



CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

AREA SVILUPPO DELLE INFRASTRUTTURE
SETTORE STRADE, SICUREZZA E CICLOVIE

STRADA

S.P. n° 59 "MONZUNO"

LAVORO

**LAVORI DI SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO
DELLA SEDE STRADALE E DELLE SCARPATE DI
MONTE E DI VALLE COLPITI DAGLI EVENTI
METEOROLOGICI DI SETTEMBRE 2024, LUNGO LA
S.P. 59, COMUNE DI LOIANO E MONZUNO**

ELABORATO

RELAZIONE
GEOLOGICA

IMPRESA



ZACCARIA COSTRUZIONI s.r.l.

Via Ponticello, 154
41055 Montese (MO)

PROGETTAZIONE

Ing. Massimo Piacentini

Via Giardini Sud, 129
41026 Pavullo nel Frignano (MO)
Cell. 3387832384
E-Mail piaing.mp @ libero.it

IL RESPONSABILE UNICO DI PROGETTO

Ing. Lucia Molica-Franco

B

TAVOLA

A

OTT. 2024

EMISSIONE

R4

REV.

DATA

MODIFICA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 1
KM 11+880 ciglio di valle

Relazione geologica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

**PIACENTINI ING.
MASSIMO**

Redatto da:




Fornitori:



Codice Cliente:


Codice interno: 24.1859

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Unità Liguri - Formazione di Monghidoro (MOH) _____	8
	4.2.2. Unità Liguri - Formazione di Monte Venere (MOV) _____	9
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	10
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	11
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	12
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	15
	5.1. Quadro macrosismico _____	15
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	16
6.	CONCLUSIONI _____	19

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1859 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 19 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°1 prevederà: la realizzazione di un muro in cemento armato di H=2 m e L=55 m la cui fondazione poggerà su pali con d=60 cm con interasse pali di 3 m ogni fila e L=8 m; dreni suborizzontali; riprofilatura della strada; la realizzazione di una cunetta in cemento armato da sopra curva a attraversamento; controllo attraversamento; la realizzazione di un arginello sul ciglio di valle con scarico acqua in tubazione esistente. L'intervento sarà ubicato in località Lodole, tra i centri abitati di Monzuno e Bibulano (figura 1) e nel dettaglio in corrispondenza della progressiva chilometrica 12 (KM 11+880 ciglio di valle) (figura 2).





Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°1.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), una a valle e una a monte del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- Prelievo di un campione indisturbato di terreno;
- Prove di laboratorio geotecnico;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237123 nome elemento "Monte Venere"

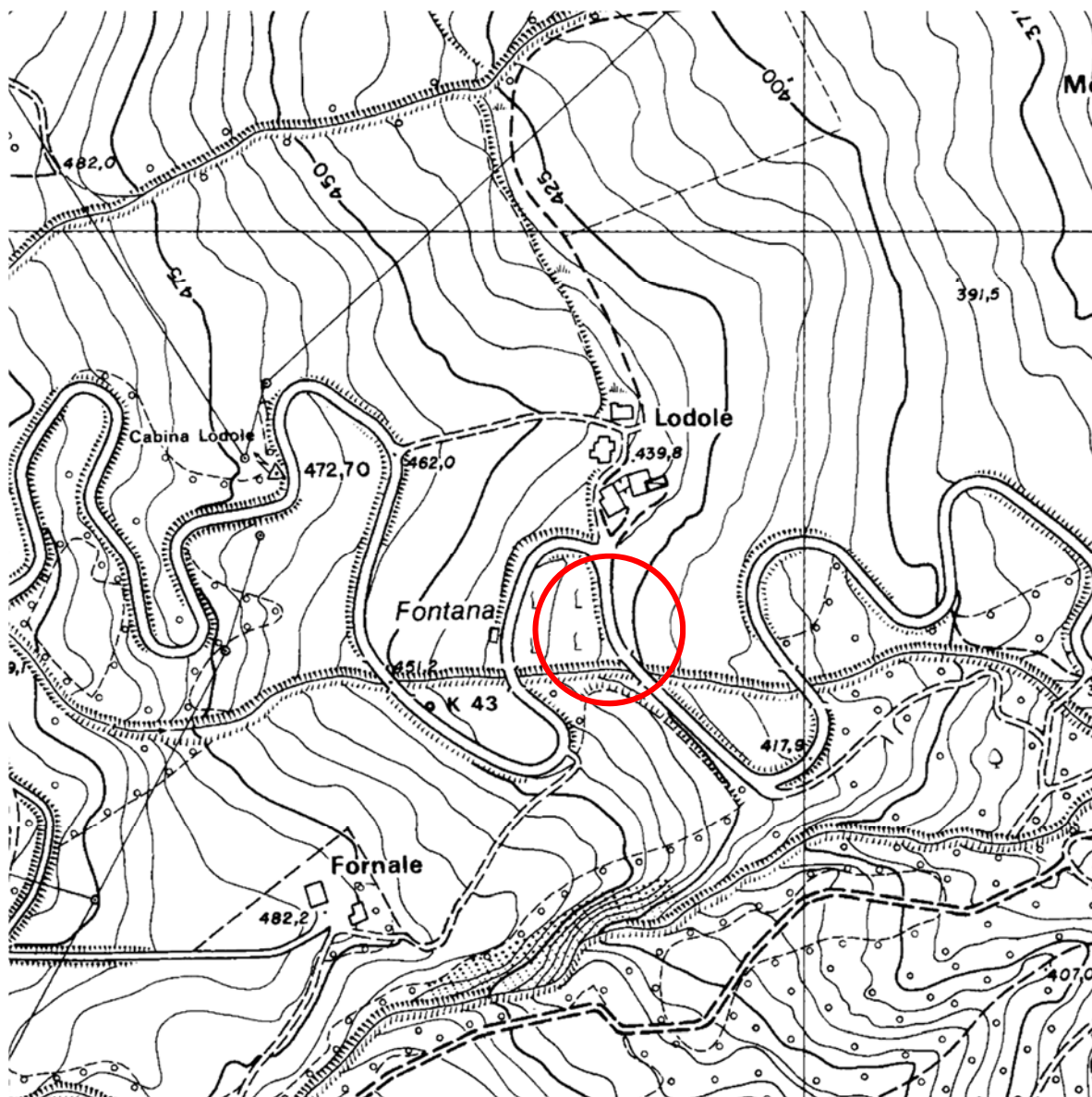



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°1 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

Nell'area dell'intervento n°1 affiorano rocce riferite alle Unità Liguri, formate da sedimenti di mare profondo originatisi in un intervallo di tempo compreso tra il Cretacico superiore e il Paleocene. Si tratta di successioni sedimentarie nettamente stratificate, caratterizzate da un'alternanza di strati calcarei, arenacei e manoso-argillosi.

Durante il Cretacico superiore e il Paleocene, i fondali marini erano caratterizzati da profondità molto diverse ed erano particolarmente depressi a oriente del protoappennino. I sedimenti che si posano "di norma" sui fondali marini collocati a profondità elevate sono i finissimi fanghi abissali, che decantano con estrema lentezza, spesso accompagnati da una "pioggia" formata dai gusci degli organismi planctonici morti. La sedimentazione abissale può però essere alimentata dai materiali portati da particolari tipi di correnti marine profonde, chiamate correnti di torbida. Si tratta di correnti paragonabili, anche per il tipo di dinamica (correnti di densità), a valanghe di sedimento misto ad acqua, che vengono innescate da fenomeni catastrofici in grado di fornire alla massa idrica una notevole energia, provocando la messa in sospensione di grossi volumi di sedimento, già depresso in precedenti processi di sedimentazione. Le correnti di torbida si innescano in seguito a frane sottomarine, improvvise e ingenti piene fluviali o a scosse sismiche, negli ambienti vicini alle terre emerse (piattaforme continentali), in aree quindi ancora sopraelevate rispetto alle zone più profonde di un bacino, e dotate quindi di una certa energia "di rilievo".

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico strutturale della zona in esame è quello tipico dell'appennino in cui il substrato è dato dai materiali delle Unità liguri, con declivi mediamente dolci e improvvisi cambi di pendenza in corrispondenza di elementi litoidi maggiormente consistenti.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°1, sono la Formazione di Monghidoro (MOH) e la Formazione di Monte Venere (MOV), con particolare attenzione sulla prima in quanto di competenza del sito specifico dell'intervento previsto.

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Unità Liguri - Formazione di Monghidoro (MOH)

Si tratta di alternanze torbiditiche arenaceo-pelittiche in strati da sottili a molto spessi e eccezionalmente in banchi plurimetri. Alla base degli strati arenarie medie o fini, più raramente grossolane, grigie o brune, passanti a peliti scure.

Subordinati strati da medi a molto spessi di calcilutiti marnose grigio chiare, a base finemente detritica, più frequenti verso la base. È anche presente una litozona arenacea con $AP \gg 1$ (MOHa).

La carta geologica indica che la stratificazione è a reggipoggio, con direzione NW-SE e immersione a SW.

La giacitura risulta rovesciata.

Potenza circa 1000 m. Contatto graduale sulla Formazione di Monte Venere (MOV).

Età Maastrichtiano superiore – Thanetiano (Selandiano).

4.2.2. Unità Liguri - Formazione di Monte Venere (MOV)

Si tratta di rocce calcareo-marnose a base finemente detritica, in strati da medi a massicci di colore grigio-chiaro con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastri; a queste torbiditi sono alternati pacchi di torbiditi arenaceo - pelitiche grigio-brunastre con rapporto Arenarie/Argille generalmente > di 1 e base arenitica fine o media, a luoghi alterata in giallastro od ocra. La cementazione delle basi delle torbiditi silicoclastiche è variabile, localmente scarsa, specie per le arenarie a grana più grossolana.

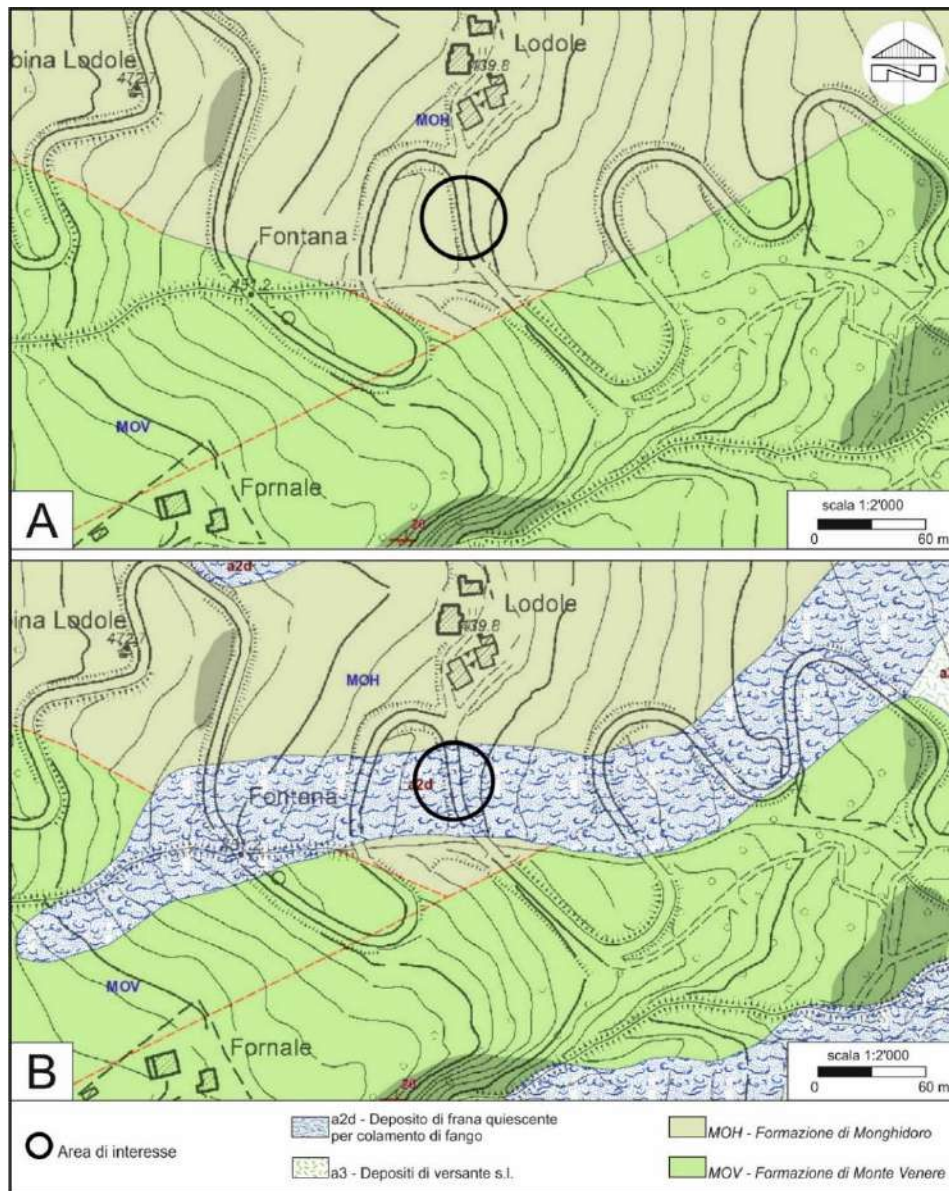



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a SE del centro abitato di Monzuno, ad una quota media di circa 430 m s.l.m.

Tale sito si colloca lungo il versante in sinistra idrografica del Torrente Savena tra il rilievo ad ovest dove sorge il centro abitato di Monzuno e il fondovalle ad est. Tale versante degrada verso NE con pendenze moderatamente acclivi e variabili (pendenze entro i 20° e >20° in corrispondenza dei litotipi più competenti).

L'area indagata è interessata da una copertura di terreni agrari a seminativi, la cui morfologia risulta fortemente controllata dalla facile erodibilità dei materiali pelitici superficiali che trascinati dalle acque di dilavamento, vengono erosi dalle porzioni più elevate dei rilievi e depositate nelle zone di impluvio.

Questi avvallamenti naturali, sede di accumuli detritici, a maggiore permeabilità, a seguito di assorbimento di acque superficiali, tendono frequentemente a mobilizzarsi, in relazione al cinematisimo, in forma di colate o di scivolamento. Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 2B) sono individuabili alcune forme di questi dissesti di cui il più significativo e ricadente all'interno del sito di indagine è riportato dalla sigla *a2d*. Qui di seguito si riportano le descrizioni delle coperture quaternarie.

- **a2d – deposito di frana quiescente per colamento di fango**


Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi. Una volta messo in posto l'accumulo può essere riattivabile con meccanismo prevalente di scivolamento, anche se nella Banca Dati viene mantenuta la tipologia del primo movimento.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane però sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

- **a3 – deposito di versante s.l.**

Materiale eterogeneo ed eterometrico accumulato per gravità e ruscellamento.

Deposito di genesi incerta. Non si esclude che esso sia realmente attribuibile a una frana, tuttavia mancano, almeno in parte, i caratteri morfologici tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato l'accumulo e la sua attribuzione a altre categorie (oltre a depositi di frana anche, eolici, glaciali o periglaciali e soprattutto eluvio-colluviali). Generalmente l'accumulo è costituito da materiale prevalentemente fine, pelitico e/o sabbioso con inclusi lapidei più o meno abbondanti.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dall'attività agricola già esplicitata, con fossi di raccolta delle acque e scoline, realizzati sui terreni agricoli stessi, che convogliano le stesse nei rii (e.g., Rio Maore) che scorrono a nord e a sud del sito di indagini e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna le giaciture nelle aree in affioramento entro la zona di indagine denotano un versante a reggipoggio, con immersione degli strati, anche rovesciati, verso sud-ovest e inclinazioni comprese tra 20° e 30° nel caso specifico del sito di intervento e fino anche a 60° nelle aree adiacenti.

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

- a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;
- b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione

urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavona-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in Figura 3, lo scenario rappresentativo per l'area di interesse risulta essere lo scenario U.I.E. a rischio moderato – R1.

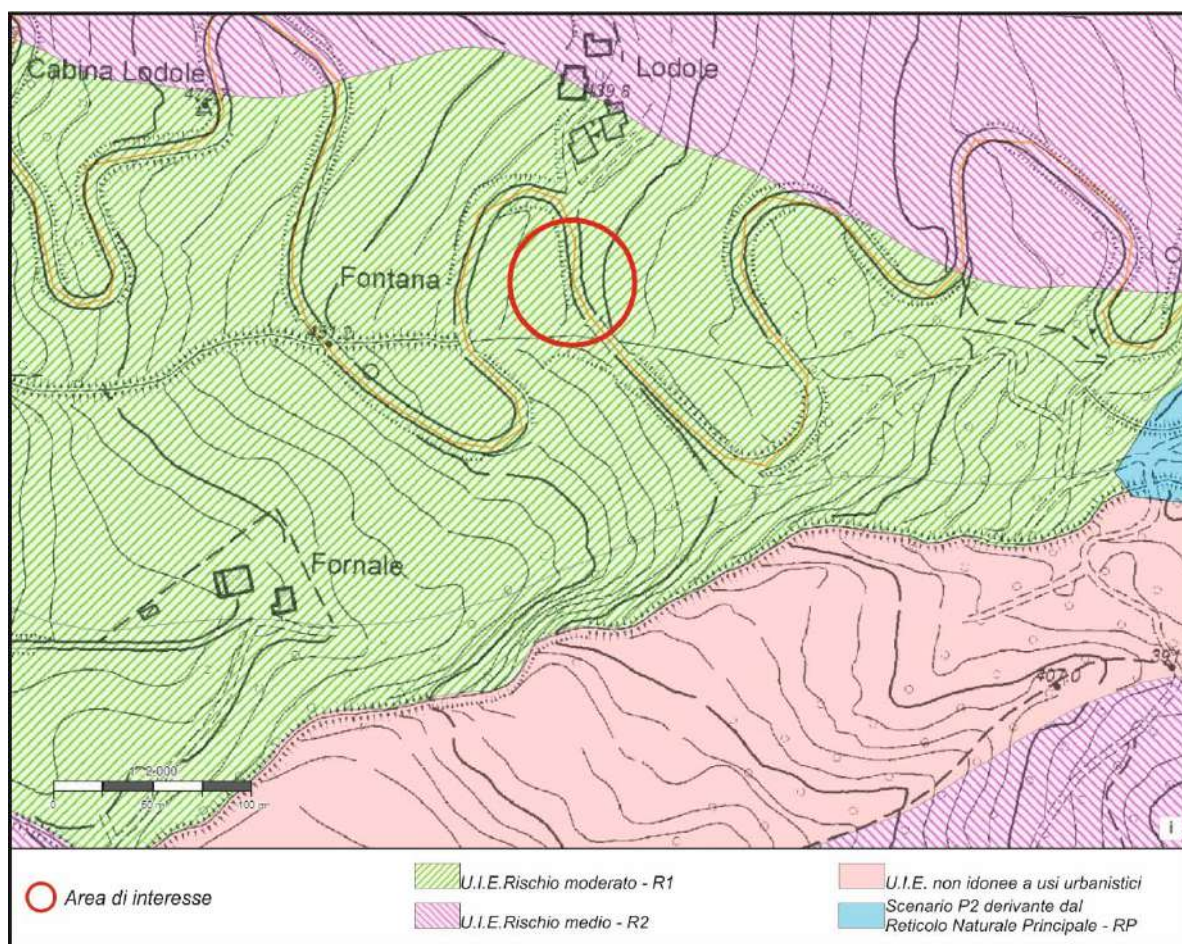



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

4.5. Rischio sismico dell'area

La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività $>50^\circ$.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità

sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

L'area di interesse ricade all'interno di quella che viene definita "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $i \leq 15^\circ$.

Aree potenzialmente non soggette ad effetti locali. Sono comunque richieste indagini per la stima di Vs_{30} . In caso di $Vs_{30} \geq 800$ m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine o approfondimento. In caso di $Vs_{30} < 800$ m/s l'area dovrà essere considerata come N^1 e dovranno essere effettuati gli accertamenti conseguenti".

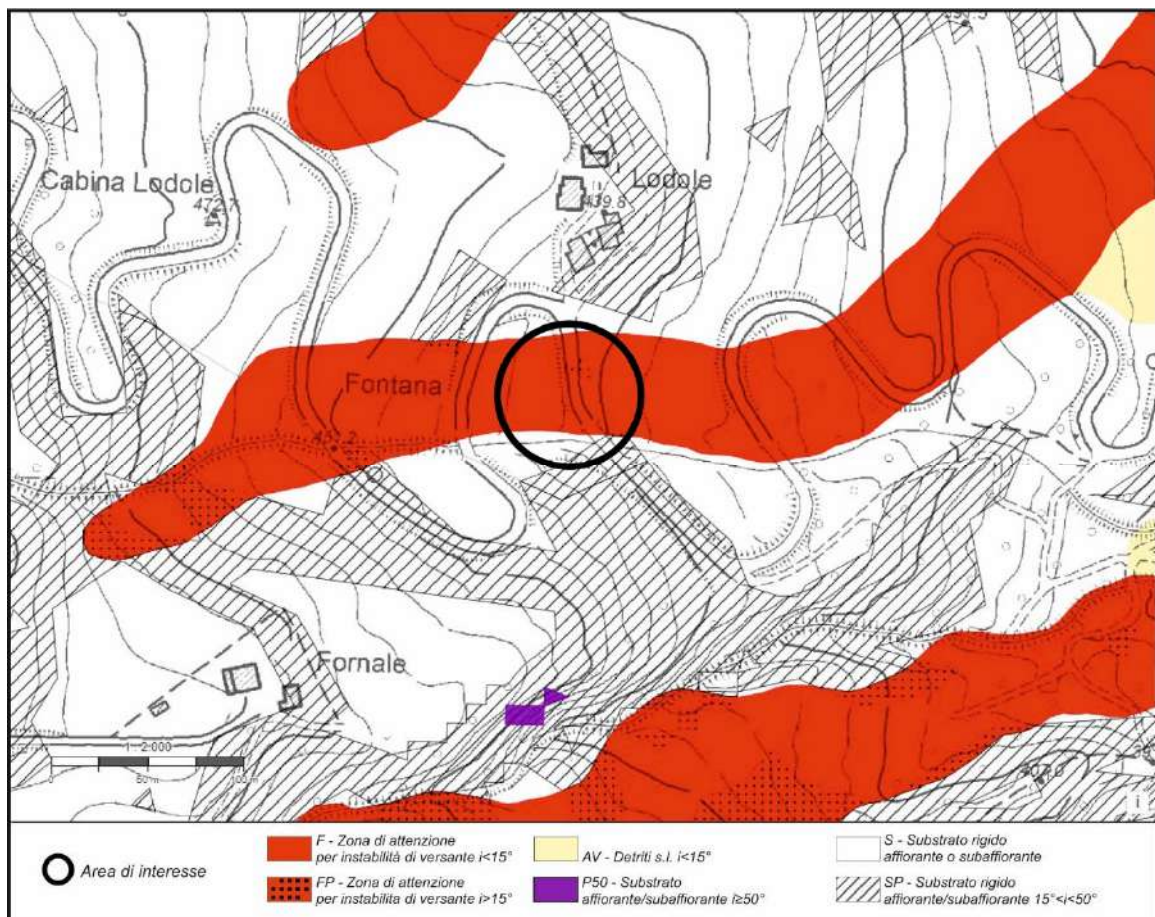



Fig. 5 – Estratto da "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat.44.272784; Lon.11.281491) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,269708

longitudine: 11,28588

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 2419,022

Sito 2 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 3270,531

Sito 3 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 5911,271

Sito 4 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 5487,559

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,484


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,075 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,471
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,167 g
Fo: 2,543
Tc*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,209 g
Fo: 2,571
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,880
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,053
Kv: 0,026
Amax: 1,099
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,570
St: 1,000

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	 <p>GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p>
---	---	---

Kh: 0,092

Kv: 0,046

Amax: 2,376

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,380

Cc: 1,550

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,829

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.268763

longitudine: 11.284890

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide arenaceo riconducibile alla Formazione di Monghidoro (MOH) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti per colamento di fango (a2d).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno di una zona classificata come "zona F- zona di attenzione per instabilità di versante $i < 15^\circ$ ".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 10/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna





REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 2
KM 11+600 – 11+660 ciglio di MONTE

Relazione geologica e sismica


Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente: PIACENTINI ING. MASSIMO	Redatto da:  GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
Fornitori:	

Codice Cliente:


Codice interno: 24.1859

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Unità Liguri - Formazione di Monghidoro (MOH) _____	8
	4.2.2. Unità Liguri - Formazione di Monte Venere (MOV) _____	9
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	10
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	11
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	12
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	16
	5.1. Quadro macrosismico _____	16
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	17
6.	CONCLUSIONI _____	20

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1859 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 20 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°2 prevederà: la realizzazione di un muro in cemento armato di H=3 m e L=50 m con fondazione diretta; una riprofilatura della scarpata di monte.

L'intervento sarà ubicato in località Lodole, tra i centri abitati di Monzuno e Bibulano (figura 1) e nel dettaglio tra la progressiva chilometrica 12 e la progressiva chilometrica 11(KM 11+600 – 11+660 ciglio di MONTE) in località Fontana (figura 2).



Fig. 1 – Ubicazione intervento n°2. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°2.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), una a valle e una a monte del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237123 nome elemento "Monte Venere"

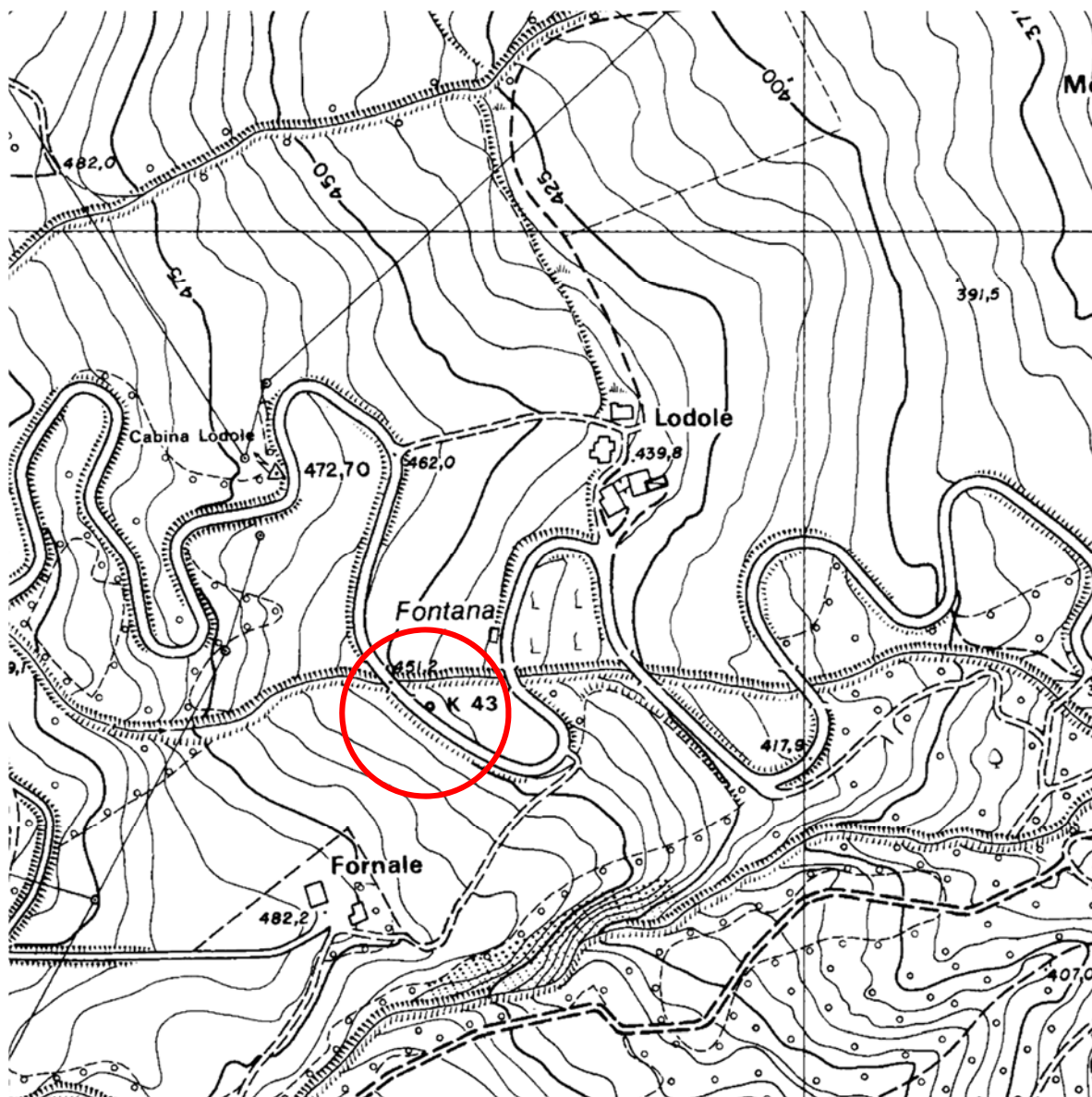



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°2 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

Nell'area dell'intervento n°2 affiorano rocce riferite alle Unità Liguri, formate da sedimenti di mare profondo originatisi in un intervallo di tempo compreso tra il Cretacico superiore e il Paleocene. Si tratta di successioni sedimentarie nettamente stratificate, caratterizzate da un'alternanza di strati calcarei, arenacei e manoso-argillosi.

Durante il Cretacico superiore e il Paleocene, i fondali marini erano caratterizzati da profondità molto diverse ed erano particolarmente depressi a oriente del protoappennino. I sedimenti che si posano "di norma" sui fondali marini collocati a profondità elevate sono i finissimi fanghi abissali, che decantano con estrema lentezza, spesso accompagnati da una "pioggia" formata dai gusci degli organismi planctonici morti. La sedimentazione abissale può però essere alimentata dai materiali portati da particolari tipi di correnti marine profonde, chiamate correnti di torbida. Si tratta di correnti paragonabili, anche per il tipo di dinamica (correnti di densità), a valanghe di sedimento misto ad acqua, che vengono innescate da fenomeni catastrofici in grado di fornire alla massa idrica una notevole energia, provocando la messa in sospensione di grossi volumi di sedimento, già depresso in precedenti processi di sedimentazione. Le correnti di torbida si innescano in seguito a frane sottomarine, improvvise e ingenti piene fluviali o a scosse sismiche, negli ambienti vicini alle terre emerse (piattaforme continentali), in aree quindi ancora sopraelevate rispetto alle zone più profonde di un bacino, e dotate quindi di una certa energia "di rilievo".

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico strutturale della zona in esame è quello tipico dell'appennino in cui il substrato è dato dai materiali delle Unità liguri, con declivi mediamente dolci e improvvisi cambi di pendenza in corrispondenza di elementi litoidi maggiormente consistenti.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°2, sono la Formazione di Monghidoro (MOH) e la Formazione di Monte Venere (MOV), con particolare attenzione sulla seconda in quanto di competenza del sito specifico dell'intervento previsto.

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Unità Liguri - Formazione di Monghidoro (MOH)

Si tratta di alternanze torbiditiche arenaceo-pelittiche in strati da sottili a molto spessi e eccezionalmente in banchi plurimetrici. Alla base degli strati arenarie medie o fini, più raramente grossolane, grigie o brune, passanti a peliti scure.

Subordinati strati da medi a molto spessi di calcilutiti marnose grigio chiare, a base finemente detritica, più frequenti verso la base. È anche presente una litozona arenacea con $AP \gg 1$ (MOHa).

La carta geologica indica che la stratificazione è a reggipoggio, con direzione NW-SE e immersione a SW.

La giacitura risulta rovesciata.

Potenza circa 1000 m. Contatto graduale sulla Formazione di Monte Venere (MOV).

Età Maastrichtiano superiore – Thanetiano (Selandiano).

4.2.2. Unità Liguri - Formazione di Monte Venere (MOV)

Si tratta di rocce calcareo-marnose a base finemente detritica, in strati da medi a massicci di colore grigio-chiaro con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastri; a queste torbiditi sono alternati pacchi di torbiditi arenaceo - pelitiche grigio-brunastre con rapporto Arenarie/Argille generalmente > di 1 e base arenitica fine o media, a luoghi alterata in giallastro od oca. La cementazione delle basi delle torbiditi silicoclastiche è variabile, localmente scarsa, specie per le arenarie a grana più grossolana.

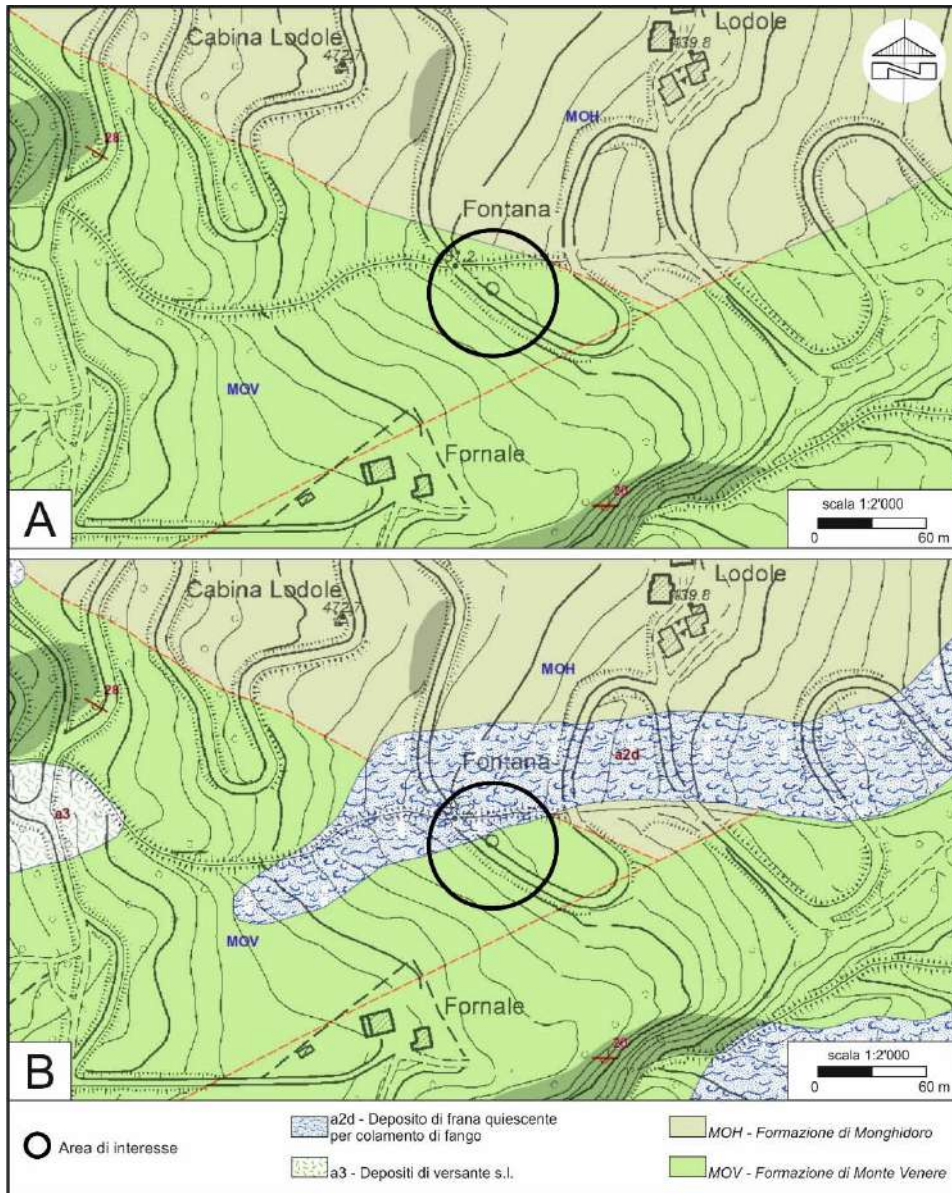



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a SE del centro abitato di Monzuno in località Fontana, ad una quota media di circa 450 m s.l.m.

Tale sito si colloca lungo il versante in sinistra idrografica del Torrente Savena tra il rilievo ad ovest dove sorge il centro abitato di Monzuno e il fondovalle ad est. Tale versante degrada verso NE con pendenze moderatamente acclivi e variabili (pendenze entro i 20° e >20° in corrispondenza dei litotipi più competenti).

L'area indagata è interessata da una copertura di terreni agrari a seminativi, la cui morfologia risulta fortemente controllata dalla facile erodibilità dei materiali pelitici superficiali che trascinati dalle acque di dilavamento, vengono erosi dalle porzioni più elevate dei rilievi e depositate nelle zone di impluvio.

Questi avvallamenti naturali, sede di accumuli detritici, a maggiore permeabilità, a seguito di assorbimento di acque superficiali, tendono frequentemente a mobilizzarsi, in relazione al cinematisimo, in forma di colate o di scivolamento. Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili alcune forme di questi dissesti di cui il più significativo e ricadente in prossimità del sito di intervento è riportato dalla sigla *a2d*. Qui di seguito si riportano le descrizioni delle coperture quaternarie.

- **a2d – deposito di frana quiescente per colamento di fango**


Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi. Una volta messo in posto l'accumulo può essere riattivabile con meccanismo prevalente di scivolamento, anche se nella Banca Dati viene mantenuta la tipologia del primo movimento.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane però sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

- **a3 – deposito di versante s.l.**

Materiale eterogeneo ed eterometrico accumulato per gravità e ruscellamento.

Deposito di genesi incerta. Non si esclude che esso sia realmente attribuibile a una frana, tuttavia mancano, almeno in parte, i caratteri morfologici tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato l'accumulo e la sua attribuzione a altre categorie (oltre a depositi di frana anche, eolici, glaciali o periglaciali e soprattutto eluvio-colluviali). Generalmente l'accumulo è costituito da materiale prevalentemente fine, pelitico e/o sabbioso con inclusi lapidei più o meno abbondanti.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dall'attività agricola già esplicitata, con fossi di raccolta delle acque e scoline, realizzati sui terreni agricoli stessi, che convogliano le stesse nei rii che scorrono a nord e a sud (e.g., Rio Maoro) del sito di indagini e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna le giaciture nelle aree in affioramento entro la zona di indagine denotano un versante a franapoggio, con immersione degli strati, anche rovesciati, verso N-NE e inclinazioni comprese tra 20° e 30°.

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.


Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavona-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

A rischio moderato (R1);

A rischio medio (R2);

A rischio elevato (R3);

A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in Figura 5, lo scenario rappresentativo per l'area di interesse risulta essere lo scenario U.I.E. a rischio moderato – R1.

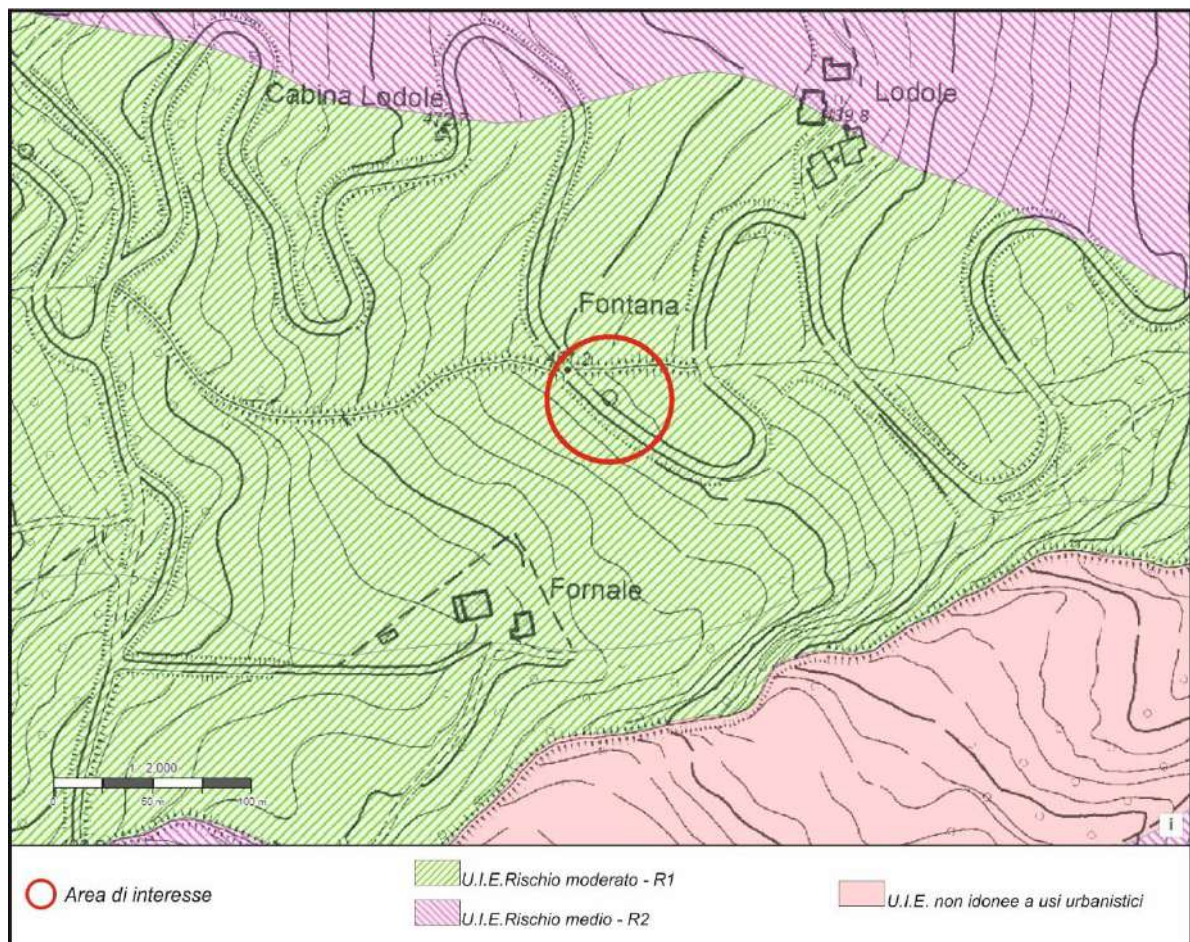



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

4.5. Rischio sismico dell'area

La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.


PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività $>50^\circ$.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

Il sito di intervento ricade all'interno di un'area al confine tra due aree definite come "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ " e "Area F – Zona di attenzione per instabilità di versante $i < 15^\circ$ " (figura 6).

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportano le seguenti definizioni:

"SP - Substrato rigido affiorante/subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ "

Descrizione: substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15^\circ < i < 50^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: sui pendii con acclività $i > 15^\circ$ e differenza di quota (dislivello) $> 30m$ possono verificarsi effetti di amplificazione per cause topografiche. Dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione topografico;

"F - Zona di attenzione per instabilità di versante $i \leq 15^\circ$ "

Descrizione: corpo di frana con spessore della coltre $H \geq 3 m$. Inclinazione della superficie topografica $i \leq 15^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica e di spostamenti/cedimenti. Per gli interventi ammessi si richiedono studi geologici e sismici di terzo livellonei casi richiesti dalla DGR 630/2019, con analisi della risposta sismica locale, valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica e del grado di stabilità del versante in condizioni sismiche.

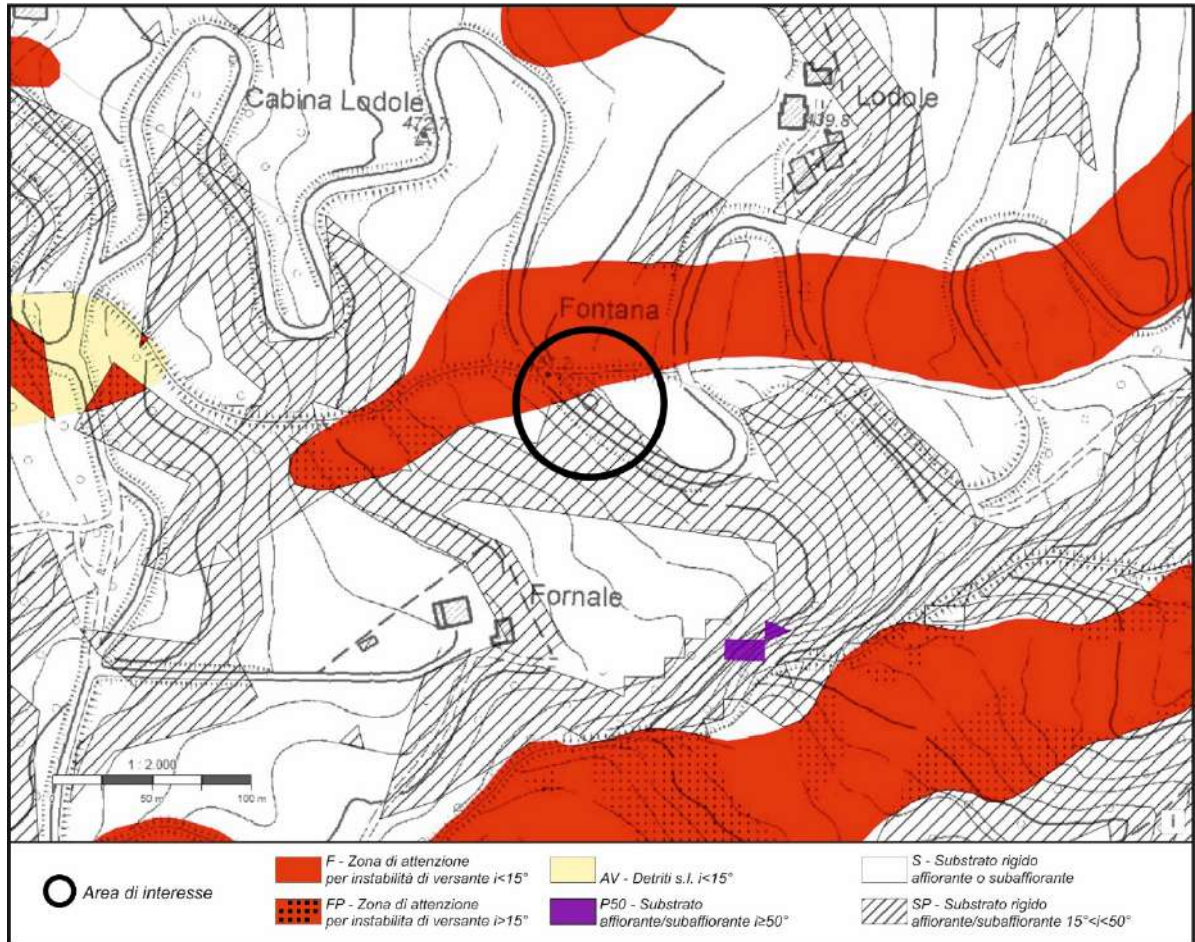



Fig. 6– Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat.44.26294; Lon.11.28441) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,26924

longitudine: 11,28441

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 2292,301

Sito 2 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 3378,646

Sito 3 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 6017,155

Sito 4 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 5482,763

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,485


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,075 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,471
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,167 g
Fo: 2,543
Tc*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,209 g
Fo: 2,571
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,880
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,053
Kv: 0,026
Amax: 1,099
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,570
St: 1,000

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

Kh: 0,092

Kv: 0,046

Amax: 2,374

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,380

Cc: 1,550

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,827

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.268295

longitudine: 11.283420

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da un substrato lapideo calcareo-marnoso a base finemente detritica con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastri riconducibile alla Formazione di Monte Venere (MOV), sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti per colamento di fango (a2d).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno di una zona più complessa e di passaggio tra due aree classificate come "Zona F- zona di attenzione per instabilità di versante $i < 15^\circ$ " e "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ ".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 11/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna



REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024, lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 3 - KM 10+515

Relazione geologica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

**PIACENTINI ING.
MASSIMO**

Redatto da:



GEOTE s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente


Fornitori:



Codice Cliente:


Codice interno: 24.1875

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Unità Liguri - Formazione di Monghidoro (MOH) _____	8
	4.2.2. Unità Liguri - Formazione di Monte Venere (MOV) _____	9
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	10
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	12
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	13
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	17
	5.1. Quadro macrosismico _____	17
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	18
6.	CONCLUSIONI _____	21

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1875 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 21 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°3 prevederà: il rifacimento del muro in cemento armato; il rifacimento dell'attraversamento; la realizzazione di un cordolo su pali su ciglio di valle per stabilità globale del corpo stradale; la riprofilatura della strada.

L'intervento sarà ubicato tra le località di Lodole e Monzuno (figura 1) e nel dettaglio tra la progressiva chilometrica 10 e la progressiva chilometrica 11 (KM 10+515 ciglio di MONTE) poco a NW della località Fontana (figura 2).

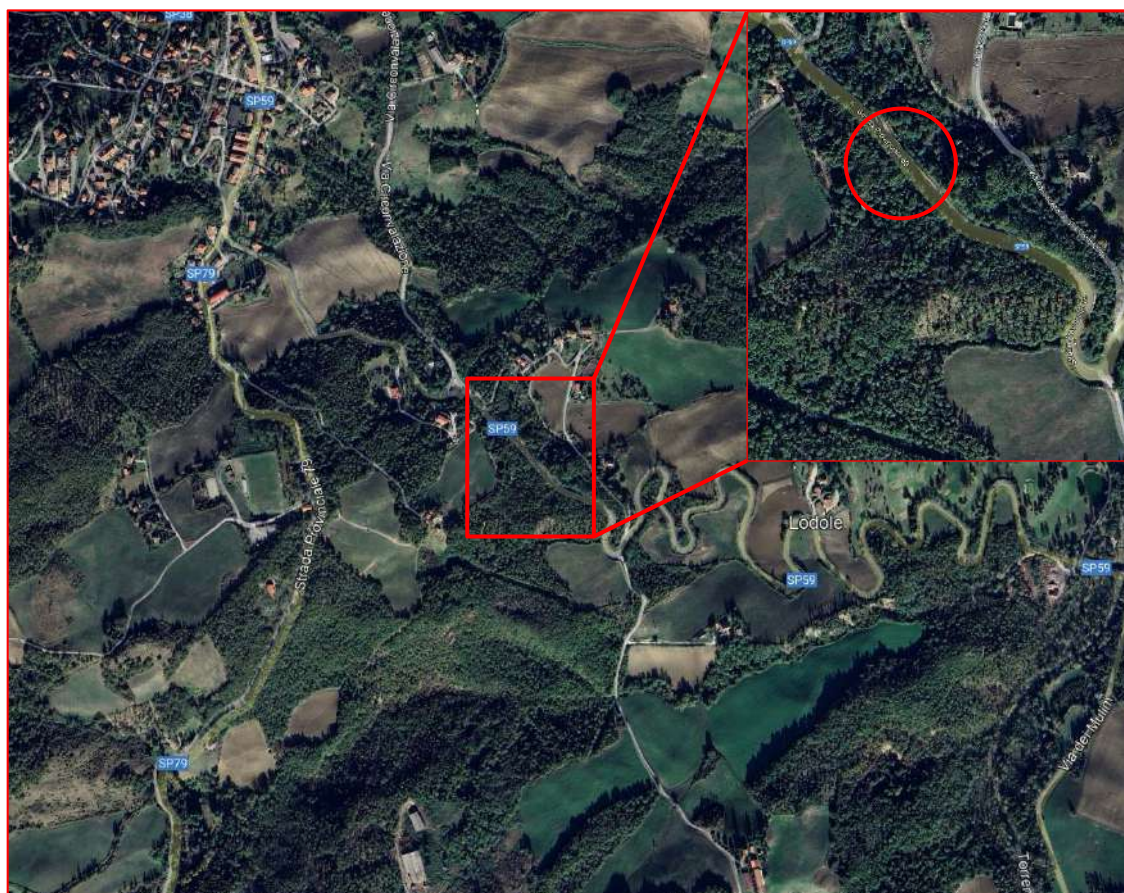


Fig. 1 – Ubicazione intervento n°3. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).


<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°3.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 1 prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH), a valle del corpo di frana, spinta fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237123 nome elemento "Monte Venerè"

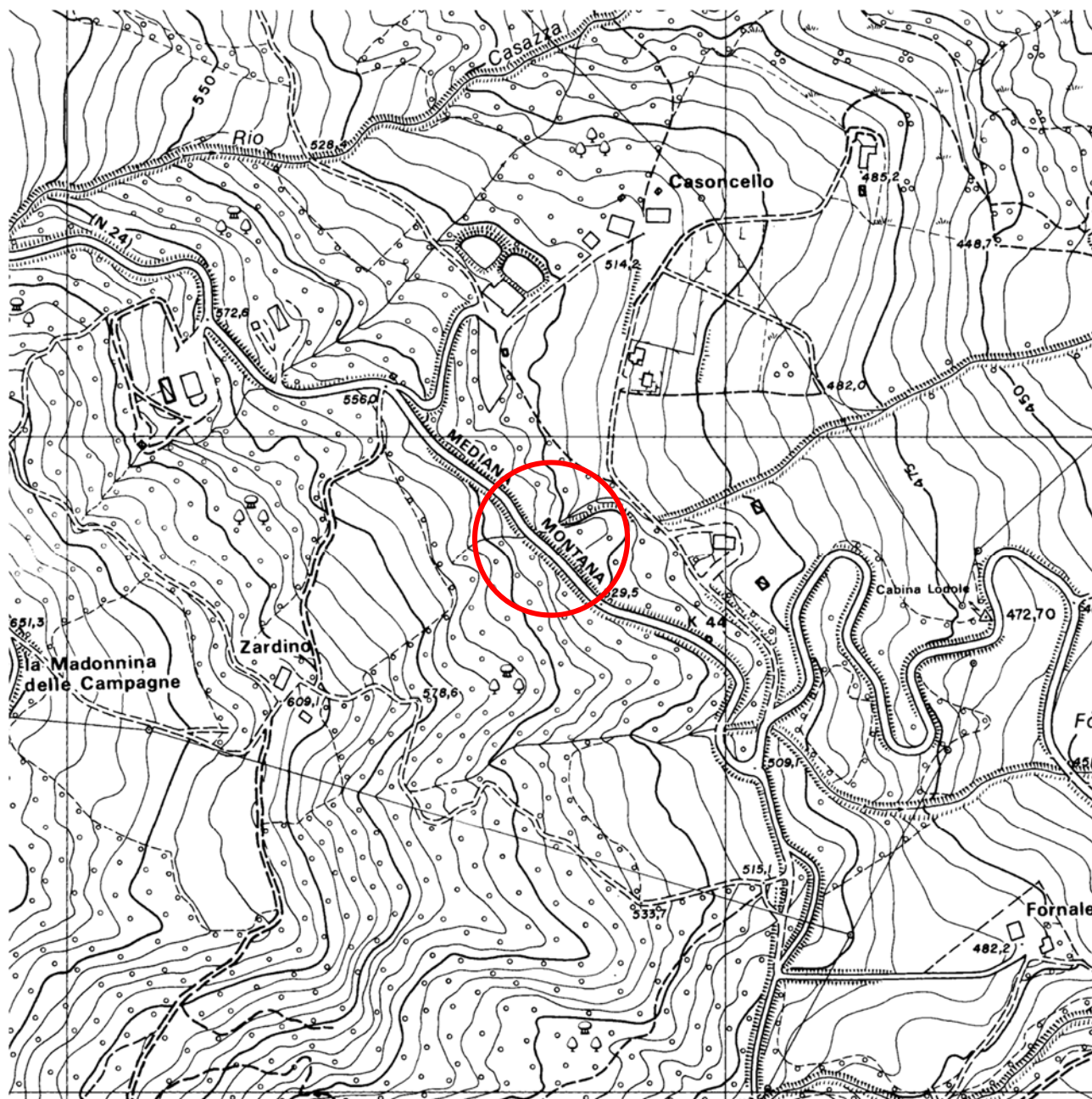



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°3 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

Nell'area dell'intervento n°3 affiorano rocce riferite alle Unità Liguri, formate da sedimenti di mare profondo originatisi in un intervallo di tempo compreso tra il Cretacico superiore e il Paleocene. Si tratta di successioni sedimentarie nettamente stratificate, caratterizzate da un'alternanza di strati calcarei, arenacei e manoso-argillosi.

Durante il Cretacico superiore e il Paleocene, i fondali marini erano caratterizzati da profondità molto diverse ed erano particolarmente depressi a oriente del protoappennino. I sedimenti che si posano "di norma" sui fondali marini collocati a profondità elevate sono i finissimi fanghi abissali, che decantano con estrema lentezza, spesso accompagnati da una "pioggia" formata dai gusci degli organismi planctonici morti. La sedimentazione abissale può però essere alimentata dai materiali portati da particolari tipi di correnti marine profonde, chiamate correnti di torbida. Si tratta di correnti paragonabili, anche per il tipo di dinamica (correnti di densità), a valanghe di sedimento misto ad acqua, che vengono innescate da fenomeni catastrofici in grado di fornire alla massa idrica una notevole energia, provocando la messa in sospensione di grossi volumi di sedimento, già depresso in precedenti processi di sedimentazione. Le correnti di torbida si innescano in seguito a frane sottomarine, improvvise e ingenti piene fluviali o a scosse sismiche, negli ambienti vicini alle terre emerse (piattaforme continentali), in aree quindi ancora sopraelevate rispetto alle zone più profonde di un bacino, e dotate quindi di una certa energia "di rilievo".

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico strutturale della zona in esame è quello tipico dell'appennino in cui il substrato è dato dai materiali delle Unità liguri, con declivi mediamente dolci e improvvisi cambi di pendenza in corrispondenza di elementi litoidi maggiormente consistenti.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°3, sono la Formazione di Monghidoro (MOH) e la Formazione di Monte Venere (MOV), con particolare attenzione sulla seconda in quanto di competenza del sito specifico dell'intervento previsto.

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Unità Liguri - Formazione di Monghidoro (MOH)

Si tratta di alternanze torbiditiche arenaceo-pelittiche in strati da sottili a molto spessi e eccezionalmente in banchi plurimetrici. Alla base degli strati arenarie medie o fini, più raramente grossolane, grigie o brune, passanti a peliti scure.

Subordinati strati da medi a molto spessi di calcilutiti marnose grigio chiare, a base finemente detritica, più frequenti verso la base. È anche presente una litozona arenacea con $AP \gg 1$ (MOHa).

La carta geologica indica che la stratificazione è a reggipoggio, con direzione NW-SE e immersione a SW.

La giacitura risulta rovesciata.

Potenza circa 1000 m. Contatto graduale sulla Formazione di Monte Venere (MOV).

Età Maastrichtiano superiore – Thanetiano (Selandiano).

4.2.2. Unità Liguri - Formazione di Monte Venere (MOV)

Si tratta di rocce calcareo-marnose a base finemente detritica, in strati da medi a massicci di colore grigio-chiaro con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastri; a queste torbiditi sono alternati pacchi di torbiditi arenaceo - pelitiche grigio-brunastre con rapporto Arenarie/Argille generalmente > di 1 e base arenitica fine o media, a luoghi alterata in giallastro od oca. La cementazione delle basi delle torbiditi silicoclastiche è variabile, localmente scarsa, specie per le arenarie a grana più grossolana.

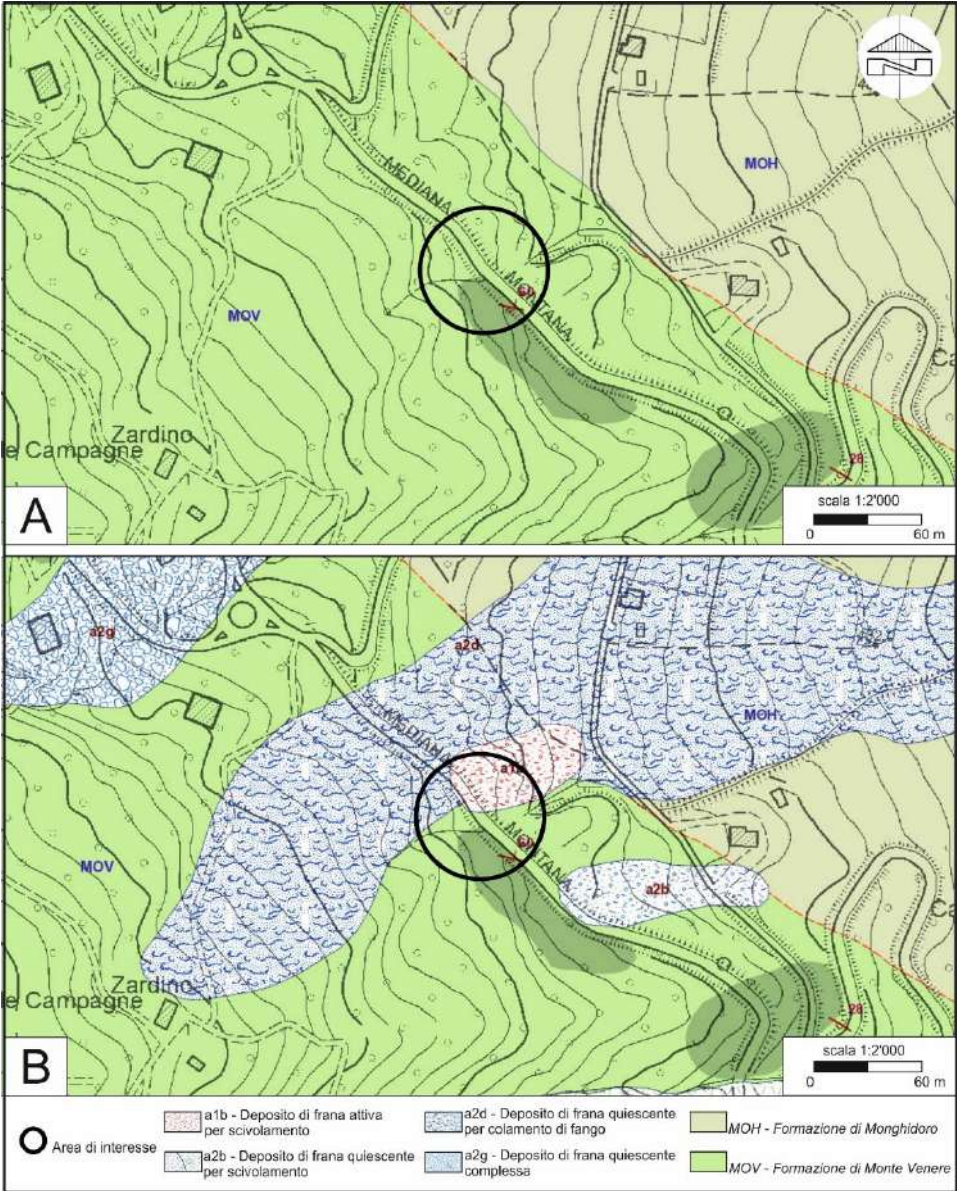



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a SE del centro abitato di Monzuno e poco a NW della località Fontana, ad una quota media di circa 540 m s.l.m.

Tale sito si colloca lungo la mediana montane e lungo il versante in sinistra idrografica del Torrente Savena, tra il rilievo ad ovest dove sorge il centro abitato di Monzuno e il fondovalle ad est. Tale versante degrada verso E/NE con pendenze moderatamente acclivi e variabili (pendenze entro i 20° e >20° in corrispondenza dei litotipi più competenti).

L'area indagata nel complesso è interessata da una copertura di terreni agrari a seminativi, la cui morfologia risulta fortemente controllata dalla facile erodibilità dei materiali pelitici superficiali che trascinati dalle acque di dilavamento, vengono erosi dalle porzioni più elevate dei rilievi e depositate nelle zone di impluvio presenti in corrispondenza del sito di indagine ma anche più a monte (e.g, Fosso Campagne).

Questi avvallamenti naturali, sede di accumuli detritici, a maggiore permeabilità, a seguito di assorbimento di acque superficiali, tendono frequentemente a mobilizzarsi, in relazione al cinematisimo, in forma di colate o di scivolamento.

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili alcune forme di questi dissesti di cui i più significativi e ricadenti in prossimità del sito di intervento sono riportati dalle sigle *a2d* (significativo soprattutto per l'estensione) e *a1b* (significativo perché indica un tipo di deposito attivo e non quiescente). Qui di seguito si riportano le descrizioni delle coperture quaternarie.

- **a1b – deposito di frana attiva per scivolamento**


Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito che ha manifestato evidenze di movimenti in atto nell'ultimo ciclo stagionale, indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi. Vengono incluse in questa categoria anche frane che, pur non presentando sicure evidenze di movimento nell'ultimo ciclo stagionale, denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno smosso) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con movimento rilevabile solo attraverso monitoraggi (inclinometri, estensimetri, dati interferometrici), qualora esistenti.

- **a2b – Deposito di frana quiescente per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

– **a2d – Deposito di frana quiescente per colamento di fango**

Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi. Una volta messo in posto l'accumulo può essere riattivabile con meccanismo prevalente di scivolamento, anche se nella Banca Dati viene mantenuta la tipologia del primo movimento.


Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

– **a2g – Deposito di frana quiescente complessa**

Deposito costituito dalla combinazione di due o più tipologie di movimento. Le frane complesse più frequenti sul territorio appenninico sono costituite da scivolamenti accompagnati da colamenti di fango o detrito.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dall'attività agricola (già esplicitata e più presente a valle del sito di indagini) e dagli interventi che interessano il centro abitato di Monzuno a NW, con fossi di raccolta delle acque e scoline che convogliano le stesse acque nei rii che scorrono a nord e a sud (e.g., Rio Casazza e Rio Maoro) ma anche a monte (e.g, Fosso Campagna) del sito di indagini e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna le giaciture nelle aree in affioramento entro la zona di indagine denotano un versante a franapoggio, con immersione degli strati, anche rovesciati, verso N-NE e inclinazioni maggiori anche di 30° (60°).

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

A rischio moderato (R1);

A rischio medio (R2);

A rischio elevato (R3);

A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in Figura 5, il sito di intervento ricade tra lo scenario U.I.E. a rischio moderato – R1 e lo scenario U.I.E. a rischio medio – R2, più nello specifico all'interno del secondo.

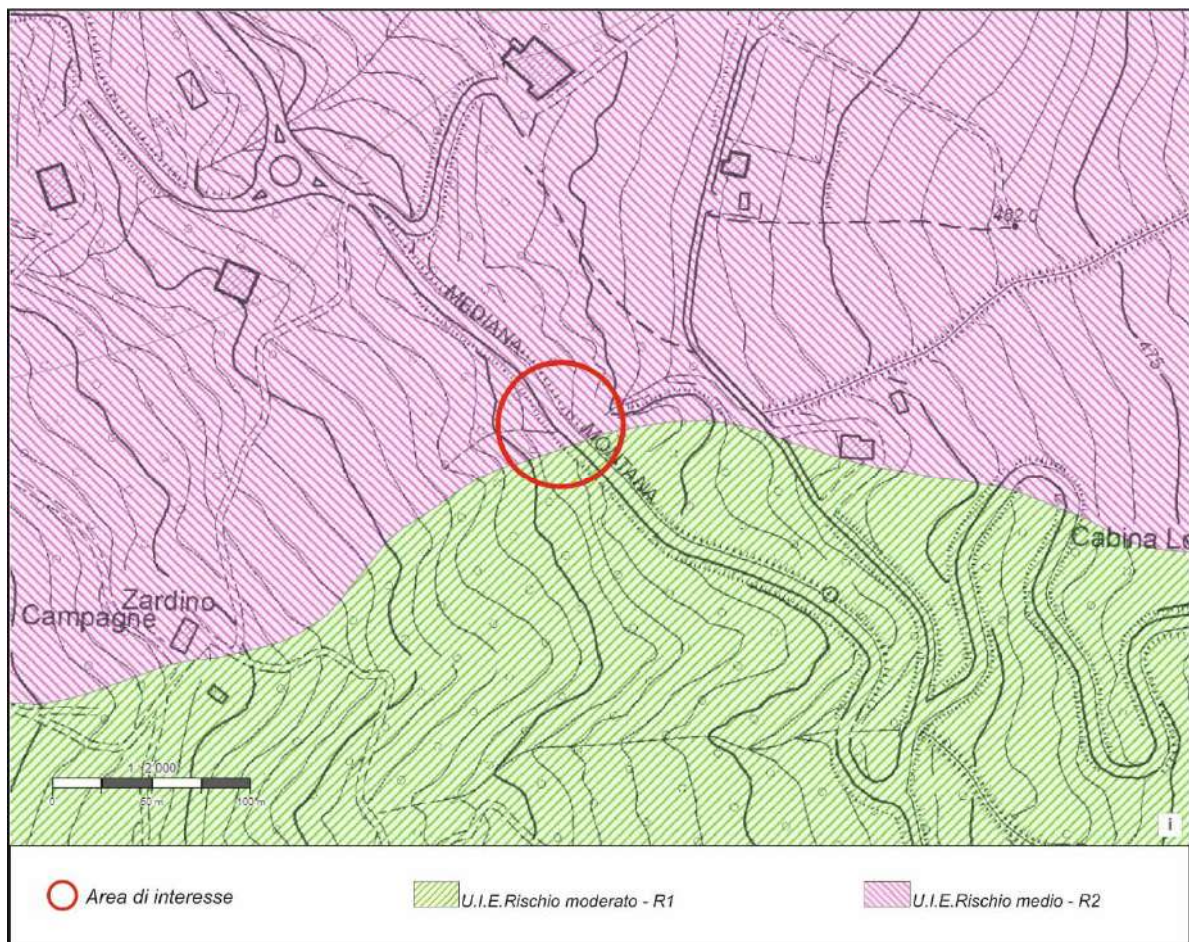



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

4.5. Rischio sismico dell'area

La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti


<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività >50°.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

Il sito di intervento ricade all'interno di un'area al confine tra due aree definite come "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ " e "Area FP – Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ " (figura 6).

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportano le seguenti definizioni:

"SP - Substrato rigido affiorante/subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ "

Descrizione: substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15^\circ < i < 50^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: sui pendii con acclività $i > 15^\circ$ e differenza di quota (dislivello) $> 30m$ possono verificarsi effetti di amplificazione per cause topografiche. Dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione topografico;

"FP - Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ "

Descrizione: corpo di frana o accumuli detritici di versante o alluvioni o riporti antropici o zone cataclastiche. Spessore della coltre $H \geq 3m$. Inclinazione del pendio $i > 15^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica, topografica e di spostamenti/cedimenti.

Per gli interventi ammessi si richiedono studi geologici e sismici di terzo livello nei casi richiesti dalla delib.di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019, con analisi della risposta sismica locale, valutazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni sismiche.

In caso di differenze di quota (dislivello) $> 30m$, lo studio di microzonazione sismica dovrà valutare anche gli effetti della topografia e la loro area di influenza.

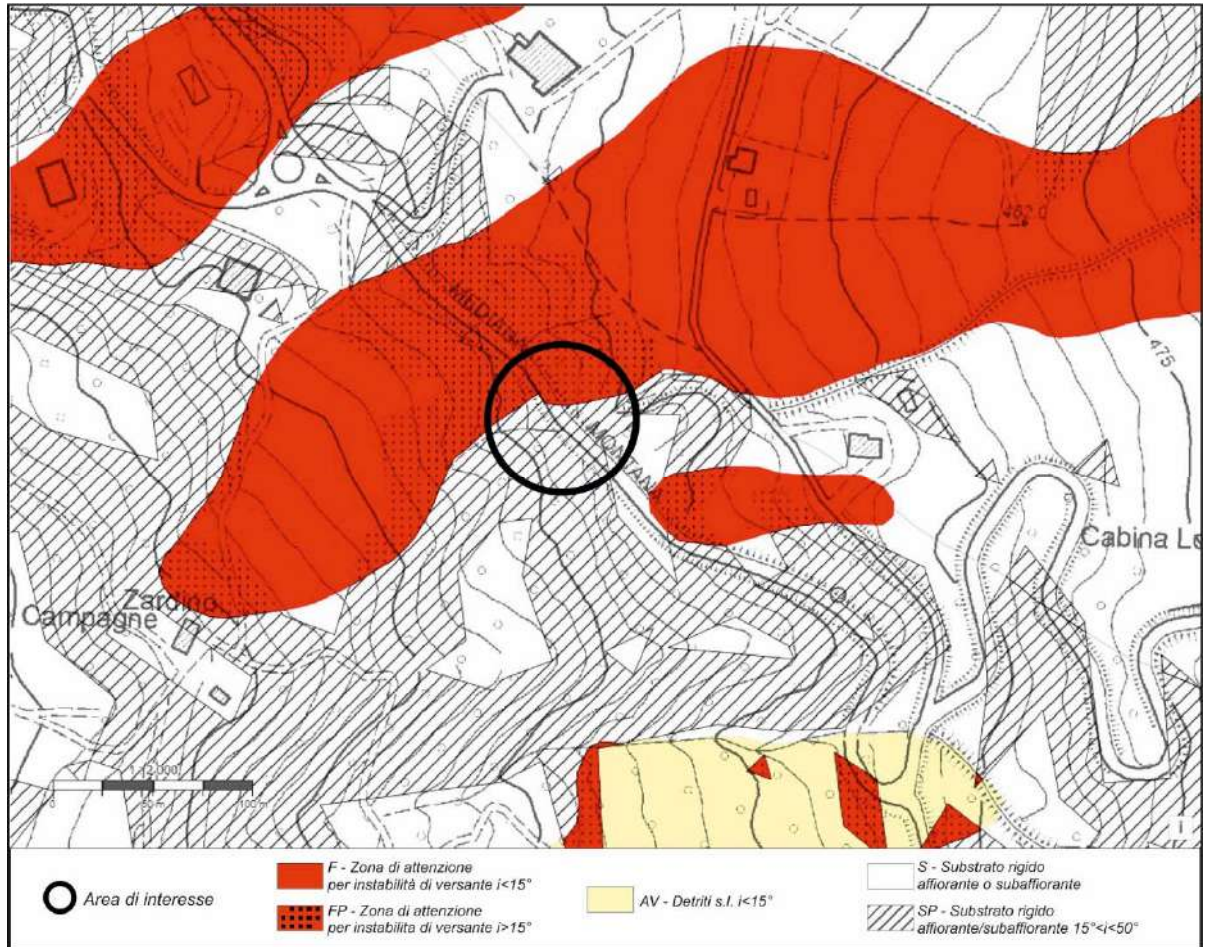



Fig. 6– Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44.270415; Lon. 11.277755) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,2713602465705

longitudine: 11,2787456374398

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 1950,858

Sito 2 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 3861,512

Sito 3 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 6078,534

Sito 4 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 5085,287

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,485


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,075 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,472
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,167 g
Fo: 2,544
Tc*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,208 g
Fo: 2,571
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,878
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,053
Kv: 0,026
Amax: 1,097
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,570
St: 1,000

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

Kh: 0,092

Kv: 0,046

Amax: 2,369

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,380

Cc: 1,550

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,821

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.270415

longitudine: 11.277755

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da un substrato lapideo calcareo-marnoso a base finemente detritica con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastrici riconducibile alla Formazione di Monte Venere (MOV), sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti per colamento di fango (a2d), ma anche di tipo complesso (a2g) nonché di movimenti per scivolamento sia attivi (a1b) che quiescenti (a2b).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno di una zona più complessa e di passaggio tra due aree classificate come "Zona FP- zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ " e "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ ".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 16/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna



REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 4
KM 7+800 ciglio di valle

Relazione geologica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

**PIACENTINI ING.
MASSIMO**

Redatto da:




Fornitori:



Codice Cliente:


Codice interno: 24.1859

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	8
	4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2) _____	9
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	10
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	10
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	12
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	15
	5.1. Quadro macrosismico _____	15
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	16
6.	CONCLUSIONI _____	19

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1859 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 19 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°4 prevederà la realizzazione di: una gabbionata di sottoscarpa di H=2 m e L=25 m, la cui fondazione poggerà su pali con d=60 cm e interasse di L=2.50 m ogni fila di L=6 m; un fosso di raccolta acqua a monte dell'intervento; taglio di piante grandi piene di edera.

L'intervento sarà ubicato tra il centro abitato di Monzuno e la località Tre Fasci (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 9 e la progressiva chilometrica 7 (KM 7+800 ciglio di valle) (figura 2).



Fig. 1 – Ubicazione intervento n°4. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°4.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 1 prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH), a valle del corpo di frana, spinta fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237124 nome elemento "Monzuno"

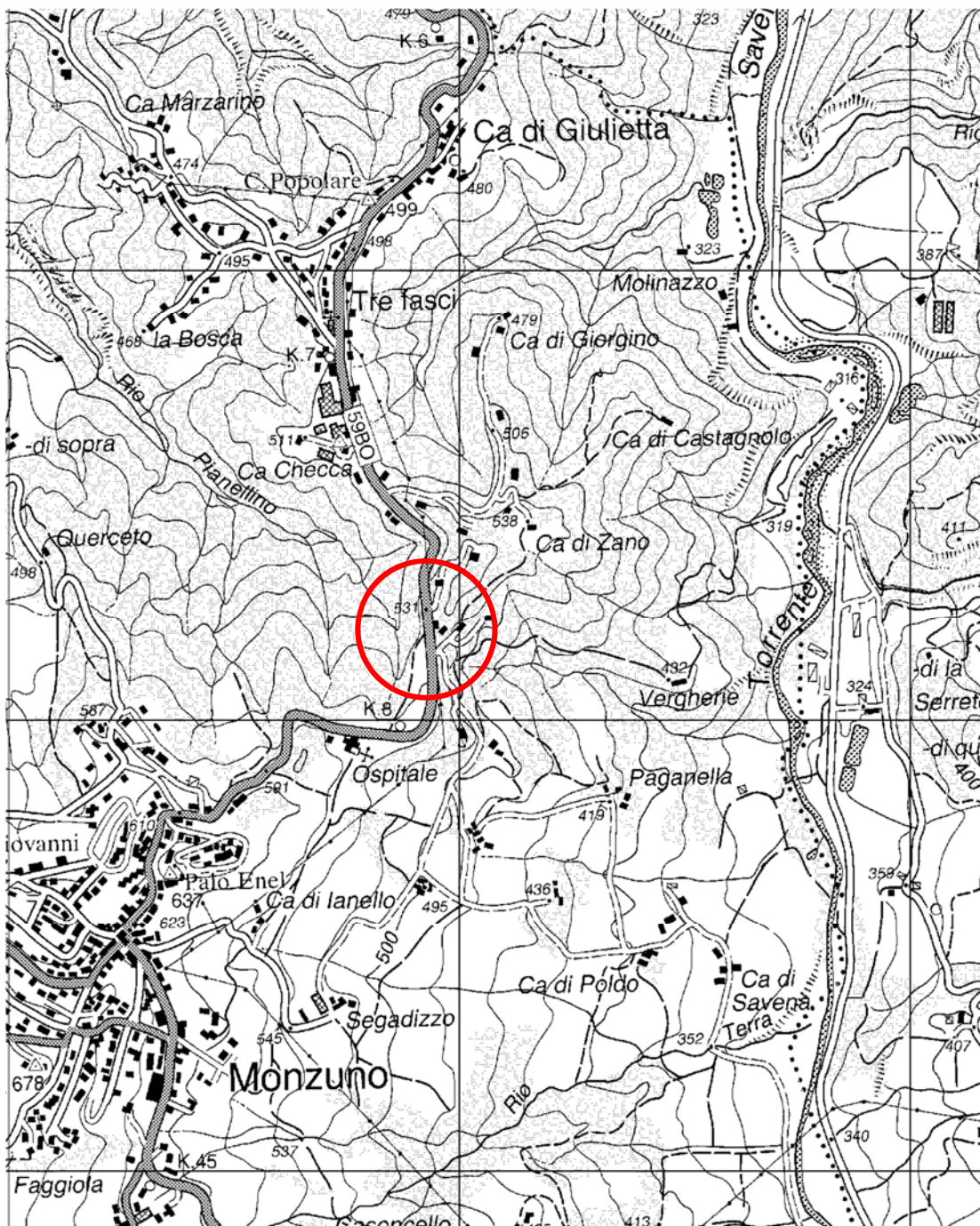



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°4 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

L'Appennino settentrionale rappresenta un tipico edificio a falde, originatosi principalmente durante il Cenozoico, periodo nel quale avviene lo scontro tra il settore iberico della più grande placca europea e la microplacca denominata Adria o Apula (o placca Africana se si considera la connessione con essa), entrambe continentali. Tale scontro è stato preceduto, in età mesozoica, dalla chiusura dell'Oceano ligure interposto alle due placche continentali.

La chiusura dell'oceano ligure, con subduzione della litosfera oceanica e lo scontro tra le placche continentali, porta alla realizzazione di un prisma di accrezione a falde; in particolare si osserva la sovrapposizione delle rocce afferenti il dominio Ligure su quelle del dominio Subligure ed ambedue sul dominio umbro-marchigiano-romagnolo. Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto. Esso risulta contraddistinto dalla presenza di successioni strutturalmente complesse a dominante argillosa (e.g., brecce poligeniche argillose di Poggio Cavaliera affioranti però più a NW) e subordinatamente da lembi formazionali arenacei (arenarie di Loiano) inclusi nelle suddette brecce argillose. Questi litotipi più arenacei contraddistinguono invece l'area di intervento n°4.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°4, sono la Formazione di Loiano (LOI) e la Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2), con particolare attenzione sulla prima in quanto di competenza del sito specifico dell'intervento previsto (figura 4).

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, interdigitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calcilutiti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2)

Si tratta di rocce e rocce deboli strutturalmente ordinate costituite da materiale prevalentemente granulare (Conglomerati e breccie clasto-sostenuti) con cementazione da media a bassa. Tali conglomerati poligenici sono grigio-chiari e a matrice arenitica, con clasti eterometrici di areniti calcaree fini, calcari marnosi, arenarie e argilliti nerastre e con stratificazione da sottile a molto spessa, a luoghi indefinita.

Localmente è distinta una litofacies arenaceo-conglomeratica (LOI2a) non affiorante però nel settore in studio.

Rapporto Ruditi/Areniti >1.

Potenza massima fino a 300 m.

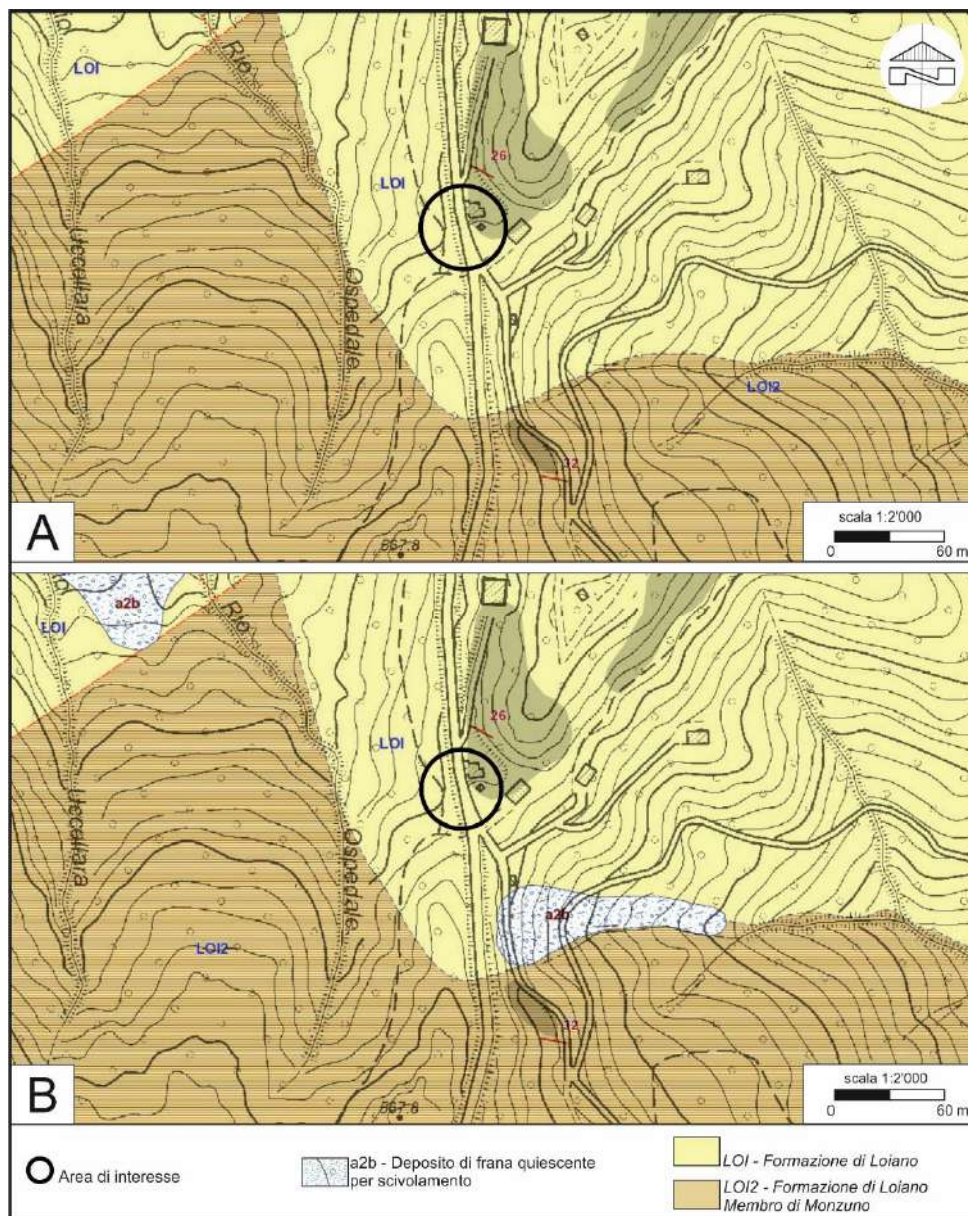



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a NE del centro abitato di Monzuno, ad una quota media di circa 525 m s.l.m.

Tale sito si colloca in una porzione di versante esposto a NW in sinistra idrografica del Torrente Savena, tra il rilievo a sud-ovest dove sorge il centro abitato di Monzuno (quote più elevate) e il fondovalle ad est. Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche $>20^\circ$) essendo in corrispondenza dei litotipi più competenti.

Qui i principali meccanismi che possono interessare il versante sono quelli per scivolamento: si tratta di movimenti in massa che comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici di scorrimento, oppure entro un livello sufficientemente sottile; i movimenti possono essere rotazionali o traslativi. È possibile individuare frane per scivolamento attive e quiescenti.

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili alcune forme di dissesti legati a tale tipo di movimento di cui il più significativo è quello ricadente subito a SE del sito di indagine e riportato dalla sigla *a2b*. Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.

- **a2b – deposito di frana quiescente per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento.


Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni.

Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture nelle aree in affioramento entro la zona di indagine prossime al crinale denotano più a NE un versante a reggipoggio, con immersione degli strati verso nord-est e inclinazioni comprese tra 20° e 30° , mentre più a S-SE un versante a traverpoggio, con immersione degli strati verso nord-est e inclinazioni prossime a 30° .

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrare e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in figura 5, l'area di interesse non ricade all'interno di alcuno scenario rappresentativo se non che risulti essere molto prossimo allo scenario U.I.E. a rischio moderato – R1. Nello specifico il sito viene

classificato come U.I.E. idonea o con scarse limitazioni ad usi urbanistici.

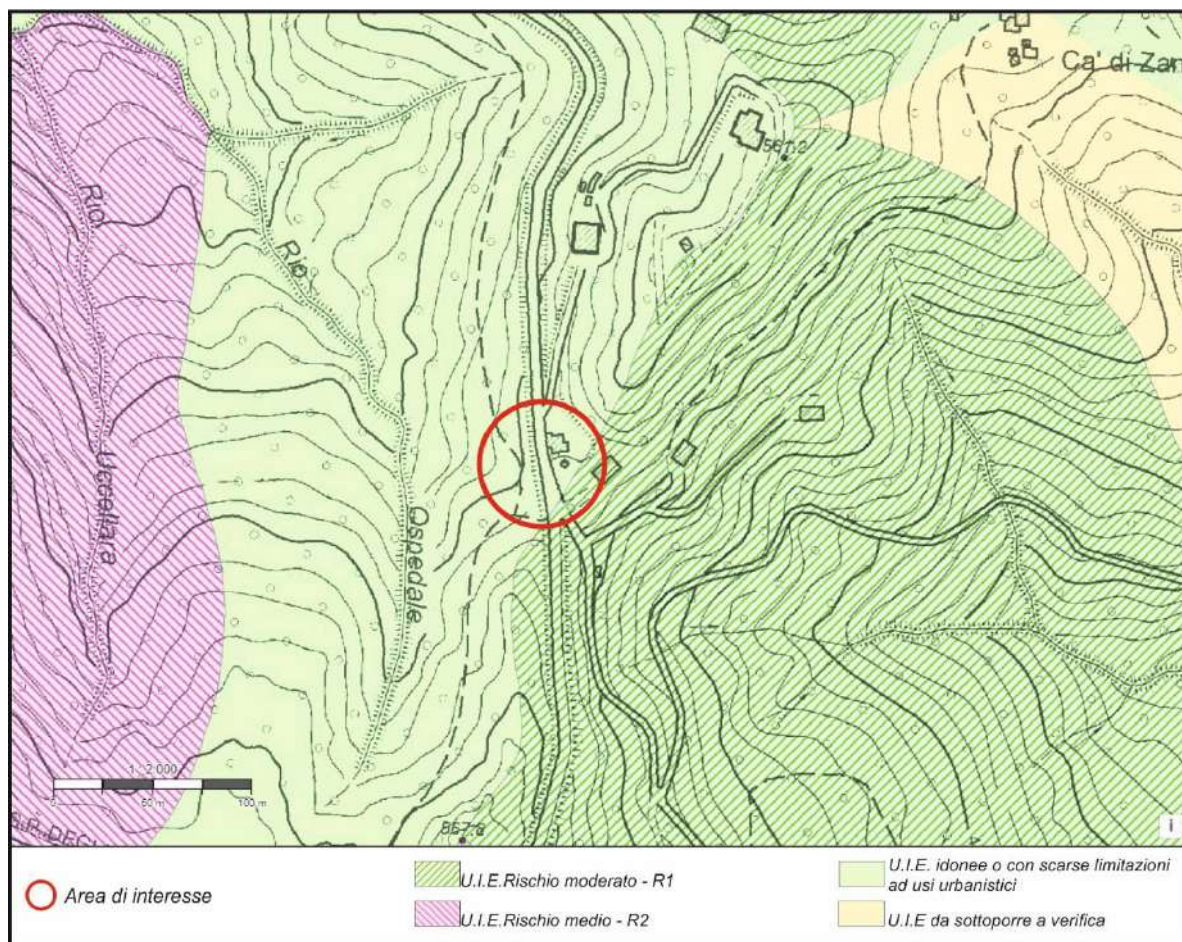



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

4.5. Rischio sismico dell'area

La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività $>50^\circ$.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

L'area di interesse ricade all'interno di quella che viene definita "Area S – *Substrato rigido affiorante o subaffiorante*".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $i \leq 15^\circ$.

Aree potenzialmente non soggette ad effetti locali. Sono comunque richieste indagini per la stima di V_{s30} . In caso di $V_{s30} \geq 800$ m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine o approfondimento. In caso di $V_{s30} < 800$ m/s l'area dovrà essere considerata come N^1 e dovranno essere effettuati gli accertamenti conseguenti".

Occorre comunque precisare che il sito di intervento va contestualizzato in un'area molto prossima a un'area definita "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante" con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50° .

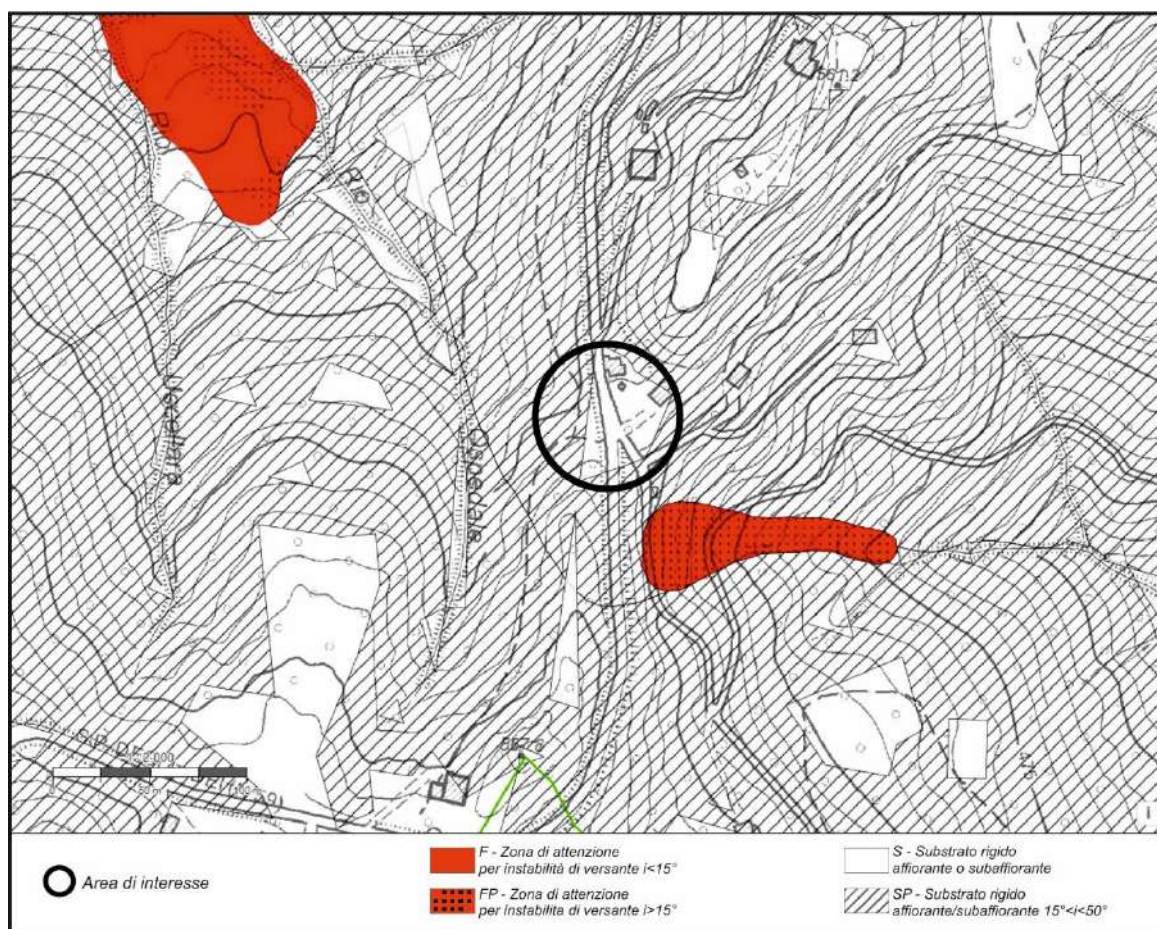



Fig. 5 – Estratto da "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat.44.272784; Lon.11.281491) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,285923

longitudine: 11,280076

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 3088,830

Sito 2 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 4359,120

Sito 3 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 4802,960

Sito 4 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 3691,509

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,485


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,074 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,472
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,167 g
Fo: 2,541
Tc*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,208 g
Fo: 2,569
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,200
Cc: 1,440
St: 1,200
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,842
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,200
Kh: 0,050
Kv: 0,025
Amax: 1,051
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	 <p>GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p>
---	---	--

Kh: 0,091

Kv: 0,046

Amax: 2,351

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,190

Cc: 1,390

St: 1,200

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,917

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.284978

longitudine: 11.279085

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide arenaceo riconducibile alla Formazione di Loiano (LOI) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti per scivolamento (a2b).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno di una zona limite fra due zone classificate come "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante" e "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50°".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 10/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna





REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 5
KM 6+470 ciglio di valle

Relazione geologica e sismica


Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente: PIACENTINI ING. MASSIMO	Redatto da:  GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
Fornitori:	

Codice Cliente:


Codice interno: 24.1875

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	8
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	9
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	10
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	12
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	15
	5.1. Quadro macrosismico _____	15
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	16
6.	CONCLUSIONI _____	19

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1875 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaloni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 19 pagine di relazione.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)


Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi meteorologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°5 prevederà la realizzazione di: un muro su pali (di L=10 m) a ciglio strada di d=80 cm, L=30 m e H=1.50 m, con interasse pali di 2.60 m ogni fila; una riprofilatura della scarpata.

L'intervento sarà ubicato poco a N-NE della località Selve (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 6 e la progressiva chilometrica 7 (KM 6+470 ciglio di valle) in prossimità della località Cà di Giulietta (figura 2).

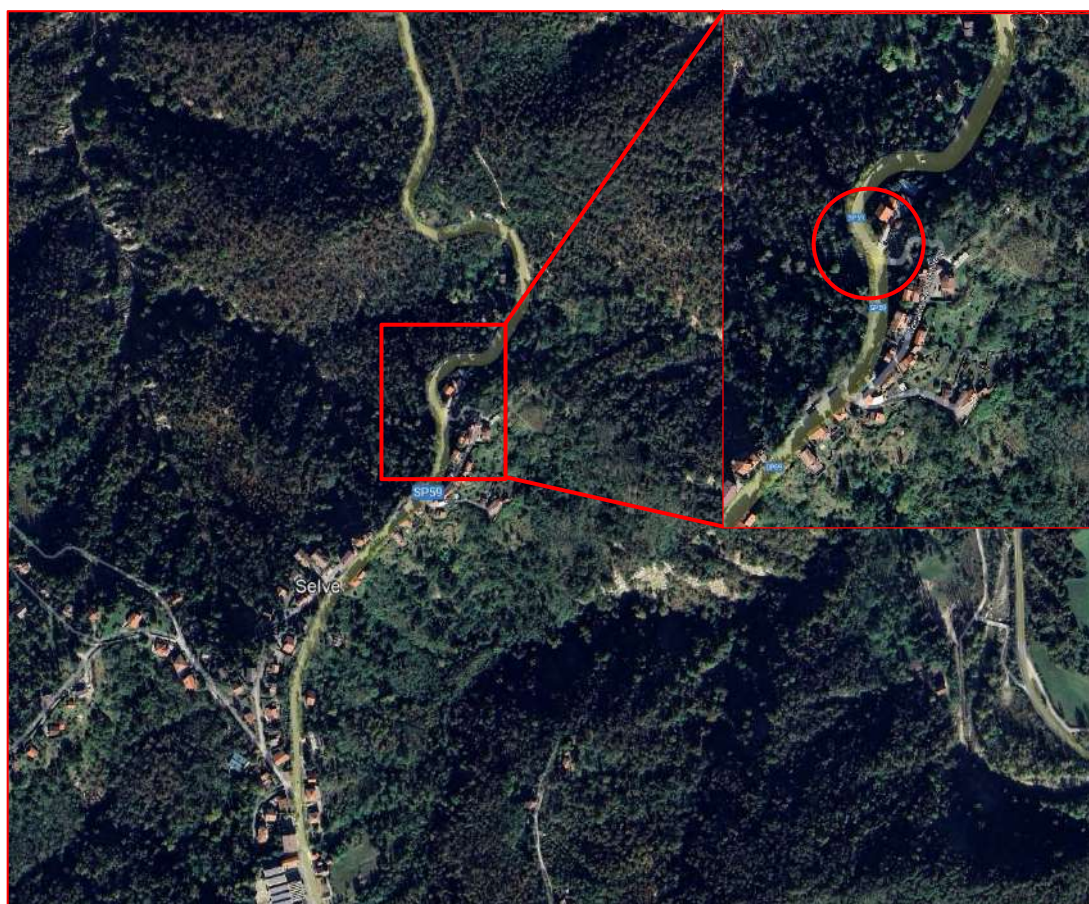


Fig. 1 – Ubicazione intervento n°5. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°5.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), una a monte e una a valle del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.


3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237124 nome elemento "Monzuno"



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°5 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

L'Appennino settentrionale rappresenta un tipico edificio a falde, originatosi principalmente durante il Cenozoico, periodo nel quale avviene lo scontro tra il settore iberico della più grande placca europea e la microplacca denominata Adria o Apula (o placca Africana se si considera la connessione con essa), entrambe continentali. Tale scontro è stato preceduto, in età mesozoica, dalla chiusura dell'Oceano ligure interposto alle due placche continentali.

La chiusura dell'oceano ligure, con subduzione della litosfera oceanica e lo scontro tra le placche continentali, porta alla realizzazione di un prisma di accrezione a falde; in particolare si osserva la sovrapposizione delle rocce afferenti il dominio Ligure su quelle del dominio Subligure ed ambedue sul dominio umbro-marchigiano-romagnolo. Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto. Esso risulta contraddistinto dalla presenza di successioni strutturalmente complesse a dominante argillosa (e.g., brecce poligeniche argillose di Poggio Cavaliera affioranti però più a W-NW) e subordinatamente da lembi formazionali arenacei (arenarie di Loiano) inclusi nelle suddette brecce argillose. Questi litotipi più arenacei contraddistinguono invece l'area di intervento n°5. Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°5, sono la Formazione di Loiano (LOI) e la Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2), con particolare attenzione sulla prima in quanto di competenza del sito specifico dell'intervento previsto (figura 4). Inoltre la Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2) è riportata solo a sud del sito specifico, in corrispondenza del precedente intervento (intervento n°4).

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti dell'unità affiorante.

4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, interdigitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calcilutiti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

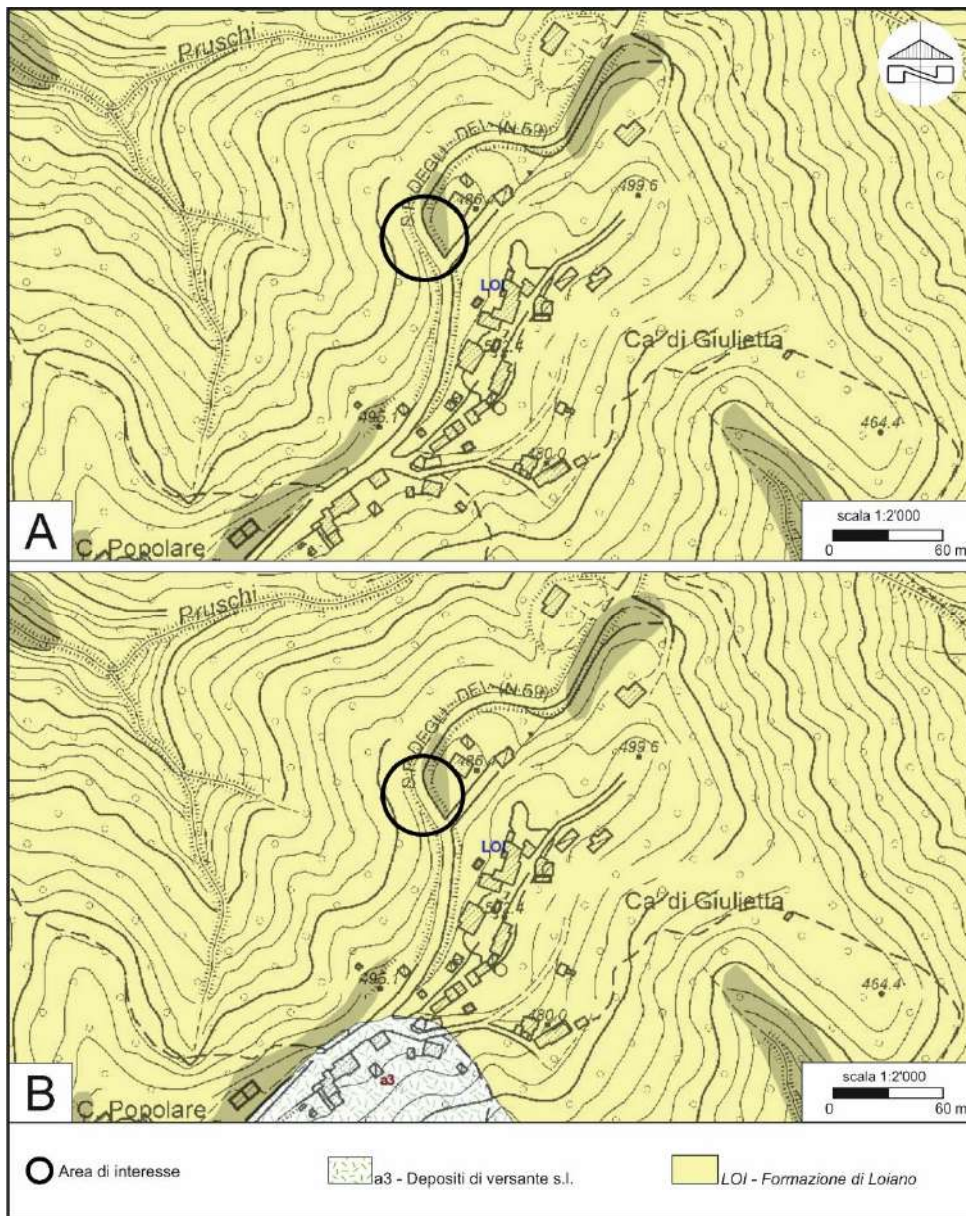



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a N-NE della località Selve e in prossimità della località Cà Giulietta, ad una quota media di circa 485 m s.l.m.

Tale sito si colloca in una porzione di versante in sinistra idrografica del Torrente Savena, più precisamente in una zona di crinale tra il rilievo a sud-sud ovest dove sorge il centro abitato di Monzuno (quote più elevate) e il fondovalle ad est. Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche >20°) essendo in

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

corrispondenza dei litotipi più competenti.

In questa porzione di Appennino dove la Formazione di Loiano è la Formazione di competenza i principali meccanismi che possono interessare il versante sono quelli per scivolamento: si tratta di movimenti in massa che comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici di scorrimento, oppure entro un livello sufficientemente sottile; i movimenti possono essere rotazionali o traslativi. È possibile individuare frane per scivolamento attive e quiescenti.

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) non sono individuabili alcune forme di dissesti legati a questo tipo di movimento ma vengono cartografati, poco più a sud del sito di intervento, depositi di versante riportati dalla sigla **a3**. Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.

- a3 – depositi di versante s.l.

Deposito di genesi incerta.

Non si esclude che esso sia realmente attribuibile a una frana, tuttavia mancano, almeno in parte, i caratteri morfologici tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato l'accumulo e la sua attribuzione a altre categorie (oltre a depositi di frana anche, eolici, glaciali o periglaciali e soprattutto eluvio-colluviali).

Generalmente l'accumulo è costituito da materiale prevalentemente fine, pelitico e/o sabbioso con inclusi lapidei più o meno abbondanti.


Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dagli interventi che interessano i centri abitati di Tre Fasci e Selve, con fossi di raccolta delle acque e scoline che convogliano le stesse acque nei rii che scorrono a monte (e.g., Rio Pruschi e Rio Bologna) ma anche a valle (e.g., Rio Molinazzo, Rio Ronca) del sito indagato e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture nelle aree in affioramento entro la zona di indagine prossime al crinale denotano un versante a reggipoggio/traverpoggio, con immersione degli strati verso est-nord est e inclinazioni comprese generalmente tra 20° e 30°, ma anche <20°.

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	 <p>GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p>
---	---	---

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.


La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi meteorologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	 <p>GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p>
---	---	--

Da quanto riportato in figura 5, l'area di interesse non ricade all'interno di alcuno scenario rappresentativo.
Nello specifico il sito viene classificato come U.I.E. idonea o con scarse limitazioni ad usi urbanistici.

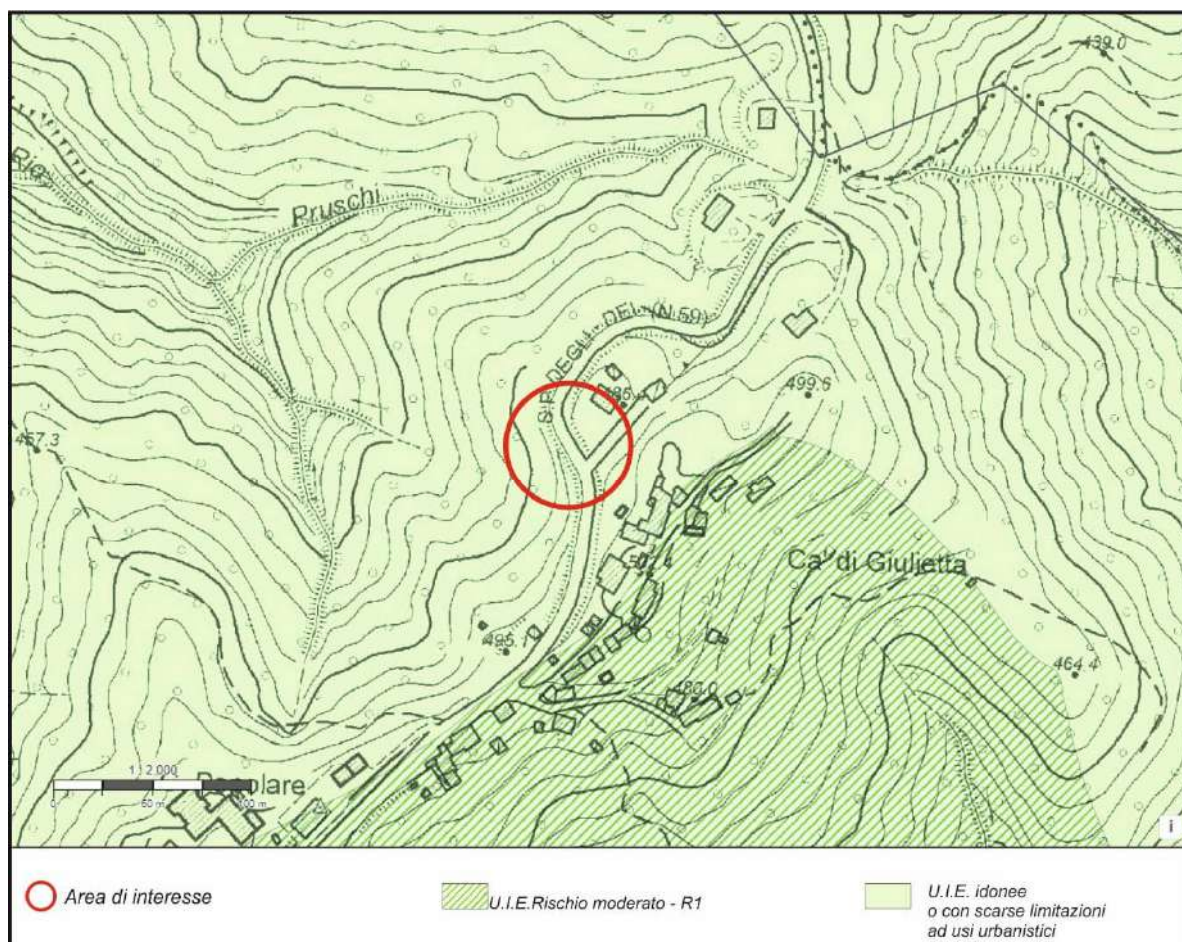



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

4.5. Rischio sismico dell'area

La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Luccchia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività >50°.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

L'area di interesse ricade all'interno di quella che viene definita "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $i \leq 15^\circ$.

Aree potenzialmente non soggette ad effetti locali. Sono comunque richieste indagini per la stima di V_{s30} . In caso di $V_{s30} \geq 800$ m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine o approfondimento. In caso di $V_{s30} < 800$ m/s l'area dovrà essere considerata come N^1 e dovranno essere effettuati gli accertamenti conseguenti".

Occorre comunque precisare che il sito di intervento va contestualizzato in un'area molto prossima a un'area definita come "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante" con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50° .

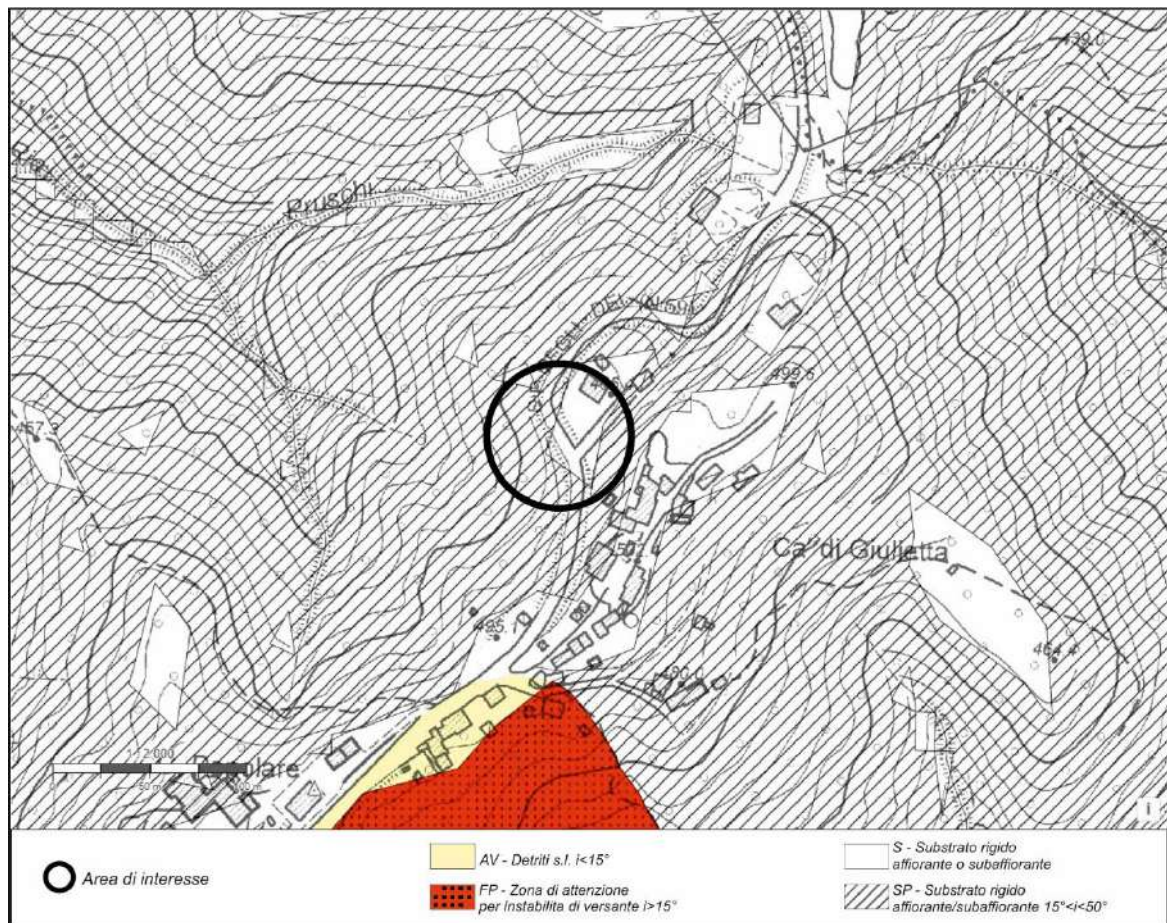



Fig. 5 – Estratto da "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44.302024; Lon. 11.279180) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,3029684637686

longitudine: 11,2801711362481

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 2348,488

Sito 2 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 3784,445

Sito 3 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 5596,814

Sito 4 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 4742,795

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,059 g

Fo: 2,486


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,074 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,473
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,166 g
Fo: 2,538
Tc*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,208 g
Fo: 2,566
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,200
Cc: 1,440
St: 1,200
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,838
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,200
Kh: 0,050
Kv: 0,025
Amax: 1,046
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

Kh: 0,091

Kv: 0,045

Amax: 2,343

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,190

Cc: 1,390

St: 1,200

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,906

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.302024

longitudine: 11.279180

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide arenaceo riconducibile alla Formazione di Loiano (LOI) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti per scivolamento (a2b) ma non presenti all'interno dell'area di competenza dell'intervento. Qui vengono unicamente riportati depositi di versante (a3) s.l. non attribuibili con precisione ad una frana.

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitano (PTM) della città di Bologna, all'interno di una zona limite fra due zone classificate come "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante" e "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50°".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 16/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna



REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 6
KM 5+480 ciglio di VALLE

Relazione geologica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

**PIACENTINI ING.
MASSIMO**

Redatto da:



GEOTE s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente


Fornitori:



Codice Cliente:


Codice interno: 24.1875

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	8
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	9
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	11
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	13
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	16
	5.1. Quadro macrosismico _____	16
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	17
6.	CONCLUSIONI _____	20

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1875 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 19 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)


Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi meteorologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°6 prevederà la realizzazione di: un muro di L=25 m su micropali (di L=6 m e d=300 mm) con tubo ϕ 291.1x10mm e interasse pali di 2.00 m ogni fila; un controllo dello scarico acqua da griglia strada abitazione; la prosecuzione della cunetta a valle intervento.

L'intervento sarà ubicato a nord della località Selve e a SE della località Vado (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 5 e la progressiva chilometrica 6 (KM 5+480 ciglio di valle) in prossimità della località Serretto (figura 2).

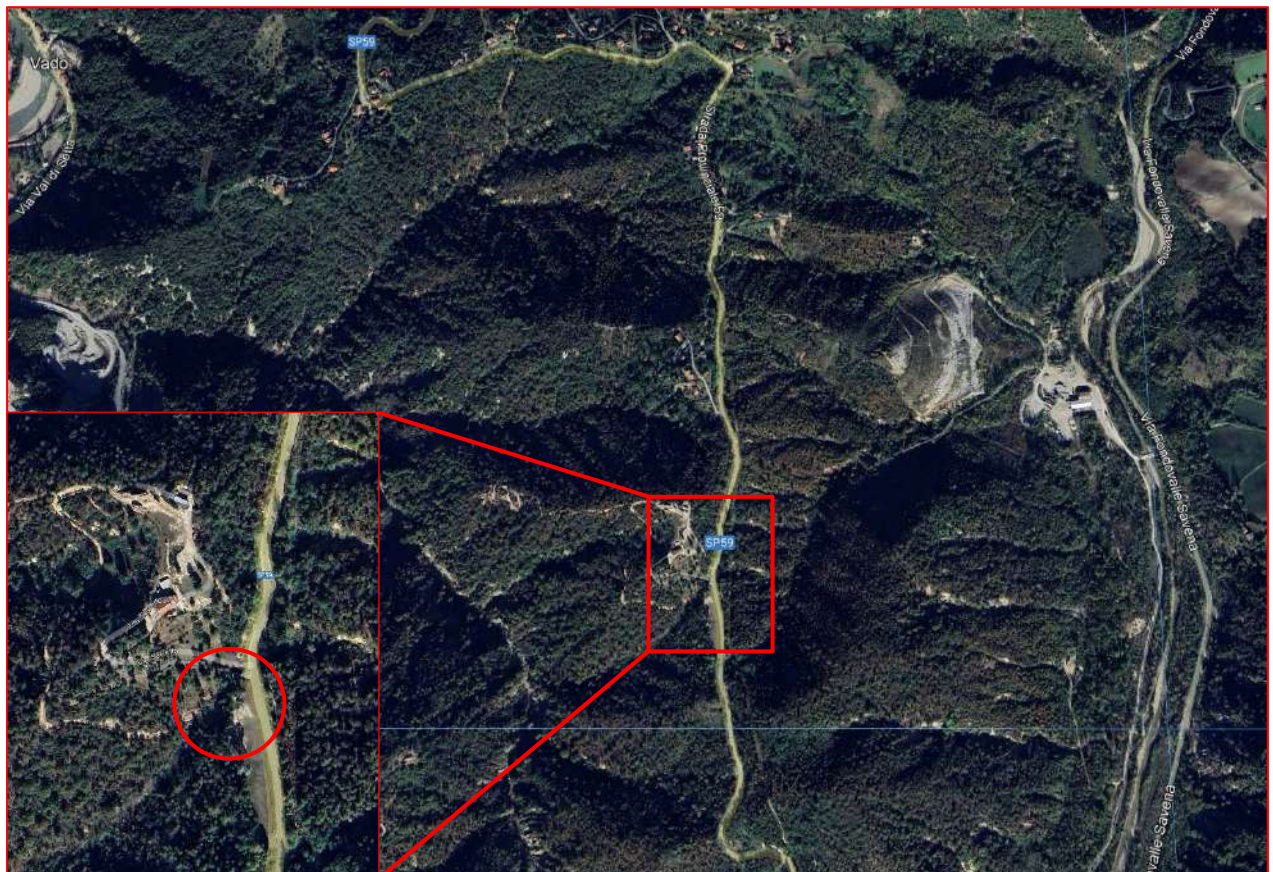


Fig. 1 – Ubicazione intervento n°6. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°6.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), una a monte e una a valle del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237083 nome elemento "Vado"

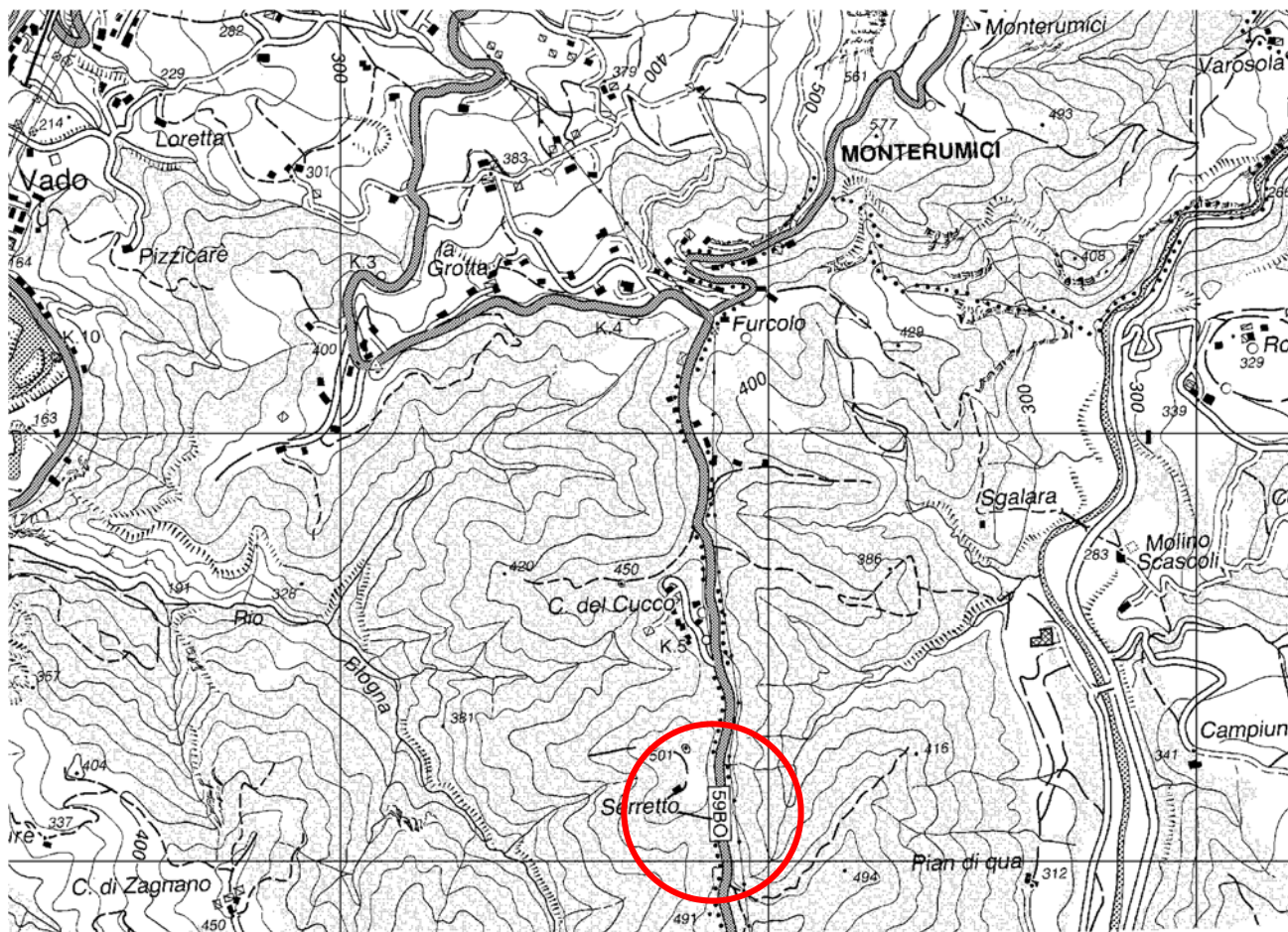



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°6 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

L'Appennino settentrionale rappresenta un tipico edificio a falde, originatosi principalmente durante il Cenozoico, periodo nel quale avviene lo scontro tra il settore iberico della più grande placca europea e la microplacca denominata Adria o Apula (o placca Africana se si considera la connessione con essa), entrambe continentali. Tale scontro è stato preceduto, in età mesozoica, dalla chiusura dell'Oceano ligure interposto alle due placche continentali.

La chiusura dell'oceano ligure, con subduzione della litosfera oceanica e lo scontro tra le placche continentali, porta alla realizzazione di un prisma di accrezione a falde; in particolare si osserva la sovrapposizione delle rocce afferenti il dominio Ligure su quelle del dominio Subligure ed ambedue sul dominio umbro-marchigiano-romagnolo. Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto. Esso risulta contraddistinto dalla presenza di successioni strutturalmente complesse a dominante argillosa (e.g., brecce poligeniche argillose di Poggio Cavaliera affioranti però più a W-NW) e subordinatamente da lembi formazionali arenacei (arenarie di Loiano) inclusi nelle suddette brecce argillose. Questi litotipi più arenacei contraddistinguono invece l'area di intervento n°5. Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°5, sono la Formazione di Loiano (LOI) e la Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2), con particolare attenzione sulla prima in quanto di competenza del sito specifico dell'intervento previsto (figura 4). Inoltre la Formazione di Loiano – Membro di Monzuno (LOI2) è riportata solo molto più a sud del sito specifico, in corrispondenza dell'intervento n°4 e nell'area del centro abitato di Monzuno.

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti dell'unità affiorante.

4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, interdigitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calcilutiti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

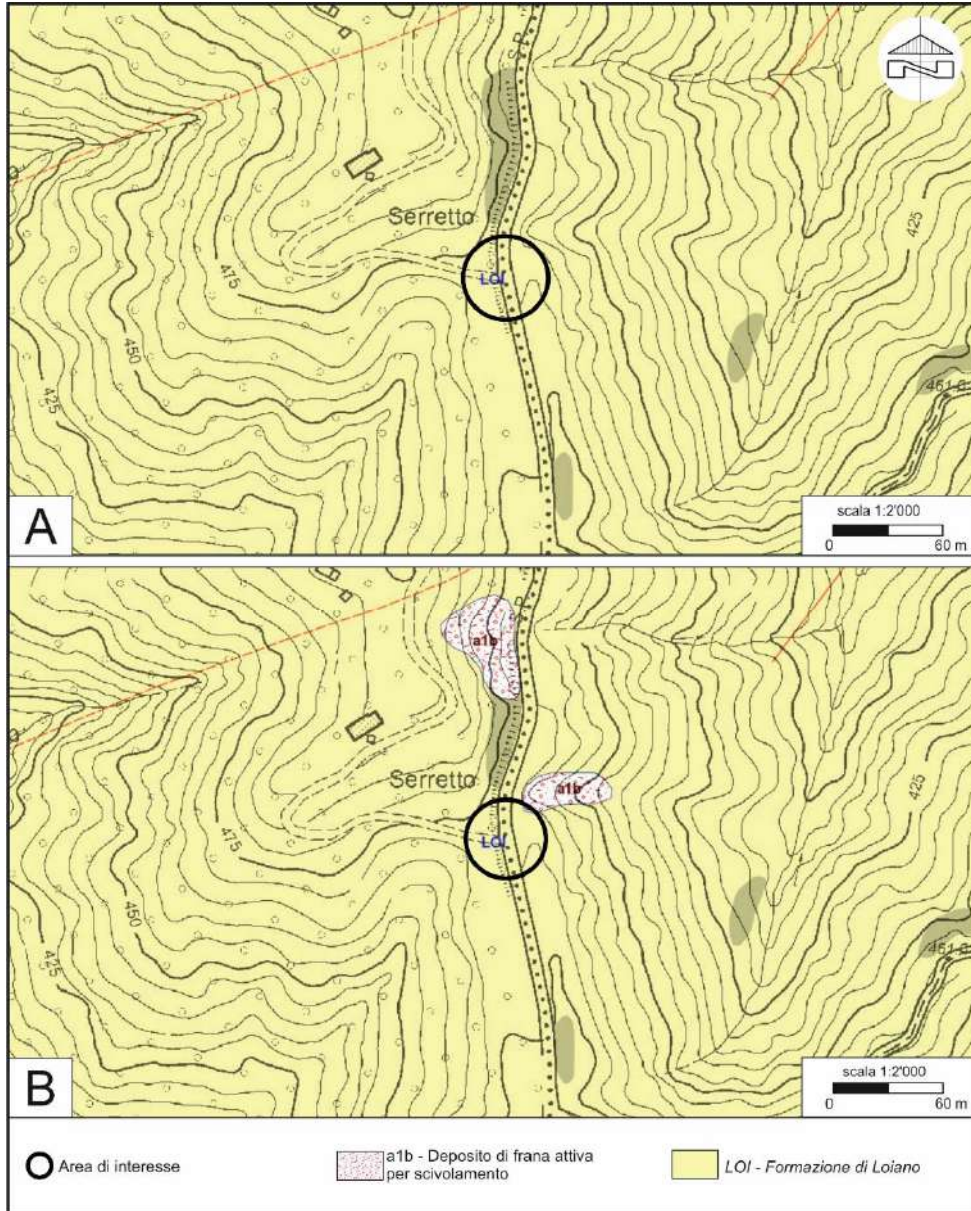



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, a N della località Selve e in prossimità della località Serretto, ad una quota media di circa 465 m s.l.m.

Tale sito si colloca in una porzione di versante in sinistra idrografica del Torrente Savena, più precisamente in una zona di crinale tra il rilievo a sud-sud ovest dove sorge il centro abitato di Monzuno e il rilievo locale a monte (quote più elevate) e il fondovalle ad est (quote più basse).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche >20°) essendo in corrispondenza dei litotipi più competenti.

In questa porzione di Appennino dove la Formazione di Loiano è la Formazione di competenza i principali meccanismi che possono interessare il versante sono quelli per scivolamento: si tratta di movimenti in massa che comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici di scorrimento, oppure entro un livello sufficientemente sottile; i movimenti possono essere rotazionali o traslativi. È possibile individuare frane per scivolamento attive e quiescenti.

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili in prossimità del sito di intervento alcune forme di dissesti (sigla a1b) legati a questo tipo di movimento, e anche se di modeste dimensioni indicano comunque un tipo di deposito attivo e non quiescente.

Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.


- **a1b – deposito di frana attiva per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito che ha manifestato evidenze di movimenti in atto nell'ultimo ciclo stagionale, indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi. Vengono incluse in questa categoria anche frane che, pur non presentando sicure evidenze di movimento nell'ultimo ciclo stagionale, denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno smosso) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con movimento rilevabile solo attraverso monitoraggi (inclinometri, estensimetri, dati interferometrici), qualora esistenti.

Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dagli interventi che interessano i centri abitati di Tre Fasci e Selve (che però ricadono più a sud del sito corrente), con fossi di raccolta delle acque e scoline che convogliano le stesse acque nei rii che scorrono in prossimità del punto di indagine (e.g., Rio Serretto) ma anche più a sud (e.g, Rio Fagioli, Rio della Cantina) e più a nord (Rio Casonazzo, Rio Canevarolo) di quest'ultimo e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture nelle aree in affioramento entro la zona di indagine prossime al crinale denotano un versante a franapoggio, con immersione degli strati verso nord est e inclinazioni anche >20° (55°) lungo la zona di crinale. Difatti più a ovest del sito le giaciture all'interno della stessa area di competenza della Formazione di Loiano indicano un versante non più a franapoggio ma a reggipoggio con inclinazioni molto minori (fino a 38°).

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in figura 5, l'area di interesse non ricade all'interno di alcuno scenario rappresentativo (da R1 a R4). Tuttavia esso viene contestualizzato all'interno delle "Aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate", in particolar modo all'interno delle "Aree di influenza sull'evoluzione del dissesto". Inoltre il sito viene classificato come U.I.E. idonea o con scarse limitazioni ad usi urbanistici.

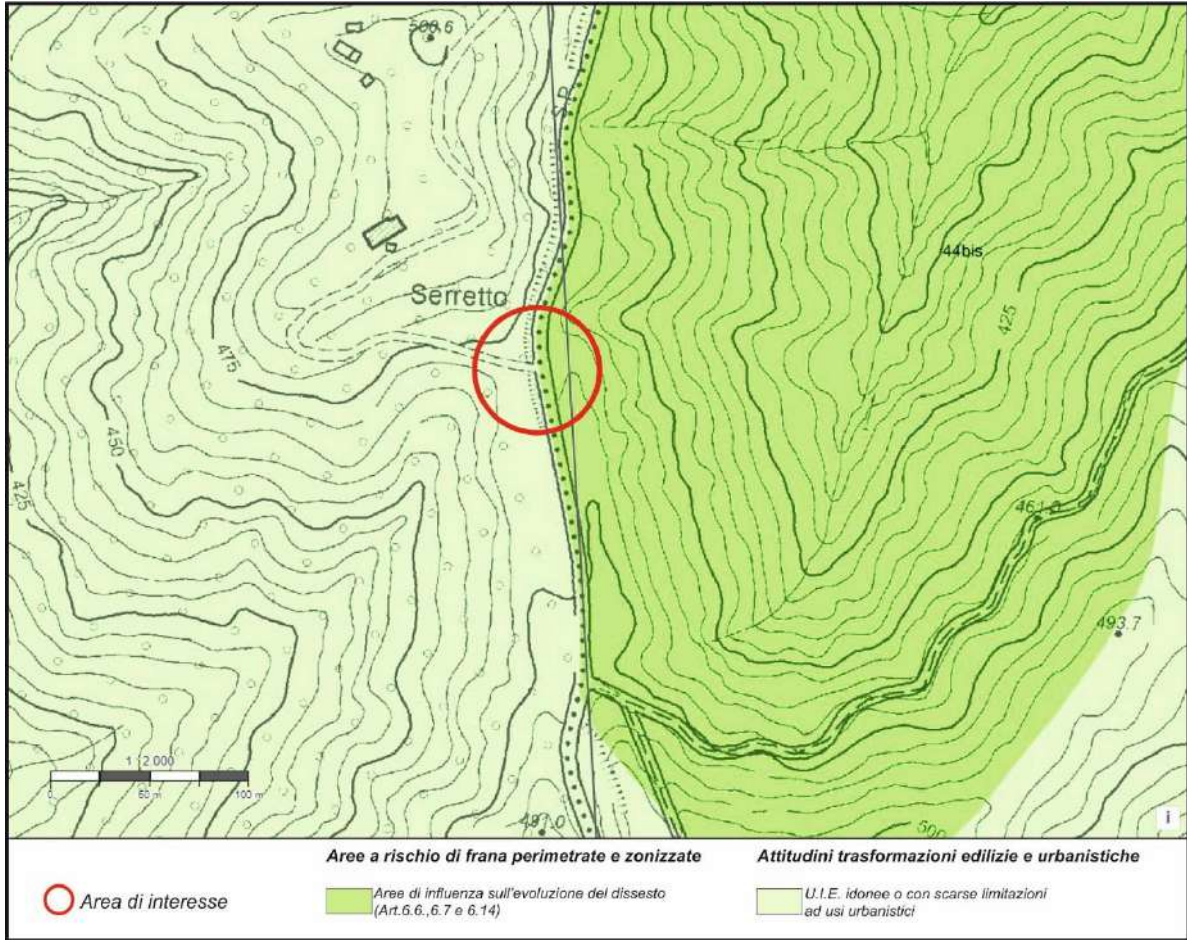



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

4.5. Rischio sismico dell'area


La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MW_{max}=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività >50°.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

Il sito di interesse ricade all'interno di un'area di studio ben complessa (vedi figura 6 – Tav.4 PTM Bologna) dove però risulta inquadrabile all'interno di quella che viene definita quella che viene definita "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $i \leq 15^\circ$.

Aree potenzialmente non soggette ad effetti locali. Sono comunque richieste indagini per la stima di V_{s30} . In caso di $V_{s30} \geq 800$ m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine o approfondimento. In caso di $V_{s30} < 800$ m/s l'area dovrà essere considerata come N^1 e dovranno essere effettuati gli accertamenti conseguenti".

Occorre comunque precisare che il sito di intervento va contestualizzato in un'area molto prossima a un'area definita come "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante" con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50° .

Occorre inoltre precisare che il sito di intervento va contestualizzato anche all'interno di quelle che sono definite come "aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate" (riquadro in verde in figura 6). Difatti anche in prossimità del sito vengono cartografate una serie di aree definite come "Zona FP – Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ ".

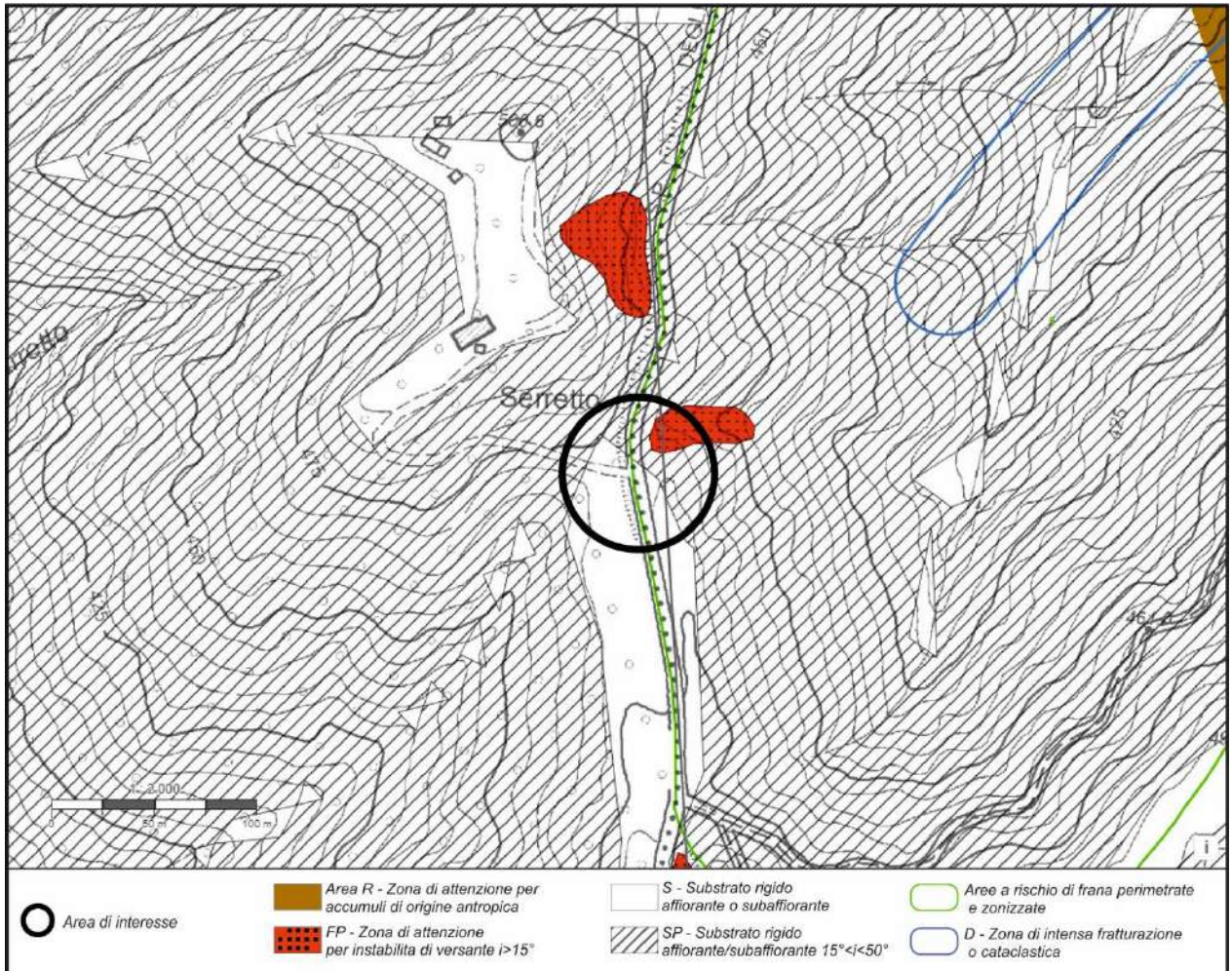



Fig. 6 – Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44,309725; Lon. 11,280172) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,3097252989298

longitudine: 11,2801722499257

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 2068,006

Sito 2 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 3586,657

Sito 3 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 6182,148

Sito 4 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 5441,178

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,059 g

Fo: 2,487


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,074 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,473
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,166 g
Fo: 2,537
Tc*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,207 g
Fo: 2,565
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,200
Cc: 1,440
St: 1,200
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,837
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,200
Kh: 0,050
Kv: 0,025
Amax: 1,044
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

Kh: 0,091

Kv: 0,045

Amax: 2,339

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,190

Cc: 1,390

St: 1,200

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,902

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.308781

longitudine: 11.279181

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide arenaceo riconducibile alla Formazione di Loiano (LOI) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo attivo) interessati principalmente da movimenti per scivolamento (a1b) di più modeste dimensioni.

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno di una zona limite fra due zone classificate come "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante" e "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50°", con attenzione ad una serie di zone al limite con il suddetto sito definite come "Zona FP – Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ ". Inoltre lo stesso sito ricade all'interno delle "Aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 17/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna



REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 7
KM 4+680 ciglio di valle

Relazione geologica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

**PIACENTINI ING.
MASSIMO**

Redatto da:




Fornitori:



Codice Cliente:


Codice interno: 24.1859

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	--

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	8
	4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	8
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	9
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	10
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	12
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	15
	5.1. Quadro macrosismico _____	15
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	16
6.	CONCLUSIONI _____	19

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1859 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 19 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°7 prevederà la realizzazione di un muro in cemento armato (in fregio a ciglio strada sottostante) di H=2.50 m e L=30/35 m.

L'intervento sarà ubicato a nord della località Selve (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 5 e la progressiva chilometrica 4 (KM 4+680 ciglio di valle) (figura 2).



Fig. 1 – Ubicazione intervento n°7. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°7.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 1 prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH), a monte o a valle del corpo di frana, spinta fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237083 nome elemento "Vado"

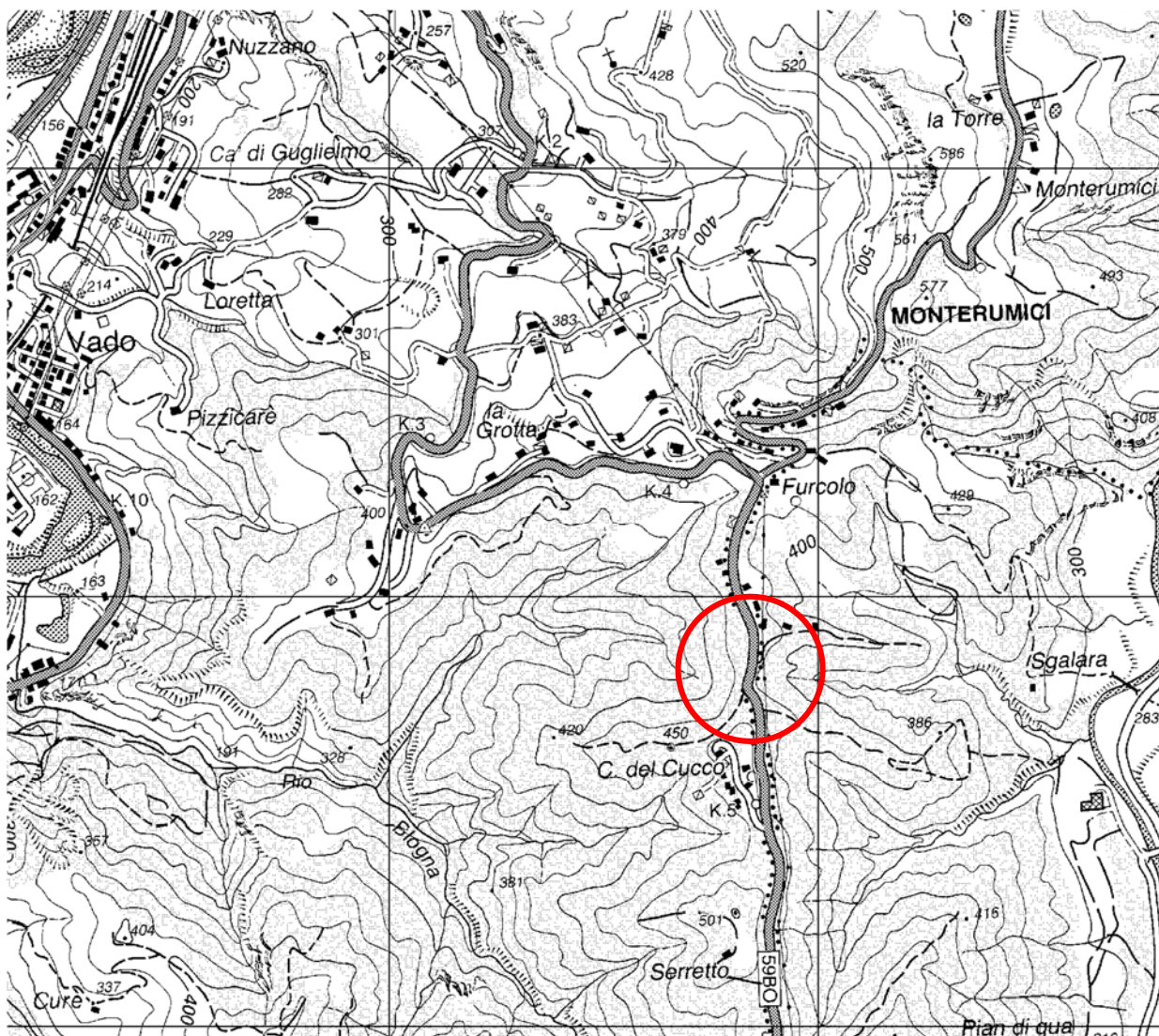



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°7 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

L'Appennino settentrionale rappresenta un tipico edificio a falde, originatosi principalmente durante il Cenozoico, periodo nel quale avviene lo scontro tra il settore iberico della più grande placca europea e la microplacca denominata Adria o Apula (o placca Africana se si considera la connessione con essa), entrambe continentali. Tale scontro è stato preceduto, in età mesozoica, dalla chiusura dell'Oceano ligure interposto alle due placche continentali.

La chiusura dell'oceano ligure, con subduzione della litosfera oceanica e lo scontro tra le placche continentali, porta alla realizzazione di un prisma di accrezione a falde; in particolare si osserva la sovrapposizione delle rocce afferenti il dominio Ligure su quelle del dominio Subligure ed ambedue sul dominio umbro-marchigiano-romagnolo. Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto. Esso risulta contraddistinto dalla presenza di) e subordinatamente da lembi formazionali arenacei (arenarie di Loiano) inclusi nelle successioni strutturalmente complesse a dominante argillosa (e.g., brecce poligeniche argillose di Poggio Cavaliera) affioranti però in un settore più a SW e distante dal sito di intervento. Questi litotipi più arenacei contraddistinguono invece l'area di intervento n°7.

La formazione geologica che caratterizza questo settore di appennino, compreso tra i torrenti Setta e Sambro ad ovest e Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°7, è la Formazione di Loiano (LOI) (figura 4).

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti dell'unità affiorante.

4.2.1. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, interdigitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calcilutiti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

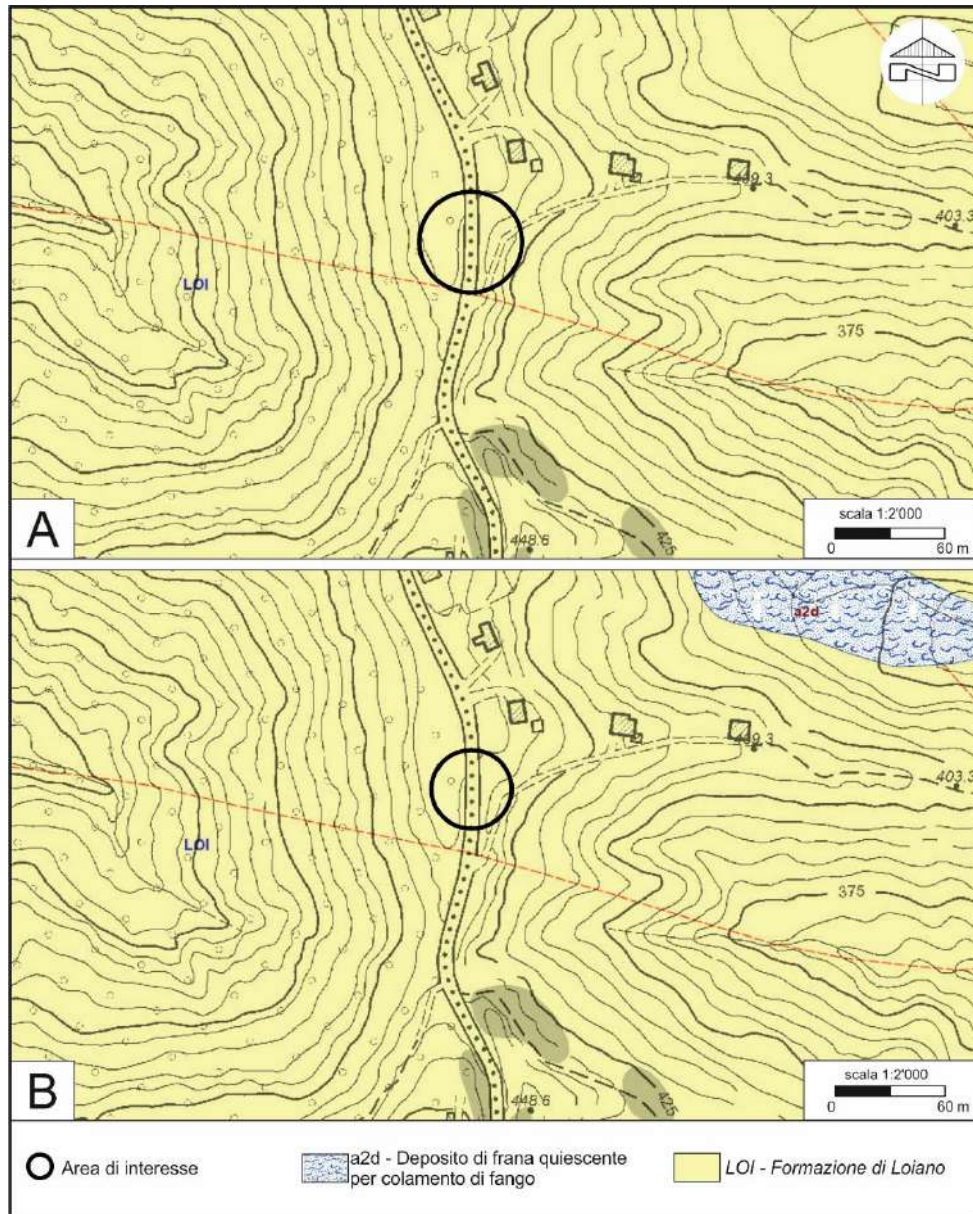



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a NE del centro abitato di Monzuno, ad una quota media di circa 435 m s.l.m.

Tale sito si colloca su una zona di crinale in sinistra idrografica del Torrente Savena e in destra idrografica del fiume Setta, a nord del centro abitato di Monzuno (dove le quote sono più elevate) e in una zona compresa tra le due fondovalle rispettivamente ad ovest e ad est dei fiumi Setta e Savena. Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche >20°) essendo in corrispondenza dei litotipi più competenti.

Qui i principali meccanismi che possono interessare il versante sono quelli per colamento di fango: si tratta di

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

fenomeni caratterizzati da movimenti di materiali sciolti entro la massa spostata, tali per cui la forma assunta dal materiale in movimento o la distribuzione apparente delle velocità e degli spostamenti è assimilabile a quelle dei fluidi viscosi; anche in questo caso si possono individuare frane attive e quiescenti;

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili alcune forme di dissesti legati a tale tipo di movimento di cui il più significativo è quello ricadente subito a NE del sito di indagine e riportato dalla sigla *a2d*. Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.

- **a2d – deposito di frana quiescente per colamento di fango**

Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi. Una volta messo in posto l'accumulo può essere riattivabile con meccanismo prevalente di scivolamento, anche se nella Banca Dati viene mantenuta la tipologia del primo movimento.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade.

Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni.

Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture nelle aree in affioramento più prossime al crinale e alla zona di indagine denotano un versante a reggipoggio, con immersione degli strati verso nord-est e inclinazioni comprese tra 20° e 36° mentre più a S-SE in prossimità della località Cà del Cucco le giaciture denotano un versante a franapoggio con immersione degli strati sempre verso nord-est ma inclinazioni ben maggiori di 30° (55°).


4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in figura 5, l'area di interesse non ricade all'interno di alcuno scenario rappresentativo.

Nello specifico il sito risulta compreso tra una zona classificata come "Area di influenza sull'evoluzione del dissesto", nel contesto delle aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate (Art. 6.6, 6.7 e 6.14), e una zona classificata come "U.I.E. da sottoporre a verifica" nel contesto delle attitudini trasformazioni edilizie e

urbanistiche.

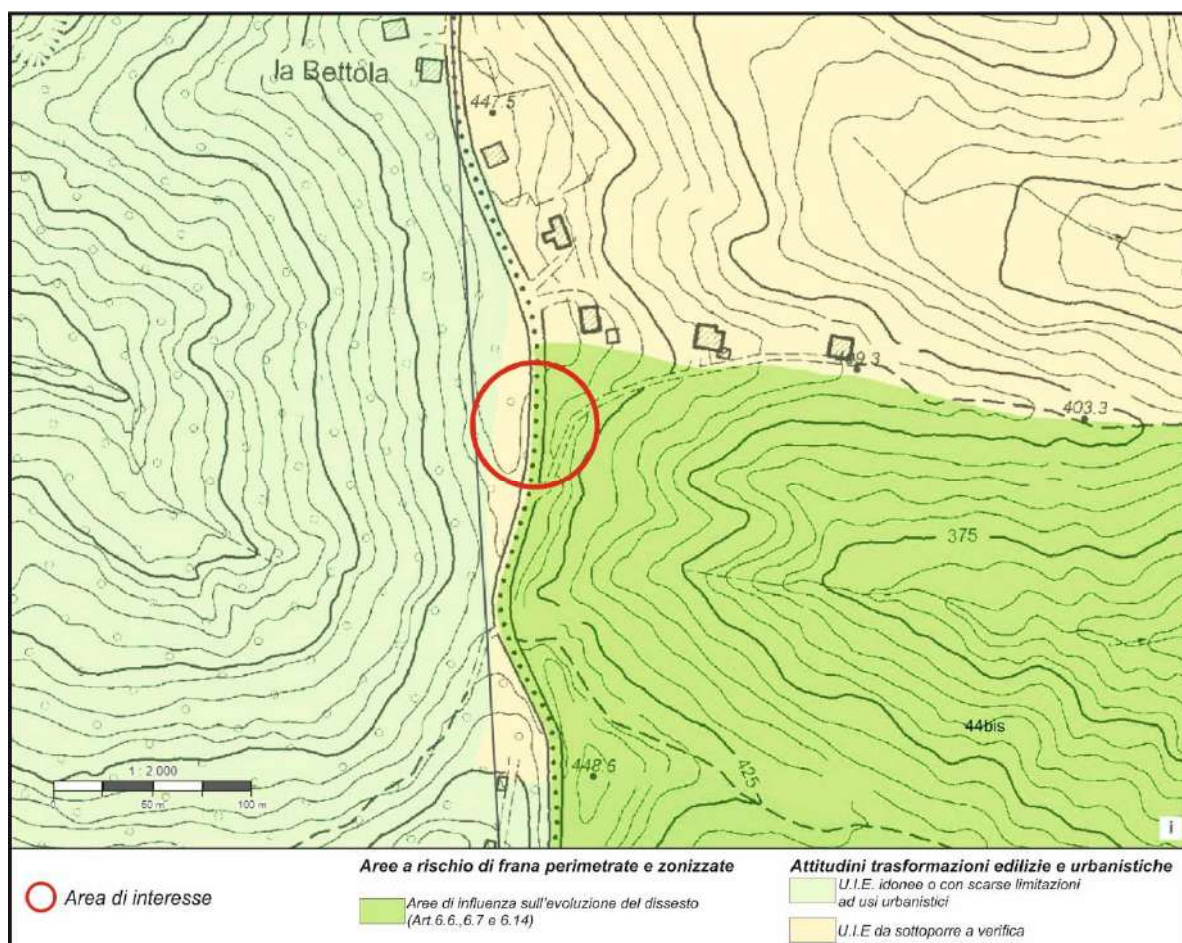



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

4.5. Rischio sismico dell'area

La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività $>50^\circ$.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

L'area di interesse ricade all'interno di quella che viene definita "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15 < i < 50^\circ$ ".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15 < i < 50^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: sui pendii con acclività $i > 15^\circ$ e differenza di quota (dislivello) $> 30m$

possono verificarsi effetti di amplificazione per cause topografiche. Dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione topografico.

Occorrerà verificare anche il valore di V_{s30} . In caso $V_{s30} < 800$ m/s l'area dovrà essere considerata come NP e dovranno essere effettuati gli accertamenti conseguenti. In relazione a tali aree è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento”.

Occorre comunque precisare che il sito di intervento va contestualizzato in un'area molto prossima a un'area definita “Area S – substrato rigido affiorante/ subaffiorante” con inclinazione del pendio $i < 15^\circ$ e nel contesto di un'area perimetrata e zonizzata come area a rischio di frana (linea in tratto verde – figura 5).

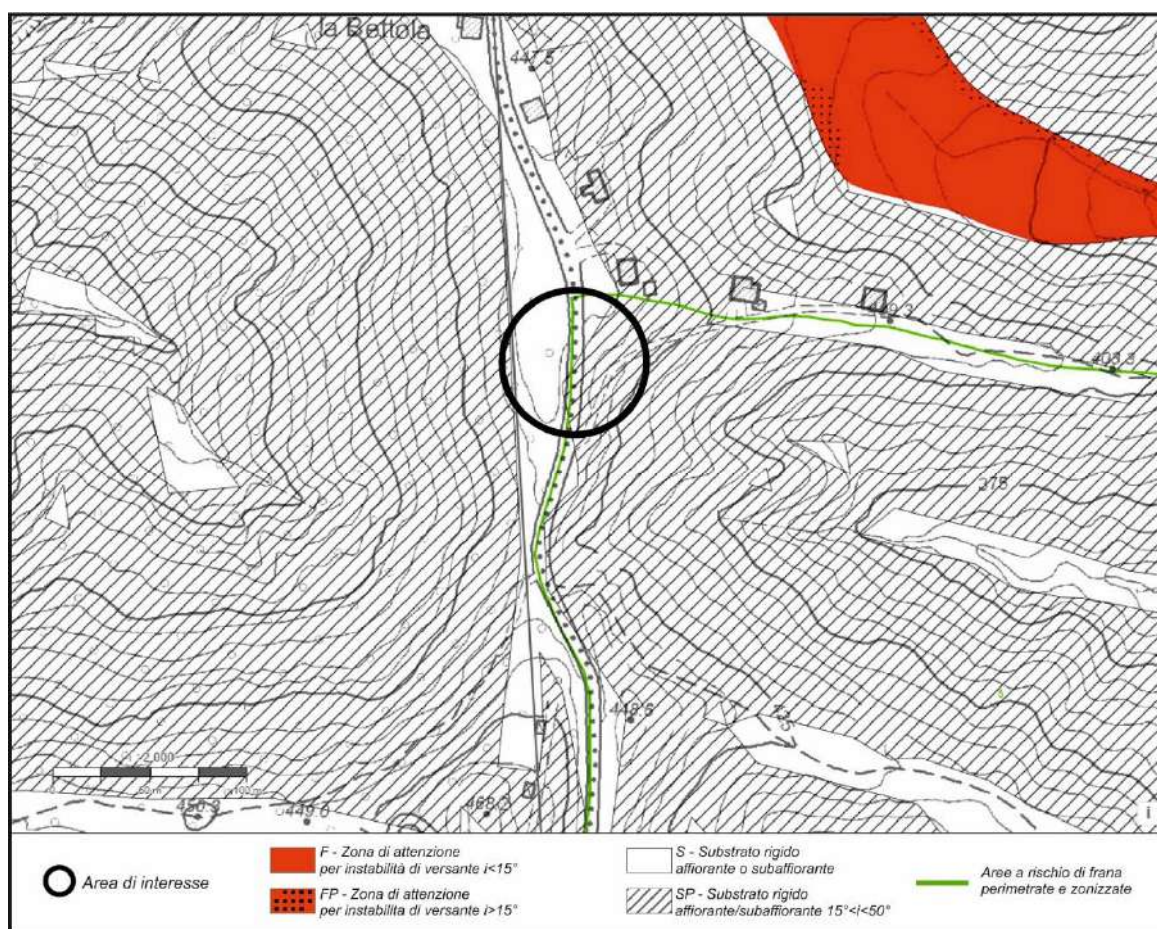



Fig. 5 – Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44,30973; Lon. 11,28023) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,3097382980746

longitudine: 11,2802342487274

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 2072,509

Sito 2 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 3581,552

Sito 3 ID: 17840 Lat: 44,2651 Lon: 11,3264 Distanza: 6180,370

Sito 4 ID: 17839 Lat: 44,2638 Lon: 11,2567 Distanza: 5444,234

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,059 g

Fo: 2,487


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,074 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,473
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,166 g
Fo: 2,537
Tc*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,207 g
Fo: 2,565
Tc*: 0,308 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,200
Cc: 1,440
St: 1,200
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,837
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,200
Kh: 0,050
Kv: 0,025
Amax: 1,044
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

Kh: 0,091

Kv: 0,045

Amax: 2,340

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,190

Cc: 1,390

St: 1,200

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,902

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.308794

longitudine: 11.279243

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide arenaceo riconducibile alla Formazione di Loiano (LOI) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti per colamento di fango (a2d).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno della zona classificata come "Area SP – substrato rigido affiorante/ subaffiorante con inclinazione del pendio compresa tra 15° e 50°", anche se occorre tenere presente la prossimità all'area definita invece come "Area S – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $i < 15^\circ$ ". Inoltre sempre in accordo con il PTM della città Metropolitana di Bologna il sito risulta contestualizzato alle "aree a rischio di frana perimetrare e zonizzate" ed è classificata come "area di influenza sull' evoluzione del dissesto".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 10/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna





REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 9
KM 2+850 ciglio di VALLE

Relazione geologica e sismica


Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente: PIACENTINI ING. MASSIMO	Redatto da:  GEOTEAS s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
Fornitori:	

Codice Cliente:


Codice interno: 24.1875

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	10
	4.2.1. Successione epiligure – Gruppo di Bismantova – Formazione di Antognola (ANT) _____	10
	4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	11
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	13
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	14
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	16
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	19
	5.1. Quadro macrosismico _____	19
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	20
6.	CONCLUSIONI _____	23

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1875 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaleoni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 23 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)


Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°9 prevederà la realizzazione di: un cordolo portabarriera di L=30/35 m su micropali F 240 mm di L=8 m, con tubo F 159x10 mm e interasse micropali di 2 m ogni fila; una barriera paramassi sopra muro di monte di L=20 m (non si può posizionare attaccata a muro esistente perché non sarebbe più verificato, occorre posizionarla più a monte facendo cordolo apposito (?).

L'intervento sarà ubicato poco a est-nord est della località Vado (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 2 e la progressiva chilometrica 3 (KM 2+850 ciglio di VALLE) (figura 2).



Fig. 1 – Ubicazione intervento n°9. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°9.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), a monte e/o a valle del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237083 nome elemento "Vado"

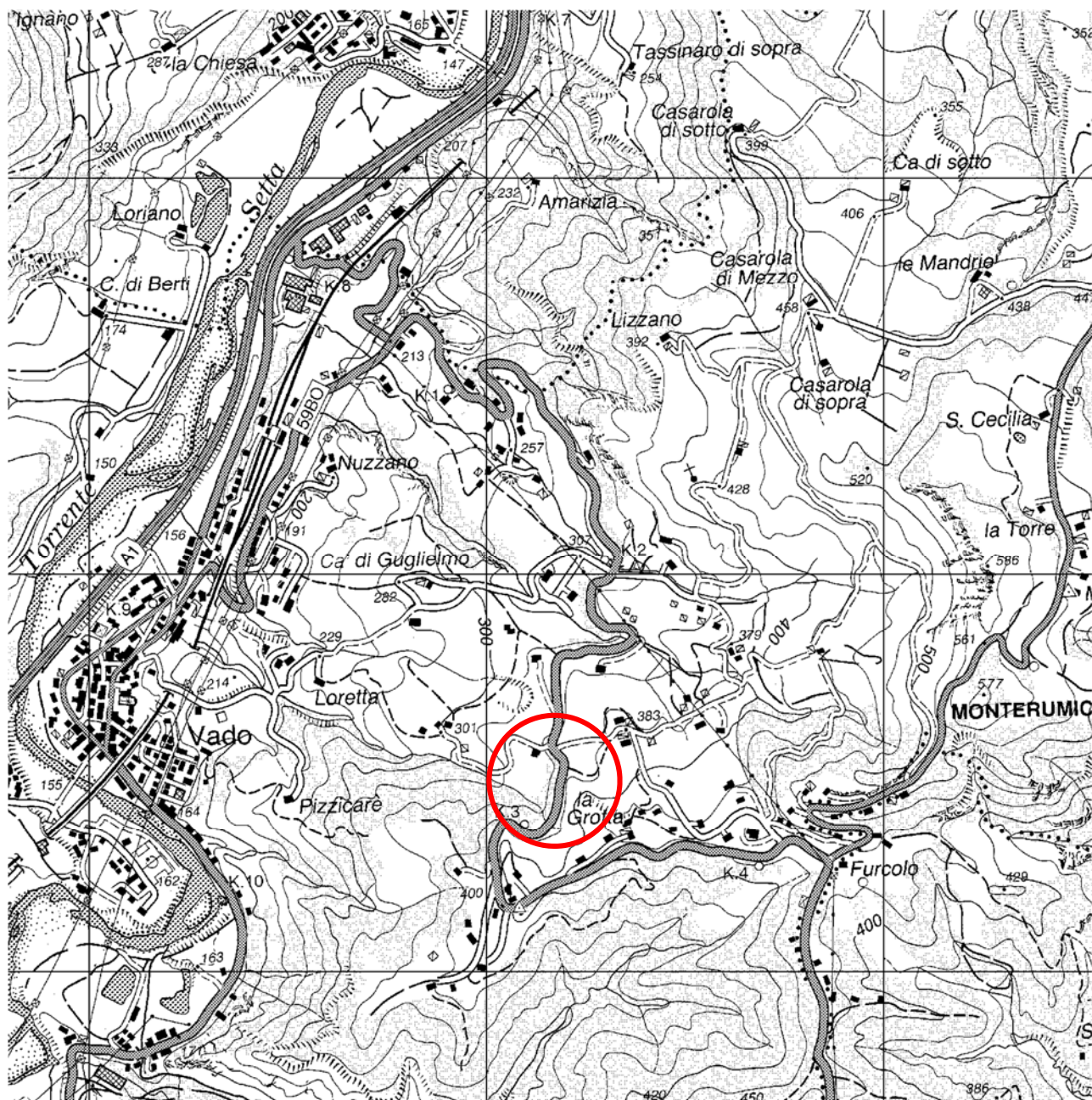



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°9 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.


L'Appennino settentrionale è una catena a falde (Elter, 1960; Reutter et Groscurth, 1978) originatesi dallo scontro tra la placca europea o sardo-carsa e la microplacca Adria o Apula o Adriatico-Padana, inizialmente connessa alla placca africana (Boccaletti et alii, 1971; Boccaletti e Guazzone, 1972), avvenuto nel Terziario. Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleoceanico ligure-piemontese. La catena deriva quindi dalla deformazione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici: il Dominio ligure, corrispondente in larga misura all'area oceanica, il subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio tosco-umbro di pertinenza adriatico-padana. Oltre a questi domini entra a far parte dell'Appennino settentrionale il Dominio epiligure (Ricci Lucchi e Ori, 1985; Bettelli et alii, 1989b) formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene medio sulle unità liguri già tettonizzate.

La chiusura dell'Oceano Ligure, con la completa consunzione della litosfera oceanica, e la collisione tra le due masse continentali portano alla formazione di un prisma di accrezione (Traves, 1984) costituito da rocce deformate per raschiatura e appilamento a spese degli originari sedimenti depositi sui domini citati. Rocce che inizialmente occupano aree paleogeografiche tra loro affiancate vengono a sovrapporsi, con i terreni del Dominio ligure accavallati su quelli del subligure e di ambedue sul Dominio tosco-umbro-marchigiano costituito a sua volta da elementi strutturali sovrapposti. Nell'Appennino ligure-emiliano il Dominio ligure esterno viene tradizionalmente suddiviso in un Dominio ligure interno e uno esterno (Decandia e Elter, 1972; Elter e Marroni, 1992).

Le Liguridi interne, affioranti prevalentemente sul versante tirrenico dell'Appennino settentrionale, nel settore nord-occidentale di questo sono caratterizzate dalla presenza di un debole metamorfismo e dalla presenza di un substrato costituito da rocce ofiolitiche che si ritrovano ancora nella loro giacitura primaria.

Le Liguridi esterne, affioranti sul versante padano dell'Appennino settentrionale, non presentano alcuna impronta metamorfica e, alla base delle differenti successioni stratigrafiche, non conservano testimonianze del substrato oceanico sul quale si depositarono e dal quale si scollarono durante l'orogenesi appenninica. Rocce ofiolitiche, tuttavia, sono presenti anche nelle successioni delle Liguridi esterne, ma sotto forma di masse isolate incluse per lo più all'interno delle Argille a Palombini (Bertotti et alii, 1986; Meccheri et alii, 1986; Elter et alii, 1991). In alcuni casi queste rocce ofiolitiche riportano al tetto sedimenti oceanici appartenenti alle formazioni dei Diaspri e dei Calcari a Calpionelle.

Nell'Appennino ligure-emiliano la suddivisione tra le Liguridi esterne e interne tiene conto del fatto che al substrato oceanico conservato delle prime si contrappone la presenza nelle Liguridi esterne di testimonianze indirette della vicinanza di un margine continentale della placca Adria. Infatti troviamo su quest'ultima depositi di arenarie e conglomerati risedimentati in ambiente profondo (Arenarie di Ostia, Arenarie di Scabiazza,


<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

Conglomerati dei Salti del Diavolo) con clasti che provengono da successioni giurassiche deposte sul paleomargine continentale apulo (Sames, 1967). L'orogenesi dell'Appennino settentrionale, che ha scomposto i vari domini paleogeografici appilando e giustappoando tra loro in modo complicato le successioni stratigrafiche tanto da rendere problematica la ricostruzione degli originari rapporti, è il risultato di movimenti tettonici complessi sviluppatasi in un arco di tempo dal Cretaceo superiore sino all'attuale. Le varie fasi di questa evoluzione sono solitamente raggruppate in cicli principali; il primo ordine di tempo comprende le "fasi liguri" ed ha interessato i Domini liguri, interno e esterno e, probabilmente, anche quello subligure; esso si considera concluso con l'inizio della deposizione nell'Eocene medio dei terreni della Successione epiligure. Il secondo ciclo, miocenico, comprende le "fasi toscane" durante le quali si ha la messa in posto sui Domini tosco-umbri delle Unità liguri e sub liguri già tettonizzate e della sovrastante Successione epiligure.

La tettonica delle Liguridi risulta caratterizzata (Casnedi, 1982; Marini, 1982; Meccheri et alii, 1982; Marroni, 1991; Vescovi, 1991; Bettelli et alii, 1994; 1996) da una prima fase con pieghe isoclinali compresse, sin metamorfiche nelle Liguridi interne, seguita da una seconda fase che ha prodotto un ulteriore raccorciamento ed ha ripiegato le strutture precedenti. Ambedue le fasi sono a vergenze europea, opposta a quella che caratterizza le fasi successive. Esse portano ad una profonda ristrutturazione del prisma di accrezione ligure che successivamente durante le fasi toscane non subirà, tranne poche eccezioni, ulteriori modifiche. L'insieme delle fasi liguri porta ad un appilamento delle successioni deposte nei Domini liguri in estese falde e alla chiusura dell'oceano ligure-piemontese. I movimenti avvengono in ambiente subacqueo e su questi terreni corrugati si impostano vari bacini entro cui si depositano le sequenze detritiche epiliguri. La fasi toscane sono caratterizzate a partire dall'Oligocene superiore dalla collisione delle due zolle continentali, l'europa o Sardo-Carsa e l'Apula e si sviluppano a spese del margine Apulo con una tettonica a thrusts e falde, prima con sottoscorrimento verso ovest delle Unità toscane al di sotto delle Unità tettoniche subliguri e liguri già impilate e successivamente di quelle umbro-marchigiane al di sotto delle precedenti. Vengono così ad individuarsi le principali unità tettoniche che ora costituiscono l'ossatura della catena in cui la parte più profonda dell'edificio è occupata dal nucleo metamorfico apuano al quale si sovrappone la Falda toscana a sua volta sovrascorsa dalla Subliguridi e dalle Liguridi.

Nel settore emiliano, in corrispondenza dell'attuale crinale appenninico, sono presenti al di sopra della Falda toscana le Unità tettoniche Modino e Cervarola (Reutter, 1969; Dallan Nardi e Nardi, 1972; Abbate e Bruni, 1989; Chicchi e Plesi, 1992) costituite in prevalenza da depositi terrigeni di avanfossa di età miocenica inferiore e dalle unità che ne rappresentano o ne rappresentavano l'originario substrato (Unità tettonica Sestola-Vidiciatico, Successione di base del Modino). Falda toscana e Unità Modino e Cervarola si accavallano poi verso l'esterno sulle Unità umbro-marchigiane deformate durante le fasi neogeniche.

La strutturazione dell'Appennino è strettamente connessa da un lato all'evoluzione estensionale del Mediterraneo occidentale e dall'altro al contemporaneo sottoscorrimento del basamento padano-adriatico e delle coperture meso-cenozoiche al di sotto di quello ligure-toscano (Tomaselli et alii, 1992) e della catena neo formata. Tale strutturazione ha portato le Unità tettoniche liguri e subliguri con sovrapposte stratificamente le formazioni epiliguri a costituire una estesa coltre alloctona che a partire dal Miocene inferiore si accavalla via via sugli altri domini (quelli toscani e quelli umbro-marchigiani) sino al margine padano dell'Appennino; il

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

fronte della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici e deformato da sistemi di pieghe e Thrusts strutturati in una serie di archi (Pieri e Groppi, 1981; Castellarin et alii, 1986), si sviluppa nel Pliocene e nel Pleistocene.

Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le Formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto, contraddistinto dalla presenza di depositi miocenici rappresentati da lembi formazionali arenacei e/o marnoso/argillosi appartenenti al Gruppo di Bismantova. Questi ultimi litotipi contraddistinguono in particolar modo l'area di intervento n°9.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra il torrente Setta ad ovest e il Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°9, sono la Formazione di Loiano (LOI) e la Formazione di Antognola (ANT), con particolare attenzione sulla prima in quanto più di competenza del sito di intervento specifico (figura 4).

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Successione epiligure – Gruppo di Bismantova – Formazione di Antognola (ANT)

Si tratta di Argille, argille marnose e argille siltose, Marne e marne argillose, grigio-verdognole a luoghi siltose, strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli arenitici sottili a grana fine.

Potenza massima di alcune centinaia di metri.

Passaggio inferiore discontinuo o transizionale sulla sottostante Formazione di Ranzano (RAN), in discontinuità sulle Marne di Monte Piano (MMP). Interdigitazioni con le Breccie Argillose della Val Tiepido – Canossa (MVT).

È presente un Membro (Membro di Anconella – ANT4) arenaceo che localmente rappresenta la quasi totalità della Formazione.


– Formazione di Antognola – Membro di Anconella (ANT4)

Si tratta di Sabbie e Areniti arcose grigio-giallastre da molto grossolane a fini, risedimentate dalla stratificazione tabulare da media a molto spessa o massima per amalgamazione. Eventuale rara presenza di livelli pelitici (peliti nerastre e marne argillose grigio verdi) in intervalli molto sottili o sottili al tetto degli strati arenacei. Rapporto A/P generalmente >>10.

Potenza massima di oltre 600 m.

Corpo inter digitato a scala regionale alla Formazione di Antognola (ANT).

Età Chattiano?- Burdigaliano inf?

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcosiche, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, inter digitate con breccie argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calcilutiti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

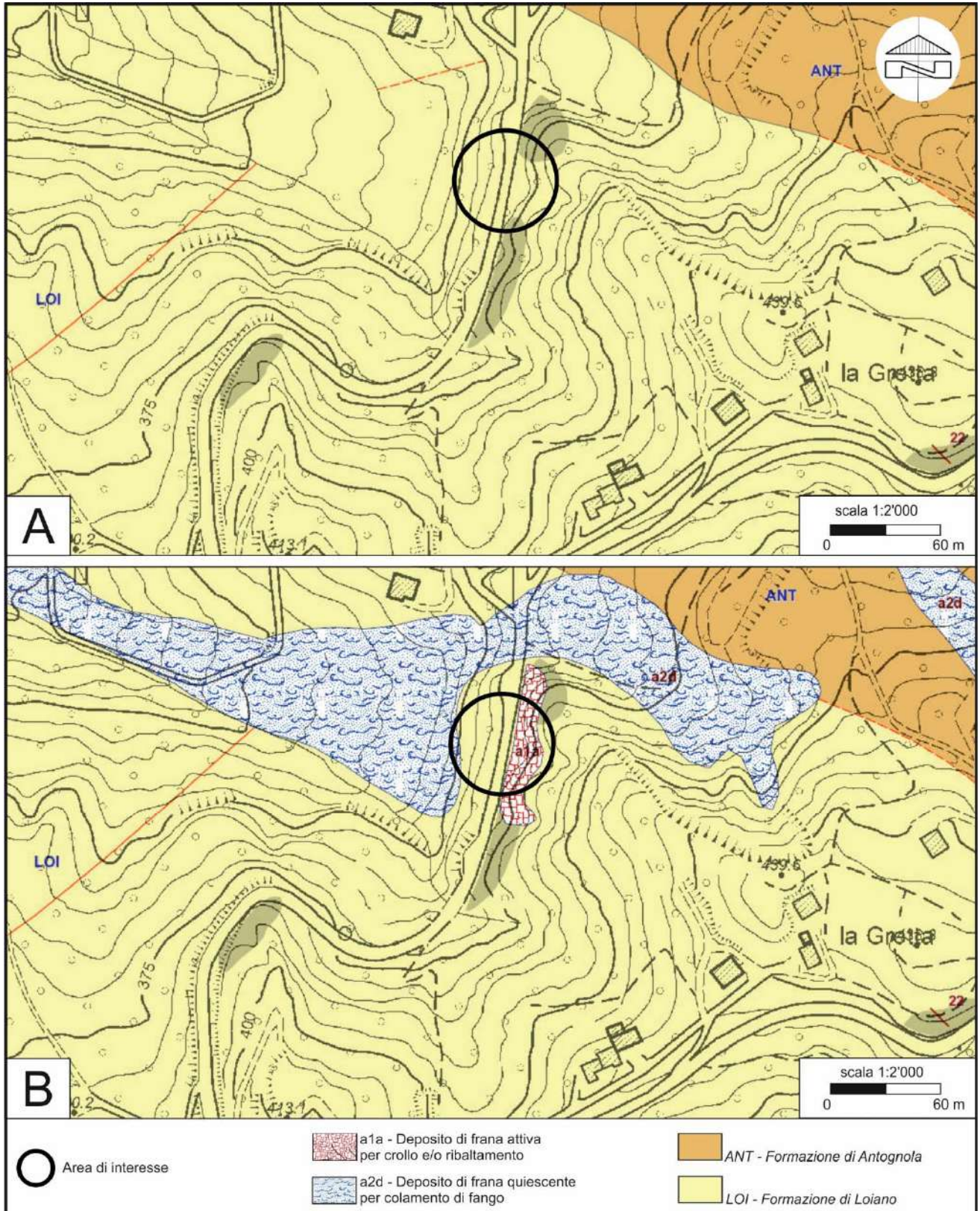



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a E-NE del centro abitato di Vado, ad una quota media di circa 460-470 m s.l.m.

Tale sito si colloca su una zona di versante in destra idrografica del Torrente Setta, in una zona compresa tra le due fondovalle rispettivamente ad ovest e ad est dei fiumi Setta e Savena. Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche $>20^\circ$) essendo in corrispondenza dei litotipi più competenti e in un contesto a più grande scala dai caratteri prevalentemente montani, con creste e valli profondamente incise. Qui i principali meccanismi che possono interessare il versante sono sia di tipo complesso (attivo e quiescente), ma più a nord dell'intervento n°9, sia per colamento di fango (quiescente) e per crollo e/o ribaltamento (attivo).

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili alcune forme di dissesti legati a tali tipi di movimento, di cui il più significativo (per maggiore estensione) è quello in prossimità del sito di indagine e riportato dalla sigla *a2d* e che interessa gran parte del versante in direzione circa E-W. Allo stesso modo anche il deposito di frana (attiva) per crollo e/o ribaltamento riportato dalla sigla *a1a* interessa il sito di indagine, denotando soprattutto un tipo di forma di dissesto attivo anziché quiescente e peculiare di questo intervento.

Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.

– **a1a – Deposito di frana attiva per crollo e/o ribaltamento**


Deposito originato da distacco di rocce litoidi da un pendio acclive e messo in posto con processi di caduta libera, rimbalzo e rotolamento di ciottoli e massi. L'accumulo detritico è costituito da materiale eterogeneo con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm³ e decine di m³, privo di matrice o in scarsa matrice sabbioso-pelitica.

La peculiare caratteristica dei crolli è la riattivazione improvvisa e la estrema velocità del movimento. Le aree su cui sono presenti accumuli per crollo sono da considerarsi pertanto sempre soggette a possibili nuovi arrivi di materiale distaccato dalle pareti rocciose sovrastanti a meno di interventi di stabilizzazione artificiale.

– **a2d – Deposito di frana quiescente per colamento di fango**

Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi. Una volta messo in posto l'accumulo può essere riattivabile con meccanismo prevalente di scivolamento, anche se nella Banca Dati viene mantenuta la tipologia del primo movimento.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dagli interventi che interessano i centri abitati locali (e.g, Vado), con fossi di raccolta delle acque e scoline che convogliano le stesse acque nei rii che scorrono poco più a nord (e.g., Fosso Cavera), in prossimità (e.g, Rio Palazzo) e poco più a sud (e.g, Rio della Ronca) del sito di indagine e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture più prossime alla zona di indagine denotano un versante a reggipoggio, con immersione degli strati verso N-NE e inclinazioni di circa 20° (22°).

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni

e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato dalla Tavola 3 del PTM di Bologna (figura 5) lo scenario rappresentativo per il sito di indagine è lo scenario R1 – Rischio moderato.

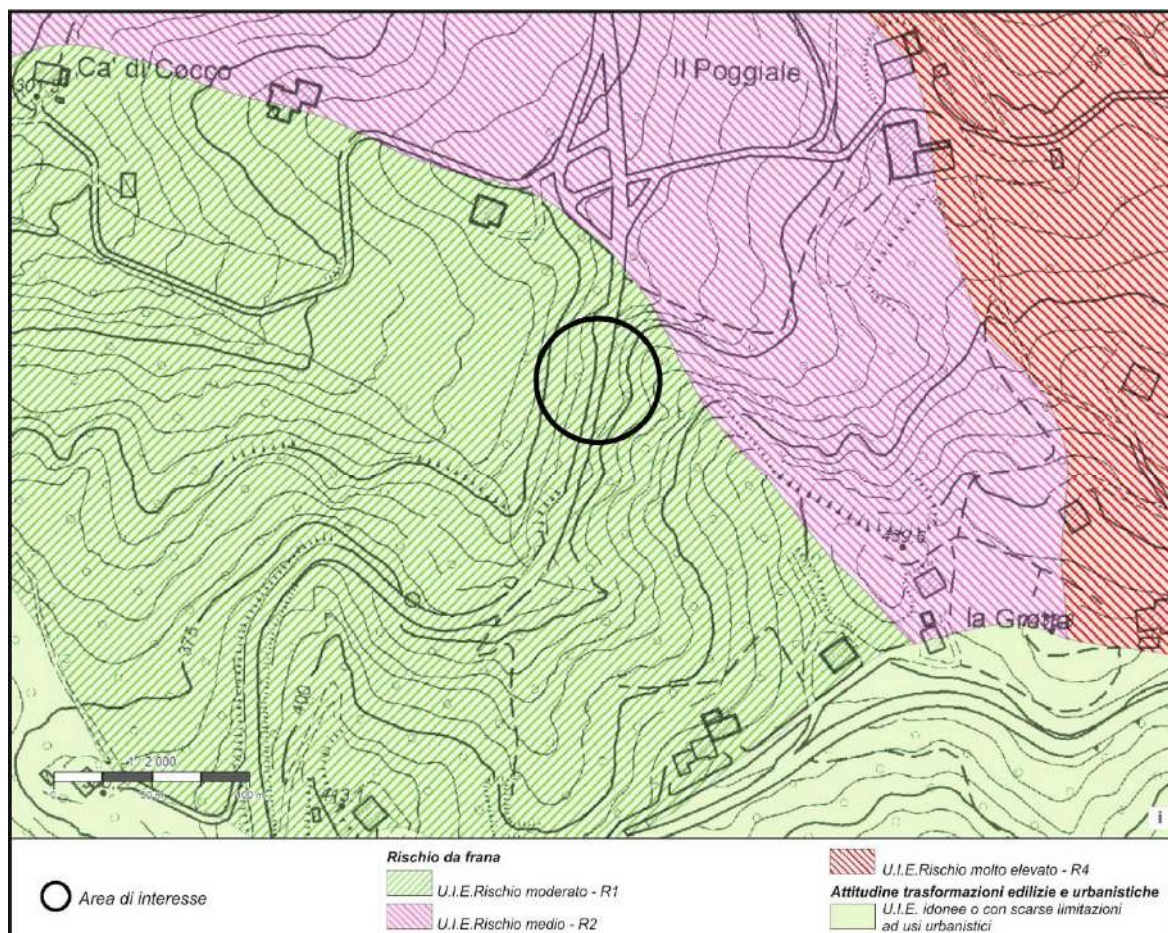



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

4.5. Rischio sismico dell'area


La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MW_{max}=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività >50°.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

Il sito di interesse ricade all'interno di un'area di studio ben complessa (vedi figura 6 – Tav.4 PTM Bologna) dove però risulta inquadrabile all'interno di quella che viene definita "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ ".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"SP - Substrato rigido affiorante/subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ "

Descrizione: substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15^\circ < i < 50^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: sui pendii con acclività $i > 15^\circ$ e differenza di quota (dislivello) $> 30m$ possono verificarsi effetti di amplificazione per cause topografiche. Dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione topografico.

Occorre tenere però presente che la parte di versante più interessata dal tipo di frana per crollo e/o ribaltamento (a1a) risulta contestualizzabile all'area denominata come "Area FP – Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ e definita qui di seguito (da Allegato 3° al PTM):

"FP - Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ "

Descrizione: corpo di frana o accumuli detritici di versante o alluvioni o riporti antropici o zone cataclastiche. Spessore della coltre $H \geq 3m$. Inclinazione del pendio $i > 15^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica, topografica e di spostamenti/cedimenti.

Per gli interventi ammessi si richiedono studi geologici e sismici di terzo livello nei casi richiesti dalla delib.di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019, con analisi della risposta sismica locale, valutazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni sismiche.

In caso di differenze di quota (dislivello) $> 30m$, lo studio di microzonazione sismica dovrà valutare anche gli effetti della topografia e la loro area di influenza.

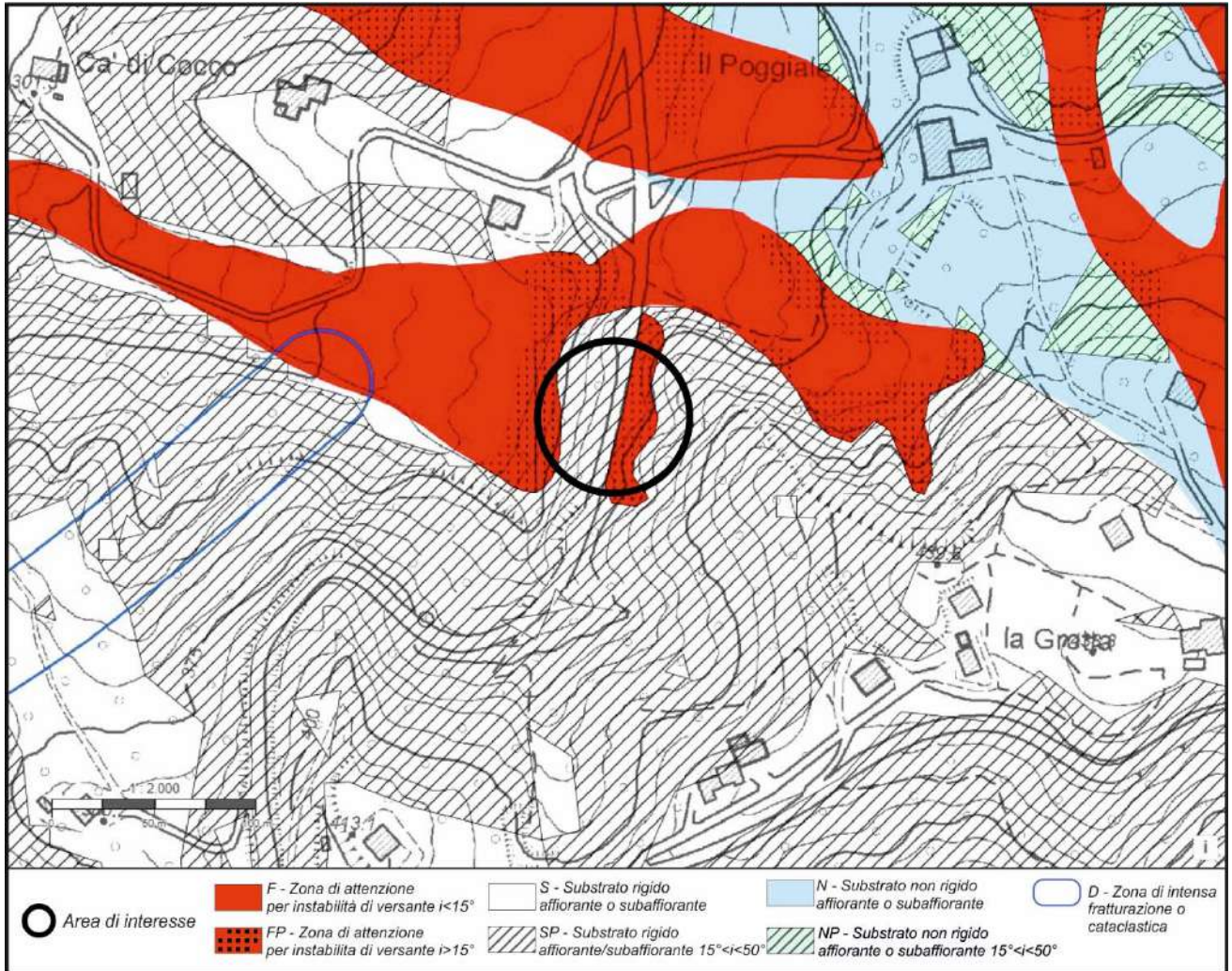



Fig. 6 – Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44.31347; Lon. 11.27061) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,31442

longitudine: 11,271608

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 1339,295

Sito 2 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 4219,106

Sito 3 ID: 17396 Lat: 44,3650 Lon: 11,3228 Distanza: 6947,627

Sito 4 ID: 17395 Lat: 44,3638 Lon: 11,2529 Distanza: 5682,611

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,058 g

Fo: 2,489


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,073 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,476
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,164 g
Fo: 2,525
Tc*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,205 g
Fo: 2,551
Tc*: 0,307 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,200
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 1,029
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,200
Kh: 0,061
Kv: 0,031
Amax: 1,283
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,570
St: 1,200

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

Kh: 0,108

Kv: 0,054

Amax: 2,794

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,390

Cc: 1,550

St: 1,200

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 3,349

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.313476

longitudine: 11.270617

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide arenaceo riconducibile alla Formazione di Loiano (LOI) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana sia attivi sia quiescenti interessati principalmente da movimenti sia per ribaltamento e/o crollo (*a1a* - attivo) sia per colamento di fango (*a2d* - quiescente).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno della zona classificata come "Area SP – Substrato rigido affiorante o subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$ ", anche se occorre precisare che la parte di versante interessata dal movimento per crollo e/o ribaltamento risulta inquadrabile all'interno dell'area classificata come "Area FP – Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$ ". Inoltre sempre in accordo con il PTM della città Metropolitana di Bologna per il sito di studio lo scenario di riferimento è quello R1–Rischio moderato.

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 17/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna






REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno


Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte
e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024,
lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 10
KM 2+390 ciglio di VALLE

Relazione geologica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione


Committente: PIACENTINI ING. MASSIMO	Redatto da:  GEOTEAS s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
Fornitori:	 

Codice Cliente:	Codice interno: 24.1875
-----------------	-------------------------

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	10
	4.2.1. Successione epiligure – Gruppo di Bismantova – Formazione di Antognola (ANT) _____	10
	4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Ranzano (RAN) _____	11
	4.2.3. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	11
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	13
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	15
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	17
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	20
	5.1. Quadro macrosismico _____	20
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	21
6.	CONCLUSIONI _____	24

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1875 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancaloni; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 24 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)


Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi meteorologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°10 prevederà: la demolizione del muro su pali di d=40 cm; la realizzazione di un muro di L=40/50 m e altezza elevazione muro di 1.50 m, su pali di d=60 cm, L=8 m e interasse di 2.60 m ogni fila.

L'intervento sarà ubicato poco a nord-est della località Vado (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 2 e la progressiva chilometrica 3 (KM 2+390 ciglio di VALLE) (figura 2).

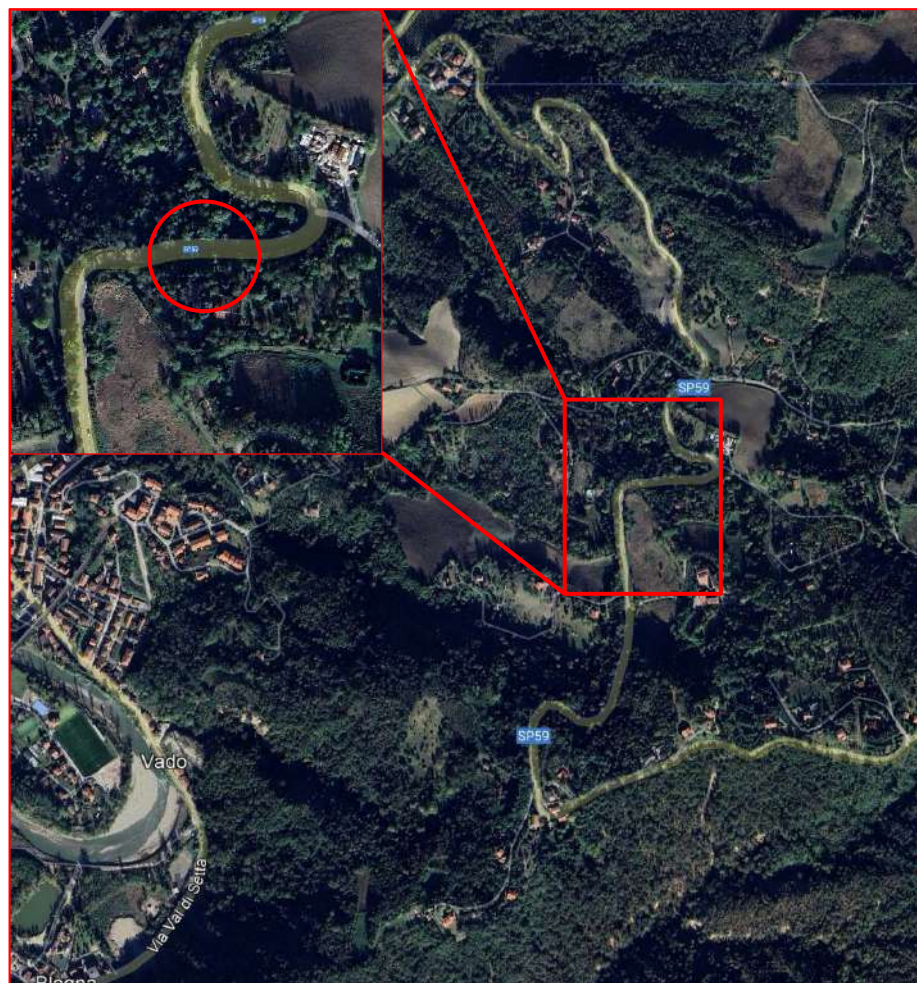


Fig. 1 – Ubicazione intervento n°10. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°10.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), a monte e/o a valle del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237083 nome elemento "Vado"

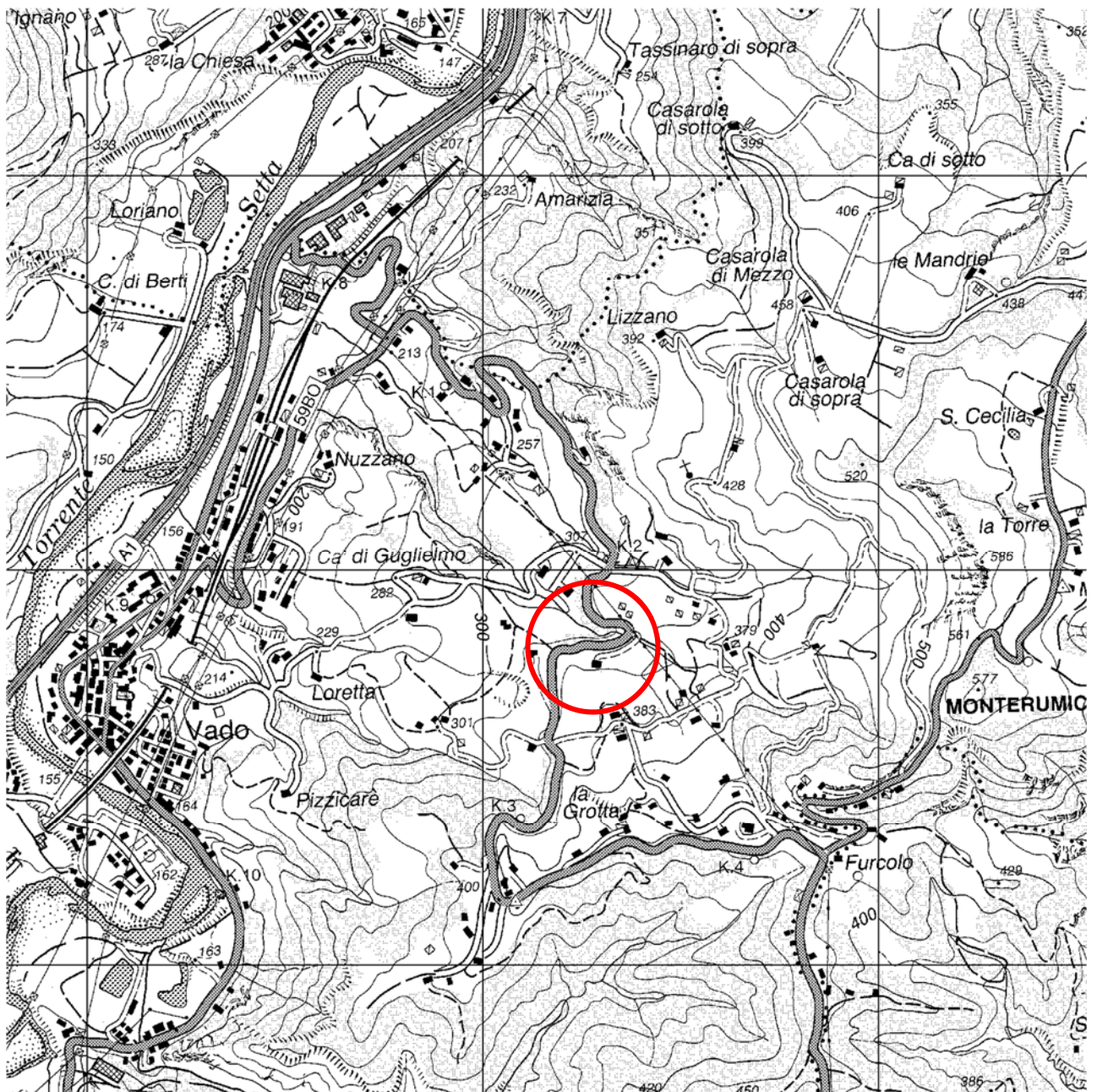



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°10 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.


L'Appennino settentrionale è una catena a falde (Elter, 1960; Reutter et Groscurth, 1978) originatesi dallo scontro tra la placca europea o sardo-carsa e la microplacca Adria o Apula o Adriatico-Padana, inizialmente connessa alla placca africana (Boccaletti et alii, 1971; Boccaletti e Guazzone, 1972), avvenuto nel Terziario. Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleoceanico ligure-piemontese. La catena deriva quindi dalla deformazione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici: il Dominio ligure, corrispondente in larga misura all'area oceanica, il subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio tosco-umbro di pertinenza adriatico-padana. Oltre a questi domini entra a far parte dell'Appennino settentrionale il Dominio epiligure (Ricci Lucchi e Ori, 1985; Bettelli et alii, 1989b) formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene medio sulle unità liguri già tettonizzate.

La chiusura dell'Oceano Ligure, con la completa consunzione della litosfera oceanica, e la collisione tra le due masse continentali portano alla formazione di un prisma di accrezione (Traves, 1984) costituito da rocce deformate per raschiatura e appilamento a spese degli originari sedimenti depositi sui domini citati. Rocce che inizialmente occupano aree paleogeografiche tra loro affiancate vengono a sovrapporsi, con i terreni del Dominio ligure accavallati su quelli del subligure e di ambedue sul Dominio tosco-umbro-marchigiano costituito a sua volta da elementi strutturali sovrapposti. Nell'Appennino ligure-emiliano il Dominio ligure esterno viene tradizionalmente suddiviso in un Dominio ligure interno e uno esterno (Decandia e Elter, 1972; Elter e Marroni, 1992).

Le Liguridi interne, affioranti prevalentemente sul versante tirrenico dell'Appennino settentrionale, nel settore nord-occidentale di questo sono caratterizzate dalla presenza di un debole metamorfismo e dalla presenza di un substrato costituito da rocce ofiolitiche che si ritrovano ancora nella loro giacitura primaria.

Le Liguridi esterne, affioranti sul versante padano dell'Appennino settentrionale, non presentano alcuna impronta metamorfica e, alla base delle differenti successioni stratigrafiche, non conservano testimonianze del substrato oceanico sul quale si depositarono e dal quale si scollarono durante l'orogenesi appenninica. Rocce ofiolitiche, tuttavia, sono presenti anche nelle successioni delle Liguridi esterne, ma sotto forma di masse isolate incluse per lo più all'interno delle Argille a Palombini (Bertotti et alii, 1986; Meccheri et alii, 1986; Elter et alii, 1991). In alcuni casi queste rocce ofiolitiche riportano al tetto sedimenti oceanici appartenenti alle formazioni dei Diaspri e dei Calcari a Calpionelle.

Nell'Appennino ligure-emiliano la suddivisione tra le Liguridi esterne e interne tiene conto del fatto che al substrato oceanico conservato delle prime si contrappone la presenza nelle Liguridi esterne di testimonianze indirette della vicinanza di un margine continentale della placca Adria. Infatti troviamo su quest'ultima depositi di arenarie e conglomerati risedimentati in ambiente profondo (Arenarie di Ostia, Arenarie di Scabiazza,


<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

Conglomerati dei Salti del Diavolo) con clasti che provengono da successioni giurassiche deposte sul paleomargine continentale apulo (Sames, 1967). L'orogenesi dell'Appennino settentrionale, che ha scomposto i vari domini paleogeografici appilando e giustappoando tra loro in modo complicato le successioni stratigrafiche tanto da rendere problematica la ricostruzione degli originari rapporti, è il risultato di movimenti tettonici complessi sviluppatasi in un arco di tempo dal Cretaceo superiore sino all'attuale. Le varie fasi di questa evoluzione sono solitamente raggruppate in cicli principali; il primo ordine di tempo comprende le "fasi liguri" ed ha interessato i Domini liguri, interno e esterno e, probabilmente, anche quello subligure; esso si considera concluso con l'inizio della deposizione nell'Eocene medio dei terreni della Successione epiligure. Il secondo ciclo, miocenico, comprende le "fasi toscane" durante le quali si ha la messa in posto sui Domini tosco-umbri delle Unità liguri e sub liguri già tettonizzate e della sovrastante Successione epiligure.

La tettonica delle Liguridi risulta caratterizzata (Casnedi, 1982; Marini, 1982; Meccheri et alii, 1982; Marroni, 1991; Vescovi, 1991; Bettelli et alii, 1994; 1996) da una prima fase con pieghe isoclinali compresse, sin metamorfiche nelle Liguridi interne, seguita da una seconda fase che ha prodotto un ulteriore raccorciamento ed ha ripiegato le strutture precedenti. Ambedue le fasi sono a vergenze europea, opposta a quella che caratterizza le fasi successive. Esse portano ad una profonda ristrutturazione del prisma di accrezione ligure che successivamente durante le fasi toscane non subirà, tranne poche eccezioni, ulteriori modifiche. L'insieme delle fasi liguri porta ad un appilamento delle successioni deposte nei Domini liguri in estese falde e alla chiusura dell'oceano ligure-piemontese. I movimenti avvengono in ambiente subacqueo e su questi terreni corrugati si impostano vari bacini entro cui si depositano le sequenze detritiche epiliguri. La fasi toscane sono caratterizzate a partire dall'Oligocene superiore dalla collisione delle due zolle continentali, l'europa o Sardo-Carsa e l'Apula e si sviluppano a spese del margine Apulo con una tettonica a thrusts e falde, prima con sottoscorrimento verso ovest delle Unità toscane al di sotto delle Unità tettoniche subliguri e liguri già impilate e successivamente di quelle umbro-marchigiane al di sotto delle precedenti. Vengono così ad individuarsi le principali unità tettoniche che ora costituiscono l'ossatura della catena in cui la parte più profonda dell'edificio è occupata dal nucleo metamorfico apuano al quale si sovrappone la Falda toscana a sua volta sovrascorsa dalla Subliguridi e dalle Liguridi.

Nel settore emiliano, in corrispondenza dell'attuale crinale appenninico, sono presenti al di sopra della Falda toscana le Unità tettoniche Modino e Cervarola (Reutter, 1969; Dallan Nardi e Nardi, 1972; Abbate e Bruni, 1989; Chicchi e Plesi, 1992) costituite in prevalenza da depositi terrigeni di avanfossa di età miocenica inferiore e dalle unità che ne rappresentano o ne rappresentavano l'originario substrato (Unità tettonica Sestola-Vidiciatico, Successione di base del Modino). Falda toscana e Unità Modino e Cervarola si accavallano poi verso l'esterno sulle Unità umbro-marchigiane deformate durante le fasi neogeniche.

La strutturazione dell'Appennino è strettamente connessa da un lato all'evoluzione estensionale del Mediterraneo occidentale e dall'altro al contemporaneo sottoscorrimento del basamento padano-adriatico e delle coperture meso-cenozoiche al di sotto di quello ligure-toscano (Tomaselli et alii, 1992) e della catena neo formata. Tale strutturazione ha portato le Unità tettoniche liguri e subliguri con sovrapposte stratificamente le formazioni epiliguri a costituire una estesa coltre alloctona che a partire dal Miocene inferiore si accavalla via via sugli altri domini (quelli toscani e quelli umbro-marchigiani) sino al margine padano dell'Appennino; il

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

fronte della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici e deformato da sistemi di pieghe e Thrusts strutturati in una serie di archi (Pieri e Groppi, 1981; Castellarin et alii, 1986), si sviluppa nel Pliocene e nel Pleistocene.

Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le Formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto, contraddistinto dalla presenza di depositi miocenici rappresentati da lembi formazionali arenacei e/o marnoso/argillosi appartenenti al Gruppo di Bismantova. Questi ultimi litotipi contraddistinguono in particolar modo l'area di intervento n°10.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra il torrente Setta ad ovest e il Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°10, sono la Formazione di Loiano (LOI), la Formazione di Ranzano (RAN) ed in particolar modo il Membro di Albergana (RAN4), e la Formazione di Antognola (ANT), con focus sulle ultime due in quanto più di competenza del sito di intervento specifico (figura 4).

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Successione epiligure – Gruppo di Bismantova – Formazione di Antognola (ANT)

Si tratta di Argille, argille marnose e argille siltose, Marne e marne argillose, grigio-verdognole a luoghi siltose, strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli arenitici sottili a grana fine.

Potenza massima di alcune centinaia di metri.

Passaggio inferiore discontinuo o transizionale sulla sottostante Formazione di Ranzano (RAN), in discontinuità sulle Marne di Monte Piano (MMP). Interdigitazioni con le Breccie Argillose della Val Tiepido – Canossa (MVT).

È presente un Membro (Membro di Anconella – ANT4) arenaceo che localmente rappresenta la quasi totalità della Formazione.


– Formazione di Antognola – Membro di Anconella (ANT4)

Si tratta di Sabbie e Areniti arcose grigio-giallastre da molto grossolane a fini, risedimentate dalla stratificazione tabulare da media a molto spessa o massima per amalgamazione. Eventuale rara presenza di livelli pelitici (peliti nerastre e marne argillose grigio verdi) in intervalli molto sottili o sottili al tetto degli strati arenacei. Rapporto A/P generalmente $\gg 10$.

Potenza massima di oltre 600 m.

Corpo interdigitato a scala regionale alla Formazione di Antognola (ANT).

Età Chattiano?- Burdigaliano inf?

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4.2.2. Successione epilugure – Formazione di Ranzano (RAN)

Unità litologicamente eterogenea a dominante arenacea in ambito regionale; nell'area del Comune di Monzuno affiora un solo Membro a dominante pelitica.

Nell'area di studio viene cartografato solo il Membro di Albergana (RAN4) qui di seguito descritto.

– Formazione di Ranzano – Membro di Albergana (RAN4)

Si tratta di Ammassi rocciosi strutturalmente ordinati costituiti da alternanze tra livelli lapidei (Es: arenarie cementate, calcareniti, calcilutiti ecc.) e livelli pelitici con livelli pelitici prevalenti., con rapporto L/P < 1/3.

Alternanze pelitico-arenacee in strati da molto sottili a medi.

Localmente strati molto sottili di vulcanoclastiti andesitiche. A luoghi strati da sottili a spessi di arenarie litiche e di conglomerati fini. Verso l'alto prevalenza di peliti marnose grigio verdastre, scure.

Alla base è presente una litozona pelitica (RAN_{4p}) costituita esclusivamente da peliti grigio-scure.

Rapporto A/P << 1.

Potenza massima fino a 200 m circa.

Passaggio inferiore netto sulle Marne di Monte Piano (MMP).

Età Rupeliano medio-sup.

4.2.3. Successione epilugure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, inter digitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calcilutiti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

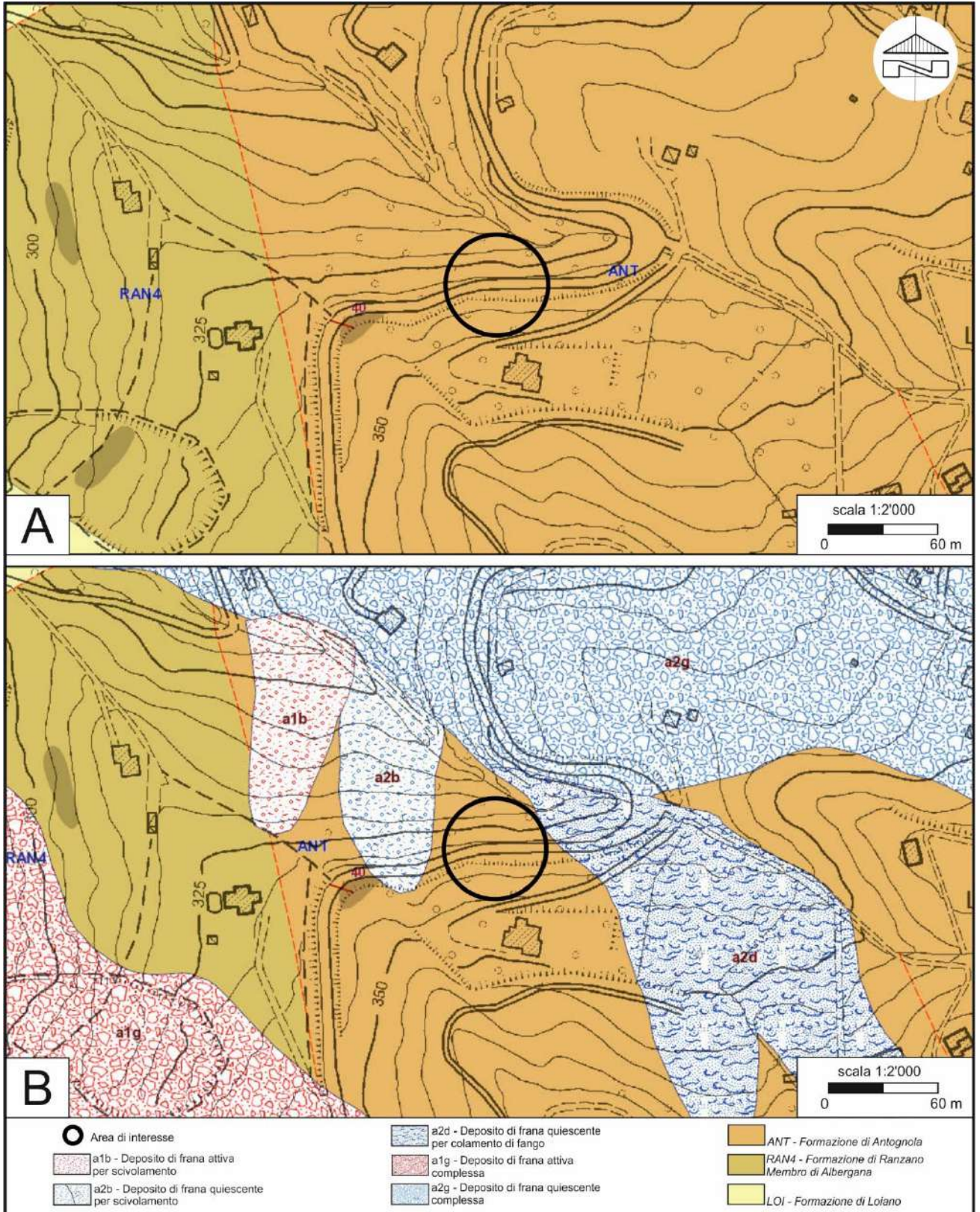



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a NE del centro abitato di Vado, ad una quota media di circa 330 m s.l.m.

Tale sito si colloca su una zona di versante in destra idrografica del Torrente Setta, in una zona compresa tra le due fondovalle rispettivamente ad ovest e ad est dei fiumi Setta e Savena. Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche $>20^\circ$) essendo in corrispondenza dei litotipi più competenti e in un contesto a più grande scala dai caratteri prevalentemente montani, con creste e valli profondamente incise. Qui i principali meccanismi che possono interessare il versante sono sia di tipo complesso (attivo e quiescente) sia per colamento di fango (quiescente) ma sono individuabili anche meccanismi per scivolamento (sia attivo che quiescente). Si tratta di movimenti in massa che comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici di scorrimento, oppure entro un livello sufficientemente sottile; i movimenti possono essere rotazionali o traslativi; è possibile individuare frane per scivolamento attive e quiescenti.

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili molte forme di dissesti legati a tali tipi di movimento, di cui i più significativi (per notevole estensione) sono quelli ricadenti subito a NE e E/SE del sito di indagine e riportati rispettivamente dalle sigle *a2g* e *a2d* e che interessano gran parte del versante. Allo stesso modo anche il deposito di frana (attiva) complessa riportato dalla sigla *a1g* interessa gran parte del versante a SW del sito di indagine, denotando soprattutto un tipo di forma di dissesto attivo anziché quiescente come segnalato anche in prossimità dell'intervento (ad ovest) dove i depositi da frana per scivolamento sono sia di tipo attivo (*a1b*) che quiescente (*a2b*).

Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.

– **a1b – Deposito di frana attiva per scivolamento**


Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito che ha manifestato evidenze di movimenti in atto nell'ultimo ciclo stagionale, indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi. Vengono incluse in questa categoria anche frane che, pur non presentando sicure evidenze di movimento nell'ultimo ciclo stagionale, denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno smosso) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con movimento rilevabile solo attraverso monitoraggi (inclinometri, estensimetri, dati interferometrici), qualora esistenti.

– **a2b – deposito di frana quiescente per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

– **a2d – Deposito di frana quiescente per colamento di fango**

Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi. Una volta messo in posto l'accumulo può essere riattivabile con meccanismo prevalente di scivolamento, anche se nella Banca Dati viene mantenuta la tipologia del primo movimento.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

– **a1g – Deposito di frana attiva complessa**


Deposito costituito dalla combinazione di due o più tipologie di movimento. Le frane complesse più frequenti sul territorio appenninico sono costituite da scivolamenti accompagnati da colamenti di fango o detrito.

Deposito che ha manifestato evidenze di movimenti in atto nell'ultimo ciclo stagionale, indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi. Vengono incluse in questa categoria anche frane che, pur non presentando sicure evidenze di movimento nell'ultimo ciclo stagionale, denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno smosso) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con movimento rilevabile solo attraverso monitoraggi (inclinometri, estensimetri, dati interferometrici), qualora esistenti.

- **a2g – deposito di frana quiescente complessa**

Deposito costituito dalla combinazione di due o più tipologie di movimento. Le frane complesse più frequenti sul territorio appenninico sono costituite da scivolamenti accompagnati da colamenti di fango o detrito.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno,

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

Il reticolo idrografico risulta in parte modificato dagli interventi che interessano i centri abitati locali (e.g, Vado), con fossi di raccolta delle acque e scoline che convogliano le stesse acque nei rii che scorrono più a monte (e.g., Rio Nuzzano, Rio Cavera) e più a NW (e.g, Rio Braine) del sito di indagine e che recapitano le acque nel Torrente Savena, denotando perciò un drenaggio superficiale con assi di deflusso principalmente in direzione circa E-W. L'efficienza della rete scolante, assicurata anche dalla posizione morfologica e dal locale gradiente topografico, garantisce sull'area di indagine un buon deflusso naturale delle acque.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture più prossime alla zona di indagine denotano un versante a franapoggio, con immersione degli strati verso N-NE e inclinazioni di 40°.

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-Savona-Sillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savona abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-Savona-Sillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del

Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-Idice-Savena-Sillaro-Santerno, nonché dalle corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato dalla Tavola 3 del PTM di Bologna (figura 5) lo scenario rappresentativo per il sito di indagine è lo scenario R4 – Rischio molto elevato.

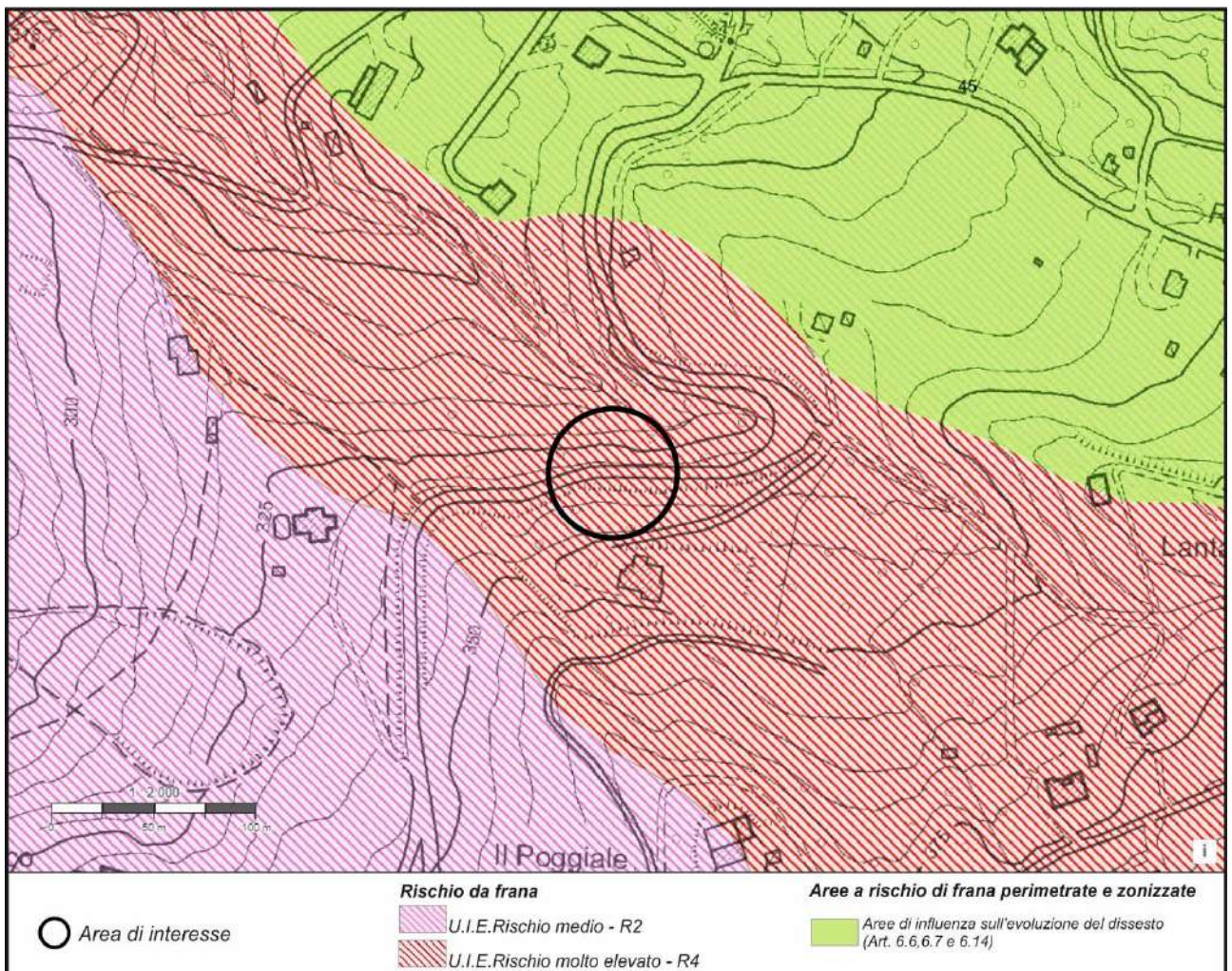



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

4.5. Rischio sismico dell'area


La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività >50°.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

Il sito di interesse ricade all'interno di un'area di studio ben complessa (vedi figura 6 – Tav.4 PTM Bologna) dove però risulta inquadrabile all'interno di quella che viene definita "Area NP – Substrato non rigido affiorante o subaffiorante $15 < i < 50^\circ$ ".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Descrizione: substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15^\circ < i < 50^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica e topografica.

Stima dell'amplificazione.

In caso di differenze di quota (dislivello) $> 30m$ dovrà essere valutata, oltre all'amplificazione stratigrafica, anche l'amplificazione topografica e la sua area d'influenza. In relazione a tali aree è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento."

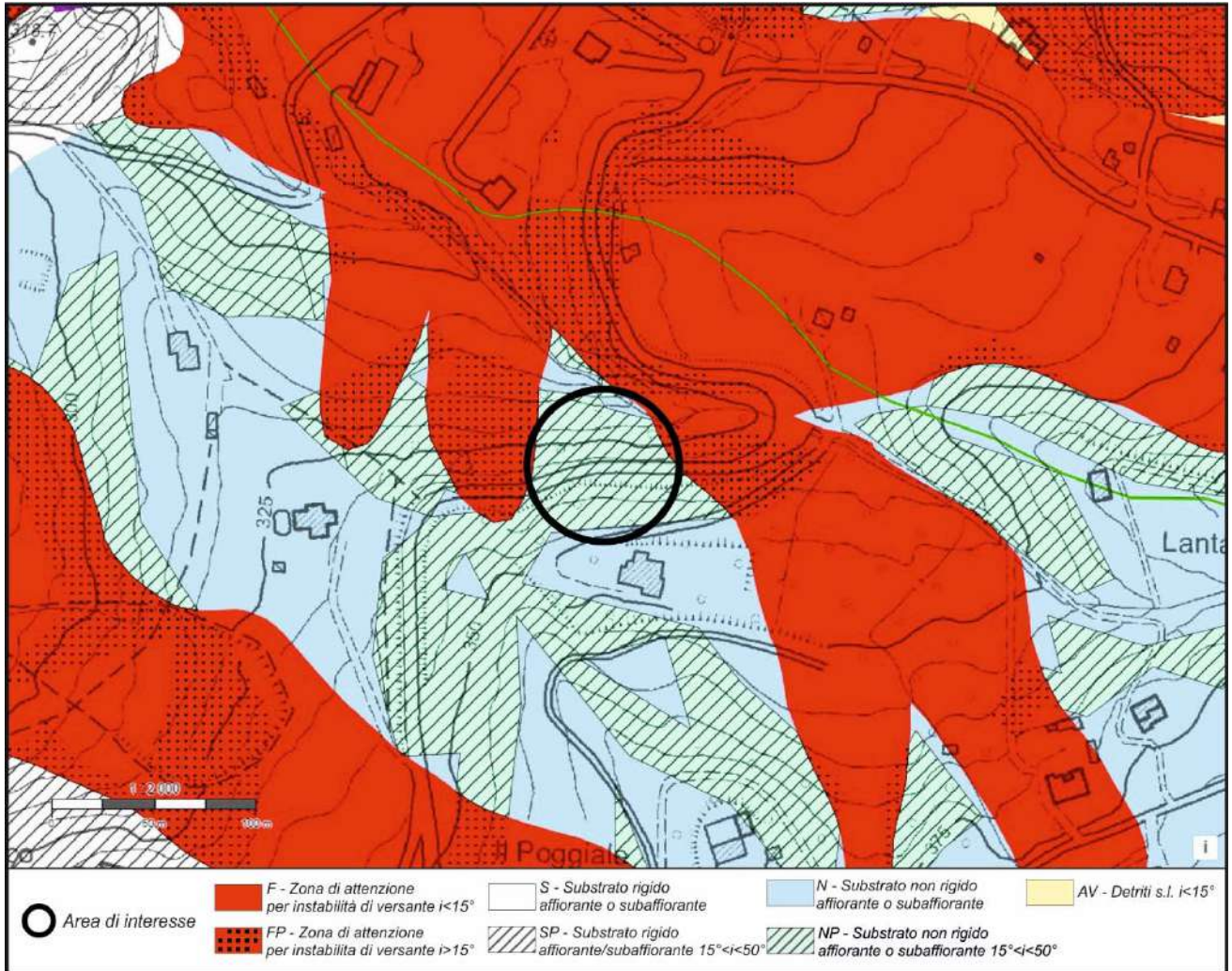



Fig. 6 – Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44.31728; Lon. 11.27190) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,318227

longitudine: 11,272896

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 1522,988

Sito 2 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 4130,935

Sito 3 ID: 17396 Lat: 44,3650 Lon: 11,3228 Distanza: 6546,630

Sito 4 ID: 17395 Lat: 44,3638 Lon: 11,2529 Distanza: 5304,877

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,058 g

Fo: 2,489


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,073 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,476
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,164 g
Fo: 2,524
Tc*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,205 g
Fo: 2,550
Tc*: 0,307 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,858
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,051
Kv: 0,026
Amax: 1,069
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,570
St: 1,000

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Kh: 0,090

Kv: 0,045

Amax: 2,330

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,390

Cc: 1,550

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,793

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.317283

longitudine: 11.271904

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide marnoso riconducibile alla Formazione di Antognola (ANT) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana sia attivi sia quiescenti interessati principalmente da movimenti sia di tipo complesso (*a1g - a2g*), sia per colamento (*a2d*) sia per scivolamento (*a1b - a2b*).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno della zona classificata come "Area NP – substrato non rigido affiorante/ subaffiorante con inclinazione del pendio compresa tra 15°e 50°". Inoltre sempre in accordo con il PTM della città Metropolitana di Bologna per il sito di studio lo scenario di riferimento è quello R4–Rischio molto elevato.

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 17/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna





REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Monzuno

Lavori di ripristino della sede stradale e delle scarpate di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024, lungo la SP 59, Comune di Loiano e Monzuno
INTERVENTO 11
KM 1+780 ciglio di VALLE

Relazione geologica e sismica


Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Ottobre 2024	Alessandro Zanna	Claudio Cinti	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente: PIACENTINI ING. MASSIMO	Redatto da: 
Fornitori:	

Codice Cliente:


Codice interno: 24.1859

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
	3.1. Riferimenti cartografici _____	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO _____	8
	4.1. Caratteri Geologici generali _____	8
	4.2. Geologia dell'area di intervento _____	10
	4.2.1. Successione epiligure – Gruppo di Bismantova – Formazione di Antognola (ANT) _____	10
	4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI) _____	10
	4.3. Inquadramento geomorfologico _____	12
	4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti _____	13
	4.5. Rischio sismico dell'area _____	15
5.	SISMICITA' DEL SITO _____	18
	5.1. Quadro macrosismico _____	18
	5.2. Pericolosità sismica di base _____	19
6.	CONCLUSIONI _____	22

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 24.1859 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Alessandro Zanna

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Alessandro Zanna

Collaboratori.

Dott. Emanuele Brancalonei; Dott. Lara Capitanio; Dott. Parente Giacomo

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 22 pagine di relazione.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)


Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 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 fondazioni".

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi meteorologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto in somma urgenza di ripristino della sede stradale (Strada Provinciale 59) e della scarpata di monte e di valle, colpiti dagli eventi meteorologici verificatisi durante il mese di settembre 2024, è stato commissionato, dall' Ingegnere Massimo Piacentini alla scrivente società, l'incarico per l'esecuzione di n° 13 interventi (per l'ubicazione nel complesso si rimandi alla **Tav.1**), ognuno dei quali rappresentato da una serie di indagini geognostiche sia in sito che in laboratorio, e per la redazione di una relazione geologica e sismica per ciascuno degli interventi proposti.

Il tratto della SP59 interessato dal seguente progetto coincide con un transetto in direzione NNW-SSE tra i centri abitati di Vado (NNW) e Monzuno (SSE). Ad ogni intervento, o più interventi, risulta associata una progressiva chilometrica che parte da 1 (a NNE di Vado) sino alla 12 (a SSE di Monzuno).

L'intervento n°11 prevederà: la realizzazione di un cordolo di L=25/30 m, su pali di L=10 m, d=60 cm e interasse di 2.50 m, alla quota stradale e la sistemazione della scarpata a valle; la creazione di un fosso nel campo per raccolta acqua di attraversamento.

L'intervento sarà ubicato poco a nord-est della località Vado (figura 1) e tra la progressiva chilometrica 1 e la progressiva chilometrica 2 (KM 1+780 ciglio di VALLE) (figura 2).

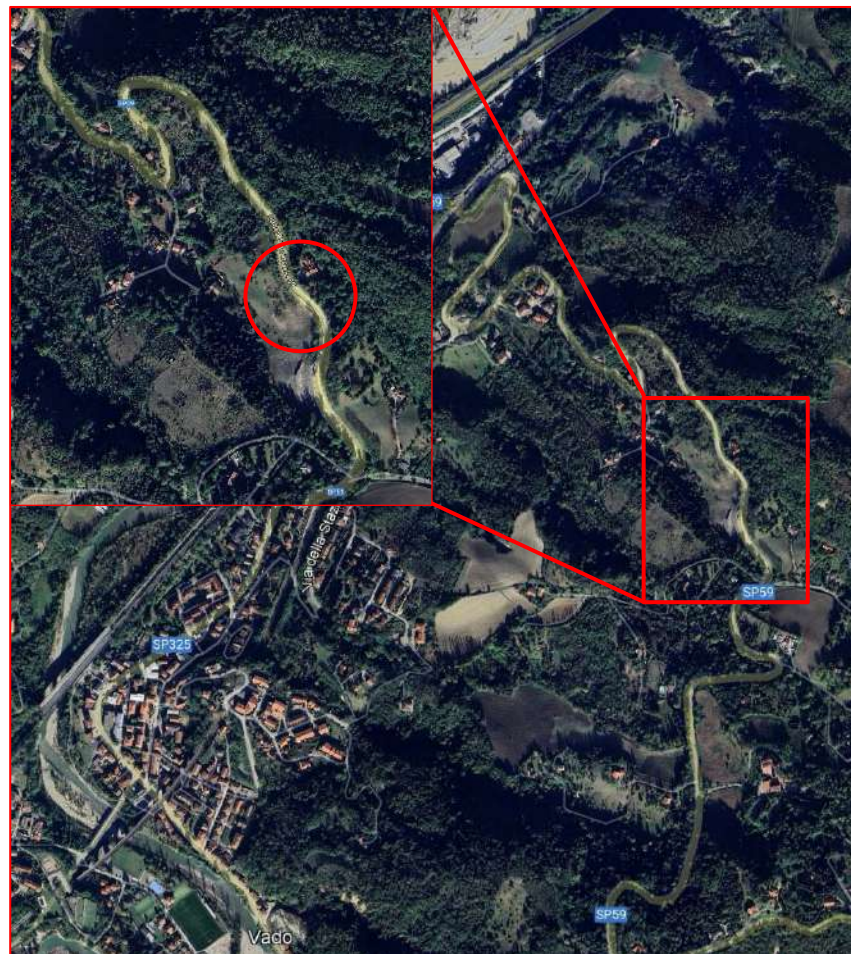


Fig. 1 – Ubicazione intervento n°11. Il riquadro rosso indica l'area di intervento (tratto da Google Earth).


<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--



Fig. 2 – Foto dettaglio intervento n°11.

La presente relazione geologica, in ottemperanza alla legislazione tecnica vigente, definisce il modello geologico del sottosuolo dell'area in cui si inserisce l'intervento all'interno del progetto complessivo, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito.

Quanto si riporta è stato definito sulla base di conoscenze dirette degli scriventi, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico dettagliato e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente è stata programmata una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH), a monte e/o a valle del corpo di frana, spinte fino a rifiuto strumentale;
- indagine geofisica con esecuzione di n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione del parametro Vs30;
- rilievo di sezione topografica di dettaglio.

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito in oggetto.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R Elemento n. 237083 nome elemento "Vado"

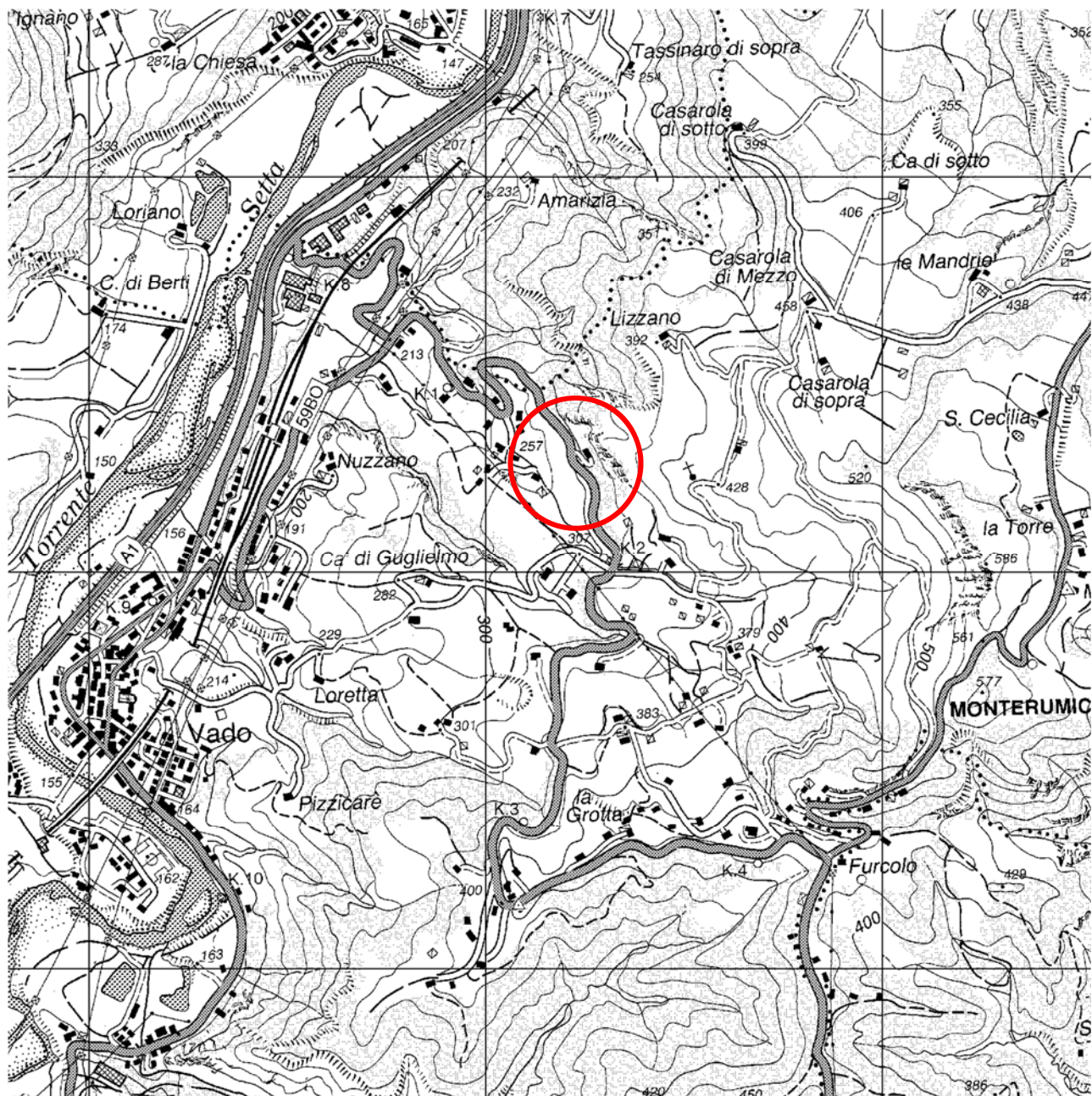



Fig. 3 – Ubicazione intervento n°11 su base C.T.R. della Regione Emilia Romagna.

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	--

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri Geologici generali

Nella descrizione della struttura geologica dell'area si sono adottate le suddivisioni e le interpretazioni contenute nella carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, edita in rete al sito [www.http://geo.regione.emilia-romagna.it/](http://geo.regione.emilia-romagna.it/) del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.


L'Appennino settentrionale è una catena a falde (Elter, 1960; Reutter et Groscurth, 1978) originatesi dallo scontro tra la placca europea o sardo-carsa e la microplacca Adria o Apula o Adriatico-Padana, inizialmente connessa alla placca africana (Boccaletti et alii, 1971; Boccaletti e Guazzone, 1972), avvenuto nel Terziario. Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleoceanico ligure-piemontese. La catena deriva quindi dalla deformazione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici: il Dominio ligure, corrispondente in larga misura all'area oceanica, il subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio tosco-umbro di pertinenza adriatico-padana. Oltre a questi domini entra a far parte dell'Appennino settentrionale il Dominio epiligure (Ricci Lucchi e Ori, 1985; Bettelli et alii, 1989b) formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene medio sulle unità liguri già tettonizzate.

La chiusura dell'Oceano Ligure, con la completa consunzione della litosfera oceanica, e la collisione tra le due masse continentali portano alla formazione di un prisma di accrezione (Traves, 1984) costituito da rocce deformate per raschiatura e appilamento a spese degli originari sedimenti depositi sui domini citati. Rocce che inizialmente occupano aree paleogeografiche tra loro affiancate vengono a sovrapporsi, con i terreni del Dominio ligure accavallati su quelli del subligure e di ambedue sul Dominio tosco-umbro-marchigiano costituito a sua volta da elementi strutturali sovrapposti. Nell'Appennino ligure-emiliano il Dominio ligure esterno viene tradizionalmente suddiviso in un Dominio ligure interno e uno esterno (Decandia e Elter, 1972; Elter e Marroni, 1992).

Le Liguridi interne, affioranti prevalentemente sul versante tirrenico dell'Appennino settentrionale, nel settore nord-occidentale di questo sono caratterizzate dalla presenza di un debole metamorfismo e dalla presenza di un substrato costituito da rocce ofiolitiche che si ritrovano ancora nella loro giacitura primaria.

Le Liguridi esterne, affioranti sul versante padano dell'Appennino settentrionale, non presentano alcuna impronta metamorfica e, alla base delle differenti successioni stratigrafiche, non conservano testimonianze del substrato oceanico sul quale si depositarono e dal quale si scollarono durante l'orogenesi appenninica. Rocce ofiolitiche, tuttavia, sono presenti anche nelle successioni delle Liguridi esterne, ma sotto forma di masse isolate incluse per lo più all'interno delle Argille a Palombini (Bertotti et alii, 1986; Meccheri et alii, 1986; Elter et alii, 1991). In alcuni casi queste rocce ofiolitiche riportano al tetto sedimenti oceanici appartenenti alle formazioni dei Diaspri e dei Calcari a Calpionelle.

Nell'Appennino ligure-emiliano la suddivisione tra le Liguridi esterne e interne tiene conto del fatto che al substrato oceanico conservato delle prime si contrappone la presenza nelle Liguridi esterne di testimonianze indirette della vicinanza di un margine continentale della placca Adria. Infatti troviamo su quest'ultima depositi di arenarie e conglomerati risedimentati in ambiente profondo (Arenarie di Ostia, Arenarie di Scabiazza,


<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

Conglomerati dei Salti del Diavolo) con clasti che provengono da successioni giurassiche deposte sul paleomargine continentale apulo (Sames, 1967). L'orogenesi dell'Appennino settentrionale, che ha scomposto i vari domini paleogeografici appilando e giustapponendo tra loro in modo complicato le successioni stratigrafiche tanto da rendere problematica la ricostruzione degli originari rapporti, è il risultato di movimenti tettonici complessi sviluppatasi in un arco di tempo dal Cretaceo superiore sino all'attuale. Le varie fasi di questa evoluzione sono solitamente raggruppate in cicli principali; il primo ordine di tempo comprende le "fasi liguri" ed ha interessato i Domini liguri, interno e esterno e, probabilmente, anche quello subligure; esso si considera concluso con l'inizio della deposizione nell'Eocene medio dei terreni della Successione epiligure. Il secondo ciclo, miocenico, comprende le "fasi toscane" durante le quali si ha la messa in posto sui Domini tosco-umbri delle Unità liguri e sub liguri già tettonizzate e della sovrastante Successione epiligure.

La tettonica delle Liguridi risulta caratterizzata (Casnedi, 1982; Marini, 1982; Meccheri et alii, 1982; Marroni, 1991; Vescovi, 1991; Bettelli et alii, 1994; 1996) da una prima fase con pieghe isoclinali compresse, sin metamorfiche nelle Liguridi interne, seguita da una seconda fase che ha prodotto un ulteriore raccorciamento ed ha ripiegato le strutture precedenti. Ambedue le fasi sono a vergenze europea, opposta a quella che caratterizza le fasi successive. Esse portano ad una profonda ristrutturazione del prisma di accrezione ligure che successivamente durante le fasi toscane non subirà, tranne poche eccezioni, ulteriori modifiche. L'insieme delle fasi liguri porta ad un appilamento delle successioni deposte nei Domini liguri in estese falde e alla chiusura dell'oceano ligure-piemontese. I movimenti avvengono in ambiente subacqueo e su questi terreni corrugati si impostano vari bacini entro cui si depositano le sequenze detritiche epiliguri. La fasi toscane sono caratterizzate a partire dall'Oligocene superiore dalla collisione delle due zolle continentali, l'europa o Sardo-Carsa e l'Apula e si sviluppano a spese del margine Apulo con una tettonica a thrusts e falde, prima con sottoscorrimento verso ovest delle Unità toscane al di sotto delle Unità tettoniche subliguri e liguri già impilate e successivamente di quelle umbro-marchigiane al di sotto delle precedenti. Vengono così ad individuarsi le principali unità tettoniche che ora costituiscono l'ossatura della catena in cui la parte più profonda dell'edificio è occupata dal nucleo metamorfico apuano al quale si sovrappone la Falda toscana a sua volta sovrascorsa dalla Subliguridi e dalle Liguridi.

Nel settore emiliano, in corrispondenza dell'attuale crinale appenninico, sono presenti al di sopra della Falda toscana le Unità tettoniche Modino e Cervarola (Reutter, 1969; Dallan Nardi e Nardi, 1972; Abbate e Bruni, 1989; Chicchi e Plesi, 1992) costituite in prevalenza da depositi terrigeni di avanfossa di età miocenica inferiore e dalle unità che ne rappresentano o ne rappresentavano l'originario substrato (Unità tettonica Sestola-Vidiciatico, Successione di base del Modino). Falda toscana e Unità Modino e Cervarola si accavallano poi verso l'esterno sulle Unità umbro-marchigiane deformate durante le fasi neogeniche.

La strutturazione dell'Appennino è strettamente connessa da un lato all'evoluzione estensionale del Mediterraneo occidentale e dall'altro al contemporaneo sottoscorrimento del basamento padano-adriatico e delle coperture meso-cenozoiche al di sotto di quello ligure-toscano (Tomaselli et alii, 1992) e della catena neo formata. Tale strutturazione ha portato le Unità tettoniche liguri e subliguri con sovrapposte stratificamente le formazioni epiliguri a costituire una estesa coltre alloctona che a partire dal Miocene inferiore si accavalla via via sugli altri domini (quelli toscani e quelli umbro-marchigiani) sino al margine padano dell'Appennino; il

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	---

fronte della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici e deformato da sistemi di pieghe e Thrusts strutturati in una serie di archi (Pieri e Groppi, 1981; Castellarin et alii, 1986), si sviluppa nel Pliocene e nel Pleistocene.

Sul prisma di accrezione si formano bacini episuturali nei quali si depositano i sedimenti appartenenti alla successione Epiligure (alla quale appartengono le Formazioni sedimentarie presenti nel sito in studio).

4.2. Geologia dell'area di intervento

L'assetto geologico, stratigrafico e strutturale del territorio comunale di Monzuno (BO) è parte dell'edificio appenninico a falde precedentemente descritto, contraddistinto dalla presenza di depositi miocenici rappresentati da lembi formazionali arenacei e/o marnoso/argillosi appartenenti al Gruppo di Bismantova. Questi ultimi litotipi contraddistinguono in particolar modo l'area di intervento n°11.

Le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore di appennino, compreso tra il torrente Setta ad ovest e il Torrente Savena ad est e nel quale è contestualizzato l'intervento n°11, sono la Formazione di Loiano (LOI) e la Formazione di Antognola (ANT), in particolar modo la seconda in quanto di competenza del sito di intervento specifico (figura 4).

Di seguito riassumiamo i caratteri geologici e litologici prevalenti delle unità affioranti.

4.2.1. Successione epiligure – Gruppo di Bismantova – Formazione di Antognola (ANT)

Si tratta di Argille, argille marnose e argille siltose, Marne e marne argillose, grigio-verdognole a luoghi siltose, strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli arenitici sottili a grana fine.

Potenza massima di alcune centinaia di metri.

Passaggio inferiore discontinuo o transizionale sulla sottostante Formazione di Ranzano (RAN), in discontinuità sulle Marne di Monte Piano (MMP). Interdigitazioni con le Breccie Argillose della Val Tiepido – Canossa (MVT).

È presente un Membro (Membro di Anconella – ANT4) arenaceo che localmente rappresenta la quasi totalità della Formazione.

- Formazione di Antognola – Membro di Anconella (ANT4)

Si tratta di Sabbie e Areniti arcose grigio-giallastre da molto grossolane a fini, risedimentate dalla stratificazione tabulare da media a molto spessa o massima per amalgamazione. Eventuale rara presenza di livelli pelitici (peliti nerastre e marne argillose grigio verdi) in intervalli molto sottili o sottili al tetto degli strati arenacei. Rapporto A/P generalmente >>10.

Potenza massima di oltre 600 m.

Corpo inter digitato a scala regionale alla Formazione di Antognola (ANT).

Età Chattiano?- Burdigaliano inf?

4.2.2. Successione epiligure – Formazione di Loiano (LOI)

Si tratta di arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate). Sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli".

Nella porzione basale sono presenti *slump* intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, inter digitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi di calciliti di dimensioni massime decimetriche.

Il deposito è originato da sedimentazione torbiditica in bacino confinato e profondo.

Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato.

La potenza affiorante raggiunge 700 m.

Età: Luteziano - Priaboniano.

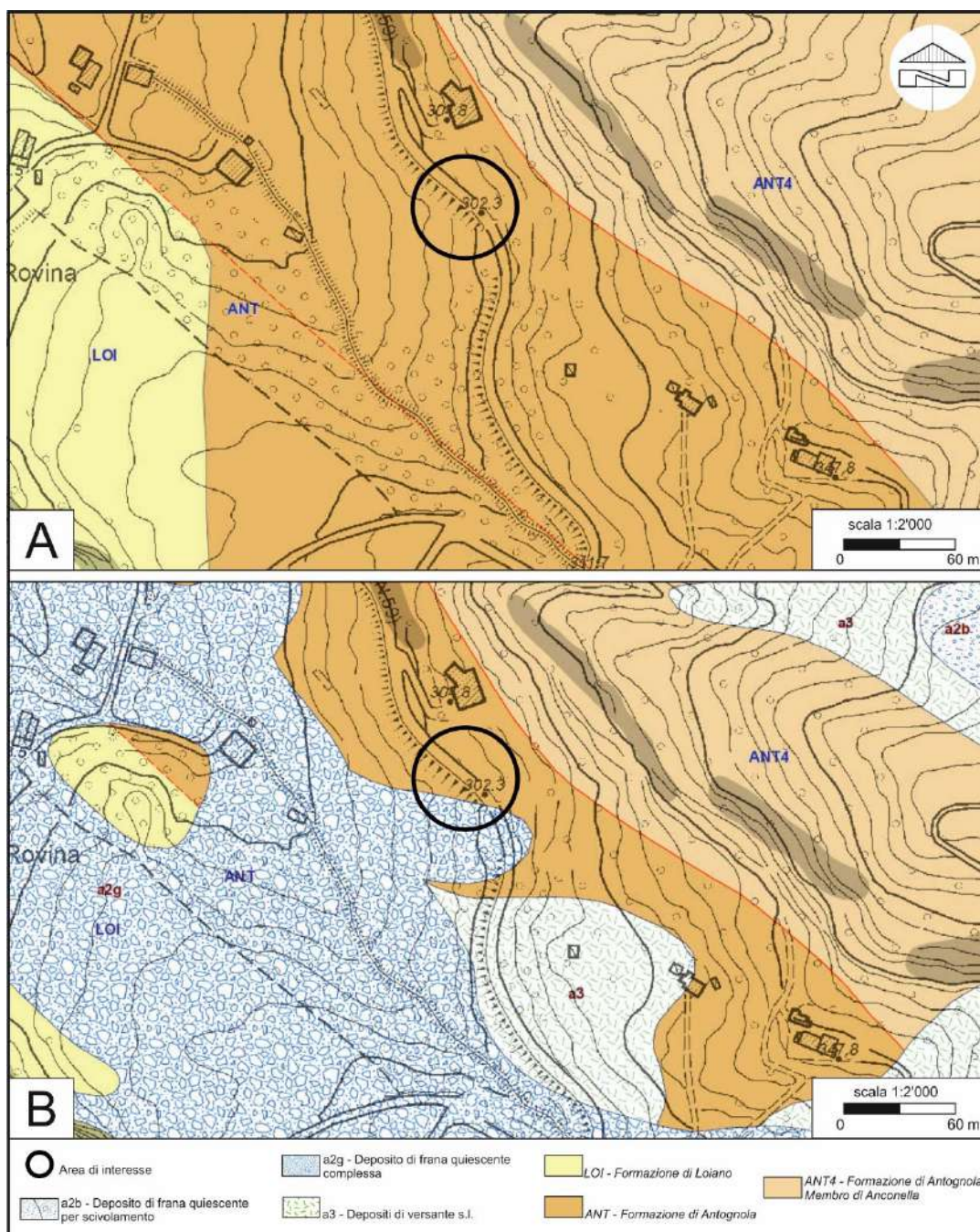



Fig. 4 – Estratto dell'area di studio dalla Cartografia geologica della regione Emilia-Romagna (scala 1:2000) senza coperture quaternarie (A) e con coperture quaternarie (B).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	
------------------------------------	--	--

4.3. Inquadramento geomorfologico

L'area oggetto di studio è situata nella fascia di medio appennino bolognese, poco a NE del centro abitato di Vado, ad una quota media di circa 300 m s.l.m.

Tale sito si colloca su una zona di versante in destra idrografica del Torrente Setta, in una zona compresa tra le due fondovalle rispettivamente ad ovest e ad est dei fiumi Setta e Savena. Qui le pendenze risultano moderatamente più acclivi e variabili (anche $>20^\circ$) essendo in corrispondenza dei litotipi più competenti e in un contesto a più grande scala dai caratteri prevalentemente montani, con creste e valli profondamente incise. Qui i principali meccanismi che possono interessare il versante sono maggiormente quelli di tipo complesso ma sono individuabili anche meccanismi per scivolamento: si tratta di movimenti in massa che comportano uno spostamento per taglio lungo una o più superfici di scorrimento, oppure entro un livello sufficientemente sottile; i movimenti possono essere rotazionali o traslativi; è possibile individuare frane per scivolamento attive e quiescenti.

Dalla Carta geologica della Regione Emilia-Romagna (figura 4B) sono individuabili alcune forme di dissesti legati a tali tipi di movimento, di cui il più significativo è quello ricadente subito a S del sito di indagine e riportato dalla sigla *a2d* e che interessa gran parte del versante ovest. Qui di seguito si riporta la descrizione delle coperture quaternarie.

- **a2g – deposito di frana quiescente complessa**


Deposito costituito dalla combinazione di due o più tipologie di movimento. Le frane complesse più frequenti sul territorio appenninico sono costituite da scivolamenti accompagnati da colamenti di fango o detrito.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

- **a2b – deposito di frana quiescente per scivolamento**

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio. Non vengono distinti tra loro gli scivolamenti traslativi o rotazionali.

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti, alla data del rilevamento o dell'aggiornamento. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

Da quanto riportato nella Carta geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia Romagna (figura 4) le giaciture più prossime alla zona di indagine denotano un versante a franapoggio, con immersione degli strati verso N-NE e inclinazioni di 40° mentre più a NE dove è riportata la Formazione di Antognola-Membro di Anconella le giaciture denotano un versante a reggipoggio con immersione degli strati sempre verso nord-est ma inclinazioni <30° (22°).

4.4. Inquadramento rispetto agli studi urbanistici vigenti

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio.

Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

Tutela dei versanti e riduzione del rischio idrogeologico

Come già indicato la disciplina relativa ai versanti e alla riduzione del rischio idrogeologico è direttamente dettata dalle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente (PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno; Piano Stralcio per il Navile-Savena abbandonato; PSAI Samoggia; PSAI Senio; PAI Po limitatamente ai Comuni di Crevalcore, Sant'Agata Bolognese, San Giovanni in Persiceto, Castel d'Aiano e Lizzano Belvedere), nonché dal PTPR e dalla delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna n. 630/2019. Nel caso di interventi ammessi in aree in dissesto, il grado di stabilità del versante dovrà essere verificato in condizioni statiche e sismiche e l'ammissibilità e sostenibilità dell'intervento dovranno essere valutate sulla base dei risultati di tali verifiche.

La "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti" del PTM recepisce:

a) le Unità Idrogeologiche Elementari (UIE) come definite e delimitate nel PSAI Reno-Idice-SavenaSillaro-Santerno, PSAI Samoggia e PSAI Senio. In relazione a tali UIE il PTM recepisce altresì le classificazioni di rischio da frana e di attitudine alle trasformazioni edilizio-urbanistiche. Sulla base della metodologia adottata per i P.S.A.I. del bacino del Reno, il PTM conferma e conseguentemente assume e recepisce le delimitazioni e classificazioni del previgente PTCP in relazione alle ulteriori UIE ricadenti nel territorio esterno al bacino del Reno;

b) le aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate delimitate nei PSAI Reno-Idice-Savena-SillaroSanterno, PSAI Samoggia e PSAI Senio e le aree di rischio identificate nel PAI del Bacino del Po. Il PTM recepisce altresì le ulteriori perimetrazioni delle aree a rischio da frana previste dagli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, ovvero gli elementi a rischio di frana sottoposti alla verifica dei Comuni o degli Enti proprietari, così come previsto dall'art. 11 del PSAI Reno-IdiceSavena-Sillaro-Santerno, nonché dalle

corrispondenti norme dei PSAI relativi ai sottobacini Samoggia e Senio.

Le mappe della pericolosità da rischio da frana contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da eventi secondo quattro scenari:

- a) A rischio moderato (R1);
- b) A rischio medio (R2);
- c) A rischio elevato (R3);
- d) A rischio molto elevato (R4)

Da quanto riportato in figura 5 il sito risulta compreso nella zona classificata come "Area di influenza sull'evoluzione del dissesto", nel contesto delle aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate (Art. 6.6, 6.7 e 6.14), ma comunque molto prossimo a quelle che sono definite come "aree in dissesto" e "aree di possibile evoluzione del dissesto" (rispettivamente zone in arancio e in giallo in figura 5).

Inoltre, anche se non riportato dall'estratto della Tavola 3 (figura 5), lo scenario che interessa il sito è lo scenario R4 – Rischio molto elevato.

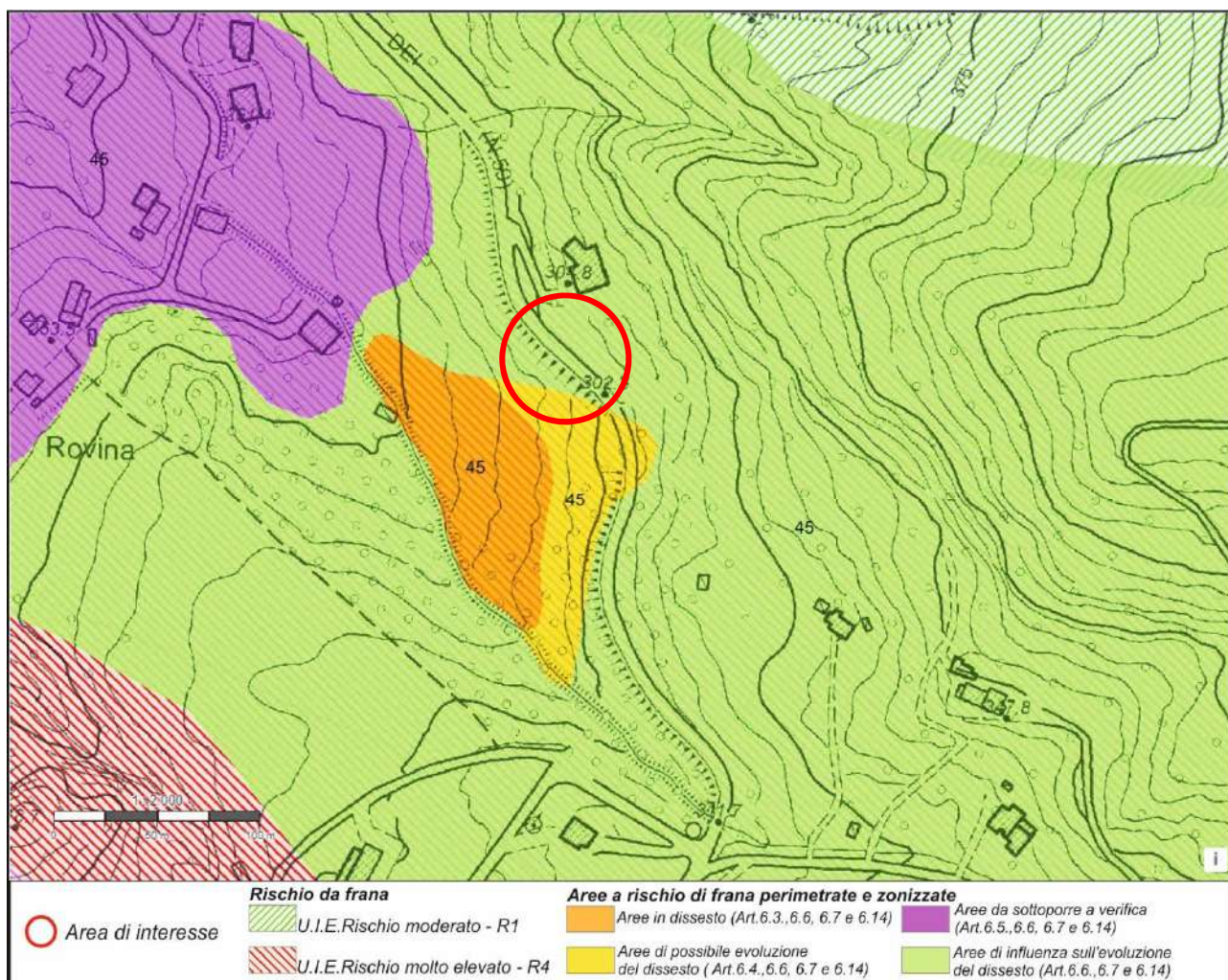



Fig. 5 - Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio da frana e dell'assetto dei versanti (Tav. 3 – PTM Bologna).

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

4.5. Rischio sismico dell'area


La Città Metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

La zona appenninica bolognese ha risentito in maniera importante anche di terremoti che hanno avuto origine in aree limitrofe (v. aree epicentrali in corsivo). In particolare, nell'alto Appennino sono noti danni a seguito dei forti terremoti del 1914 in Lucchesia (MW=5.63) e del 1920 in Garfagnana (MW=6.53), di quelli meno forti, ma più vicini, del pistoiese del 1799 (MW=4.59) e del 1995 (MW=4.45), mentre il medio Appennino ha risentito anche dei terremoti dell'Appennino modenese del 1399 (MW=5.10), del 1536 (MW=5.12) e del 1864 (MW=4.84). Numerose sono anche le scosse di bassa-media magnitudo ($4 < MW < 5.5$) che hanno interessato il margine appenninico-padano a est di Bologna (v. in particolare la sequenza del 1779-1780, MWmax=5.22, e il terremoto del 1874, MW=4.96). Inoltre, il settore orientale del margine appenninico-padano è esposto anche agli effetti dell'attività sismica della Romagna, in particolare di quella del basso Appennino faentino, come testimoniato dagli importanti effetti osservati in occasione dei forti terremoti del 1781 (MW=6.12 e MW=5.61) e del 1813 (MW=5.28).

Per individuare e rappresentare gli elementi topografici che possono determinare amplificazione (creste, dorsali, cocuzzoli, versanti acclivi) è stata elaborato un modello digitale del terreno per classi di acclività. Per i criteri di selezione degli elementi morfologici ci si è riferiti, oltre che alle indicazioni regionali (§A2.2 dell'Allegato A2 alla DGR 630/2019), anche alle indicazioni internazionali (Bisch et al., 2012) e nazionali (NTC 2018) che raccomandano di considerare gli effetti topografici per pendii con acclività maggiore di 15° e dislivello maggiore di 30 m, individuando i versanti con acclività maggiore di 30° come quelli suscettibili di maggiore amplificazione. Data la presenza nel territorio bolognese di scarpate rocciose importanti anche in prossimità di aree abitate e reti viarie, si è ritenuto opportuno evidenziare anche le scarpate rocciose con acclività maggiore di 50° poiché, in caso di forti scosse, in queste aree potrebbero verificarsi crolli anche di grossi massi. Sono state così evidenziate le aree caratterizzate da pendii/scarpate con acclività compresa tra 15° e 50° e scarpate con acclività >50°.

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo, hanno consentito di elaborare la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali", costituita da sette fogli alla scala 1:25.000 e comprendente tutto il territorio di competenza della Città Metropolitana di Bologna. La classificazione dei terreni per questa cartografia è stata effettuata in base agli effetti attesi e alle procedure

<p style="text-align: center;">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

richieste per l'analisi della pericolosità sismica locale. La Tav. "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" opera quindi una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna classe, indica gli approfondimenti che devono essere effettuati a supporto degli strumenti di pianificazione successivi. Questo elaborato cartografico identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. In particolare, è un documento di attenzione e indirizzo per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

Il sito di interesse ricade all'interno di un'area di studio ben complessa (vedi figura 6 – Tav.4 PTM Bologna) dove però risulta inquadrabile all'interno di quella che viene definita "Area NP – Substrato non rigido affiorante o subaffiorante $15 < i < 50^\circ$ ".

Nell'Allegato 3a al PTM viene riportata la seguente definizione:

"Descrizione: substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15^\circ < i < 50^\circ$.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica e topografica.

Stima dell'amplificazione.

In caso di differenze di quota (dislivello) $> 30m$ dovrà essere valutata, oltre all'amplificazione stratigrafica, anche l'amplificazione topografica e la sua area d'influenza. In relazione a tali aree è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento."

Occorre inoltre precisare che il sito di intervento va contestualizzato anche all'interno di quelle che sono definite come "aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate" (riquadro in blu in figura 6).

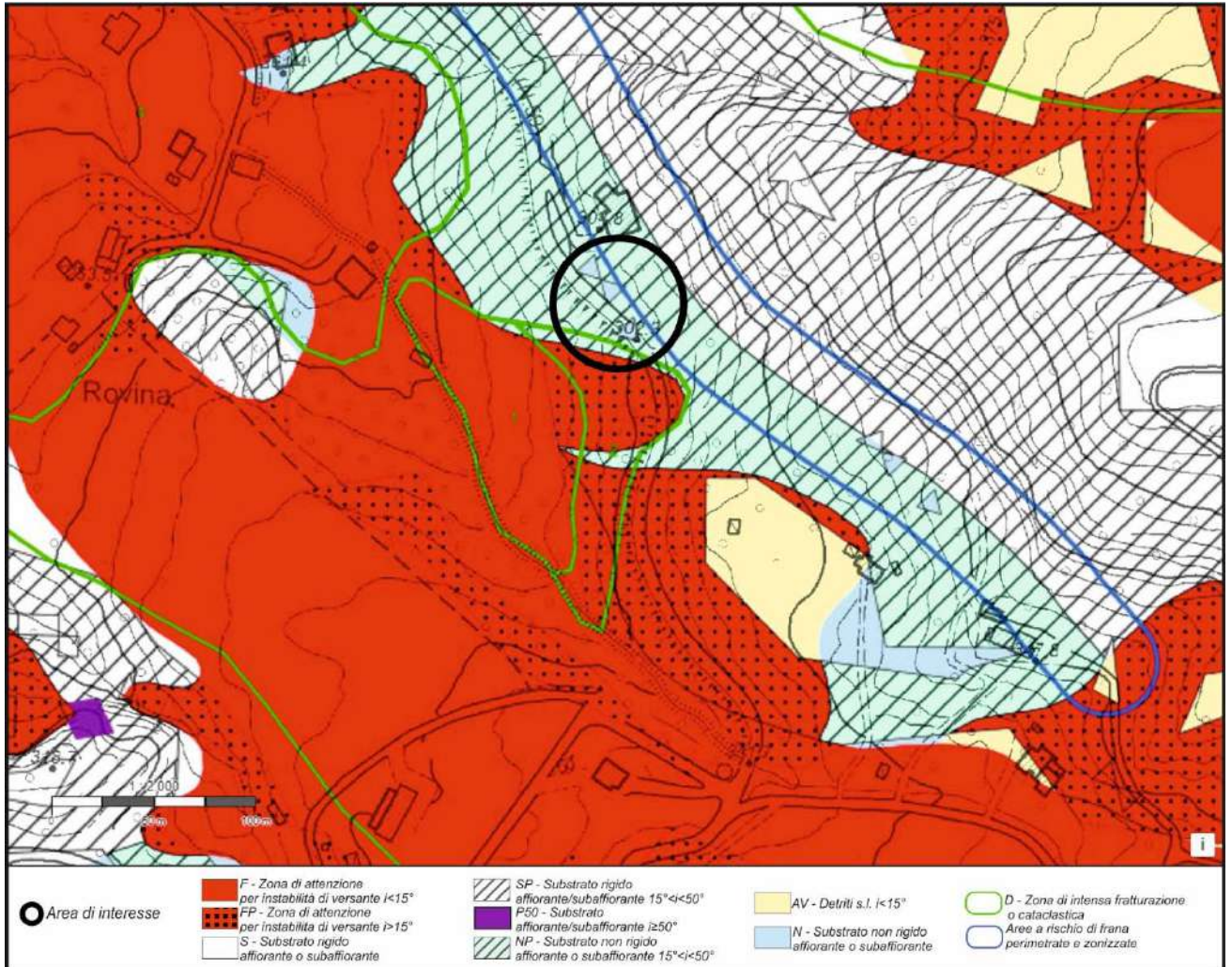



Fig. 6 – Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” (Tav. 4 – PTM Bologna; Art. 28- riduzione del rischio sismico).

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5. SISMICITA' DEL SITO

5.1. Quadro macrosismico

Nella zona oggetto di studio e più in generale nella porzione di territorio compresa tra Bologna e il crinale appenninico, i cataloghi macrosismici riportano pochi terremoti e quasi tutti di limitata entità.

Sulla base di tali dati si potrebbe quindi evincere che la sismicità nella zona oggetto di studio sia complessivamente modesta, sia in frequenza che in magnitudo. In realtà bisogna considerare come le notizie storiche disponibili per zone caratterizzate da una bassa densità abitativa, siano di fatto spesso limitate. È necessario pertanto considerare che tale lacuna informativa potrebbe portare a sottostimare la reale pericolosità sismica, cioè la probabilità che si verifichi, in una data area e entro un certo periodo di tempo, un terremoto capace di causare danni.

Per un quadro degli eventi sismici che hanno interessato il territorio italiano è oggi possibile riferirsi alla pubblicazione CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500) consultabile all'indirizzo <http://storing.ingv.it/cfti4med/>. Il catalogo CFTI4Med riporta un solo risentimento a Monzuno per il terremoto del 29 dicembre 1892, assegnando il grado V-VI della scala MCS.


Per uno studio approfondito degli effetti degli eventi sismici nel territorio bolognese è opportuno riferirsi al volume *I terremoti a Bologna e nel suo territorio dal XII al XX secolo* (Boschi e Guidoboni, 2003). Sulla base di quanto ivi indicato, in tabella 1 sono sintetizzati i parametri dei principali terremoti storici con effetti di danno nella provincia di Bologna, i cui massimi effetti ed epicentri localizzati nell'Appennino Bolognese sono:

Data	Lat	Lon	Località Epicentrale	Int. Epicentrale	Me
1399 07 20	44.4416	10.9245	Modenese	7	5.8
1455 12 20	44.4155	11.2615	Media valle del Reno	6.5	5.3
1504 12 31	44.5626	11.1559	Bolognese	6	5.4
1505 01 03	44.5077	11.2298	Bolognese	8	5.7
1779 06 04	44.4438	11.4786	Bolognese	7	5.4
1779 06 10	44.4163	11.5107	Bolognese	5.5	4.8
1779 07 14	44.4603	11.3281	Bolognese	6.5	5.3
1929 04 10	44.4256	11.4754	Bolognese	7	5.2
1929 04 19	44.4829	11.1997	Bolognese	7	5.2
1929 05 11	44.4812	11.1184	Bolognese	6.5	5.2

Tabella 1 - Sintesi degli eventi sismici principali dell'area bolognese.

Il terremoto recente più significativo nell'area, risulta quello del 14 settembre 2003, con epicentro nel comune di Monghidoro e magnitudo momento pari a 5.3, il cui rilievo macrosismico degli effetti assegna al comune di Monzuno un grado di intensità pari a V-VI della scala MCS, con danni leggeri rilevati nel capoluogo e nelle frazioni di Montorio, Trasasso e Valle.

È opportuno sottolineare come tale evento non abbia prodotto alcuna lesione, neppure minima, a carico dell'edificio in oggetto.

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat. 44,32162; Lon. 11,27325) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio. Qui di seguito vengono riportati i parametri sismici del sito di intervento tratti dal programma Geostru.

Parametri sismici:

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,3216290685046

longitudine: 11,2732516085427

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17617 Lat: 44,3138 Lon: 11,2548 Distanza: 1708,958

Sito 2 ID: 17618 Lat: 44,3151 Lon: 11,3246 Distanza: 4152,240

Sito 3 ID: 17396 Lat: 44,3650 Lon: 11,3228 Distanza: 6232,055

Sito 4 ID: 17395 Lat: 44,3638 Lon: 11,2529 Distanza: 4954,338

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,058 g

Fo: 2,489


Tc*: 0,258 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,073 g

PIACENTINI ING. MASSIMO	Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------------------	--	---

Fo: 2,476
Tc*: 0,269 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,164 g
Fo: 2,523
Tc*: 0,297 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,205 g
Fo: 2,549
Tc*: 0,307 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:


Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,000
Kv: 0,000
Amax: 0,858
Beta: 0,000

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,620
St: 1,000
Kh: 0,051
Kv: 0,026
Amax: 1,069
Beta: 0,470

SLV:

Ss: 1,450
Cc: 1,570
St: 1,000

<p>PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p>Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
---	---	---

Kh: 0,090

Kv: 0,045

Amax: 2,331

Beta: 0,380

SLC:

Ss: 1,390

Cc: 1,550

St: 1,000

Kh: 0,000

Kv: 0,000

Amax: 2,795

Beta: 0,000

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.320685

longitudine: 11.272260

dove:


P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F_O = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

<p align="center">PIACENTINI ING. MASSIMO</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Sismica Lavori di ripristino della sede stradale e della scarpata di monte e di valle colpiti dagli eventi metereologici di settembre 2024 lungo la SP 59 Comune di Monzuno</p>	
--	--	---

6. CONCLUSIONI

La presente relazione ha consentito la definizione di un modello geologico costituito da: locale substrato litoide marnoso riconducibile alla Formazione di Antognola (ANT) sovrastato da una coltre detritica superficiale e da terreni di riporto, interessati da fenomeni di dissesto espressi attraverso una serie di depositi di frana (di tipo quiescenti) interessati principalmente da movimenti di tipo complesso (a2g) e per scivolamento (a2b).

Il sito ricade, secondo il Piano Territoriale Metropolitan (PTM) della città di Bologna, all'interno della zona classificata come "Area NP – substrato non rigido affiorante/ subaffiorante con inclinazione del pendio compresa tra 15°e 50°". Inoltre sempre in accordo con il PTM della città Metropolitana di Bologna il sito risulta contestualizzato alle "aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate" ed è classificata come "area di influenza sull' evoluzione del dissesto", anche se molto prossima a quelle che sono definite come "Aree in dissesto" e "Aree di possibile evoluzione del dissesto".

Ai sensi delle NTC 2018 si riscontra un substrato che può definirsi come categoria di suolo C.

San Lazzaro di Savena (BO), 14/10/2024

Dott. Geol Alessandro Zanna

