nei calcari pari a circa il 40%.

## 8.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono state eseguite con penetrometro super pesante DPSH (Dynamic Penetration Super Heavy) nelle postazioni ubicate nella planimetria allegata.

I valori registrati sono stati rielaborati nei diagrammi delle Figure 8.1, 8.2 ed 8.3

Figura 8.1 – Prove DPSH - PP.1 e PP.2

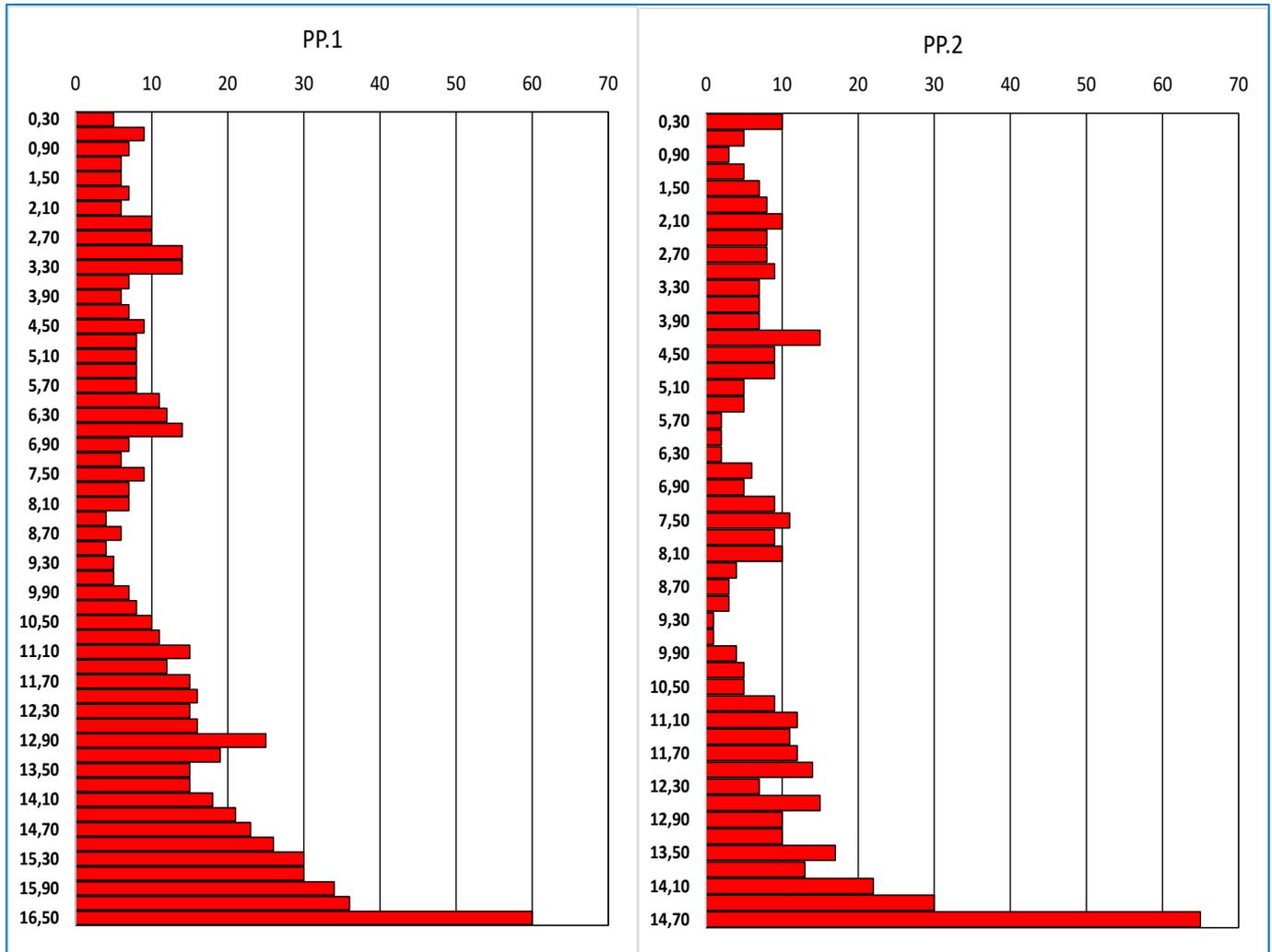


Figura 8.2 – Prove DPSH - PP.3 e PP.4

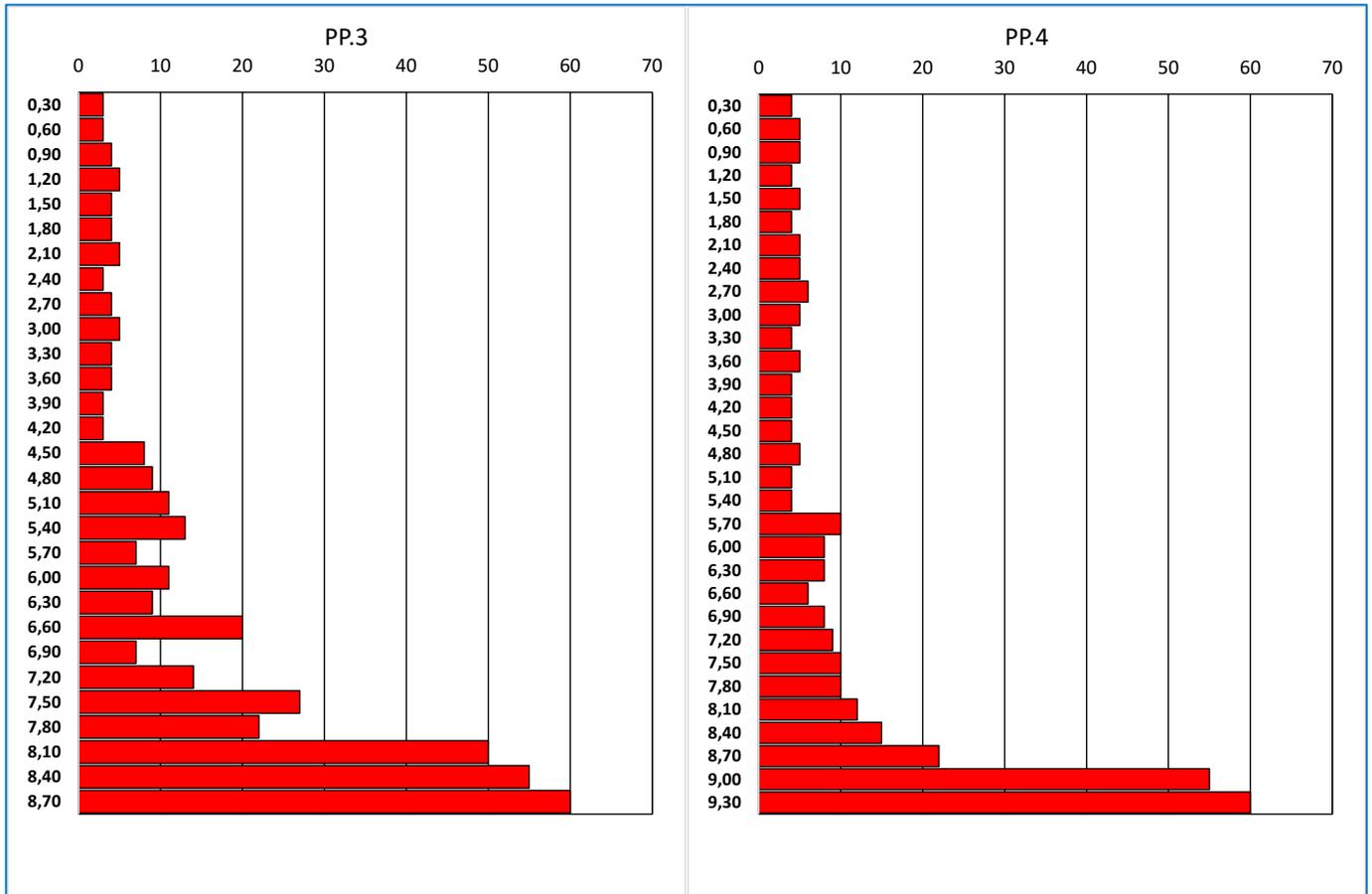
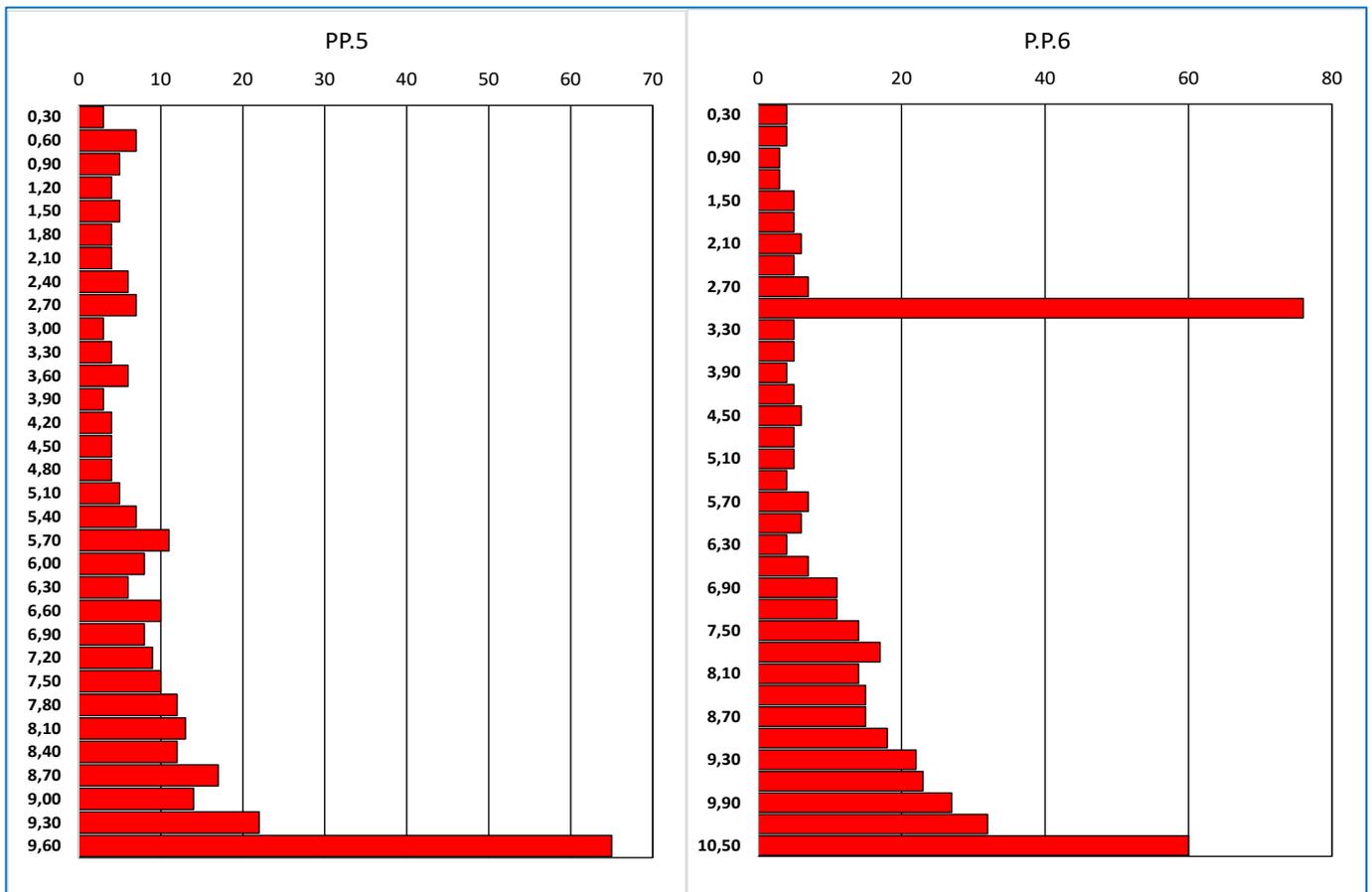


Figura 8.3 – Prove DPSH - PP.5 e PP.6



### 8.3 PROVE MASW

Le prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono ubicate nella apposite planimetria in scala 1:2.000; l'interpretazione dei dati conduce ai risultati esposti in Tabella 8.4.

Tabella 8.4 – Risultati delle prove MASW

N° Prova	$V_{s,eq}$
MASW. 1	270
MASW. 2	270
MASW. 3	516
MASW. 4	542

Nelle Figure 8.4 ed 8.5 sono riportate le interpretazioni delle MASW.

Figura 8.4 – Interpretazione delle MASW 1 e 2

MASW. 1				
Profondità	Spessore $H_i$	$V_s$	$H_i/V_s$	$V_{s,eq}$
m	m	m/sec		269,92
0,30	0,30	80	0,00375	
0,80	0,50	200	0,00250	
2,80	2,00	250	0,00800	
6,80	4,00	280	0,01429	
10,80	4,00	300	0,01333	
15,80	5,00	300	0,01667	
22,80	7,00	800	0,00875	
32,80	10,00	800	0,01250	
72,80	40,00	800	0,05000	
<b>Bedrock</b>				

MASW. 2				
Profondità	Spessore $H_i$	$V_s$	$H_i/V_s$	$V_{s,eq}$
m	m	m/sec		269,92
0,30	0,30	80	0,00375	
0,80	0,50	200	0,00250	
2,80	2,00	250	0,00800	
6,80	4,00	280	0,01429	
10,80	4,00	300	0,01333	
15,80	5,00	300	0,01667	
22,80	7,00	800	0,00875	
32,80	10,00	800	0,01250	
72,80	40,00	800	0,05000	
<b>Bedrock</b>				

Figura 8.5 – Interpretazione delle MASW 3 e 4

MASW. 3				
Profondità	Spessore $H_i$	$V_s$	$H_i/V_s$	$V_{s,eq}$
m	m	m/sec		519,83
0,30	0,30	80	0,00375	
0,80	0,50	200	0,00250	
2,80	2,00	350	0,00571	
4,80	2,00	400	0,00500	
8,80	4,00	500	0,00800	
13,80	5,00	500	0,01000	
20,80	7,00	700	0,01000	
30,80	10,00	700	0,01429	
70,80	40,00	800	0,05000	
<b>Bedrock</b>				

MASW. 4				
Profondità	Spessore $H_i$	$V_s$	$H_i/V_s$	$V_{s,eq}$
m	m	m/sec		542,21
0,30	0,30	80	0,00375	
0,80	0,50	300	0,00167	
1,80	1,00	500	0,00200	
3,80	2,00	600	0,00333	
7,80	4,00	700	0,00571	
12,80	5,00	700	0,00714	
19,80	7,00	800	0,00875	
29,80	10,00	800	0,01250	
69,80	40,00	800	0,05000	
<b>Bedrock</b>				

## 8.4 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nel corso delle perforazioni sono state eseguite le analisi geotecniche di laboratorio evidenziate nella Tabella 8.5.

Tabella 8.5 – *Analisi geotecniche di laboratorio eseguite*

DETERMINAZIONI EFFETTUATE																								
DATI DEL CAMPIONE					Denominazione Geotecnica	Umidità naturale	Peso di volume $\gamma$	Peso specifico dei granuli $\gamma_s$	Prove sulle terre															
									Limiti di Atterberg			Caratteristiche granulometriche			Taglio CD		Triassiale CD		Prova ELL, UU					
Sondaggio	Denominazione Campione	da m	a m	I R L Lapideo					%	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	Limite liquido LL	Limite plastico LP	Indice plastico IP	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Coesione C'	Angolo di attrito $\phi'$	Coesione C'	Angolo di attrito $\phi'$	Coesione non drenata	
S.3	C1	2,00	2,50	I	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆				
S.3	CR1	7,40	7,80	R	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆							
S.1	CR1	11,20	11,70	R	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆							

Inoltre sono state effettuate delle prove Point Load Test su blocchi di roccia calcarea, i cui risultati sono esposti nelle seguenti Tabelle 8.6, 8.7, 8.8 ed 8.9.

Tabella 8.6 – *Campioni "A" di roccia di Scaglia Rossa*

PROVE SU BLOCCHI - CAMPIONI "A" - SCAGLIA ROSSA										
DATI DEL CAMPIONE					Peso di volume $\gamma_s$	Prove sulle rocce				
						Prova di compres.	Prova Brasiliana	Point Load Test		
Sondaggio	Denominazione Campione	da m	a m	I R L Lapideo		Resistenza alla compressione monoassiale	Resistenza alla trazione indiretta	Indice di resistenza alla punta	Indice di resistenza alla punta	
					kN/m <sup>3</sup>	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	
								Is50		
A	Campioni a forma di blocco			L	26,20			2,207	53,85	
				L				3,416	80,27	
				L				2,563	50,49	
				L				3,930	69,24	
				L				3,295	60,74	
				L				2,244	56,58	
				L				5,794	117,29	
				L				3,673	73,70	
				L				4,293	83,41	
								4,273	84,56	
VALORE MEDIO =								<b>73,01</b>		

Tabella 8.7 – Campioni "C" di roccia di Scaglia Rossa

PROVE SU BLOCCHI - CAMPIONI "C" - SCAGLIA ROSSA									
DATI DEL CAMPIONE					$\gamma_s$	Prove sulle rocce			
						Prova di compres.	Prova Brasiliana	Point Load Test	
Sondaggio	Denominazione Campione	da m	a m	I R L Lapideo	Peso di volume	Resistenza alla compressione monoassiale	Resistenza alla trazione indiretta	Indice di resistenza alla punta	Indice di resistenza alla punta
						$kN/m^3$	Mpa	Mpa	Mpa
								Is50	
C	Campioni a forma di blocco			L	25,90			6,152	122,31
				L				3,900	81,42
				L				4,488	80,71
				L				5,465	100,74
				L				3,030	79,95
				L				3,099	70,30
				L				4,361	79,61
				L				3,731	77,89
				L				4,275	86,92
				L				3,833	71,90
VALORE MEDIO =								<b>85,18</b>	

Tabella 8.8 – Campioni "D" di roccia di Scaglia Variegata

PROVE SU BLOCCHI - CAMPIONI "D" - SCAGLIA VARIEGATA									
DATI DEL CAMPIONE					$\gamma_s$	Prove sulle rocce			
						Prova di compres.	Prova Brasiliana	Point Load Test	
Sondaggio	Denominazione Campione	da m	a m	I R L Lapideo	Peso di volume	Resistenza alla compressione monoassiale	Resistenza alla trazione indiretta	Indice di resistenza alla punta	Indice di resistenza alla punta
						$kN/m^3$	Mpa	Mpa	Mpa
								Is50	
D	Campioni a forma di blocco			L	25,70			1,490	30,16
				L				4,484	90,35
				L				4,616	96,36
				L				6,654	130,49
				L				3,072	65,23
				L				3,929	80,24
				L				3,498	68,59
				L				3,868	80,05
				L				5,252	103,94
				L				4,936	100,37
VALORE MEDIO =								<b>84,58</b>	

Tabella 8.9 – Campioni "F" di roccia di Scaglia Variegata

PROVE SU BLOCCHI - CAMPIONI "F" - SCAGLIA ROSSA									
DATI DEL CAMPIONE					$\gamma_s$	Prove sulle rocce			
						Prova di compres.	Prova Brasiliana	Point Load Test	
Sondaggio	Denominazione Campione	da m	a m	I R L Lapideo	Peso di volume	Resistenza alla compressione monoassiale	Resistenza alla trazione e indiretta	Indice di resistenza alla punta	Indice di resistenza alla punta
						$kN/m^3$	Mpa	Mpa	Mpa
								Is50	
F	Campioni a forma di blocco			L	25,90			3,933	30,1679,97
				L				2,275	53,05
				L				2,012	43,08
				L				3,255	59,12
				L				3,162	59,15
				L				3,101	57,45
				L				5,933	109,90
				L				2,668	60,51
				L				4,360	102,04
				L				4,159	93,58
VALORE MEDIO =								<b>70,88</b>	

## 9 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

I dati ricavabili dalle successioni stratigrafiche dei sondaggi e dagli elementi geologici di superficie, sono stati correlati in un profilo geologico in scale sfalsate 1:2000 in ascissa ed 1:200 in ordinata ed in N° 13 sezione geologiche in scala 1:200.

Nel profilo litologico sono evidenziate le formazioni che verranno interessate dal tracciato della strada in oggetto, che dall'inizio sono distribuite come segue.

Le pendenze degli strati di seguito riportati sono state desunte dalla carta geologica in scala 1:2.000 e corrette rispetto all'angolo che la direzione di immersione degli strati forma con l'asse della strada in progetto, come da Tabella 9.1.

Tabella 9.1 – *Correzione dell'inclinazione della stratificazione rispetto alla traccia del profilo geologico*

Progressiva	Angolo tra asse strada e immersione strati	Pendenza strati	Pendenza sul profilo
0+000	50,0	22	14,5
0+180	70,0	20	7,1
0+200	52,0	22	14,0
0+330	9,0	22	21,7
0+440	22,5	42	39,7
0+660	68,5	60	32,4
0+700	76,0	20	5,0
0+760	64,8	28	12,7
0+880	56,4	60	43,8
1+1020	66,0	30	13,2
1+120	40,0	32	25,6
1+180	68,2	68	42,6
1+360	66,0	65	41,1
1+420	0,0	52	52,0
1+480	90,0	48	0,0
1+540	31,0	35	31,0
1+600	30,0	33	29,0
1+740	0,0	4	4,0
2+000	50,0	60	48,0
2+140	52,0	42	29,0
2+343,64	50,7	45	32,3

- Progr. 0+000 ÷ 0+180  
Calcarei marnosi e marne da rosati a rosso scuro o biancastri (Scaglia Rossa); strati a franapoggio verso Nord di circa 15°
- Progr. 0+180 ÷ 0+325  
Depositi detritici di falda e di versante a granulometria variabile, da ben classati a fortemente etero metrici, generalmente sciolti o debolmente cementati
- Progr. 0+325 ÷ 0+360  
Calcarei marnosi della Scaglia Rossa; alla fine del tratto è presente una faglia che mette a contatto laterale la Scaglia Rossa con la Scaglia Variegata, che si presenta con gli strati reggipoggio verso Nord di circa 40°;
- Progr. 0+360 ÷ 0+420  
Depositi alluvionali di conoide, costituiti da ghiaia con limo moderatamente addensata con clasti calcarei etero metrici da 0,2 a >10 cm e frammenti di selce da angolosi a subarrotondati (Sondaggio S.6)
- Progr. 0+420 ÷ 0+680 - Galleria

Scaglia Variegata data da calcari marnosi rossi o grigio-verdi, calcari e marne grigie con selce nera e marne rosse con intercalazioni di spessi livelli di calcareniti. Gli strati immergono verso Nord di circa 40° sino alla progressiva 0+520, dove è presente una faglia intraformazionale; da qui in poi gli strati acquistano una pendenza di circa 32° a reggipoggio, sino alla progressiva 0+560, ove cambiano ancora pendenza disponendosi lievemente a reggipoggio di 5° sino alla fine del tratto alla progressiva 0+680, ove è presente una faglia che mette in contatto laterale la formazione della Scaglia variegata con quella della Scaglia Rossa.

- Progr. 0+680 ÷ 0+750 – Galleria  
Calcari marnosi della Scaglia Rossa, che si presenta con disposizione a reggipoggio con inclinazione degli strati di circa 13°; alla fine del tratto è presente una faglia che provoca un netto cambiamento dell'inclinazione della stratificazione, che acquista disposizione a reggipoggio con pendenza di circa 44°;
- Progr. 0+750 ÷ 0+935 – Galleria  
Calcari marnosi della Scaglia Rossa che mutano ancora la giacitura, che diviene con disposizione a reggipoggio più blanda, di circa 13° e che procedendo verso Nord raggiunge i 25° di pendenza alla fine del tratto;
- Progr. 0+935 ÷ 0+970 – Galleria  
Si incontrano i depositi alluvionali di conoide, costituiti da ghiaia limo-sabbiosa marrone mediamente addensata con clasti calcarei eterometrici rossi e rosati da 0,5 a 7 cm (Sondaggio S.2);
- Progr. 0+970 ÷ 1+390  
Il tracciato si svolge alternativamente nell'ambito dei depositi alluvionali di conoide e di fondavalle, che come composizione litologica e granulometrica sommano poco differenziabili
- Progr. 1+390 ÷ 1+440  
In questo tratto affiora ancora la formazione della Scaglia Rossa che presenta giacitura con pendenza verso Nord dapprima di circa 50° e successivamente suborizzontale;
- Progr. 1+440 ÷ 1+955  
Il tracciato si svolge nell'ambito dei terreni di copertura detritico-eluviali, costituiti da ghiaia limo-sabbiosa grossolana con clasti prevalentemente angolosi e subordinatamente arrotondati da biancastri a rossi
- Progr. 1+955 ÷ 2+040  
Viene ancora in affioramento la formazione della Scaglia Rossa che presenta giacitura con pendenza verso Nord dapprima di circa 48° e successivamente di 29°;
- Progr. 2+040 ÷ 2+344  
Il tracciato si svolge nell'ambito dei terreni di copertura detritico-eluviali, costituiti da ghiaia limo-sabbiosa grossolana con clasti prevalentemente angolosi e subordinatamente arrotondati da biancastri a rossi.

## 10 RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Per la definizione delle caratteristiche litologiche e strutturali delle formazioni calcaree della Scaglia Rossa e della Scaglia Variegata sono stati acquisiti i rilievi geostutturali effettuati nell'ambito del Progetto Preliminare, a cui si rimanda per una consultazione di dettaglio.

I siti dei rilievi, in totale N° 23, sono stati ubicati in apposita planimetria in scala 1:2.000, designati con le sigle SS.1, SS.2,...SS.23.

Sulla scorta dei dati contenuti in ciascuna delle schede dei suddetti rilievi sono stati definiti i valori di RMR di BIENIAWSKY, mediandone i dati inerenti alla spaziatura, alla rugosità dei giunti ed a tutti i valori degli indici del martello di Schmidt; il valore dei RQD, non riportato nel rapporto delle indagini geognostiche, viene ricavato dall'analisi delle foto delle cassette catalogatrici del carotaggio per ciascun sondaggio.

I dati delle suddette determinazioni sono riportati nella seguente Tabella 10.1.

Tabella 10.1 – Determinazione i RMR dai rilievi geostutturali (VAS = Scaglia variagata; SAA = Scaglia Rossa)

Stazione di Rilievo	Formazione	RMR <sub>base</sub> Bieniawsky
SS.1	VAS	67,04
SS.2	VAS	69,88
SS.3	VAS	87,08
SS.4	VAS	81,42
SS.5	VAS	94,10
SS.6	VAS	74,71
SS.7	VAS	76,27
SS.8	VAS	81,81
SS.9	VAS	87,08
SS.10	VAS	87,54
SS.11	VAS	74,10
SS.12	VAS	89,09
SS.13	VAS	57,05
SS.14	VAS	73,90
SS.15	SAA	57,09
SS.16	SAA	59,19
SS.17	SAA	61,58
SS.18	VAS	78,65
SS.19	SAA	54,86
SS.20	VAS	85,86
SS.21	VAS	76,01
SS.22	VAS	86,38
SS.23	VAS	86,29