

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
3. INDAGINI ESEGUITE	8
4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI STUDIO	10
5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI NELL'AREA DI PROGETTO E MODELLO GEOLOGICO	19
5.1 <i>Introduzione</i>	19
5.2 <i>Formazioni rilevate nell'area di progetto</i>	19
5.3 <i>Caratteristiche lito-stratigrafiche dei terreni rilevate nei sondaggi geognostici</i>	21
5.4 <i>Modello geologico dei terreni nell'area di progetto</i>	24
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA DI PROGETTO E SISMICITA' STORICA	28
6.1 <i>Caratteristiche sismiche del territorio di studio</i>	28
6.2 <i>Classificazione sismica del territorio di studio</i>	33
6.3 <i>Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche</i>	36

1. PREMESSA

Nel presente elaborato si riportano i risultati dello studio a carattere geologico e sismico eseguito a supporto della *“Progettazione esecutiva riguardante i lavori di adeguamento dello svincolo di San Carlo – S.S. 675 “Umbro-Laziale”*.

Lo svincolo in questione è ubicato al km 81+100 della S.S. n.3 ed allo stato attuale si presenta come un incrocio a raso disposto di corsia centrale per l’accumulo del traffico proveniente da Terni con l’intenzione di svolta a destra per l’abitato di Collelicino.

L’intervento progettuale si compone di due tratti separati, definiti come **“Nodo A”** e **“Nodo B”**.

Il primo intervento, il nodo A, è localizzato in corrispondenza del suddetto incrocio a raso per l’abitato di Collelicino, mentre il Nodo “B” è individuabile sulla strada parallela denominata *“Strada di San Carlo”* (vedi fig.1 seguente).

L’intervento nel suo complesso, ha come obiettivo la messa in sicurezza dell’incrocio a raso di San Carlo-Collelicino, consentendo il collegamento dei due abitati con la Strada Statale n.3 nelle varie direzioni est/ovest.

Per la redazione del presente studio geologico e sismico sono stati eseguiti sia sopralluoghi e rilievi che hanno riguardato i siti di progetto e l’area immediatamente circostante, sia ricercati, consultati, analizzati ed utilizzati dati bibliografici e dati pubblicati dallo Stato e dalle altre Amministrazioni e Istituzioni Pubbliche inerenti l’area. Ai fini della caratterizzazione geologica e sismica dei terreni presenti, in ottemperanza alle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018), sono stati utilizzati sia i risultati di studi e indagini pregressi, forniti da ANAS, che i risultati della campagna di indagine geognostica, sismica, geotecnica e ambientale specificamente pianificata ed eseguita in fase di progettazione definitiva.

Nello specifico, la campagna di indagine geognostica, eseguita nel mese di ottobre 2020 a supporto della progettazione definitiva dei lavori in oggetto, ha permesso di indagare i terreni che saranno interessati dalle opere in progetto e di caratterizzarli dal punto di vista litostratigrafico, fisico-meccanico, sismico e ambientale attraverso l’esecuzione di indagini sia dirette che indirette. Le indagini sono consistite:

- esecuzione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo (profondità variabile da 18 a 30 m) con prove in situ, prelievo campioni e prove di Laboratorio;

- esecuzione di n. 2 prove penetrometriche in modalità dinamica;
- esecuzione di n. 9 pozzetti esplorativi con n. 4 prove di carico su piastra;
- esecuzione di n.2 prospezione sismiche elaborate con tecnica Masw.



Fig.1.1 - Vista aerea degli Interventi di Progetto

I dati di riferimento per lo studio sismico eseguito e per la redazione della presente Relazione Geologica sono contenuti nei seguenti elaborati, allegati al progetto, ai quali si rimanda per i necessari o eventuali approfondimenti.

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOTECNICHE									
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0 1 A	Risultati delle indagini geognostiche e geofisiche
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0 2 A	Risultati delle prove di laboratorio

T	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	1	B	Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche
GEOLOGIA E GEOTECNICA											
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	3	B	Relazione Geologica
T	0	0	GE	0	0	GEO	C G	0	1	B	Carta geologica e geomorfologica
T	0	0	GE	0	0	GEO	CI	0	1	B	Carta idrogeologica
T	0	0	GE	0	0	GEO	SG	0	1	A	Profili geologici - Sezione geologica
T	0	0	GE	0	0	GET	RE	0	1	A	Relazione Geotecnica Generale
T	0	0	GE	0	0	GET	SG	0	1	A	Profili geotecnici - Sezione geotecnica
SISMICA											
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	4	A	Relazione Sismica
INDAGINI AMBIENTALI SUI MATERIALI DA SCAVO E SULLE ACQUE											
T	0	0	SG	0	0	AMB	RE	0	1	A	Relazione tecnico-ambientale finale sullo stato di inquinamento dei materiali provenienti dagli scavi
T	0	0	SG	0	0	AMB	RE	0	2	A	Certificati delle analisi chimiche sulle terre e rocce da scavo
T	0	0	SG	0	0	AMB	RE	0	3	A	Relazione sulla valutazione dell'aggressività delle terre nei confronti dei calcestruzzi
T	0	0	SG	0	0	AMB	PU	0	1	A	Planimetria con ubicazione dei siti investigati

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Lo studio realizzato e la redazione della seguente relazione sono stati eseguiti in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento di seguito elencate.

- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” e successive modifiche ed integrazioni.*
- **D.M. 11 marzo 1988** *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.*
- **Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483** *“Legge 2 febbraio 1974, art. 1 – D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l’applicazione”.*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274** *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e s.m.i. (O.P.C.M. 3316/2003).*
- **Delibera della Giunta Regionale 29 luglio 2003, n. 1046** *“Indirizzi generali per la prima applicazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Individuazione e formazione dell’elenco delle zone sismiche nella Regione Marche”.*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006, n. 3519** *“Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle stesse zone”.*
- **Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008** *“Norme tecniche per le costruzioni”.*
- **Circolare Ministeriale del 02 febbraio 2009, n. 617** *“Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM.14.01.2008”.*

- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018** “Norme tecniche per le costruzioni”.
- **DISS Database of Individual Seismogenic Sources**, version 3 su Google Earth – INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).
- **DBMI15 Database Macrosismico Italiano 2015** – INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).
- **Classificazione sismica al 2015** – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio rischio sismico e vulcanico (Sito web).
- **Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale** - INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).
- **Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale** - INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).

Le indagini di tipo geognostico, geofisico, geotecnico e ambientale sono state condotte in ottemperanza alle procedure e normative tecniche vigenti, in primo luogo le “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”, AGI (Associazione Geotecnica Italiana), giugno 1977, e, comunque, riportate nei rispettivi rapporti ed elaborati tecnici.

3. INDAGINI ESEGUITE

Per la redazione dello studio in oggetto sono stati considerati in primis i risultati delle indagini geognostiche e geofisiche iniziate nel mese di ottobre 2020, eseguiti sopralluoghi in sito ed in aree adiacenti, nonché a supporto della presente progettazione sono stati utilizzati i risultati di studi e indagini pregressi, fornite da Anas ed eseguite nel mese di novembre 2002 ed ottobre 2016. Di seguito si riportano la tipologia e quantità di indagini dirette (sondaggi a carotaggio, prove penetrometriche dinamiche), indirette (MASW), geotecniche e ambientali eseguite nei siti di progetto, di seguito sono riportati i risultati delle indagini ultime eseguite per la progettazione corrente.

➤ Indagini geognostiche e geofisiche precedenti

Nella presente fase progettuale definitiva si è consultata la documentazione disponibile riguardante studi e indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già eseguiti nei pressi dell'area di progetto e nelle zone circostanti, messi a disposizione da Anas di cui si riportano di seguito la tipologia e quantità:

- **Campagna indagini geognostiche novembre 2002**
 - *N. 3 sondaggi a carotaggio continuo*, S1, S2 ed S3 spinti rispettivamente fino alle profondità di 15,0m – 17,0m e 15,0m da piano campagna. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove in sito di tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati sui quali sono state eseguite prove di laboratorio;
 - *Installazione di n. 2 piezometri a tubo aperto* nei sondaggi S1 ed S2.

- **Campagna indagini geognostiche ottobre 2016**
 - *N. 4 sondaggi a carotaggio continuo*, S1, S2, S3 ed S4 spinti rispettivamente fino alle profondità di 10,0m – 20,0m – 15,0m e 10,0m da piano campagna. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove in sito di tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati;

- N. 4 prove penetrometriche eseguite in modalità dinamica DPSH;
- N. 4 stendimenti geofisici elaborati con tecnica MASW;
- N. 6 prove di carico su piastra realizzate in altrettanti pozzetti esplorativi.

➤ **Campagna indagini geognostiche ottobre 2020**

A supporto della progettazione dei lavori in oggetto, è stata eseguita su incarico di ANAS S.p.a. "Area Compartimentale Umbria" una campagna di indagini geognostiche-geofisiche necessaria per la caratterizzazione geologica, geotecnica, sismica e ambientale dei terreni presenti. Le indagini, eseguite nel mese di ottobre 2020, vengono di seguito elencate:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo: S1 - m 18; S2 - m 20, S3 - m 20; S4 - m 30;
- installazione di n. 4 piezometri a tubo aperto in ognuno dei suddetti sondaggi;
- esecuzione di n. 32 SPT nel corso delle perforazioni (n. 5 in S1, n. 8 in S2, n. 8 in S3, n. 11 in S4);
- prelievo di n. 5 campioni rimaneggiati nel corso delle perforazioni (n. 2 in S1, n. 1 in S2, n. 1 in S3, n. 1 in S4);
- n.9 pozzetti esplorativi, con prelievo di campioni rimaneggiati ed esecuzione di prove di carico su piastra nei pozzetti PE02 Cp, PE03 Cp, PE06 Cp PE08 Cp ;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DIN1, m 3,60 – DIN2, m 4,60);
- n. 2 indagini sismiche di tipo MASW01 MASW02.

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio si trova nel comune di Terni, nelle estreme propaggini meridionali della catena montuosa dei Monti Martani che separa i due rami della Valle Umbra (il graben del Tevere ad Ovest e il graben Spoletino Folignate a Est), dove nel Plio-Pleistocene si trovava il grande lago Tiberino, che si estendeva da Nord a Sud lungo tutta l'Umbria, da Città di Castello a Spoleto, e da Perugia fino a Terni.

La catena montuosa dei Martani è costituita da un'anticlinale a sommità piatta (tipo box fold) con nucleo in Calcare Massiccio e localmente (zona di Acquasparta) in alcuni termini massivi Triassici, ed è delimitata ad ovest da una serie di faglie bordiere che hanno dato origine al graben della valle Tiberina, mentre il fianco orientale risulta rovesciato e sovrascorso sui termini più recenti della Marnosa Arenacea.

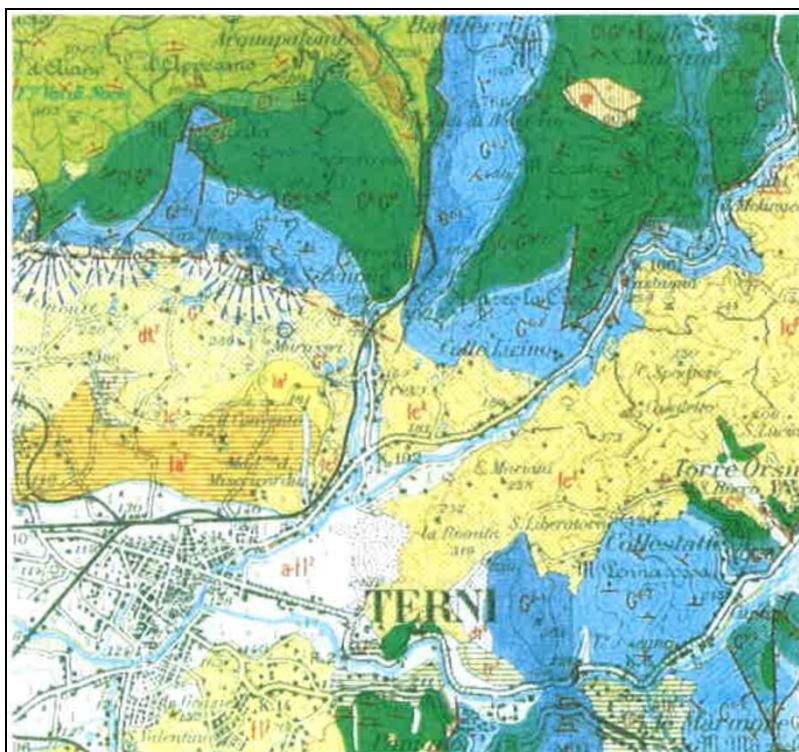


Fig. 4.1 Stralcio carta geologica d'Italia

La struttura anticlinale dei Monti Martani è derivata dalla fase compressiva Tortoniano- Messiniana (circa 10 milioni di anni fa), che ha causato l'innalzamento della catena Appenninica.

Tali spinte tettoniche, aventi direzione Ovest-Sud Ovest, hanno causato l'innalzamento, il piegamento ed il rovesciamento del fianco orientale delle formazioni rocciose di origine marina depositatesi nel periodo compreso tra il Triassico e l'Eocene; costituite principalmente da calcari e calcari mamosi, con subordinati episodi massosi. Nel Pliocene e Quaternario l'intero gruppo montuoso è stato interessato da un'intensa fase distensiva (con faglie caratterizzate da rigetti anche di 600- 1000 m) che ha generato una serie di depressioni tettoniche nella zona occidentale e meridionale della struttura e quindi la successiva formazione delle vaste aree pianeggianti e pedemontane colmate da depositi continentali (di età compresa tra 2 e 4 milioni di anni) prodotti dall'erosione degli agenti atmosferici e dall'azione delle acque di scorrimento superficiali.

Nella conca di Terni affiorano sedimenti pliocenici esclusivamente continentali (lacustri e palustri) in posizione discordante con i sedimenti sottostanti.

Sono stati distinti tre complessi litologici, il primo dei quali poggia direttamente sulle formazioni calcaree mesozoiche e terziarie: Complesso argilloso inferiore, Complesso argilloso sabbioso e Complesso sabbioso conglomeratico, collegati al ciclo sedimentario del Lago Tiberino.

In generale, l'area è caratterizzata dalla predominanza dei termini calcarei che costituiscono la serie Umbro-Marchigiana.

Nel sito in oggetto, sono presenti inoltre depositi continentali plio-pleistocenici caratterizzati dalla presenza di alternanze di conglomerati ghiaioso sabbiosi e limi argillosi.

L'area su cui si sviluppa il tracciato stradale di progetto è costituita principalmente da depositi ghiaioso sabbiosi spesso cementati, denominati in cartografia geologica come depositi alluvionali terrazzati. Questi terreni presentano una permeabilità primaria molto variabile, da alta a molto bassa, legata al litotipo interessato, mentre si può avere una permeabilità elevata in funzione dal grado di fratturazione presente.



LEGENDA	
DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI	
b	Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali. PLEISTOCENE - OLOCENE
bn1-bn2	Depositi alluvionali terrazzati non in rapporto con la morfologia attuale, numerati progressivamente (bn1.....bnn) dal più recente al più antico. PLEISTOCENE - OLOCENE
PAI - INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI	
	Falda e/o cono di detrito attivo
	Frana per scivolamento quiescente
PROGETTO IFFI	
	Frana per scivolamento rotazionale traslativo

Fig. 4.2 Stralcio carta geologica e geomorfologica

Il sistema idrografico è dominato dal Fiume Nera, affluente di sinistra del Fiume Tevere. Nell'area prossima alla città di Terni il F. Nera riceve, in destra idrografica, le acque drenate dal Fosso di Ancaiano, dal Torrente Serra e Tiscino

Le varie formazioni litologiche comportano anche diversi caratteri idrogeologici che possono costituire acquiferi più o meno importanti.

I principali acquiferi sono presenti nelle unità calcareo-marnose del complesso Mesozoico- Terziario, anche se l'eterogeneità litologica delle formazioni appartenenti a questo complesso determina, sia livelli praticamente impermeabili, che formazioni molto permeabili. La permeabilità di queste unità è principalmente di tipo secondario, dovuta a fratture generate dalle azioni tettoniche.

Le formazioni di copertura presentano una forte variabilità granulometrica sia in senso verticale, sia orizzontale. Si possono distinguere terreni da mediamente a molto permeabili. Il serbatoio principale è compreso nei sedimenti ghiaioso-conglomeratici, che poggiano direttamente sulle unità mesozoiche; la porosità di queste unità è di tipo primario.

Al di sopra di questo acquifero principale possono essere presenti piccole falde sospese in funzione della presenza di livelli impermeabili.

I calcari hanno una permeabilità secondaria molto elevata dovuta alla fratturazione degli strati rocciosi che ha permesso la formazione di una circolazione idrica profonda e complessa, con formazione di falde poste a varie profondità.

I calcari dei Monti Martani hanno subito i fenomeni classici legati al carsismo, infatti lungo tutta la catena è possibile osservare doline inghiottitoi e cavità anche di grandi dimensioni, spesso sono collegati alla presenza di faglie e fratture, che sono i luoghi preferenziali di infiltrazione delle acque superficiali e sotterranee.

All'interno di tali depositi si è innestato il corso del Torrente Tescino che scorre in direzione NE-SO e che ha creato un deposito alluvionale recente.

Si è sviluppata inoltre un'idrografia secondaria secondo un pattern normale al corso dell'asta principale, con la creazione di conoidi detritico alluvionali attive.

Dal punto di vista geomorfologico ci troviamo in una zona di fondovalle intramontana a fondo subpianeggiante con un'ampiezza media di circa 300m.

Il versante collinare è poco acclive con valori massimi che non superano mai i 15°.

Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, dalla cartografia del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) del SINAnet e ISPRA, consultabile online tramite la piattaforma IdroGEO, si evince che i rilievi montuosi nell'intorno dell'abitato di San Carlo sono caratterizzati dalla presenza di varie frane di tipo "scivolamento rotazionale/traslatoivo": tuttavia tali movimenti franosi non interessano le aree di progetto che risultano, quindi, stabili dal punto di vista geomorfologico (Fig. 4.3).

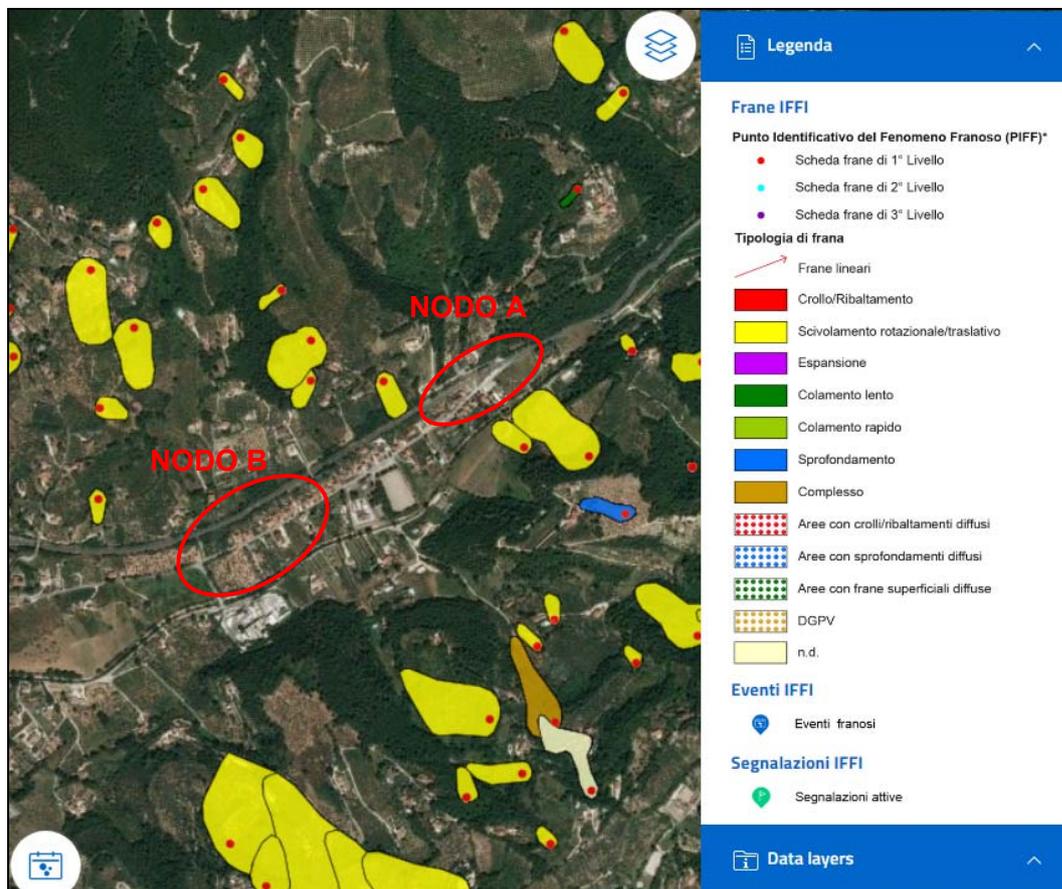


Fig. 4.3 – Cartografia Progetto IFFI (ISPRA) con ubicazione delle aree di studio

Sempre tramite la piattaforma IdroGEO è possibile consultare la mappa di “Pericolosità e degli indicatori di rischio” (PIR), nella quale sia l’area del Nodo A che l’area del Nodo B ricadono in corrispondenza di due fenomeni morfogenetici (coni detritici) a pericolosità media P2 (Fig. 4.4).

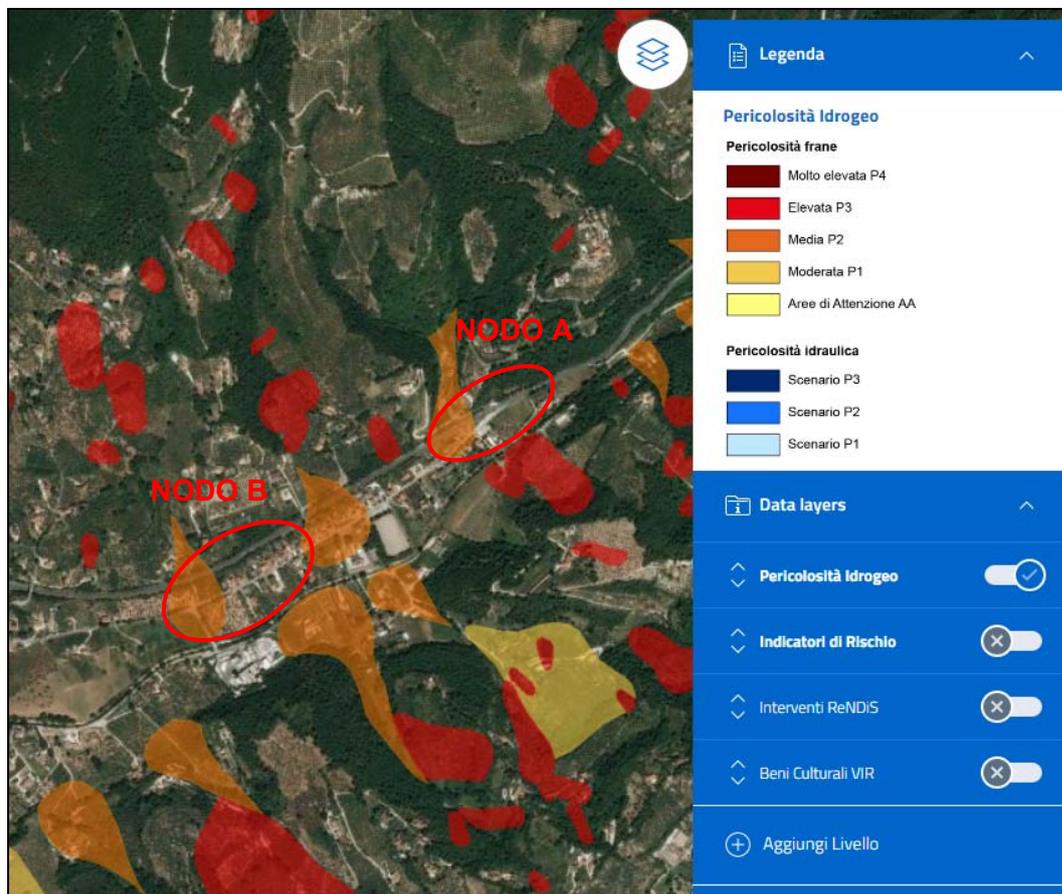


Fig. 4.4 – Cartografia Progetto PIR (piattaforma IdroGEO) con ubicazione delle aree di studio

È stata eseguita una verifica della documentazione del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino (AdB) del Fiume Tevere per quanto riguarda sia l'assetto geomorfologico che l'assetto idraulico.

Dalla consultazione della carta "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" in scala 1:10.000 - Tav. 133 di 304 (Fig. 4.5), nell'area sia del Nodo A che nell'area del Nodo B sono caratterizzate dalla presenza di "falda e/o cono di detrito – fenomeni attivi", in corrispondenza dello sbocco nella zona valliva delle incisioni (fossi) presenti nei rilievi montuosi adiacenti l'area di studio.

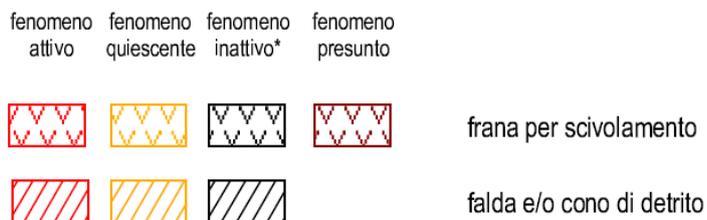
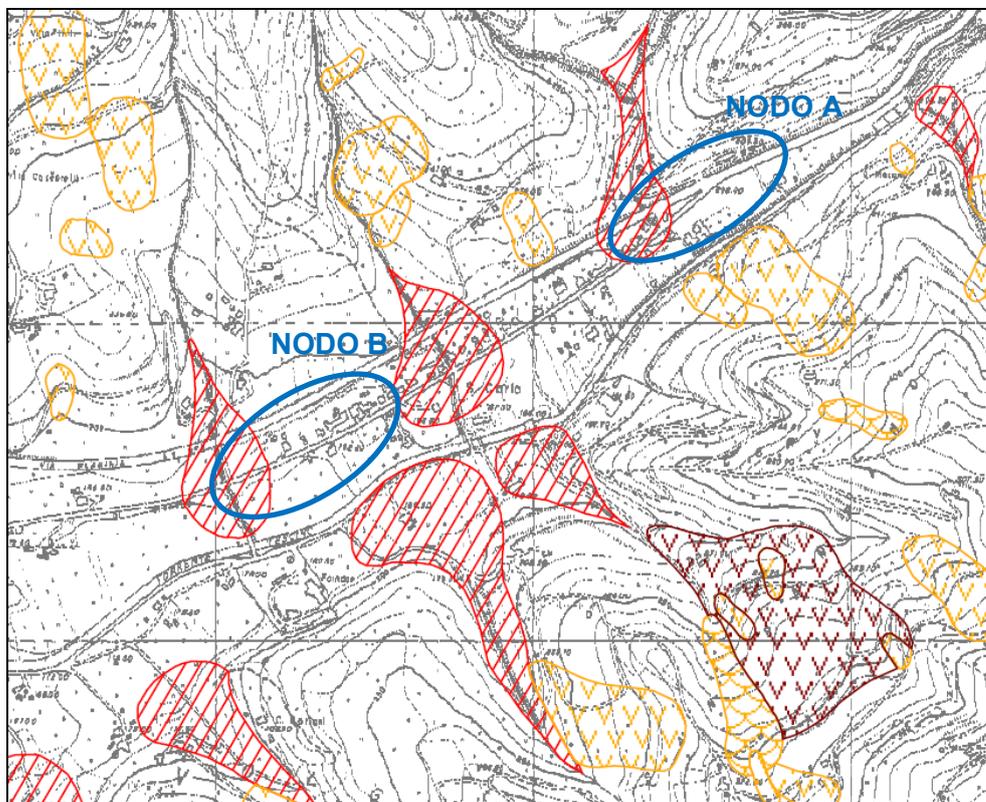


Fig. 4.5 – Stralcio del PAI dell'AdB del Fiume Tevere, Carta "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" in scala 1:10.000 – Tav. 133 di 304, con ubicazione delle aree di studio

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, dalla consultazione del PAI non si evincono, per l'area di studio, fenomeni di instabilità idraulica di alcun tipo.

Inoltre, sono stati consultati gli elaborati del Piano Regolatore generale (PRG) del Comune di Terni, consultabili online nel webgis dedicato, per quanto riguarda i vincoli idrogeologici, idraulici, geologici e geomorfologici, dai quali si evince che l'area studio:

- ricade nei pressi dell'area a vulnerabilità elevata acque sotterranee (Fig. 4.6);
- non ricade nelle aree a edificabilità condizionata classe B – rischio geomorfologico e/o geotecnico (Fig. 4.7);
- non rientra nelle aree soggette al “Vincolo idrogeologico” (Fig. 4.8).

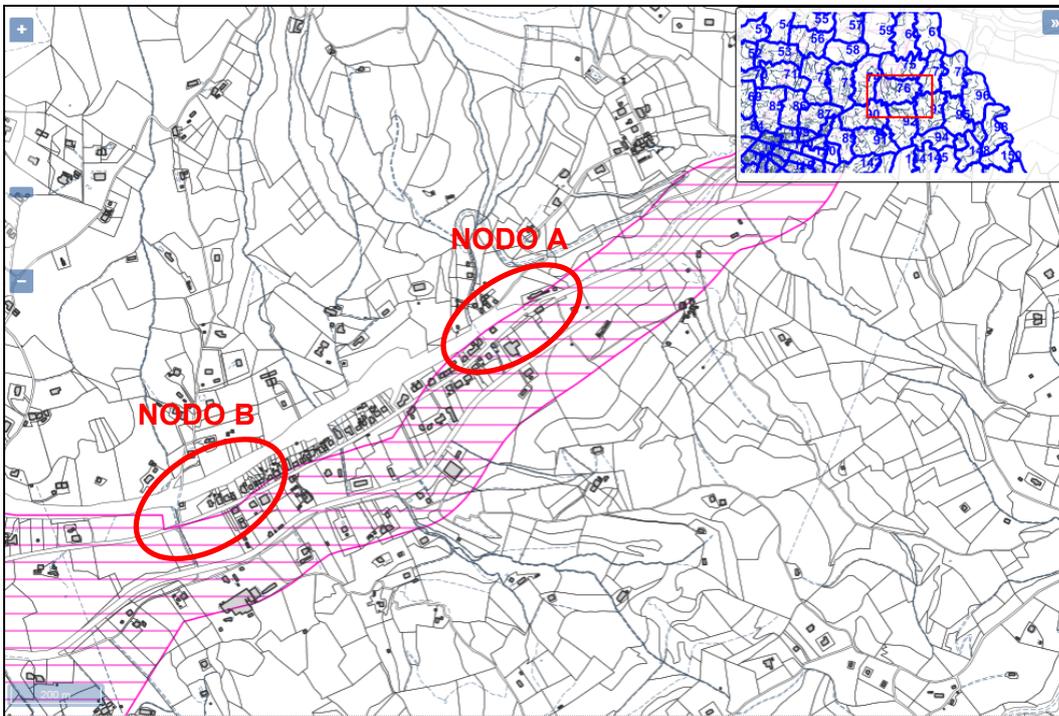


Fig. 4.6 – Stralcio del PRG del Comune di Terni (webgis) riguardante la “Vulnerabilità elevata acque sotterranee”, con ubicazione delle aree di progetto

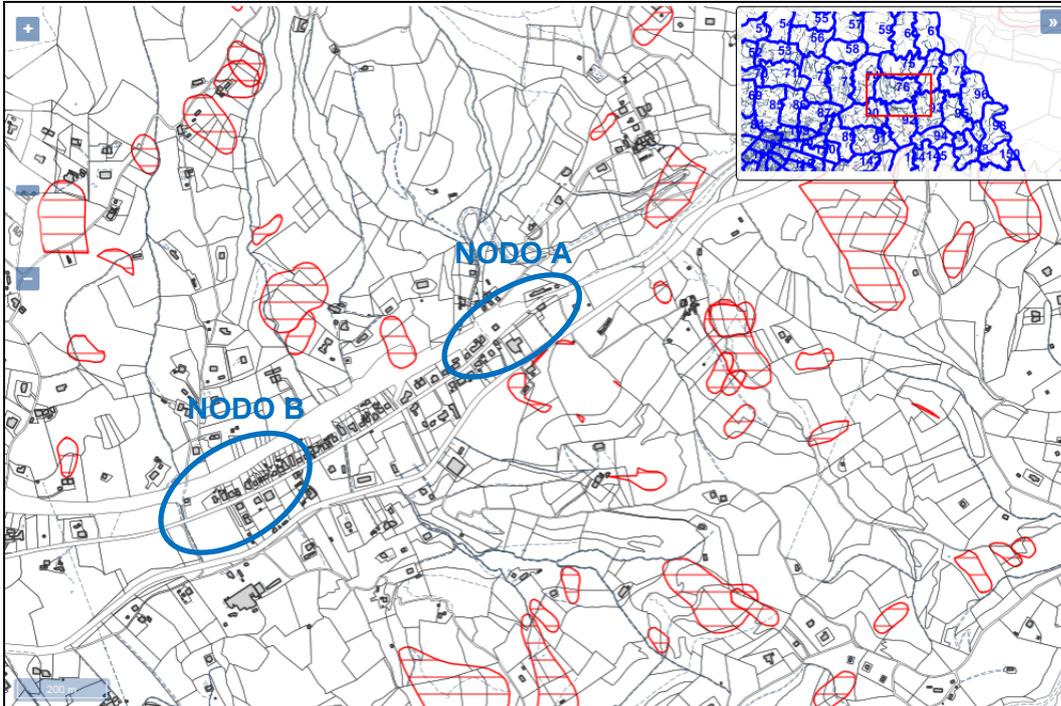


Fig. 4.7 – Stralcio del PRG del Comune di Terni (webgis) riguardante la “Edificabilità condizionata classe B – rischio geomorfologico e/o geotecnico”, con ubicazione delle aree di progetto

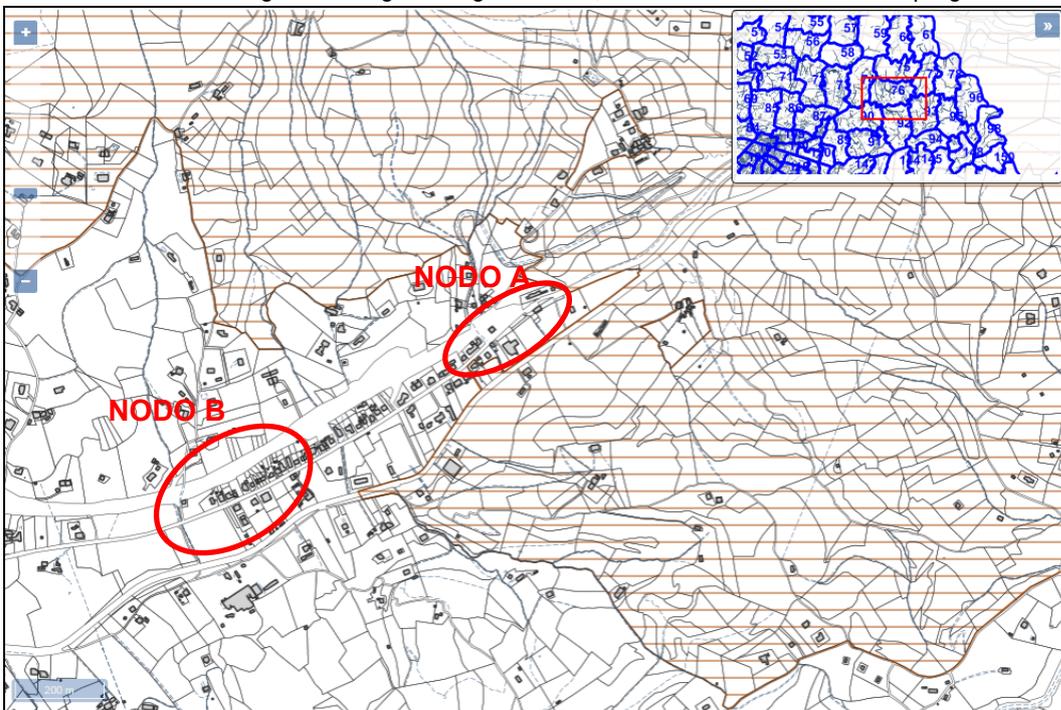


Fig. 4.8 – Stralcio del PRG del Comune di Terni (webgis) riguardante la “Vincolo idrogeologico”, con ubicazione delle aree di progetto

5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI NELL'AREA DI PROGETTO E MODELLO GEOLOGICO

5.1 Introduzione

Nel Cap. 3 è stato illustrato l'elenco sintetico delle indagini eseguite per il presente progetto e di quelle eseguite precedentemente negli anni 2016 e 2022; per i risultati delle indagini suddette si rimanda all'elaborato di cui all'elenco riportato in Premessa (Risultati delle indagini geognostiche e geofisiche). Nel paragrafo successivo si illustrano le caratteristiche generali delle formazioni individuate e cartografate, sulla base dei risultati delle indagini eseguite.

5.2. Formazioni rilevate nell'area di progetto

In Fig. 5.1 e 5.2 si riportano, in scala ridotta, la carta geologica riguardante sia il **nodo A** che il **nodo B** con l'ubicazione delle indagini geognostiche realizzate sia per la presente progettazione che in precedenza.

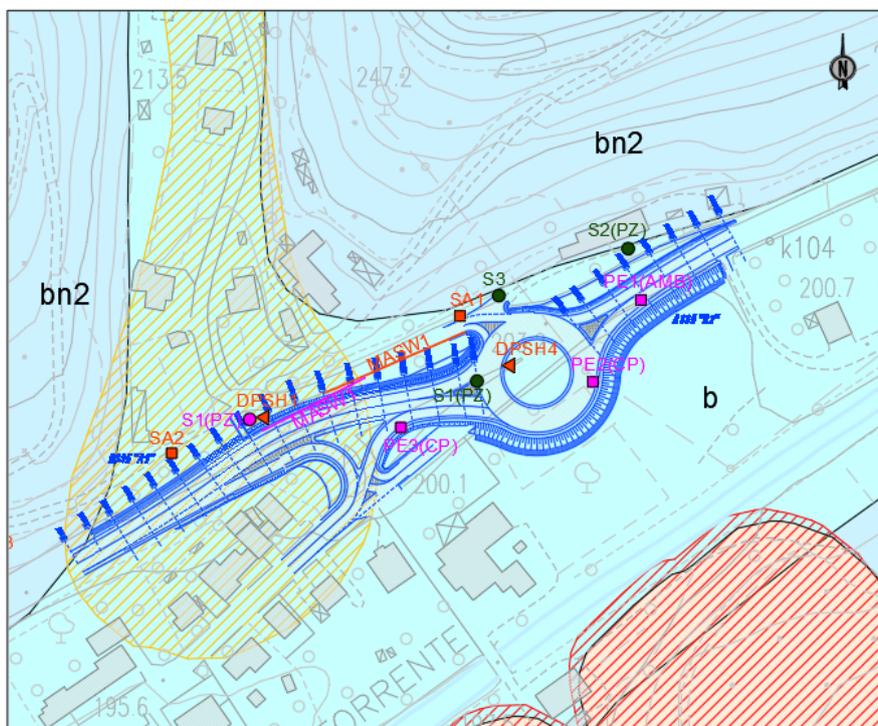


Fig. 5.1 – Stralcio della Carta geologica riguardante il nodo A con ubicazione delle indagini geognostiche (f.s.)

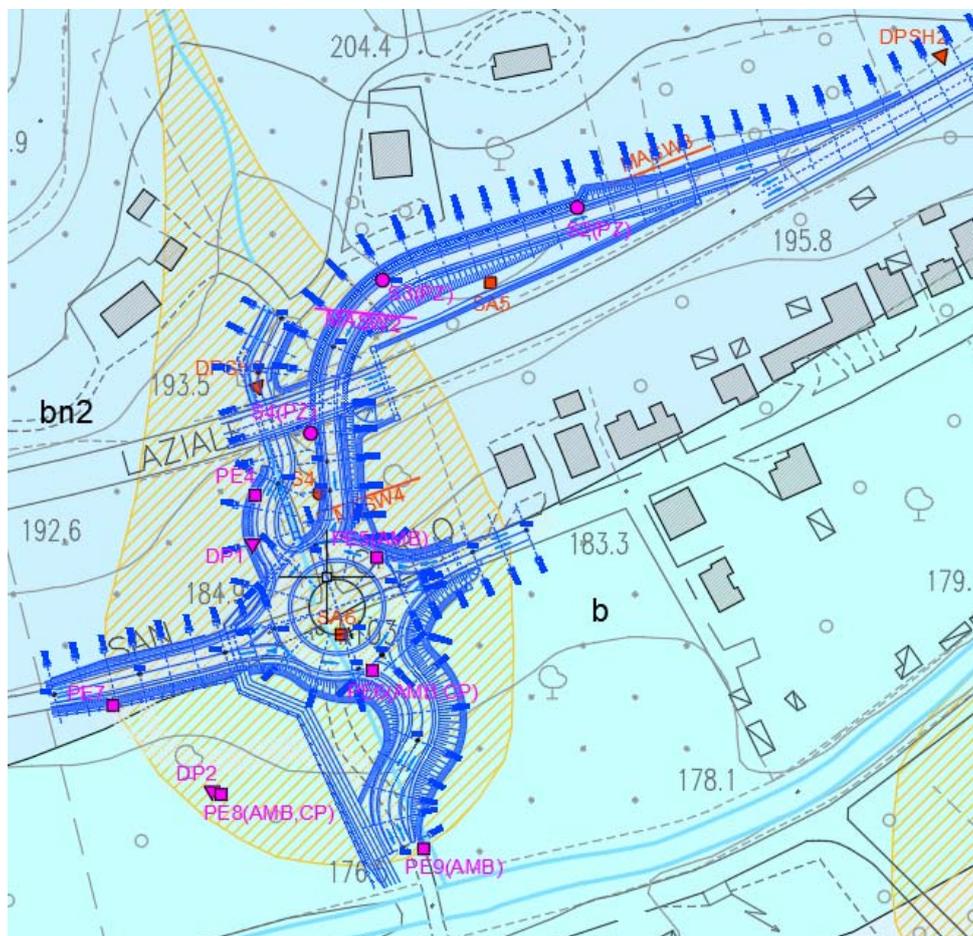


Fig. 5.2 – Stralcio della Carta geologica riguardante il nodo B con ubicazione delle indagini geognostiche (f.s.)

I terreni sui quali si sviluppano le aree di progetto sono riconducibili quasi integralmente alle seguenti formazioni:

- per il nodo A i terreni sono riferibili a sedimenti costituiti da: **“b” Depositi continentali quaternari alluvionali** dati da sedimenti di conglomerati sabbiosi-ghiaiosi e limo argillosi (Pleistocene - Olocene). Tali depositi risultano delimitati sia a sud che a nord da depositi alluvionali terrazzati (bn1-bn2);
- per il nodo B, il progetto ricade quasi interamente su **“bn2” Depositi continentali alluvionali terrazzati** dati da depositi ghiaioso - sabbiosi spesso cementati (Pleistocene - Olocene), ed in parte su **“b” Depositi continentali quaternari alluvionali**.

5.3. Caratteristiche lito-stratigrafiche dei terreni rilevate nei sondaggi geognostici

L'esecuzione delle indagini geognostiche, in particolare i sondaggi eseguiti a carotaggio continuo hanno consentito di avere informazioni in merito ai litotipi caratterizzanti i siti di intervento.

Di seguito si descrive la litostratigrafia rilevata nei sondaggi a carotaggio eseguiti nelle campagne di indagini che hanno interessato il nodo A ed il nodo B, e succedutesi a partire dal 2002, 2016 e l'ultima nell'ottobre 2020.

In particolare il **nodo A** è stato interessato dai seguenti sondaggi:

Anno 2002 - S1_Pz, S2_Pz ed S3;

Anno 2020 – S1_Pz.

Il **nodo B** dai seguenti sondaggi:

Anno 2016 – S4;

Anno 2020 – S2pz, S3Pz ed S4Pz.

❖ Nodo A

Di seguito si riportano le stratigrafie dei sondaggi relative al 2002 ed al 2020.

- Anno 2002

Sondaggio S1_Pz (m 15,00)

m 0,00 – 1,80	Terreno vegetale e di riporto (pacchetto stradale)
m 1,80 – 8,30	Ghiaia costituita da clasti calcarei arrotondati e brecciati mediamente addensati, diametro variabile da pochi mm a 7 – 8cm in matrice sabbiosa. Presenza di rari frammenti di laterizi compresi tra le quote di 3,5m e 4,5m da p.c..
m 8,30 – 14,10	limo sabbioso di colore marrone con inclusi abbondanti clasti calcarei arrotondati.
m 14,0 – 15,0	Breccia costituita da clasti calcarei mm e cm in rara matrice limo

sabbiosa di colore marrone.

Sondaggio S2_Pz (m 17,00)

- m 0,00 – 1,00 Terreno vegetale costituito da matrice sabbiosa con immersi clasti mm e cm di natura calcarea;
- m 1,00 – 3,00 Ghiaia costituita da clasti di natura calcarea evoluti in matrice sabbiosa di colore marrone;
- m 3,00 – 17,0 Conglomerato costituito da clasti calcarei cm e locali ciottoli di natura calcarea, immersi in matrice sabbiosa di colore marrone avana.

Sondaggio S3_Pz (m 15,00)

- m 0,00 – 0,60 Terreno vegetale costituito da matrice sabbiosa di colore con immersi clasti mm e cm di natura calcarea;
- m 0,60 – 2,80 Ghiaia costituita da clasti di natura calcarea evoluti in matrice sabbiosa di colore marrone;
- m 2,80 – 15,0 Conglomerato costituito da clasti calcarei cm e locali ciottoli di natura calcarea, immersi in matrice sabbiosa di colore marrone avana.

- Anno 2020

Sondaggio S1_Pz (m 18,00)

- m 0,00 – 0,10 Terreno di riporto (pacchetto stradale)
- m 0,10 – 4,30 Rilevato stradale costituito da ciottoli eterometrici ed eterogenei a spigoli vivi in matrice limo sabbiosa di colore avana;
- m 4,30 – 7,50 Suolo residuale costituito da una matrice argillosa marrone rossiccia con immersi ciottoli calcarei riferibili alla formazione della Corniola;
- m 7,50 – 16,30 Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, costituiti da clasti calcarei a vario grado di evoluzione (riferibili al Sub sistema di

Collefranco-Montescipoli);
m 16,30 – 18,00 Formazione della Corniola, porzione più superficiale molto
fratturata.

❖ **Nodo B**

Di seguito si riportano le stratigrafie dei sondaggi relative al 2016 ed al 2020.

- Anno 2016

Sondaggio S4 (m 10,00)

m 0,00 – 0,60 Terreno vegetale marrone scuro con resti di e ghiaia poligenica
arrotondata;
m 0,60 – 3,60 Ghiaia sub arrotondata con ciottoli di natura calcarea, in
matrice limo sabbiosa marrone chiara;
m 3,60 – 5,50 Limo sabbioso argilloso da marrone a giallo chiaro
m 5,50 – 9,60 Ghiaia limo-sabbiosa debolmente cementata;
m 9,60 – 10,0 Argilla limosa marrone con screziature grigiastre.

- Anno 2020

Sondaggio S2_Pz (m 20,00)

m 0,00 – 0,30 Terreno vegetale costituito da sabbie medie debolmente
limose di colore marrone chiaro
m 0,30 – 1,20 Suolo residuale probabilmente derivante dalla dissoluzione dei
calcarei costituito da una matrice argillosa marrone rossiccio,
con immersi ciottoli calcarei di colore bianco a spigoli vivi
eterometrici.
m 1,20 – 20,0 Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, costituiti da clasti
calcarei a vario grado di evoluzione (riferibili al Sub sistema di
Collefranco-Montescipoli).

Sondaggio S3_Pz (m 20,00)

m 0,00 – 0,50 Terreno vegetale costituito da sabbie medie debolmente limose

di colore marrone chiaro;
m 0,50 – 20,0 Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, costituiti da clasti calcarei a vario grado di evoluzione (riferibili al Sub sistema di Collefranco-Montescipoli).

Sondaggio S4_Pz (m 30,00)

m 0,00 – 0,40 Terreno vegetale costituito da sabbie medie debolmente limose di colore marrone chiaro;

m 0,40 – 1,60 Suolo residuale probabilmente derivante dalla dissoluzione dei calcari costituito da una matrice argillosa marrone rossiccio, con immersi ciottoli calcarei di colore bianco a spigoli vivi eterometrici.

m 1,60 – 30,0 Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, conglomerati poco coerenti a clasti calcarei a vario grado di evoluzione (riferibili al Sub sistema di Collefranco-Montescipoli).

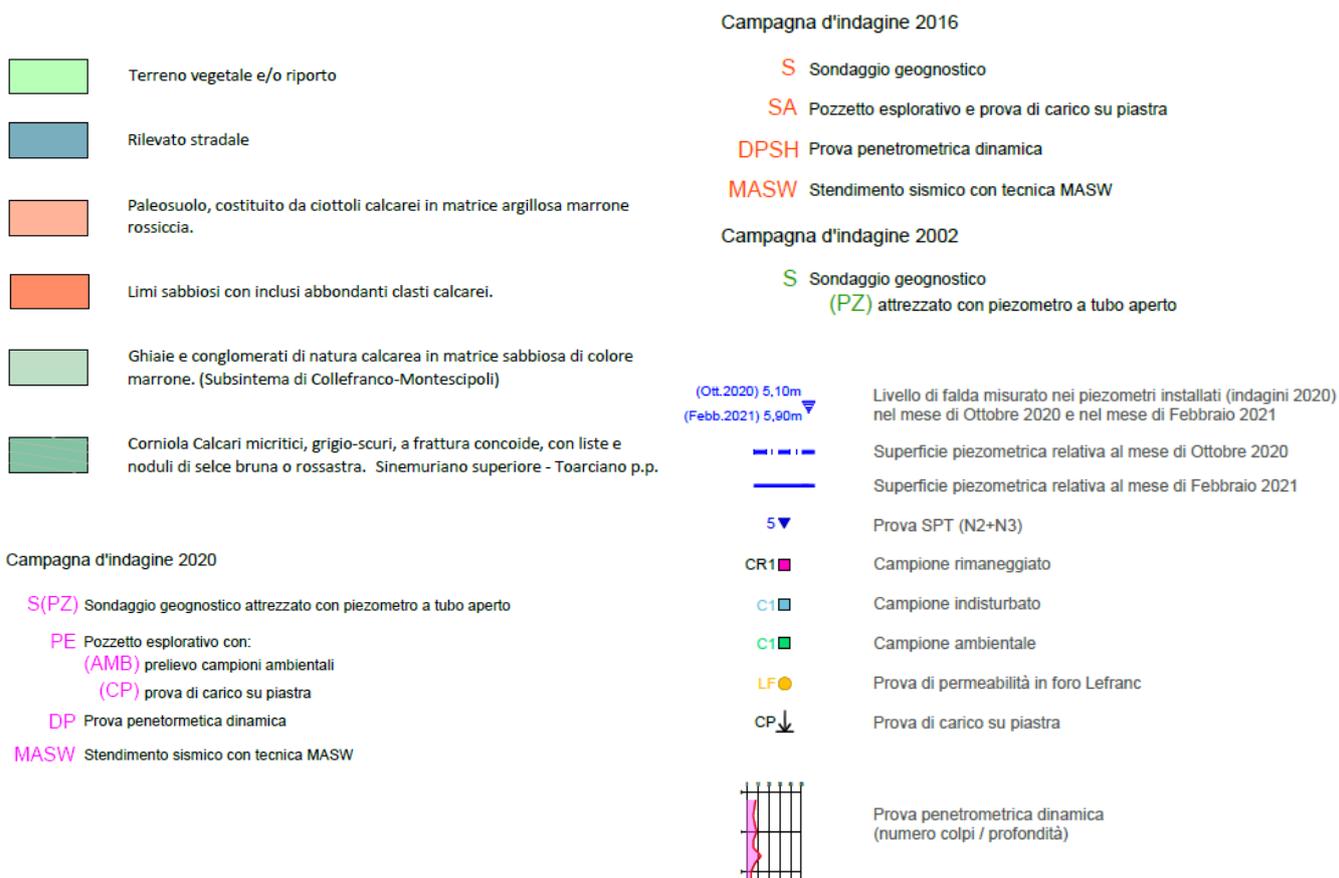
5.4. Modello geologico dei terreni nell'area di progetto

Relativamente al nodo A, i n. 4 sondaggi considerati evidenziano la presenza, al di sotto di uno strato contenuto di terreno vegetale e/o di riporto di un livello costituito da ghiaie ad elementi calcarei evoluti riferibile al rilevato stradale. Al di sotto di tale livello si incontra la presenza generalizzata di sedimenti costituiti da materiali ghiaioso – conglomeratico di natura calcarea riferibili al sub sistema di Collefranco – Montescipoli. Si evidenzia inoltre la presenza, in corrispondenza del sondaggio S1_PZ del 2020 di un livello interpretato come suolo residuale proveniente dalla dissoluzione dei calcari, localizzato al di sotto del rilevato stradale per profondità comprese tra -4,0m e -7,5m. Mentre nel sondaggio S1_Pz del 2002 si evidenzia la presenza di un livello di limo sabbioso con inclusi clasti calcarei arrotondati. Sempre nel sondaggio S1_Pz del 2020 si evidenzia la presenza, al di sotto delle ghiaie e del conglomerato riferibili al sub sistema di Collefranco – Montescipoli, di sedimenti litoidi di natura calcarea riferibili alla formazione della Corniola.

Mentre per quanto riguarda il nodo B i sondaggi evidenziano la presenza, al di sotto di uno spessore contenuto di terreno vegetale, di ghiaie e conglomerati riferibili sempre al

sub sistema di Collefranco – Montescipoli, formazione che si estende per tutta la profondità di carotaggi. I sedimenti alluvionali si sono riscontrati fino alle massime profondità raggiunte dalle indagini, con un valore massimo di 30 m (S4_Pz della campagna indagini 2020).

Le successive figure illustrano la legenda e gli stralci in scala ridotta dei profili longitudinali riguardanti il nodo A ed il nodo B costruite attraverso l'area di progetto (Figure 5.3-5.4). I profili geologici rappresentano, in sintesi, tutte le conoscenze acquisite nell'area di progetto attraverso le indagini eseguite, quindi il modello geologico del sottosuolo.



PROFILO LONGITUDINALE ASSE "A1"

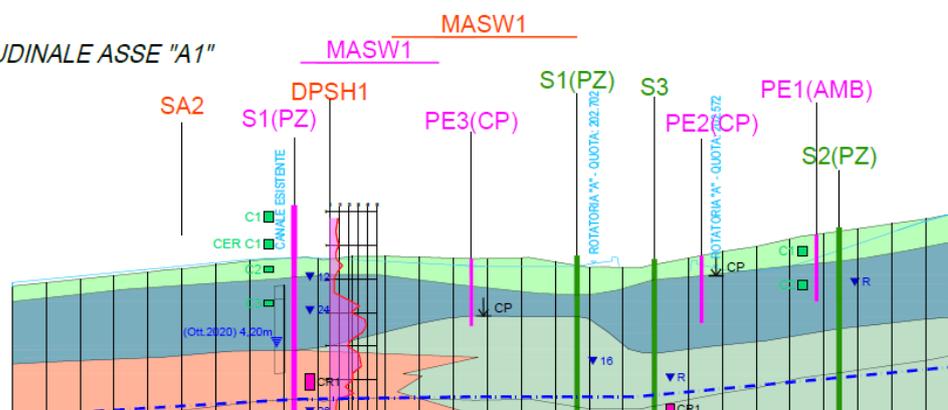


Fig. 5.3 – Profilo geologico longitudinale “Nodo A” con ubicazione delle indagini geognostiche (f.s.)

PROFILO LONGITUDINALE ASSE "B1"

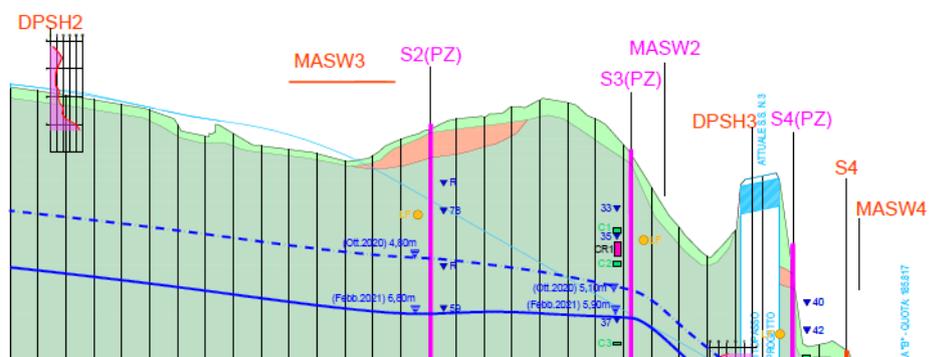


Fig. 5.4 – Profilo geologico longitudinale “Nodo B” con ubicazione delle indagini geognostiche (f.s.)

6. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA DI PROGETTO E SISMICITA' STORICA

Si riportano di seguito le principali caratteristiche sismiche del territorio compreso nel Comune di Terni in cui ricadono gli interventi di progetto. Le informazioni in merito sono state tratte dal sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

6.1 Caratteristiche sismiche del territorio di studio

Per il territorio del Comune di Terni, quindi della località di Collelicino – San Carlo dove sono compresi gli interventi oggetto della presente, l'analisi delle massime intensità macroscopiche osservate nella provincia di Terni, rileva che il comune è caratterizzato da un'intensità macrosismica pari $I_{max} = 9$, dato tratto dal catalogo delle "Massime Intensità macrosismiche osservate nella provincia di Terni", informazione e planimetria accanto, tratte dal sito della INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Il territorio è stato interessato nel tempo da numerosi eventi sismici di rilevante intensità legati direttamente all'orogenesi appenninica. Attualmente nel sito web dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) è possibile consultare il DBMI, *Database Macrosismico Italiano 2015*, il quale permette di visionare la storia sismica delle località italiane presenti con almeno tre eventi fino all'anno 2017.

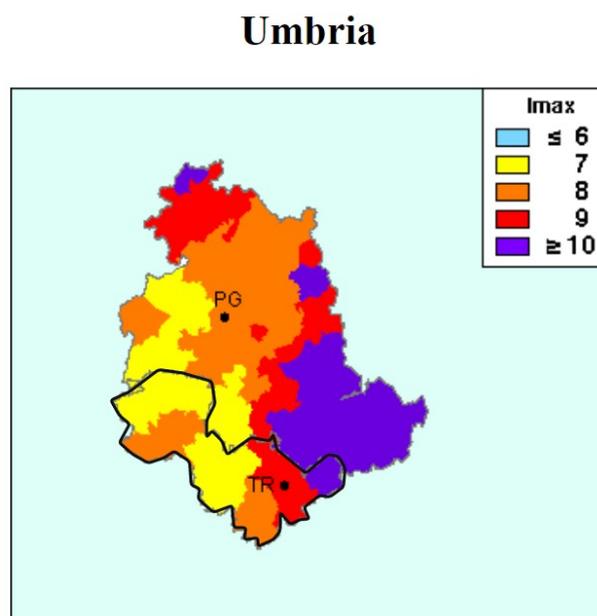


Fig.6.1 – Massime intensità macrosismiche Umbria

Di seguito è riportato un elenco non esaustivo dei maggiori terremoti storici con massima intensità avvertita nel territorio del Comune di Terni e di comuni limitrofi. Il seguente elenco relativo alla sismicità storica che ha coinvolto il territorio comunale in

ANAS S.p.A.
LAVORI URGENTI DI ADEGUAMENTO DELLO SVINCOLO
A RASO DI SAN CARLO
Relazione Geologica

File: T00_GE00_GEO_RE03_B

Data: Giugno 2021

Pag. 29 di 36

oggetto è tratto dal database macrosismico dell'INGV – **DBMI15**, che riporta dati riferiti ad un periodo temporale che va dall'anno 1.000 all'anno 2017.

Terni

PlaceID	IT_50252	Provincia	Terni
Coordinate (lat, lon)	42.562, 12.647	Regione	Umbria
Comune (ISTAT 2015)	Terni	Numero di eventi riportati	97

Effetti		In occasione del terremoto del				
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw	
6-7	1349 09 09 08 15	Viterbese	9			
NF	1639 10 07	Monti della Laga	39	9-10	6.21	
F	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92	
7	1751 06 11	Ternano	8	7	5.12	
5	1751 07 27 01	Appennino umbro-marchigiano	66	10	6.38	
7	1785 10 09 03 15	Monti Reatini	33	8-9	5.76	
6	1792 07 20	Ternano	9	6-7	5.06	
F	1854 01 17 09	Narni	6	5-6	4.71	
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85	
2	1874 02 24 06 52	Aquilano	26	6-7	5.12	
F	1876 05 22 00 30	Spoletto	14	5-6	4.57	
4	1878 09 15 07 20	Valle Umbra	34	8	5.46	
5	1881 03 11 22 50	Valle Umbra	15	5	4.51	
3	1882 05 26 04 15	Cascia	16	5	4.45	
5	1885 06 17 22 34	Monti Reatini	9	7	4.9	
4-5	1893 08 02 00 59	Valnerina	84	5-6	4.55	
5	1895 05 20 15 32 57.00	Valle Umbra	27	5-6	4.49	
4	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5.11	
4	1895 11 01	Campagna romana	94	6-7	4.83	
5	1896 01 06 15 59	Narni	13	5	4.08	
NF	1897 01 19 19 20	Poggiodomo	19	6	4.68	
6	1898 06 27 23 38	Reatino	186	8	5.5	
F	1904 02 24 15 53 26.00	Marsica	56	8-9	5.68	
NF	1904 06 20 01 24	Assisi	24	5	4.1	
NF	1904 09 02 11 21	Maceratese	59	5-6	4.63	
F	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4.75	
NF	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36	
6	1909 02 06 08 05	Ternano	12	5	4.16	
NF	1909 10 01 01 08	Spoletto	8	5-6	4.4	
NF	1910 06 29 13 52	Valnerina	58	7	4.93	
NF	1911 01 18 06 52	Lugnano in Teverina	19	6	4.42	
NF	1911 04 10 09 43	Colli Albani	79	6	4.74	
6-7	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08	
6	1915 11 11 03 41	Ternano	16	6	4.53	
65	1917 02 05 04 08.00	Gran Sasso	386	7-8	5.08	
35	1919 10 08 06 19 16	Gran Sasso	142	6-7	5.22	
NF	1921 03 23 08 14.00	Colleferata	38	5	4.59	
NF	1925 03 07 16 20	Valnerina	62	5	4.16	
2-NF	1937 04 09 09 04 07.00	Valle Umbra	58	6-7	4.58	
52	1960 03 16 01 52 48.00	Monti della Laga	83	5-6	4.56	
45	1960 04 23 11 14	Monti Reatini	106	7-8	4.99	
45	1960 07 11 14 08.00	Monti Reatini	35	7-8	4.24	
4-5	1960 07 18 04 07	Monti Reatini	33	6-7	4.52	
4-6	1960 07 20 23 09	Monti Reatini	27	6-7	4.68	
3	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8	5.09	

Dove:

Tab.6.1 – Elenco dei principali eventi sismici che hanno interessato il territorio di Terni

Np) - Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto,

Io) - Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg;

Mw) – Magnitudo momento.

Si riporta di seguito istogramma con i principali eventi sismici in funzione della intensità e della cronologia temporale.

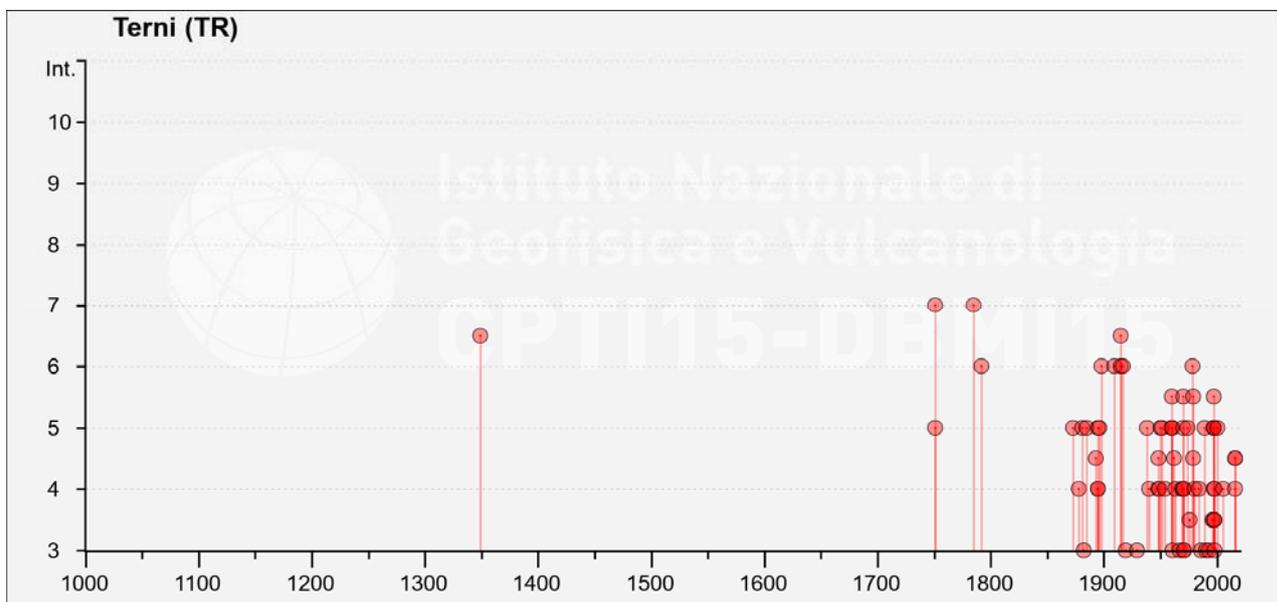


Fig.6.2 – Grafico riportante i valori delle massime intensità macrosismiche registrate (1348 – 2016)

La figura 6.2 rappresenta il diagramma della storia sismica del territorio comunale Terni; come è evidente l'intensità massima locale registrata non supera il *grado 7* della scala Mercalli Cancani Sieberg (MCS). Nella seguente tabella sono riportati alcuni eventi più significativi caratterizzati da una intensità sismica ≥ 6 e magnitudo momento ≥ 5 .

Data	Area Epicentrale	Intensità sismica	Magnitudo
------	------------------	-------------------	-----------

		(grado MCS)	momento (Mw)
13 gennaio 1915	Marsica	6-7	7.08
12 maggio 1917	Friuli - Slovenia	6	5.03
26 maggio 1970	Ternano	5-6	4.37
19 settembre 1979	Valnerina	5-6	5.83
26 settembre 1997	Appennino Umbro Marchigiano	5-6	5.97

Tab.6.2 – Principali eventi sismici che hanno interessato il territorio

Facendo riferimento alla documentazione dell'INGV, consultabile nel sito relativo, nella figura seguente è riportato uno stralcio della mappa del *DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) versione 3.2.1*, in cui sono mostrati i sistemi di faglie attive individuate nel territorio del Comune di Terni in prossimità dell'area in oggetto.

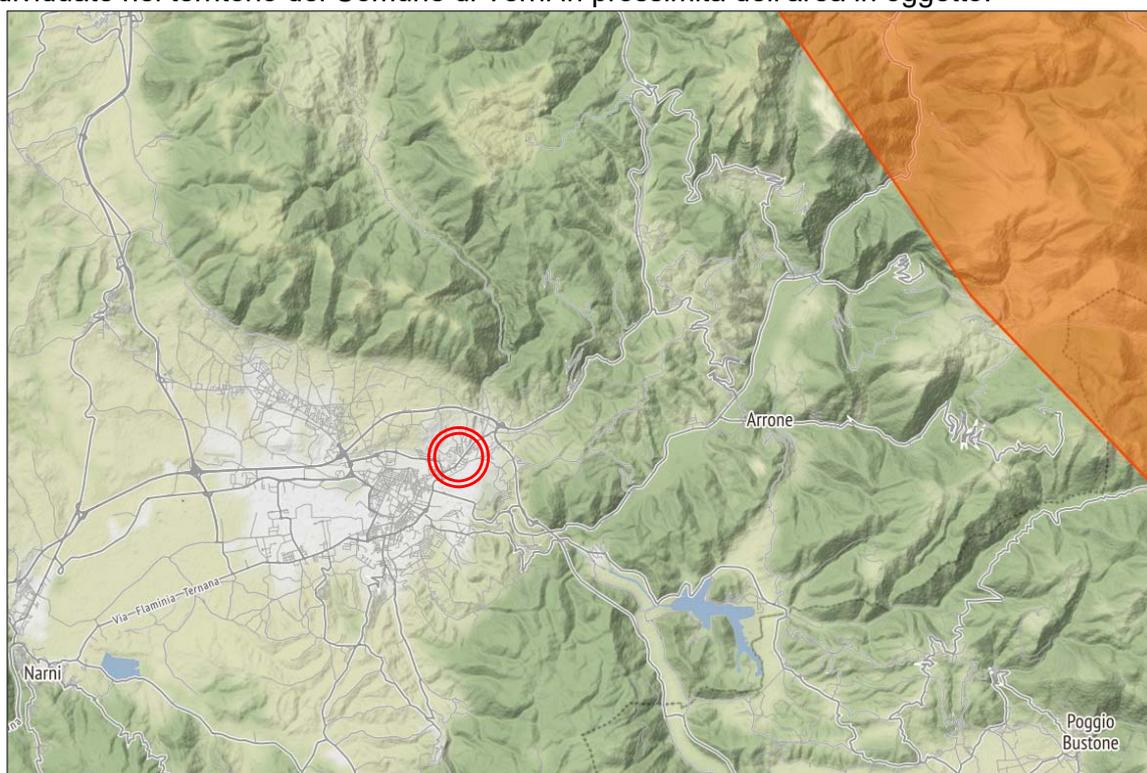


Fig.6.3 Sistemi di faglie attive nel territorio riguardante il Comune di Terni. Le fasce marroni indicano le aree sismogenetiche composite, i riquadri arancio le sorgenti sismogenetiche individuali e i tratti rossi le faglie sismogenetiche. Nel cerchio rosso l'area oggetto di studio (da DISS version 3, al sito <http://diss.rm.ingv.it/diss/>)

Come risulta dalla mappa soprastante, l'area di progetto non è interessata da nessuna

sorgente sismogenetica composita e/o da fonte sismogenetica individuale.

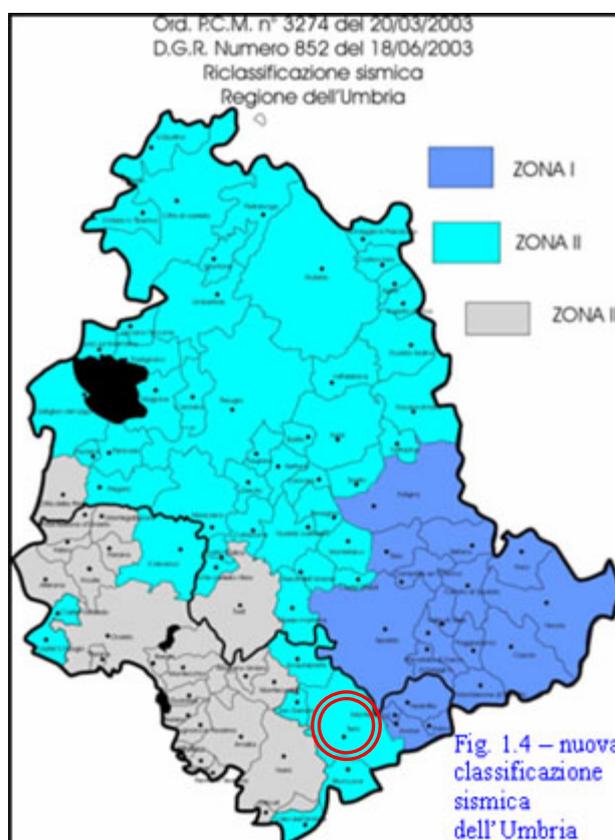
6.2 Classificazione sismica del territorio di studio

Il territorio in cui ricade il comune di Terni ed il sito di progetto è classificato dal punto di vista sismico in **zona sismica 2**, “Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti”, caratterizzata da accelerazione [a_g] con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresa tra $0,15 < a_g \leq 0,25 g$. La zona sismica è riportata 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).

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.

 Area di interesse (comune di Terni)

Fig.6.4 – Allegato alla D.G.R. n.1111 del 18 settembre 2012 - Classificazione sismica della Regione Umbria



Con riferimento alla classificazione sismica del territorio basata sulla pericolosità, nella tabella seguente è riportata la suddivisione delle zone sismiche in rapporto all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	ag >0,25
2	0,15 <ag≤ 0,25
3	0,05 <ag≤ 0,15
4	ag ≤ 0,05

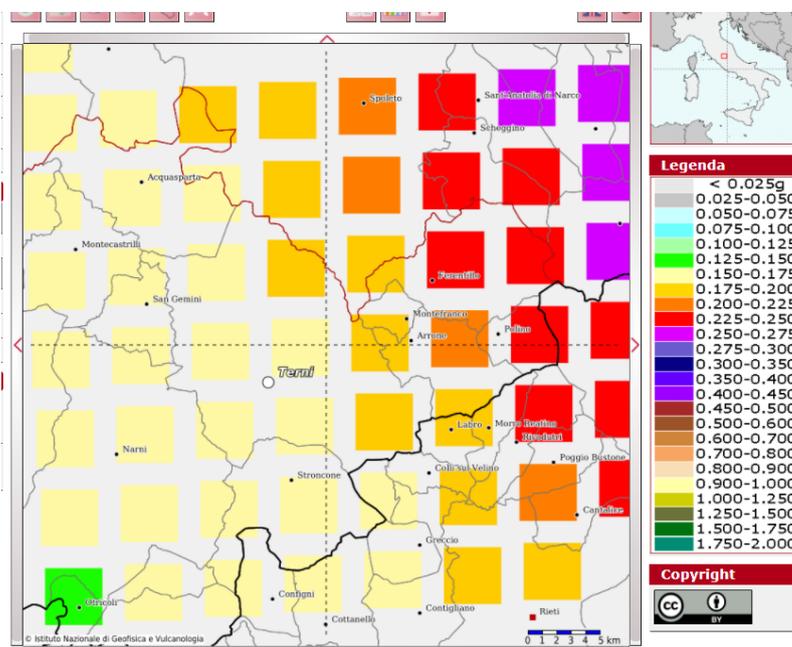
Tab.6.3 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

Nella figura seguente è riportato per il sito di riferimento, il dettaglio locale della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (*Mappa interattiva di pericolosità sismica* tratta dal sito web dell'INGV), per la determinazione della pericolosità sismica locale, individuato sulla base delle coordinate geografiche del sito: Lat. 42,583° N; Long. 12,697° E.

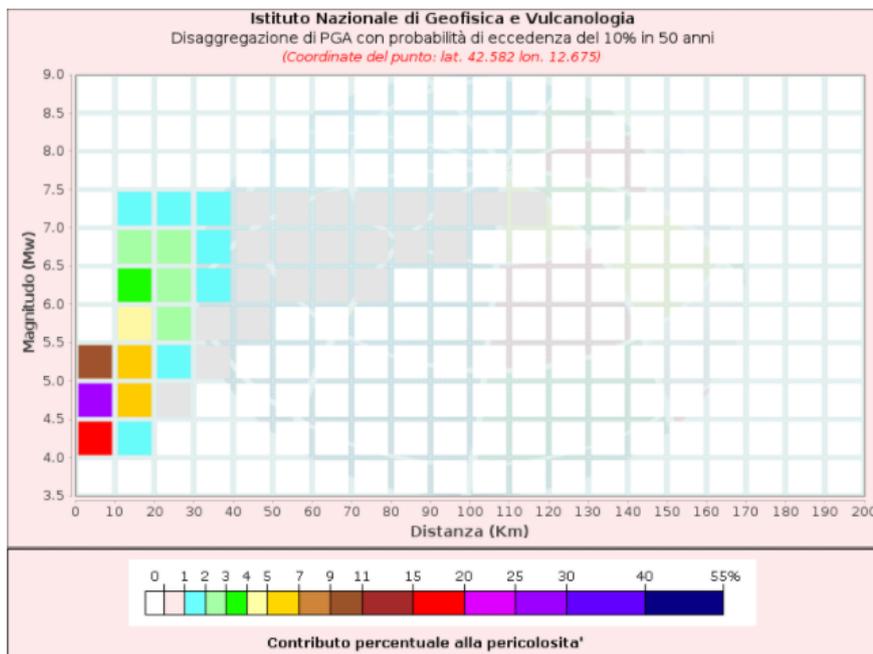
Dalla seguente tabella relativa alla pericolosità sismica si evince che l'area del Comune di Terni in cui è ubicato il sito di progetto, è posta all'interno della fascia di pericolosità con $a_g = 0,150-0,200$.

Mediante una delle funzioni della mappa interattiva è possibile ottenere il grafico e la tabella di disaggregazione del valore di a(g), per il calcolo percentuale del contributo alla pericolosità sismica in base alla magnitudo e alla distanza dall'epicentro, come riportato negli stralci seguenti.

Fig.6.5 – INGV – Stralcio “Mappa interattiva di pericolosità sismica del territorio nazionale”
Comune di Terni loc. Collelicino – San Carlo (Tr)



*Fig.6.6 – (INGV) –
 Grafico
 Magnitudo - Distanza*



*Tab.6.4 – (INGV)
 - Tabella della
 disaggregazione
 sismica del valore
 a(g)*

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.582 lon. 12.675)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	19.6000	26.9000	9.5400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.9200	6.0200	6.2000	4.1100	3.7700	2.4800	1.1900	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.1700	1.3500	2.2800	2.9000	2.4200	1.4600	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0458	0.5980	1.2700	1.3900	1.0300	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0615	0.4820	0.7420	0.6560	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1240	0.3810	0.4060	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0144	0.1230	0.1660	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0334	0.0712	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072	0.0330	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0143	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.22	12.1	1.21

Come risulta dalla tabella precedente, i valori medi calcolati per il territorio comunale sono:

- **Magnitudo = 5,22;**
- **Distanza Epicentrale = 12,1 km.**

6.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Sulla base dei risultati delle indagini geofisiche condotte e illustrate nell'elaborato di progetto **T00_GE00_GEO_RE04_A "Relazione Sismica"**, in base ai valori registrati di velocità equivalente $V_{S,E}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, è possibile definire la categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC2018 così come segue:

Indagine sismica	$V_{S,E}$ (m/s)	Profondità bedrock sismico (m)	Categoria di sottosuolo
MASW01	579	21,70	B
MASW02	658	21,20	B

Tab. 6.5 – Categoria di sottosuolo in base alle NTC 2018

Dalla precedente tabella si evince quindi che come categoria di sottosuolo di riferimento per le valutazioni strutturali e geotecniche è da considerarsi la **categoria di sottosuolo di tipo B**, cioè:

“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS compresi tra 360 m/s e 800 m/s.”.

Inoltre, per quanto concerne le condizioni topografiche, in base alla classificazione riportata nella Tab. 3.2.III allegata al punto 3.2.2 delle NTC2018 ed in base alle caratteristiche topografiche del sito, l'area di progetto rientra nella categoria **T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$** .