

Proponente:

**GIUDICI S.p.A.**

Sede Amministrativa: via Rondinera, 17, Rogno, (BG)

Progetto:

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"

Elaborato:

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC**R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011**

N. COMMESSA: 2 5 0 0 3	DATA: febbraio 2025	Documento: UNICO			
REDAZIONE:  Ing. Silvano ROSSATO Geol. Claudio LEONCINI Geom. Giulio ZAMPINI Geom. Nicola CORDIOLI SEDE LEGALE: Viale Cristoforo Colombo, 131 37138 Verona Cod. Fisc. – P. IVA 0308 5450 231 UFFICIO TECNICO: Via Osteria Grande, 61 37066 Sommacampagna (VR) Tel. 045 510288 – Fax. 045 510514 e-mail: info@psv srl.com   UNI EN ISO 9001:2015 Certificato N° 1280		A CURA DI: Dott. Geol. Claudio LEONCINI 		IL COMMITTENTE: GIUDICI S.p.A.	

0	03/02/2025	Emesso per approvazione	C.G.	L.C.	L.C.
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

Comune di Rovato

Provincia di Brescia

Proponente:

GIUDICI S.p.A.

Sede Amministrativa: via Rondinera, 17, Rogno, (BG)

Progetto:

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"

Elaborato:

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC

R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Redatta da:

Dott. Geol. Claudio LEONCINI

Sommacampagna, febbraio 2025

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Pag 1

INDICE

PREMESSA	3
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
1. INTERVENTO IN PROGETTO	5
2. R1 – RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018.....	6
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	10
2.3 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	17
2.4 INDAGINI GEOGNOSTICHE	22
2.4.1 <i>Trincee esplorative</i>	23
2.4.2 <i>Indagini geofisiche</i>	24
2.5 MODELLO GEOLOGICO LOCALE	26
2.6 MODELLO GEOTECNICO LOCALE	27
3. R3 - RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ AI SENSI DELLA DGR 2616/2011...29	
3.1 PIANIFICAZIONE COMUNALE – P.G.T. DEL COMUNE DI ROVATO.....	29
3.2 RETE NATURA 2000.....	32
3.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	33
3.4 CARATTERI SISMOGENETICI DELL'AREA.....	36
3.5 SORGENTI SISMOGENETICHE	37
3.6 ZONAZIONE SISMICA	41
3.7 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO: PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	43
3.7.1 <i>Azione sismica</i>	47
3.8 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	50
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	52
5. ALLEGATI	53

PREMESSA

La presente relazione tecnica, condotta su incarico e per conto della Ditta **GIUDICI S.p.A.** riguarda la caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica di un lotto ubicato in Via Milano 153, in Comune di Rovato (BS), identificato urbanisticamente con l'area **ATP 9 – COZZANOLI**, entro cui la ditta intende realizzare un impianto di produzione di conglomerato bituminoso ed una pista ciclabile.

In conformità con quanto previsto dal **D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”** e alla **Circ. Min. C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”** che al punto 6.2.1 indica che “la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.”, lo scopo è stato quello di acquisire tutte le informazioni di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico utili alla definizione della fattibilità dell'opera in progetto ed individuare eventuali criticità appartenenti a tale ambito.

Inoltre, verranno analizzati i vincoli e le criticità di ordine geologico che gravano sul sito in oggetto, come previsto dalla D.G.R. IX/2616/2011.

Pertanto, lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- raccolta ed analisi delle Letteratura geologica esistente;
- analisi delle indagini geognostiche eseguite in sito
- stesura della presente relazione tecnica che ha fatto riferimento alla necessità di produrre i seguenti documenti:
 - R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC;
 - R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella redazione della presente relazione ci si è attenuti alle prescrizioni della Normativa pregressa e vigente, in particolare:

- **D.M. LL.PP. 11.03.1988:** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- **Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 n. 30483:** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce; la stabilità dei pendii e delle scarpate, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione";
- **Circ. Min. LL.PP. 09.01.1996 n. 218/24/3:** "Legge 2 febbraio 1974 n. 64. Decreto Min. LL.PP. 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- **Ordinanza O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003:** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- **D. Lgs. n. 152 del 03.04.2006:** Norme in materia ambientale;
- **Ordinanza O.P.C.M. n°3519 del 28.04.2006** "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- **D. Min. Infrastrutture e trasporti del 14.01.2008:** Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC);
- **D. Lgs. n. 4 del 16.01.2008:** Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- **Circ. Min. LL. PP. 2 febbraio 2009 n. 617** "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- **D. Min. Infrastrutture e trasporti del 17.01.2018:** "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni (NTC)";
- **Min. Infrastrutture e trasporti - Circ. 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP:** "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni'» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- **D.G.R. 30 novembre 2011 - n. IX/2616:** "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374";
- **D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129:** "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)";
- **D.G.R. 30 marzo 2016 - n. X/5001:** "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)".

1. INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione di conglomerato bituminoso ed edifici ad uso produttivo ed uffici, oltre ad una pista ciclabile al servizio della comunità.

In particolare, nella figura seguente si riporta un estratto dell'elaborato progettuale " *Planimetria generale di progetto*".



Figura 1: Planimetria generale – STATO DI PROGETTO

2. R1 – RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018

2.1 Inquadramento territoriale

Il sito in studio si trova nell'alta pianura ad ovest della città di Brescia, nella zona compresa tra le ultime pendici delle Prealpi Bresciane occidentali poste a Nord e la pianura padana posta a Sud. Più in particolare l'area in esame ricade nella porzione centrale del territorio comunale, immediatamente ad est di Strada Provinciale SP16 e a sud della rete ferroviaria che collega le stazioni di Rovato e Ospitaletto; l'area si trova ad una distanza di circa 2,7 Km a nord dell'Autostrada A35.

La quota topografica del p.c. è pari a circa 157÷160 m s.l.m.



Figura 2: Ubicazione dell'area in studio (fonte: Google Earth)

Il riferimento cartografico è dato dal Foglio n. 47 IV SO "Rovato" della Carta Topografica d'Italia, edita dall'Istituto Geografico Militare, alla scala 1: 25.000 (cfr. Figura 2).

Per un maggior dettaglio si fa riferimento alla sezione C6E1 "Chiari" della C.T.R. scala 1:10.000 della Regione Lombardia, entro cui ricade l'area in esame (cfr. Figura 3).

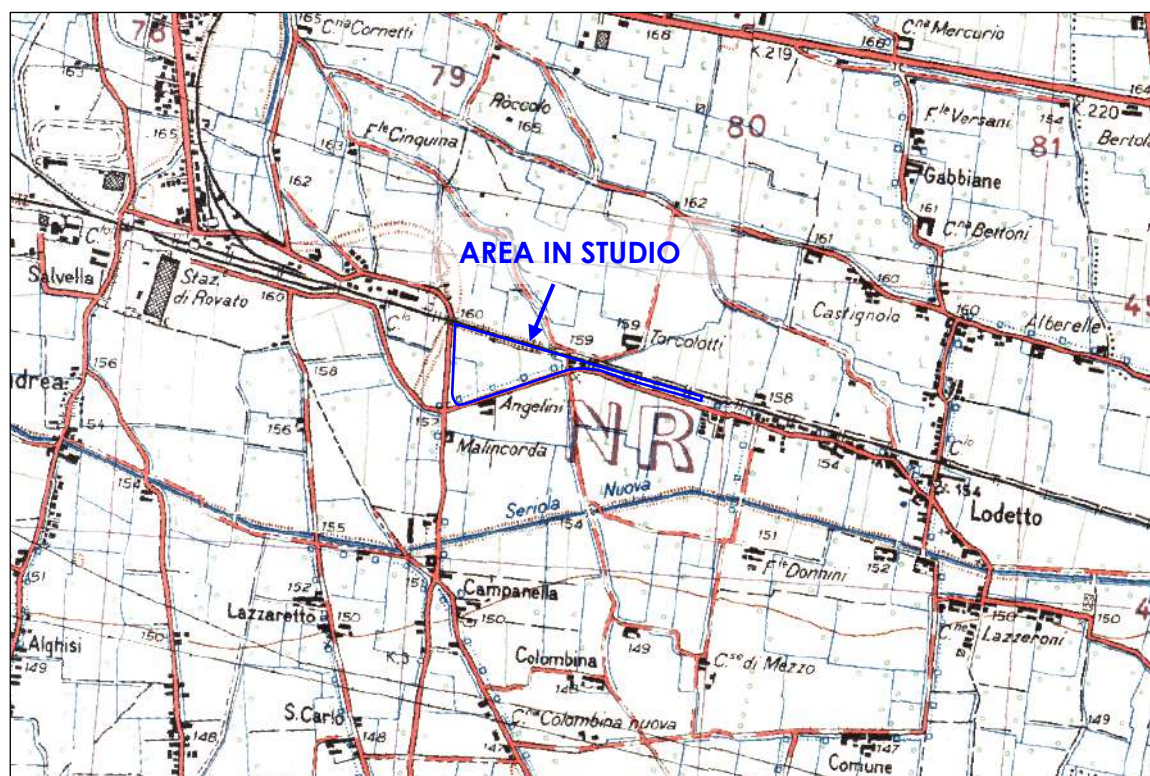


Figura 3: Stralcio della carta I.G.M. scala 1:25.000, tavoletta 47 IV SO "Rovato"

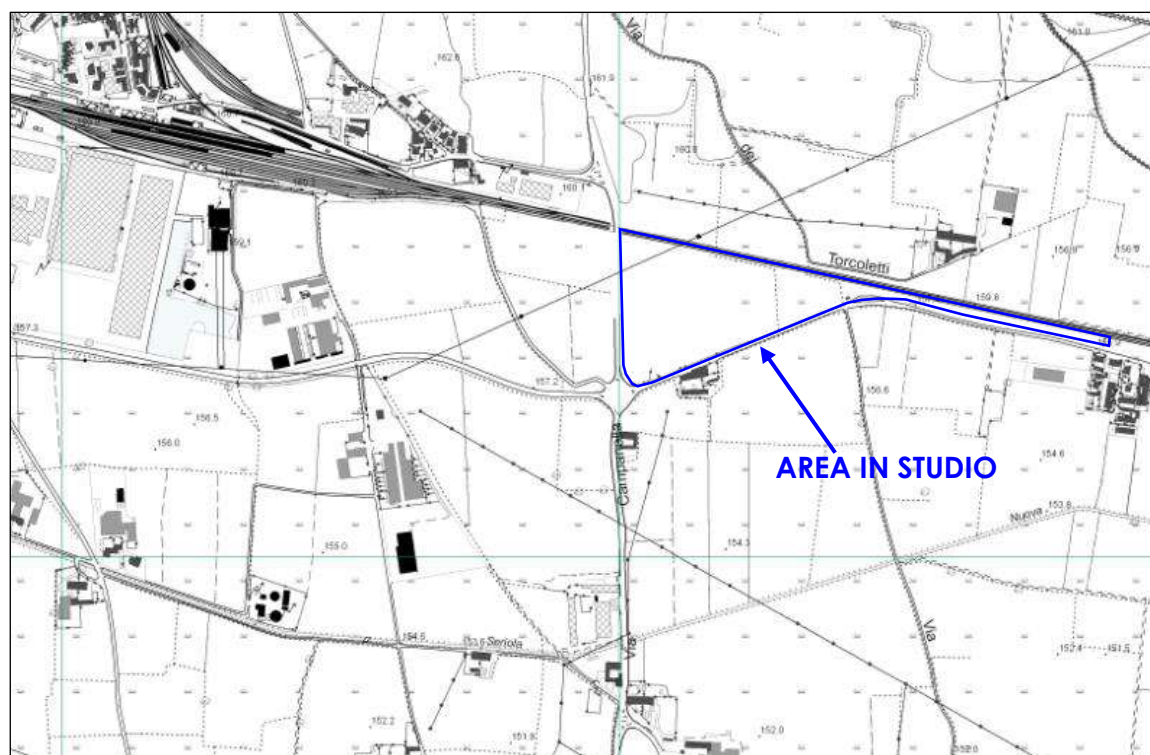


Figura 4: Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000, Regione Lombardia, sezione C6E1 "Chiari"

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Pag 7

Per quanto riguarda l'inquadramento catastale, il lotto in studio è catastalmente individuato al foglio 18, mappali n. **35, 40, 291, 293 e 385** e foglio 19, mappali n. **13, 36, 37, 38, 104, 315 e 223** del Comune censuario di Rovato.



Figura 5: Estratto mappa catastale (fonte: forMaps)

Relativamente alla destinazione d'uso, dall'osservazione dell'elaborato R 1.1 "Ambiti di trasformazione e ambiti di rigenerazione urbana" allegato al P.G.T. del Comune di Rovato, l'area in studio ricade entro Area di trasformazione a destinazione produttiva **ATP 9**.

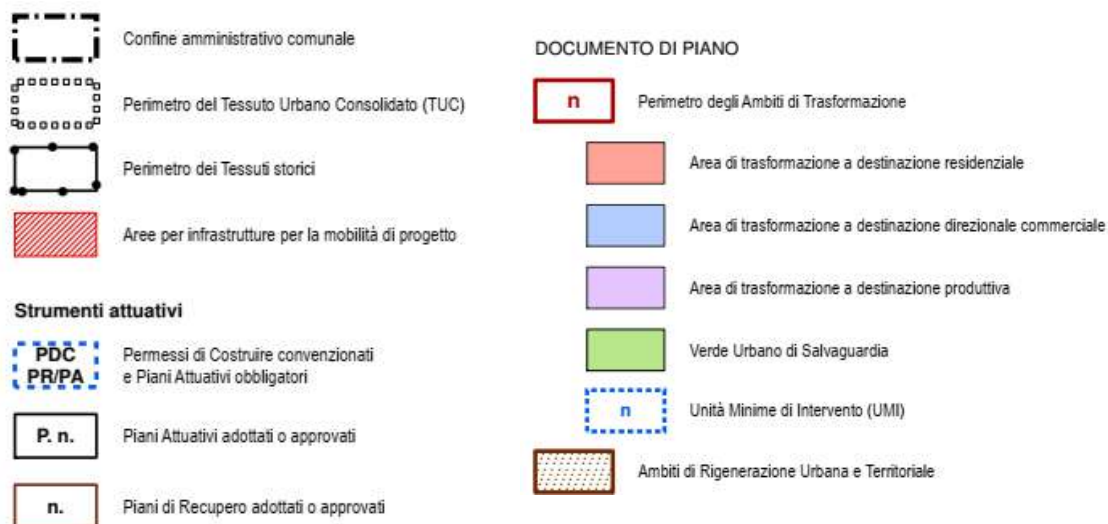
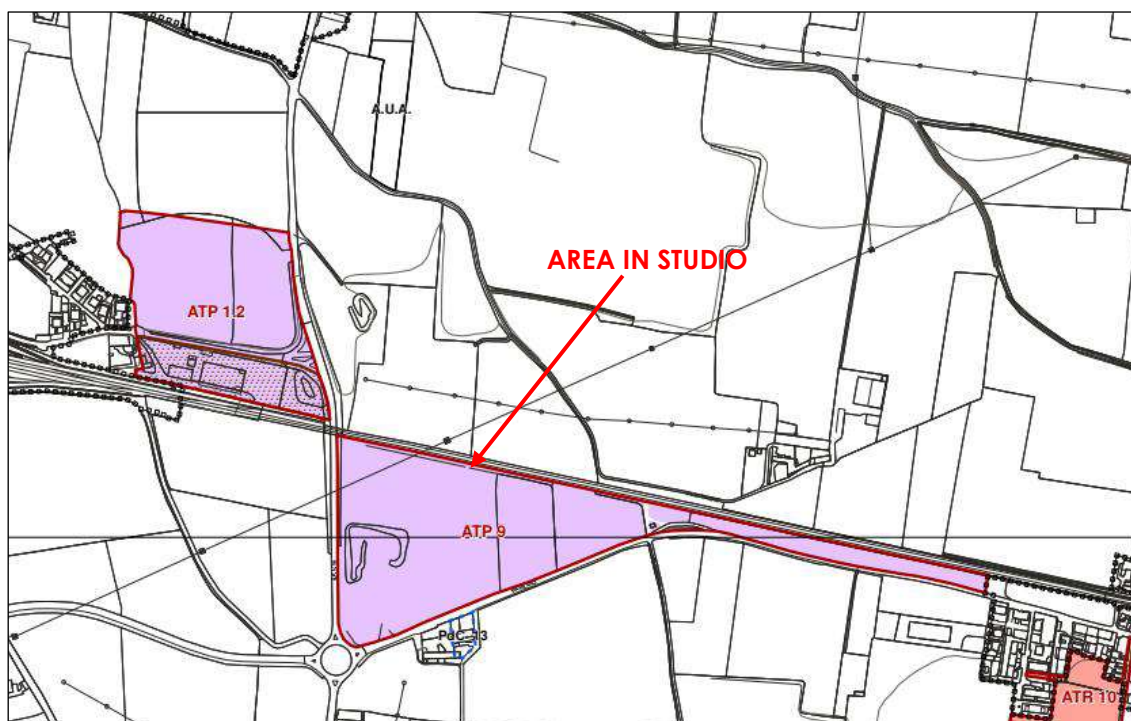


Figura 6: Stralcio dell'elaborato R 1.1 "Ambiti di trasformazione e ambiti di rigenerazione urbana" Documento di piano – P.G.T. Comune di Rovato

2.2 Lineamenti geologici e geomorfologici

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale di Rovato risulta per la gran parte sub-pianeggiante, da cui emergono il Monte Orfano nella porzione occidentale (316 m s.l.m.) e le ultime propaggini dell'anfiteatro Sebino nella parte nord-occidentale del territorio.

In particolare, il territorio può essere suddiviso in tre zone distinte:

- il **rilievo** del Monte Orfano;
- **fascia pedecollinare**: rappresenta il passaggio tra il rilievo e la pianura antistante, caratterizzata da pendenze variabili;
- **zona di pianura**: a vasta pianura fluvioglaciale che appartiene all'alta pianura bresciana e che degrada in direzione sud e sud-est, a morfologia debolmente ondulata.

Nel settore montano si ha la presenza del substrato roccioso, da sub-affiorante ad affiorante e la formazione geologica più antica presente nel territorio comunale è rappresentata dal **Conglomerato di Monte Orfano** (Miocene sup.), affiorante sul rilievo omonimo, costituita da puddinghe poligeniche ben cementate ad elementi prevalentemente calcarei, con intercalazioni di livelli calcarenitici e marnosi.

Una fascia di **depositi detritico-colluviali** costituiti prevalentemente da limi argillosi con ghiaia in genere piuttosto scarsa, con locale presenza di livelli sabbiosi contenenti ghiaietto, derivati dall'alterazione e dal disfacimento del substrato roccioso eroso, trasportati per gravità, si trovano ai piedi dei versanti, rideposti dalle acque di ruscellamento.

La porzione di territorio compresa tra il M. Orfano ed il centro abitato è occupata da **depositi morenici** costituiti da ghiaie e sabbie localmente cementate con strato di alterazione argillosos di colore rossastro (spessore massimo 2 m), riferibili alle cerchie esterne dell'anfiteatro sebino.

Infine, la pianura fluvio-glaciale (livello fondamentale della pianura) che si estende in gran parte del territorio comunale, risulta formata dai depositi degli scaricatori fluvio-glaciali costituiti da ghiaia con sabbia e ciottoli che provengono dallo smantellamento delle cerchie moreniche più elevate o più interne ad opera dei corsi d'acqua di scioglimento dei ghiacciai con lenti sabbioso-limose e argillose.

Nella Relazione illustrativa relativa alla componente geologica, idrogeologica e sismica allegata al P.G.T. del Comune di Rovato, si legge che in profondità, già a partire da 15 metri dal p.c., sono presenti livelli conglomeratici che intorno a 30 m passano a conglomerati compatti o fessurati, con intercalazioni di lenti prevalentemente ghiaiose e più raramente argillose e limoso-argillose.

Dall'esame della bibliografia, dallo stralcio della **Carta Geologica d'Italia** Foglio n. 47 "Brescia" alla scala 1:100.000 riportato in Figura 7 si evince che l'area in studio ricade entro *Alluvioni fluvio-glaciali da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore, localmente ricoperto da limi più recenti in lembi non cartografabili separatamente (fg).*

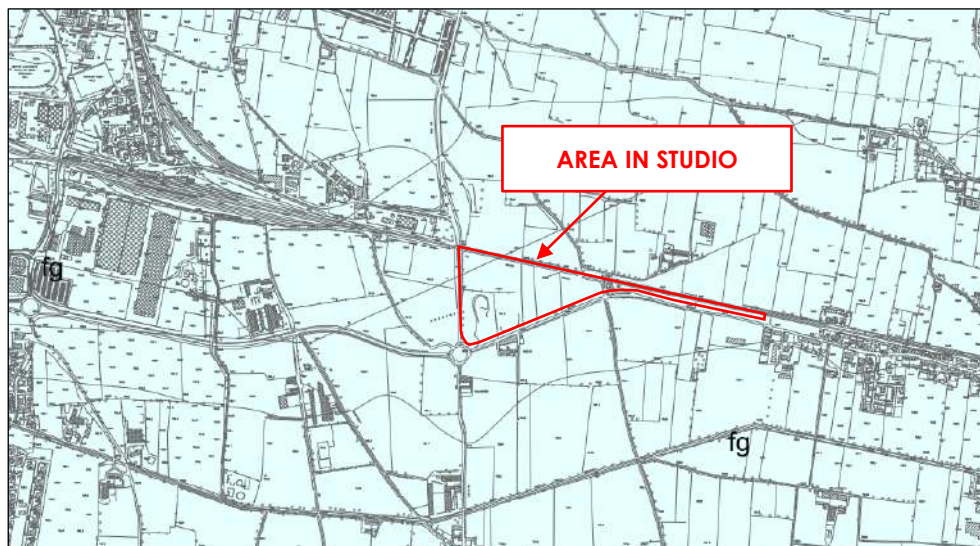


Figura 7: Estratto Foglio n. 47 "Brescia" scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	Pag 11
---	---	--------

Dall'osservazione della “**Carta geologica e geomorfologica**” allegata al P.G.T. del Comune di Rovato (cfr. *Figura 8*), si osserva per l'area in studio la presenza di “Depositi fluvioglaciali collegati con le cerchie moreniche più elevate o con le cerchie interne; ghiaie e sabbie localmente cementate con grossi massi”.



UNITÀ GEOLOGICHE

- | | |
|-----|--|
| dt | Deposito detritico-colluviale. |
| fg | Deposito fluvioglaciale collegato con le cerchie moreniche più elevate o con le cerchie interne; localmente morenico terrazzato (fg). |
| fg* | Ghiaie e sabbie localmente cementate e con grossi massi.
Area con coperture limoso-argillose potenti fino ad alcuni metri dotate di caratteristiche geotecniche da scadenti a mediocri (fg*). |
| mo | Depositi morenici delle cerchie esterne. Ghiaie e sabbie localmente cementate con strato di alterazione argilloso di colore rossastro. |
| CMO | Conglomerato di Monte Orfano. Puddinghe poligeniche ad elementi prevalentemente calcarei, passanti ad arenarie con intercalazioni di livelli marnosi. |
| | Discarica per rifiuti non pericolosi. |

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

- | | |
|-----------|--|
| ▲ | Massi erratici |
| ⤴ | Frana di ridotte dimensioni non fedelmente cartografabile. |
| ➡ | Punto critico della rete idrografica. |
| ▬▬▬▬ | Area allagata in occasione di eventi meteorici eccezionali con modesti valori di velocità e altezze d'acqua. |
| └─┘ | Orlo di scarpata antropica. |
| └─┘└─┘└─┘ | Orlo di terrazzamento agrario. |

Figura 8: Stralcio dell'elaborato “Carta geologica e geomorfologica” – P.G.T. Comune di Rovato

Dal database dei pozzi censiti da ISPRA si individuano n. 3 pozzi per acqua, identificati con i codici 20286, 20289 e 20288, ubicati rispettivamente ad una distanza pari a 0,8 Km ad ovest, 1,0 Km a nord e 2.3 Km a nord-ovest, di cui sono disponibili alcune informazioni stratigrafiche.

In particolare, si individuano orizzonti costituiti da ghiaia e sabbia in matrice argillosa con profondità variabili tra 20 e 47 m dal p.c. al di sotto dei quali si individua la presenza di conglomerato fino alla massima profondità indagata, con locali intercalazioni ghiaiose-argillose.

Si tenga comunque presente che la tipologia di perforazione generalmente utilizzata per la terebrazione dei pozzi per acqua (perforazione a distruzione di nucleo), non garantisce una precisa identificazione della stratigrafia, pertanto le relative indicazioni stratigrafiche riportate devono essere considerate puramente indicative.

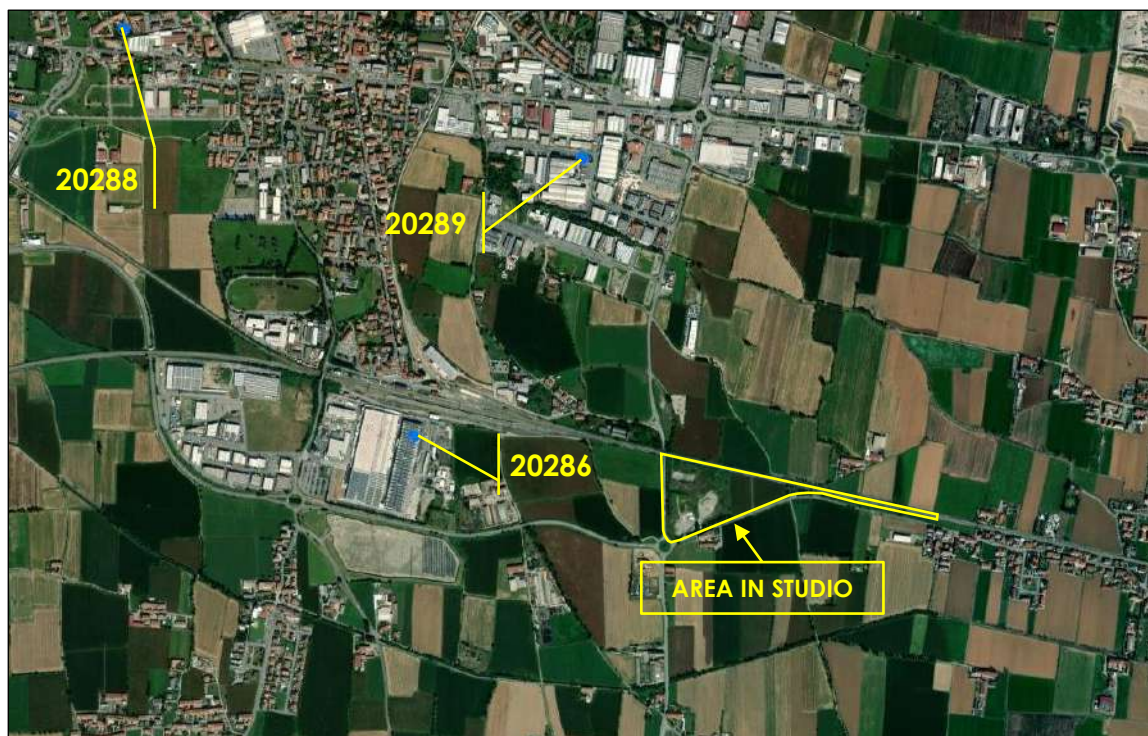


Figura 9: Geoportale ISPRA Ambiente – ubicazione dei pozzi

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 20286 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: ROVATO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 106,00 Quota pc slm (m): 160,00 Anno realizzazione: 2001 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 40,000 Portata esercizio (l/s): 40,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 3 Numero piezometrie: 3 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 24 Longitudine WGS84 (dd): 10,001564 Latitudine WGS84 (dd): 45,550864 Longitudine WGS84 (dms): 10° 00' 05.63" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 33' 03.11" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	106,00	106,00	1000

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	40,00	101,00	61,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	55,00	67,00	12,00	609
2	79,00	91,00	12,00	609
3	95,00	101,00	6,00	609

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/2001	43,60	43,90	0,30	20,000
dic/2001	43,60	44,05	0,45	30,000
dic/2001	43,60	44,30	0,70	40,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	7,00	6,00		GHIAIA E SABBIA CON CIOTTOLI
3	7,00	20,00	13,00		GHIAIA SABBIA MATRICE ARGILLOSA CON PASSAGGI DI CONGLOMERATO
4	20,00	22,00	2,00		ARGILLA NOCCIOLA CON GHIAIA E CIOTTOLI
5	22,00	33,50	11,50		CONGLOMERATO FESSURATO
6	33,50	35,00	1,50		CONGLOMERATO COMPATTO CON LENTI DI ARGILLA MARRONE
7	35,00	38,50	3,50		CONGLOMERATO FESSURATO
8	38,50	40,00	1,50		GHIAIA E SABBIA CON ARGILLA E CIOTTOLI
9	40,00	41,50	1,50		CONGLOMERATO COMPATTO
10	41,50	47,00	5,50		CONGLOMERATO FESSURATO
11	47,00	47,30	0,30		ARGILLA MARRONE CON VENATURE DI SABBIA
12	47,30	50,50	3,20		CONGLOMERATO COMPATTO CON TROVANTI
13	50,50	62,00	11,50		CONGLOMERATO FESSURATO
14	62,00	67,50	5,50		SABBIA GHIAIA CIOTTOLI CON TROVANTI
15	67,50	70,00	2,50		CONGLOMERATO DI SABBIA
16	70,00	71,00	1,00		ARGILLA ROSSICIA CON GHIAIA E CIOTTOLI
17	71,00	73,00	2,00		GHIAIA CIOTTOLI E TROVANTI CON ARGILLA GIALLA
18	73,00	80,00	7,00		CONGLOMERATO COMPATTO
19	80,00	85,00	5,00		CONGLOMERATO POCO FESSURATO CON PASSAGGI DI GHIAIA
20	85,00	92,70	7,70		CONGLOMERATO FESSURATO
21	92,70	93,00	0,30		ARGILLA ROSSICIA
22	93,00	95,00	2,00		CONGLOMERATO COMPATTO
23	95,00	101,00	6,00		CONGLOMERATO FESSURATO CON STRATI DI GHIAIA E CIOTTOLI LEGATI
24	101,00	106,00	5,00		CONGLOMERATO COMPATTO

Figura 10: Scheda pozzo 20286 (Fonte: ISPRA Ambiente)

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Pag 14

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 20289 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: ROVATO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 90,00 Quota pc slm (m): ND Anno realizzazione: 2008 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 10,008586 Latitudine WGS84 (dd): 45,558972 Longitudine WGS84 (dms): 10° 00' 30.91" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 33' 32.30" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	15,30	15,30	273
2	15,30	90,00	74,70	180

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	73,00	85,00	12,00	180

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/2008	54,50	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	6,00	6,00		TERRENO DI RIPORTO DI VARIA NATURA
2	6,00	47,00	41,00		GHIAIA E SABBIA CON CIOTTOLI (PERDITA DI CIRCOLAZIONE SUPERIORMENTE)
3	47,00	49,00	2,00		CONGLOMERATO
4	49,00	53,00	4,00		GHIAIA IN MATRICE ARGILLOSA
5	53,00	87,00	34,00		CONGLOMERATO COMPATTO E FESSURATO
6	87,00	90,00	3,00		GHIAIA IN MATRICE ARGILLOSA

Figura 11: Scheda pozzo 20289 (Fonte: ISPRA Ambiente)

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	Pag 15
--	---	--------

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 20288 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: ROVATO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 80,00 Quota pc slm (m): 165,00 Anno realizzazione: 2007 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1,000 Portata esercizio (l/s): 0,180 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 9,989511 Latitudine WGS84 (dd): 45,562753 Longitudine WGS84 (dms): 9° 59' 22.24" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 33' 45.91" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	80,00	80,00	200

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	52,00	80,00	28,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	75,00	80,00	5,00	125

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/2007	52,30	52,35	0,05	1,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	40,00	40,00		GHIAIA IN MATRICE ARGILLOSA ROSSA
2	40,00	70,00	30,00		CONGLOMERATO / CONGLOMERATO FESSURATO
3	70,00	80,00	10,00		GHIAIA SABBIOSA

Figura 12: Scheda pozzo 20288 (Fonte: ISPRA Ambiente)

2.3 Idrografia e idrogeologia

Le aste fluviali più importanti presenti nella zona sono costituite dal Fiume Mella e dal Fiume Oglio, che scorrono con direzione nord-sud ad una distanza rispettivamente pari a 11,1 Km ad est e 12,3 Km ad ovest dell'area in studio.

Come visibile nella seguente *Figura 13*, la rete idrografica superficiale è caratterizzata da una fitta rete di corsi d'acqua, per lo più artificiali, con funzione irrigua per le aree agricole e di raccolta delle acque piovane in concomitanza di intensi eventi piovosi. Sono infatti presenti numerosi canali, rogge, fossati, ripartitori e colatori che seguono generalmente la conformazione dei campi, intrecciandosi, caratterizzati da alveo a cielo aperto, in terra e frequentemente in calcestruzzo, incubati in corrispondenza di strade e zone urbanizzate.

Tra i più importanti nel territorio comunale ricordiamo la Roggia Fusia, la Seriola Nuova di Chiari, che scorre a circa 440 m a sud dell'area in studio e la Seriola Castrina.

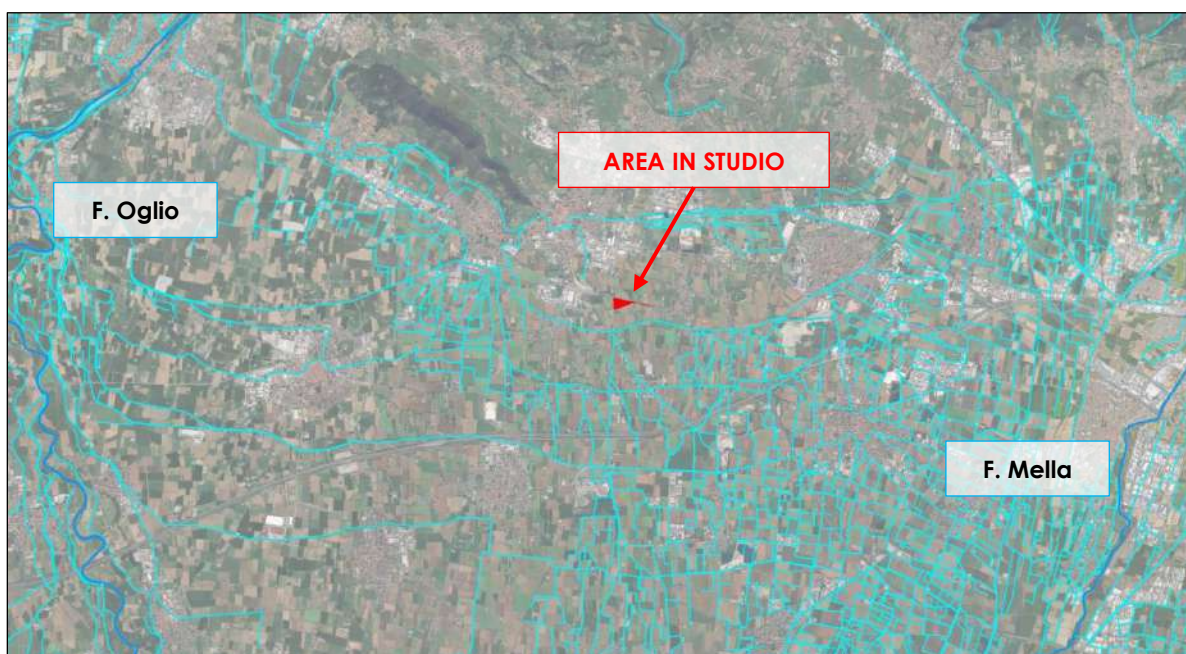


Figura 13: Reticolo Idrografico (fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Dal punto di vista idrogeologico nelle aree di pianura si distingue la serie idrogeologica individuata nell'ambito del territorio della provincia di Brescia, in particolare nell'area compresa tra i fiumi Oglio a Ovest e Chiese ad Est, e definita a partire dal basso dalle unità seguenti:

- **Unità Villafranchiana:** si tratta di depositi continentali formati da argille, limi, limi sabbiosi, limi argillosi di colore grigio-azzurro posti a profondità anche superiori a 100 m; essa costituisce il substrato impermeabile degli acquiferi superficiali più produttivi e rappresenta il tetto dei sedimenti marini del Pleistocene inferiore;
- **Unità a conglomerati:** essa è soprastante all'Unità Villafranchiana ed è rappresentata da conglomerati compatti e/o fessurati, permeabili per fatturazione con $k=10^{-2} \div 10^{-3}$ cm/sec, con intercalazioni di ghiaie, sabbie e più raramente limi e argille; essa è sede della falda idrica più produttiva sfruttata dai pozzi esistenti nella zona e di quelle limitrofe. (Pleistocene medio);
- **Unità ghiaioso-sabbiosa:** unità più superficiale, costituita da ghiaie e sabbie con ciottoli e trovanti sede dell'insaturo; presenta spessori di circa 30÷40 m con permeabilità elevata pari a $k=10^{-1} \div 10^{-2}$ cm/sec. (Pleistocene superiore-Olocene).

Per quanto riguarda il territorio comunale di Rovato, dalle sezioni idrogeologiche allegate al P.G.T. si evidenzia la presenza di conglomerati compatti o fessurati con intercalazioni di lenti prevalentemente ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e argillose a partire dalla profondità di circa 30-40 m dal p.c.; i livelli argillosi hanno una struttura lenticolare e sono caratterizzati da spessori ridotti e da una scarsa continuità laterale.

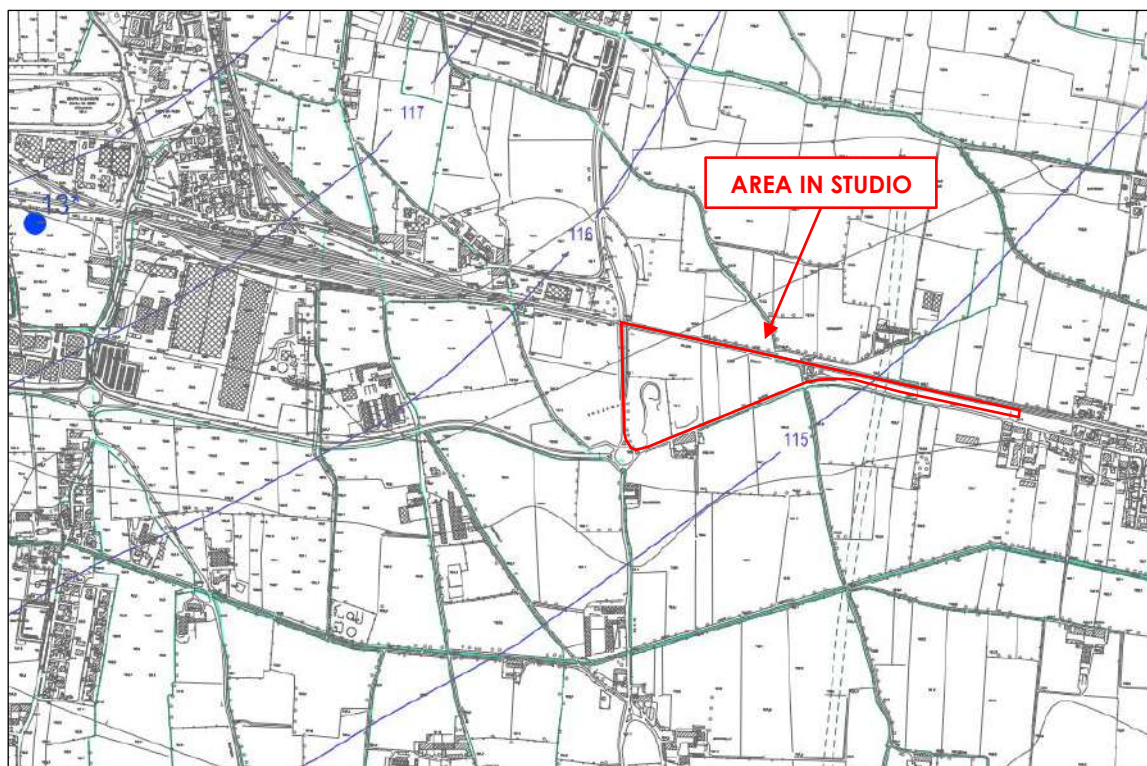
I depositi ghiaioso-conglomeratici si spingono fino a profondità maggiori di 100 m dal piano campagna e contengono una falda libera, tuttavia, la presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati compatti, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza la circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti, tra loro intercomunicanti, in

quanto gli orizzonti a bassa permeabilità non sono estesi e continui lateralmente al punto da separare completamente gli acquiferi.

Nella Relazione illustrativa relativa alla componente geologica, idrogeologica e sismica allegata al P.G.T. del Comune di Rovato, sono indicate le caratteristiche di permeabilità delle diverse litologie identificate nel territorio:

- conglomerato del Monte Orfano: presenta una permeabilità media per porosità e fratturazione con circolazione idrica generalmente discontinua. Sul Monte non sono presenti sorgenti; di conseguenza le acque meteoriche che si infiltrano nel complesso roccioso vanno in profondità ad alimentare la falda di pianura;
- depositi detritico-colluviali: presentano una permeabilità per porosità piuttosto variabile in relazione alla granulometria dei sedimenti. Il significato idrogeologico di questa unità è modesto a causa dell'esiguo spessore e estensione dei depositi stessi;
- depositi morenici: l'eterogeneità litostratigrafica di questi depositi porta alla formazione di una struttura idrogeologica generalmente complessa con permeabilità variabile da luogo a luogo e che dipende soprattutto dalla quantità di matrice limosa miscelata alla componente ghiaiosa e sabbiosa;
- depositi fluvioglaciali: costituiti da ciottoli e ghiaia di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, alternati a frequenti orizzonti conglomeratici, presentano una permeabilità per porosità generalmente alta.

Dall'osservazione della "*Carta idrogeologica e del sistema idrografico*", di cui si riporta uno stralcio nella seguente *Figura 14*, la falda si trova ad una quota compresa tra 115-116 m s.l.m. (dicembre 1996).



-  Area a vulnerabilità alta delle acque di prima falda.
-  Traccia di corso d'acqua estinto a livello della planura ben conservato.
-  Pozzo comunale utilizzato a scopo acquedottistico.
-  Pozzo comunale non utilizzato a scopo acquedottistico.
-  Pozzo privato.
-  Linea isoplezometrica e relativa quota in metri sul livello del mare riferite a dicembre 1996.
-  Direzione di deflusso.
- Rete idrografica*
-  a Reticolo Idrico Minore di competenza comunale (a = tratto intubato)
-  a Reticolo Idrico Minore di competenza consortile (a = tratto intubato)

Figura 14: Stralcio "Carta Idrogeologica e del sistema idrografico" – P.G.T. Comune di Rovato

Informazioni relative all'acquifero superficiale sono disponibili nel Geoportale della Regione Lombardia, in particolare sono consultabili i dati relativi alle piezometrie riferite ai mesi di maggio e settembre 2014 da cui si evince, per l'area in studio, una quota piezometrica variabile tra **112,5 e 117,5 m s.l.m.** (cfr. Figura 15), quindi una **soggiacenza di circa 39,5 ÷ 47,5 m dal p.c..**

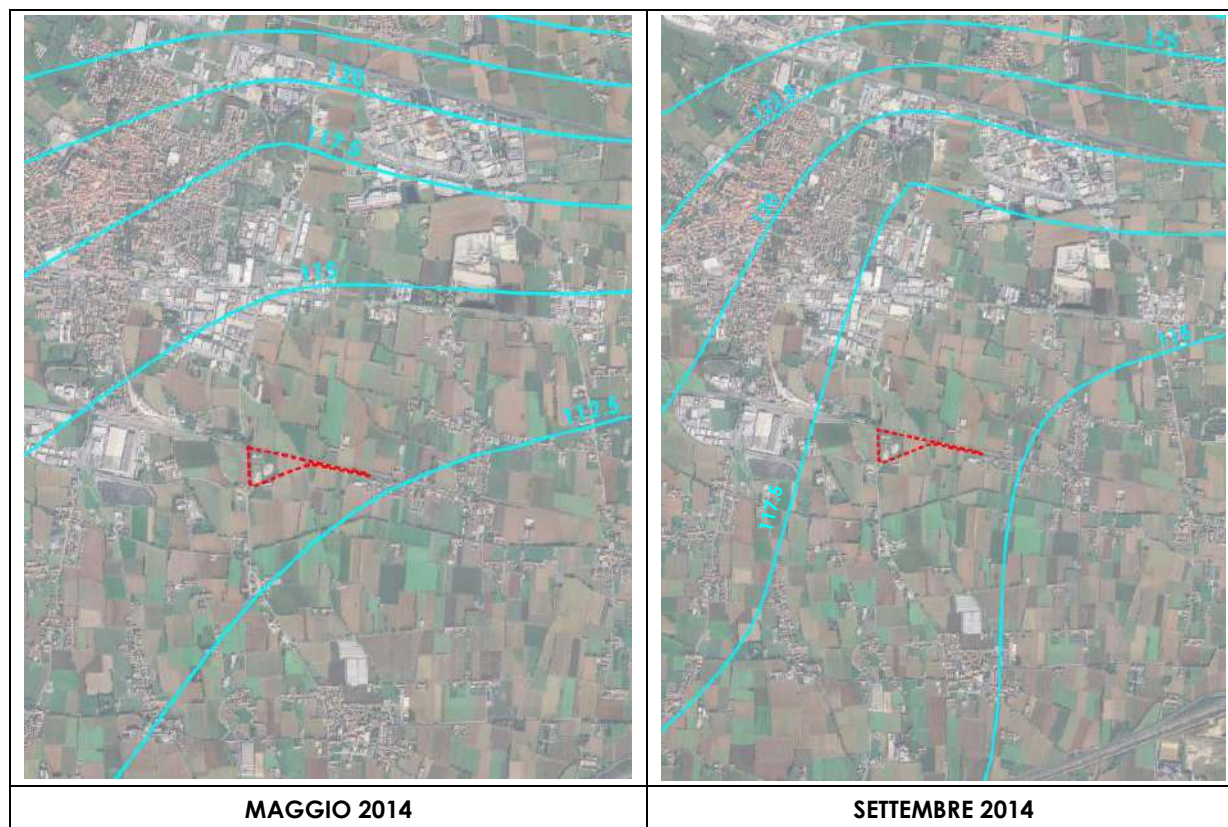


Figura 15: Piezometrie 2014 (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

2.4 Indagini geognostiche

Presso il sito d'interesse, è stata condotta una campagna geognostica al fine di caratterizzare la natura del sottosuolo ed individuare i principali parametri di resistenza del terreno. Le indagini eseguite sono state le seguenti:

- **n. 12 trincee esplorative**, spinte fino ad una profondità massima di 3,5 m da p.c.;
- **n. 1 stendimento di sismica passiva Re.Mi.** per ottenere il profilo verticale delle Vs e definire la categoria di sottosuolo;
- **n. 1 Test di Nakamura (HVSr)** per identificare la frequenza di risonanza del sito;

Nella figura seguente sono indicate le ubicazioni delle suddette indagini.

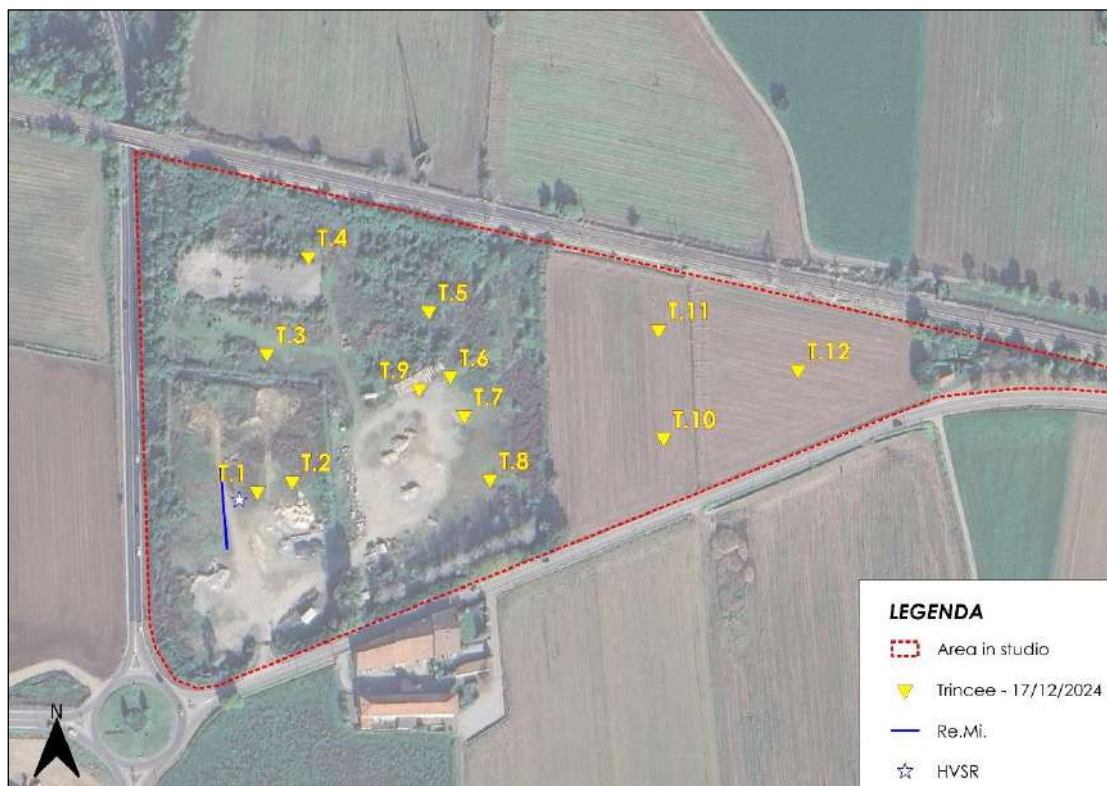


Figura 16: Planimetria con ubicazione delle indagini condotte in sito

2.4.1 Trincee esplorative

Al fine di individuare la natura dei terreni presenti in sito, in data 17/12/2024 sono state realizzate n. 12 trincee esplorative spinte fino a profondità variabili tra 1,8 ÷ 3,5 m dal p.c..

Gli scavi, condotti mediante l'utilizzo di un escavatore idraulico messo a disposizione dalla proprietà, mettono in luce generalmente la presenza di terreno naturale costituito da ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro, localmente si rinviene uno spessore variabile di materiali di riporto in abbondante matrice ghiaiosa.



Figura 17: Vista Trincea T.5 – cumulo di terreno naturale

Le stratigrafie e la documentazione fotografica sono consultabili in *Allegato 2*, a fine testo.

2.4.2 Indagini geofisiche

Per la caratterizzazione sismica del sottosuolo di fondazione, ai fini dell'azione sismica di progetto, è stato eseguito **n. 1 stendimento sismico lineare Re.Mi.** di 46 m di lunghezza ed **n.1 test HVSR.**

Con il profilo Re.Mi. si è ricostruito il modello verticale in Vs per calcolare il parametro V_{s30} ed attribuire al sito la categoria che gli compete; con il secondo si è ottenuta la curva di risposta elastica del terreno per valutare la frequenza di risonanza dell'area che è funzione della struttura geologica.



Figura 18: Vista delle prove durante l'esecuzione (fonte: Report indagini geofisiche – cfr. Allegato 3)

Il profilo verticale delle Vs ricavato dalla modellazione diretta della curva di dispersione sperimentale mostra una sismo-sequenza costituita da un orizzonte superficiale con spessore pari a circa 5,0 m costituito da terreni aerati e di prima copertura poggiante su sedimenti più addensati. La Vs sale fino ad arrivare ad un valore di circa 475 m/s fino a 15 m di profondità, al di sotto dei quali si assiste ad una inversione di velocità e ad un ulteriore aumento, con valori Vs > 600 m/s a partire da circa 22 m di profondità.

La **categoria del sottosuolo** individuata è la **Categoria B “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”**, infatti, il $V_{s,30}$, calcolato per 4 approfondimenti fondazionali è sempre superiore a 360 m/s (438÷475 m/s per quattro profondità di incastro fondazionale).

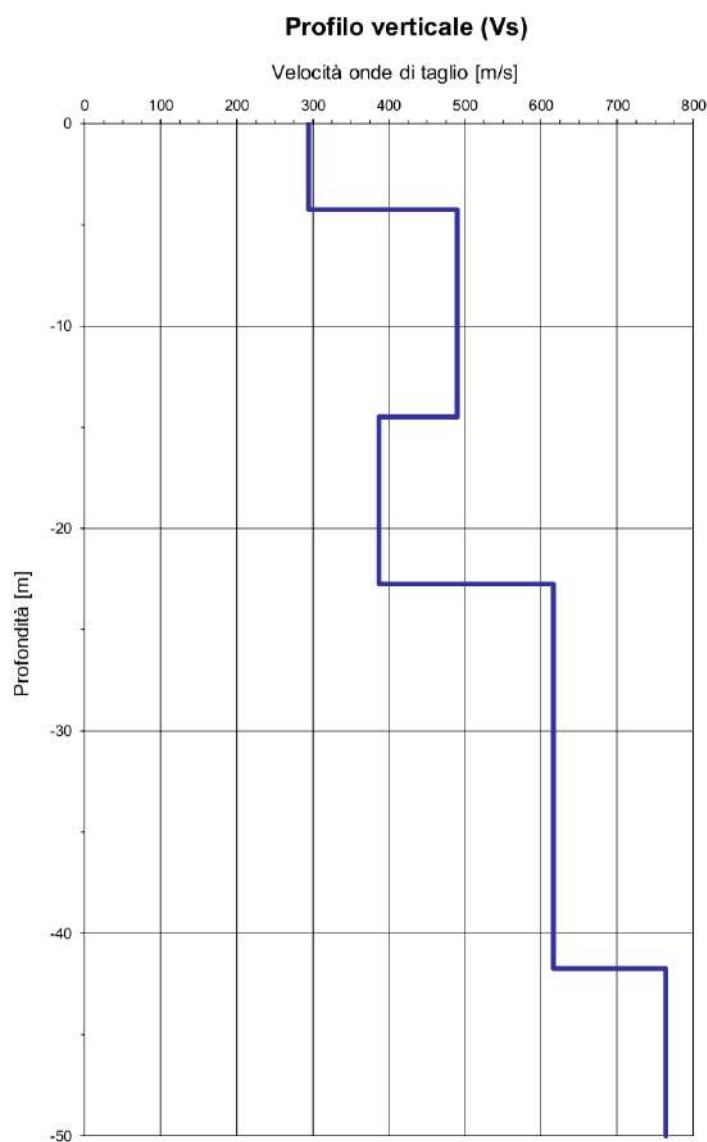


Figura 19: Grafico velocità/profondità onde di taglio V_s

Per quanto riguarda il **test HVSR**, dai risultati ottenuti si può ipotizzare una f_0 pari a circa 0.45 Hz con bedrock a 250 m.

In *Allegato 3* a fine testo è possibile consultare il report relativo alle indagini sismiche.

2.5 Modello geologico locale

In base all'osservazione delle trincee condotte in sito, accertata la rispondenza con la bibliografia geologica disponibile per i luoghi in studio, è stato possibile definire la successione stratigrafica dei terreni su cui insisterà l'intervento in progetto.

La seguente tabella riassume il modello geologico locale:

Strato	Prof. (m da p.c.)	Litologia	Livelli saturi
1	0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale	-
2	0,2 ÷ (0,8-3,2)	Riporti costituiti da ghiaia sabbiosa con frammenti di laterizi e resti di asfalto	-
3	> (0,8-3,2)	Ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro	da -39 m circa

Tabella 1: Modello geologico

2.6 Modello geotecnico locale

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo.

Nella Relazione geologica allegata al P.G.T., sulla base delle risultanze delle indagini eseguite all'interno del territorio comunale, sono stati identificate due aree caratterizzate da terreni dotati di parametri geotecnici differenti:

In linea generale, i depositi fluvioglaciali presenti nella maggior parte del territorio possiedono caratteristiche geotecniche buone, inferiormente alla copertura pedologica che localmente può superare 1,5 m di spessore. Inoltre la superficie della falda acquifera è posta a profondità che variano da circa 60-70 m da p.c. a nord a circa 30 m da p.c. a sud.

Nella porzione nord-occidentale del territorio, dove sono stati cartografati i depositi morenici e i depositi fluvioglaciali con coperture limoso-argillose, si evidenzia la presenza di un orizzonte superficiale costituito in prevalenza da terreni di natura limoso-argillosa con livelli sabbiosi saturi. A causa della natura dei terreni, inoltre, è possibile avere fenomeni di ristagno d'acqua in superficie nelle aree più depresse.

Questi depositi, insieme ai depositi detritico-colluviali, situati al piede dei versanti del Monte Orfano, possiedono caratteristiche geotecniche piuttosto variabili in funzione della granulometria, della presenza di acqua, ecc. In generale possono essere definite da mediocri a scarse.

I parametri geotecnici attribuibili ai terreni oggetto di studio, sono schematizzati nella successiva tabella, i cui valori sono stati ottenuti dall'analisi della letteratura geologica e dalle esperienze condotte dallo scrivente in siti che presentavano tipologie sedimentarie analoghe e comparabili a quelli in studio.

Strato	Profondità (m)	Litologia	ϕ (°)	C_u (kg/cm ²)	γ_{nat} (t/m ³)
1	0,0 ÷ 0,2	Terreno vegetale	25÷27	0,3	1,6
2	0,2 ÷ (0,8-3,2)	Riporti costituiti da ghiaia sabbiosa con frammenti di laterizi e resti di asfalto	27	-	1,7
3	> (0,8-3,2)	Ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro	31	-	1,9

ϕ = angolo di attrito C_u = coesione non drenata γ_{nat} = peso di volume del terreno

Tabella 2: modello geotecnico con valori caratteristici

3. R3 - RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ AI SENSI DELLA DGR 2616/2011

3.1 Pianificazione comunale – P.G.T. del Comune di Rovato

Il Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) del Comune di Rovato è lo strumento di pianificazione che delinea le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio comunale e individua le specifiche vocazioni e invarianza di natura geologica, geomorfologia, idrogeologica paesaggistica e ambientale.

Dall'analisi dell'elaborato G4 "**Carta dei Vincoli**", in cui sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente geologico e idrogeologico, individuate sulla base delle normative di legge attualmente vigenti, l'area in studio non risulta caratterizzata da particolari vincoli; se non quelli di polizia idraulica e quindi le fasce di rispetto per il reticolo idrico minore di competenza consortile. (cfr. Figura 20).

La fattibilità geologica sintetizza le penalità ai fini edificatori in rapporto alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, ed anche in considerazione dei dissesti in atto e potenziali. Tale tematismo è contenuto nell'elaborato G6 nord "**Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano**" allegato al P.G.T. del Comune di Rovato (cfr. Figura 21).

*L'area di intervento rientra in una **Classe di fattibilità 2 con modeste limitazioni**, in cui non si evidenziano particolare limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso; si tratta di aree pianeggianti nelle quali le caratteristiche geotecniche dei terreni sono generalmente buone; il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è comunque medio-alto.*

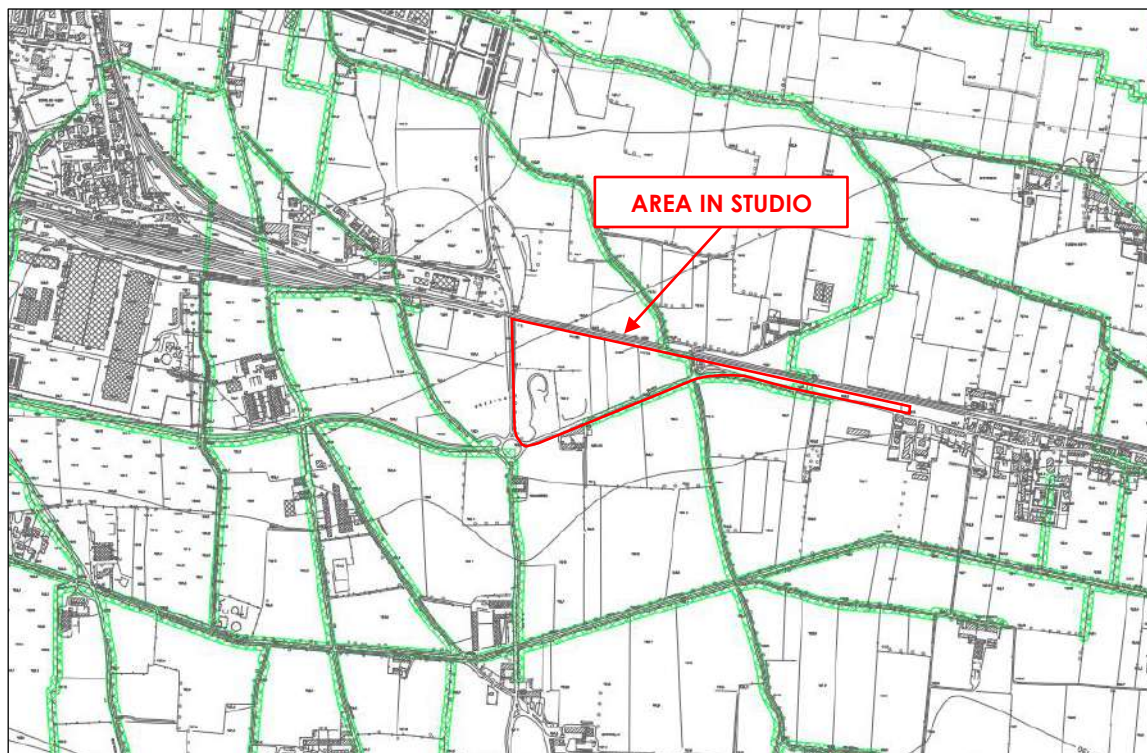
Nella "Relazione Illustrativa" allegata alla componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., in questo caso si legge quanto segue:

In caso di insediamenti produttivi assoggettati alla disciplina di cui all'art. 3 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n.4 (per quanto concerne lo smaltimento delle acque di prima pioggia) la relazione geologica e geotecnica, da realizzare ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, verificherà anche la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	Pag 29
--	---	--------

Inoltre, nella stessa carta è indicato il tematismo della pericolosità sismica locale, da cui si evince che l'area rientra in **zona Z4a** – Zona di fondovalle con presenza di depositi fluviali granulari e/o coesivi.



VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA



Fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale.



Fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore di competenza consortile.

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

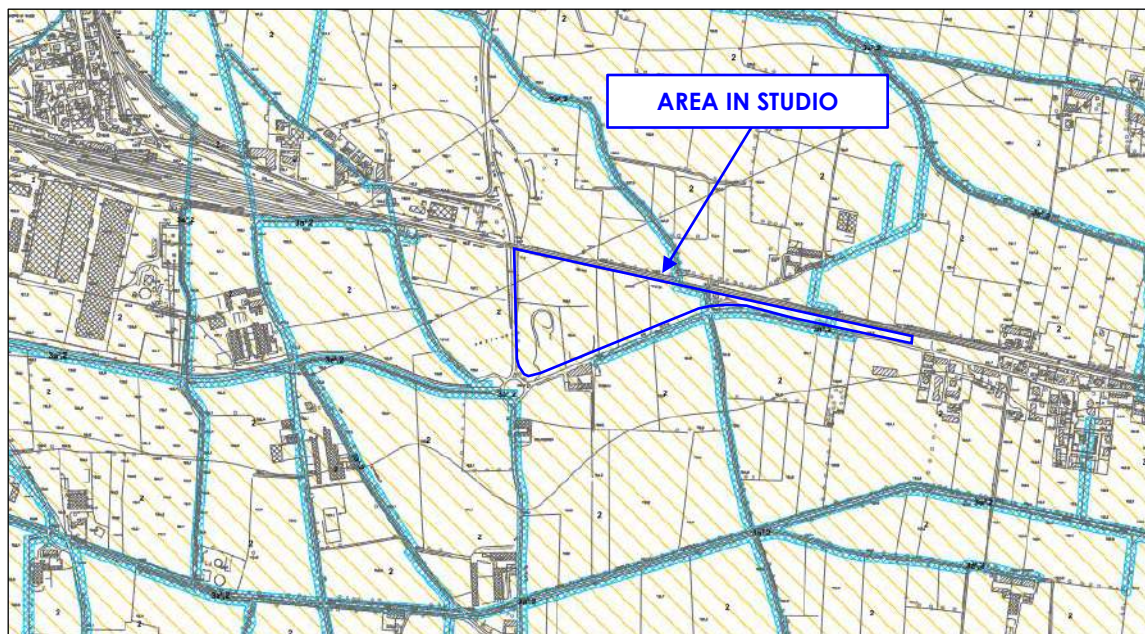


Zona di tutela assoluta.



Zona di rispetto.

Figura 20: Stralcio dell'elaborato "Carta dei vincoli" allegata al P.G.T. del Comune di Rovato



CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

- 3a** - Fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale.
- 3a* - Fascia di rispetto del Reticolo Idrico Minore di competenza consortile.**
- 3b** - Monte Orfano - Geosito di interesse geologico-stratigrafico di livello nazionale (ai sensi dell'art. 22 del Piano Paesaggistico Regionale approvato con d.g.r. 16 gennaio 2008 n. 8/6447).
- 3c** - Versanti con pendenze generalmente maggiori del 35% (20°) potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico.
- 3d** - Area generalmente caratterizzata da terreni con caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti.
- 3e** - Area allagata in occasione di eventi meteorici eccezionali con modesti valori di velocità e altezze d'acqua.
- 3f** - Area a vulnerabilità alta per le acque della prima falda.
- 3g** - Area sottoposta a procedimento ai sensi del Titolo V del D. lgs. 152/06.
- 3h** - Discarica per rifiuti non pericolosi.

CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

- 2** - Aree pianeggianti nelle quali le caratteristiche geotecniche dei terreni sono generalmente buone; il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è comunque medio-alto.

ATE g09 Ambito Territoriale Estrattivo g09.

Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

- Zona di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile.
- ▨** Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile.

Sismicità del territorio

Scenari per i quali è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione dei fenomeni di instabilità dei cedimenti e di amplificazione topografica (D.G.R. 28-05-2008 n. 8/7374 - All. 5, § 2.3.2.).

- Z2** - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti.

Scenari per i quali per i quali risulta un Fa minore del valore di soglia al cui interno è prevista l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo individuata (D.G.R. 28-05-2008 n. 8/7374 - All. 5, § 2.2.2.).

- Z4a** - Zona di fondovalle con presenza di depositi fluviali granulari e/o coesivi.
- Z4b** - Zona pedemontana di falda di detrito, conoida alluvionale.
- Z4c** - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi.

Figura 21: Stralcio dell'elaborato G6 nord "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano" allegata al P.G.T. del Comune di Rovato

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 - Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 - Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Pag 31

3.2 Rete natura 2000

Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità, è costituita da Siti di Interesse Comunitario (**SIC**) individuati sulla base della presenza di specie animali, vegetali e habitat tutelati dalle Direttive comunitarie 79/409/CEE "Uccelli", sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE, e 92/43/CEE "Habitat", che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (**ZSC**) e Zone di Protezione Speciale (**ZPS**). Stati e Regioni stabiliscono per i SIC e le ZPS misure di conservazione sotto forma di piani di gestione specifici o integrati e misure regolamentari, amministrative o contrattuali. Piani e progetti previsti all'interno di SIC e ZPS e suscettibili di avere un'incidenza significativa sui Siti della Rete Natura 2000 devono essere sottoposti alla procedura di valutazione di incidenza.

L'area entro cui ricade il sito in studio **non rientra in nessuna delle zone della Rete Natura 2000.**

3.3 Valutazione del rischio idrogeologico

La **Legge 3 Agosto 1998 n° 267** e successive modifiche ed integrazioni prevede che "le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottano, ... piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico ... che contengano in particolare la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia..."

Il metodo per la valutazione del rischio, dipendente dai fenomeni di carattere idrogeologico, viene indicato dal **D.P.C.M. 29 settembre 1998**, mentre la **legge 11 dicembre 2000 n° 365**, individua una nuova procedura per l'approvazione dei P.A.I. e sancisce una data limite per l'adozione degli stessi; quest'ultima deve avvenire entro e non oltre sei mesi dalla data di adozione del relativo progetto di piano.

In tale quadro normativo, l'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, ente competente per il territorio comunale di Brescia, ha elaborato il **PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**. Per quanto riguarda il comune di Rovato, la documentazione relativa alle modifiche ed integrazioni al progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) individua un **rischio idraulico e idrogeologico R2 medio**.

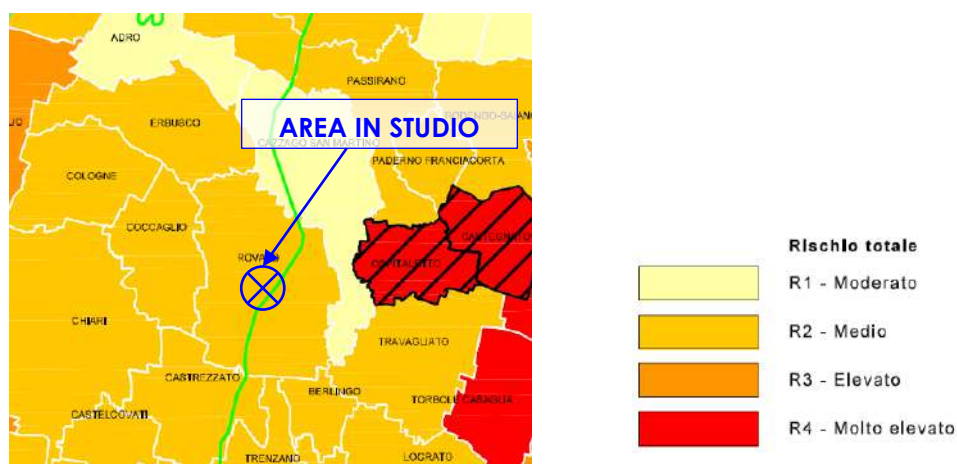


Figura 22: Stralcio Tav.6-II - Rischio Idraulico e idrogeologico AGGIORNAMENTO
Modifiche ed integrazioni al progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

La Direttiva Europea 2007/60/CE ("Direttiva alluvioni"), recepita con D. Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio legato alle alluvioni, attuata dal **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**.

Il PGRA, introdotto dalla Direttiva, per ogni distretto idrografico dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, di concerto tra tutte le amministrazioni e gli enti gestori.

In particolare il PGRA fornisce le mappe di pericolosità e le mappe di rischio che mostrano rispettivamente le aree geografiche soggette a possibili allagamenti e le potenziali conseguenze negative secondo diversi scenari:

- alluvioni **rare L** (TR= fino a 500 anni);
- alluvioni **poco frequenti M** (TR=100 - 200 anni);
- alluvioni **frequenti H** (TR=20 anni).

La mappatura della pericolosità è differenziata per i diversi ambiti territoriali:

- reticolo principale (**RP**);
- reticolo secondario collinare e montano (**RSCM**);
- reticolo secondario di pianura (**RSP**);
- aree costiere marine (**ACM**);
- aree costiere lacuali (**ACL**).

Gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili sono classificabili secondo n. 4 gradi di rischio crescente, da **R1** moderato a **R4** molto elevato.

Come si evidenzia nelle seguenti figure, secondo le carte del Piano di gestione Rischio Alluvioni attualmente vigente, l'area oggetto di intervento non ricade entro aree allagabili o soggette a rischio da alluvioni, pertanto, non è richiesto lo Studio di Compatibilità Idraulica.

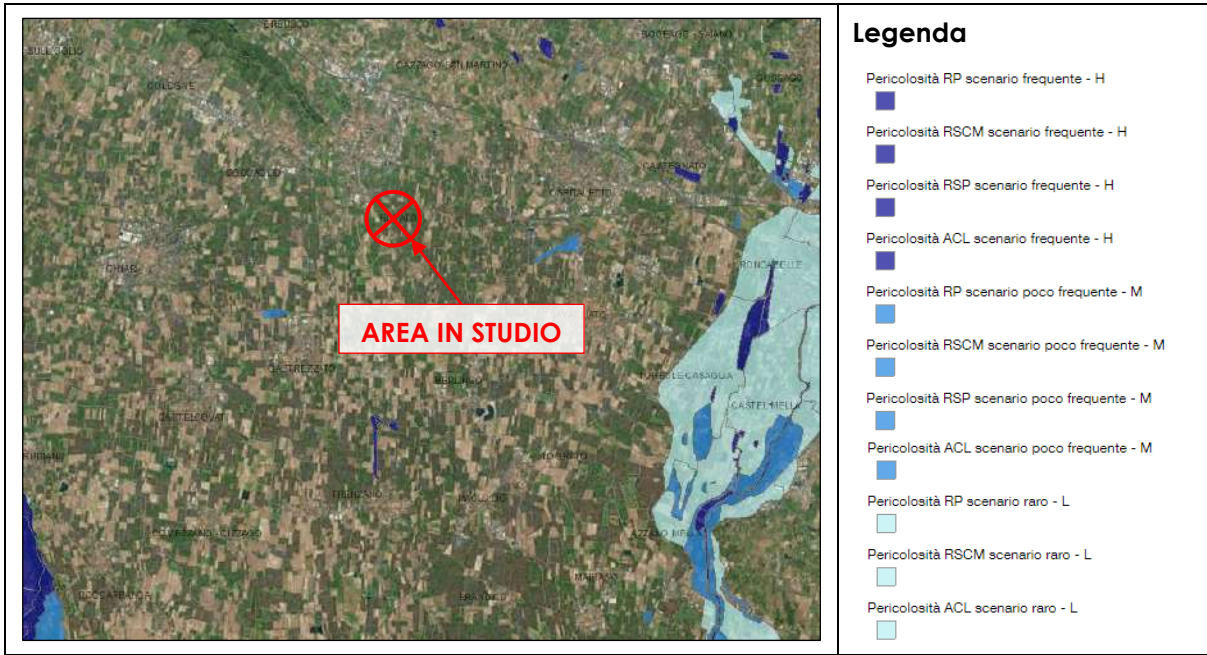


Figura 23: Stralcio estratto dal PGRA – pericolosità per alluvioni (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

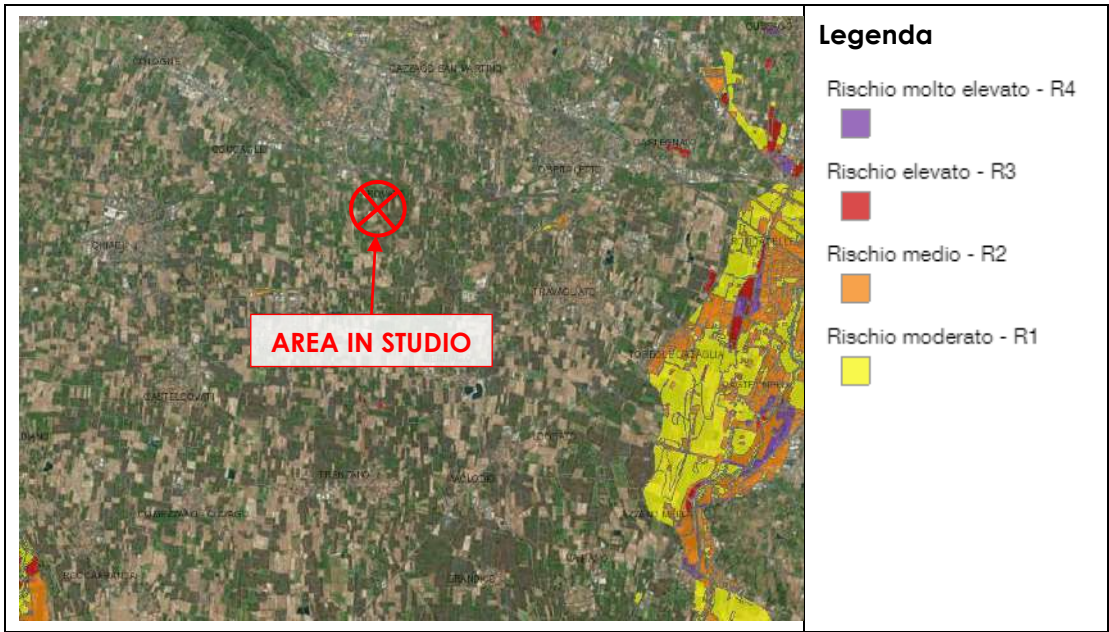


Figura 24: Stralcio estratto dal PGRA – rischio per alluvioni (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

3.4 Caratteri sismogenetici dell'area

La storia sismica dell'area va inserita nel più ampio contesto sismo-tettonico di questo settore dell'Italia Settentrionale, con particolare riferimento, oltre che ai dati strumentali raccolti in questi ultimi decenni, ad un'analisi storiografica di documenti in cui sono riportate le cronache di eventi tellurici e dei danni da loro prodotti.

L'attività sismica storica del questo settore della provincia di Brescia appare come la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria, interessata da deboli deformazioni, dove l'attività neotettonica profonda è determinata dalla collisione tra le unità alpine sud vergenti e quelle appenniniche nord-vergenti

L'evoluzione normativa nazionale degli ultimi anni è stata supportata da una serie di rapporti curati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che hanno ridefinito la sismicità del territorio e creato le basi per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio italiano.

Il documento più recente, redatto a seguito dall'OPCM n° 3274 del 20 marzo 2003 (*Gruppo di Lavoro [2004] - Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici*) ha prodotto, tra l'altro, una mappatura delle aree che potenzialmente possono generare terremoti (zone sorgente).

La nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9, si basa sulla sostanziale rivalutazione della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000), in considerazione delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni del potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. La zonazione ZS9 è costituita da 36 zone-sorgente, a cui vanno aggiunte 6 zone-sorgente per le quali non verrà valutata la pericolosità sismica.

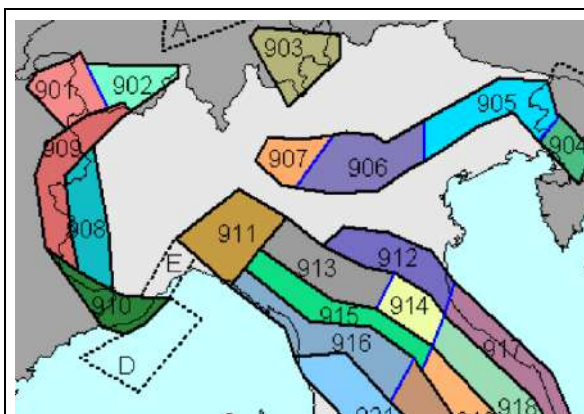


Figura 25: Zonazione sismogenetica ZS9

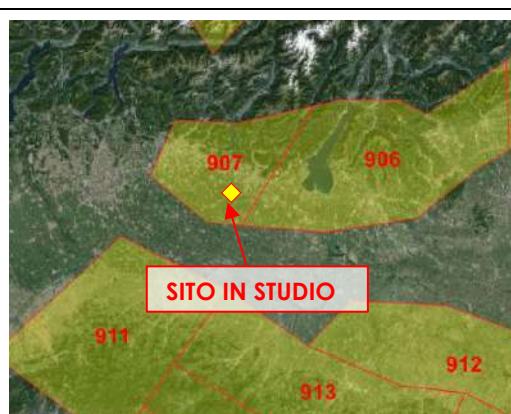


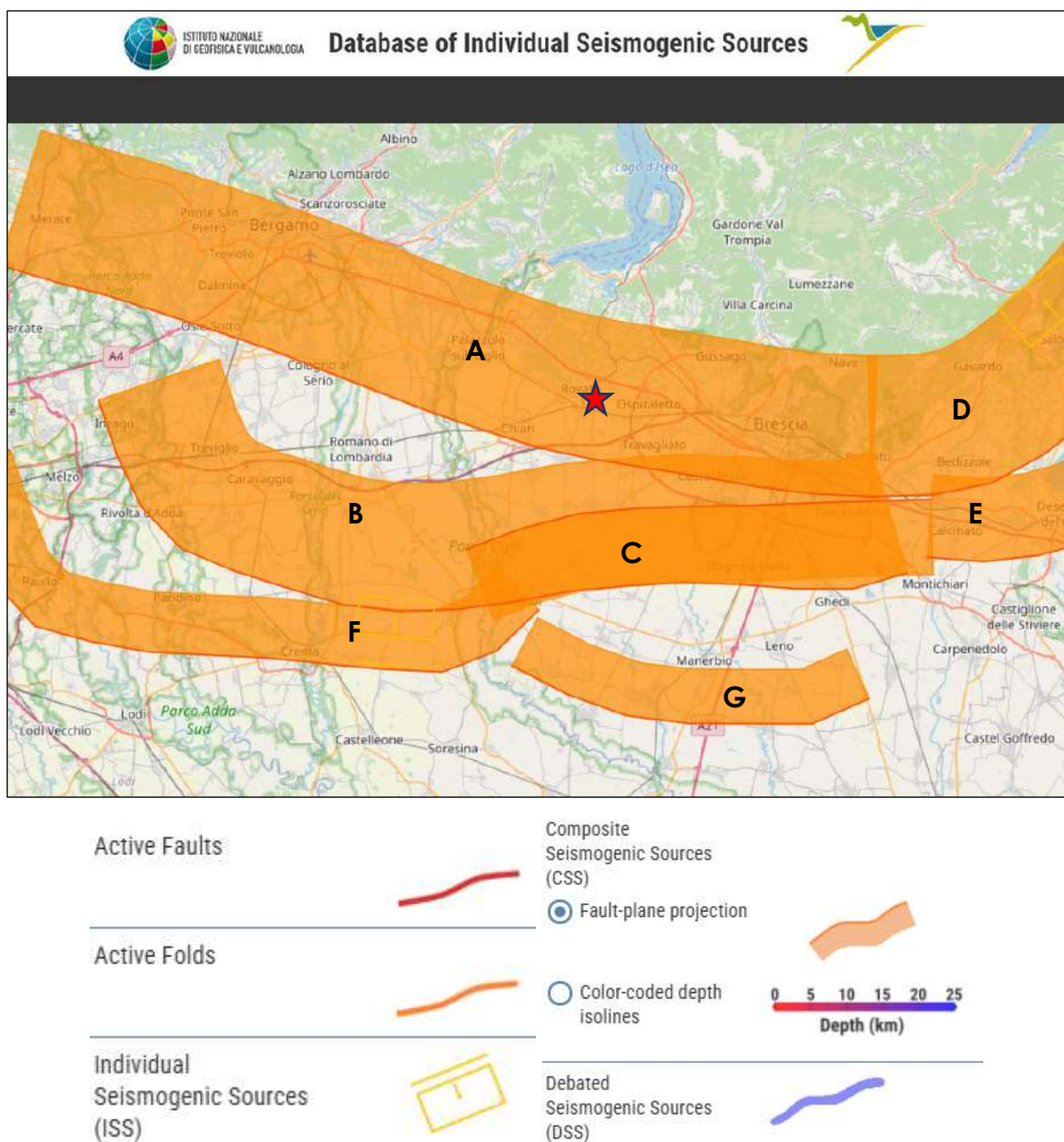
Figura 26: Zona 907 - area in studio

La convergenza tra la placca adriatica ed europea rappresenta il principale meccanismo responsabile della tettonica attiva in tutta l'Italia settentrionale; la placca Europea si inflette al di sotto di quella Adriatica che a sua volta si piega sotto quella Tirrenica.

Nella zonazione sismogenetica ZS9, il sito in oggetto è situato all'interno della **zona 907** (cfr. Figura 26), a cui è associato un valore di magnitudo massima rispettivamente pari a $M_{Wmax} = 6,14$.

3.5 Sorgenti sismogenetiche

La valutazione delle sorgenti sismogenetiche prossime all'area in studio è stata condotta mediante la consultazione del database DISS 3.3.0 elaborato dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e del database sviluppato dal progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) a cura del Servizio Geologico d'Italia – ISPRA.



Sorgenti sismogenetiche composite:

- | | |
|--|--|
| A → Western S-Alps internal thrust | E → Sirmione |
| B → Western S-Alps external thrust deep | F → Western S-Alps external thrust shallow-east |
| C → Giudicarie | G → Solferino |
| D → Capriano-Castenedolo back thrust | I → Nogara |

Figura 27: Estratto del data base D.I.S.S. 3.3.0

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

Pag 38

La tabella seguente mostra le caratteristiche principali delle 7 sorgenti sismogenetiche più vicine all'area in oggetto.

	Codice DISS	Nome	Tipo di sorgente
A	ITCS010	Western S-Alps internal thrust	Composita
B	ITCS002	Western S-Alps external thrust deep	Composita
C	ITCS072	Capriano-Castenedolo back-thrust	Composita
D	ITCS048	Giudicarie	Composita
E	ITCS113	Sirmione	Composita
F	ITCS115	Western S-Alps external thrust shallow-west	Composita
G	ITCS116	Western S-Alps external thrust shallow-east	Composita

Tabella 3: Caratteristiche delle sorgenti sismogenetiche vicine all'area in studio

Le sorgenti indicate con le lettere A, B, C, D, E, F e G, sono di tipo composito, ovvero rappresentano regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate e non ancora conosciute singolarmente.

Il database sviluppato dal progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) a cura del Servizio Geologico d'Italia – ISPRA sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano, in particolare il progetto si occupa delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie: dalla sua consultazione è stato possibile individuare una serie di faglie ubicabili indicativamente come nella figura sotto (immagine estratta dal sito dell'ISPRA).

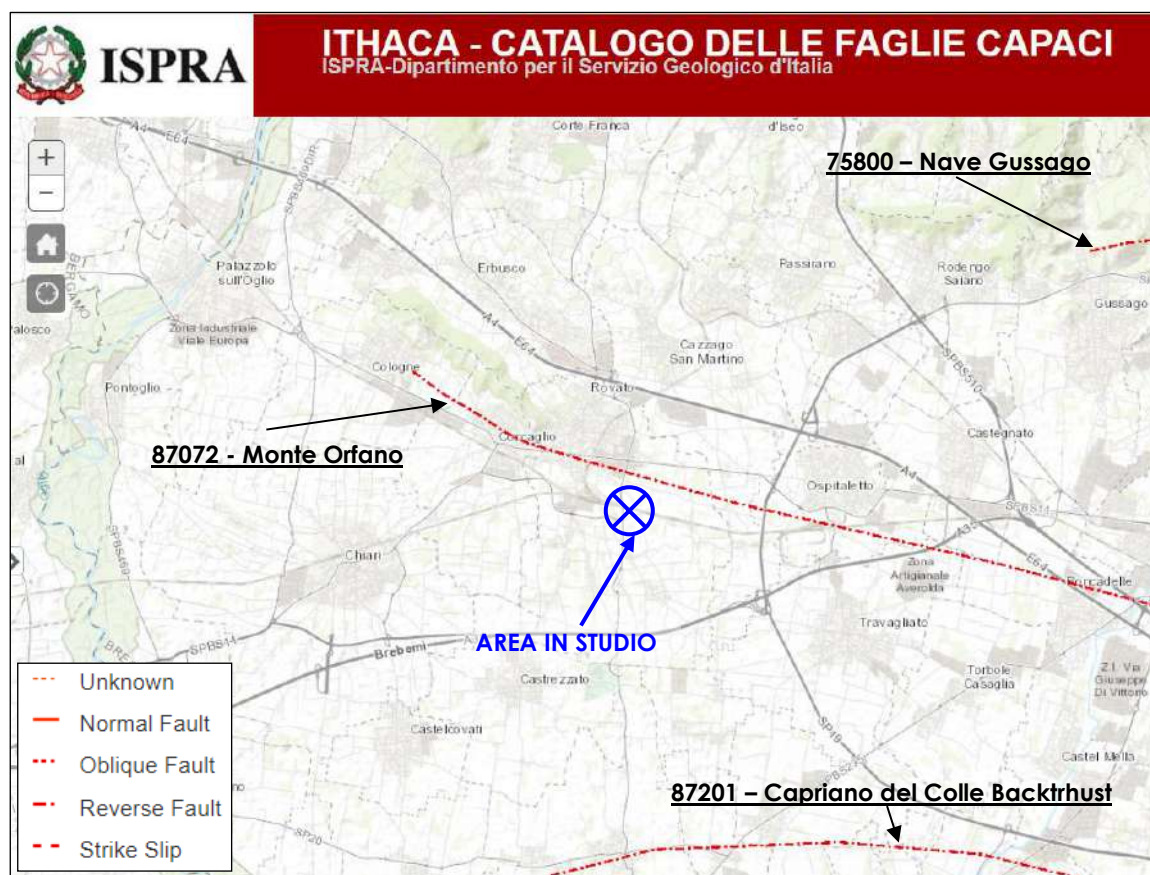


Figura 28: Estratto database ITHACA (<http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/>)

Il database ITHACA indica, per l'area in oggetto, la presenza delle seguenti faglie:

Codice	Nome	Distanza dal sito
87072	M. Orfano	circa 800 m N
87201	Capriano del colle Backthrust	circa 7,8 km S
75800	Nave-Gussago	circa 12,2 Km a NE

Tabella 4: Faglie individuabili vicino all'area in studio (Database ITHACA)

3.6 Zonazione sismica

L'evoluzione della normativa antisismica nazionale ha subito un punto di svolta nel 2003, con l'emanazione dell' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n° 3274 del 20 marzo 2003. In essa è contenuta una classificazione sismica del territorio italiano, su basi comunali, che attribuisce un grado di pericolosità sismica all'intera penisola, a differenza della precedente normativa che classificava come sismica solo una parte del territorio nazionale.

L'OPCM n° 3274 definisce, oltre alla nuova classificazione sismica del territorio italiano, le norme procedurali per la progettazione in aree sismiche, individuando esplicitamente gli obiettivi da raggiungere in termini di danni accettati a fronte di livelli di azione sismica stabiliti.

Secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n° 3274 del 20 marzo 2003, il territorio comunale di Rovato era compreso in Zona sismica 3.

Tuttavia, la OPCM n° 3519 del 28 aprile 2006 dispone l'utilizzo di una nuova "mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" (All. 1b); quest'ultima, individua 12 zone definite da un range di valori delle accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.

Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi.

Secondo tale normativa, l'area in studio, collocata nel settore sud orientale del territorio comunale di Rovato si colloca nella fascia **caratterizzata da valori di a_g/g compresi tra 0,125 e 0,150.**

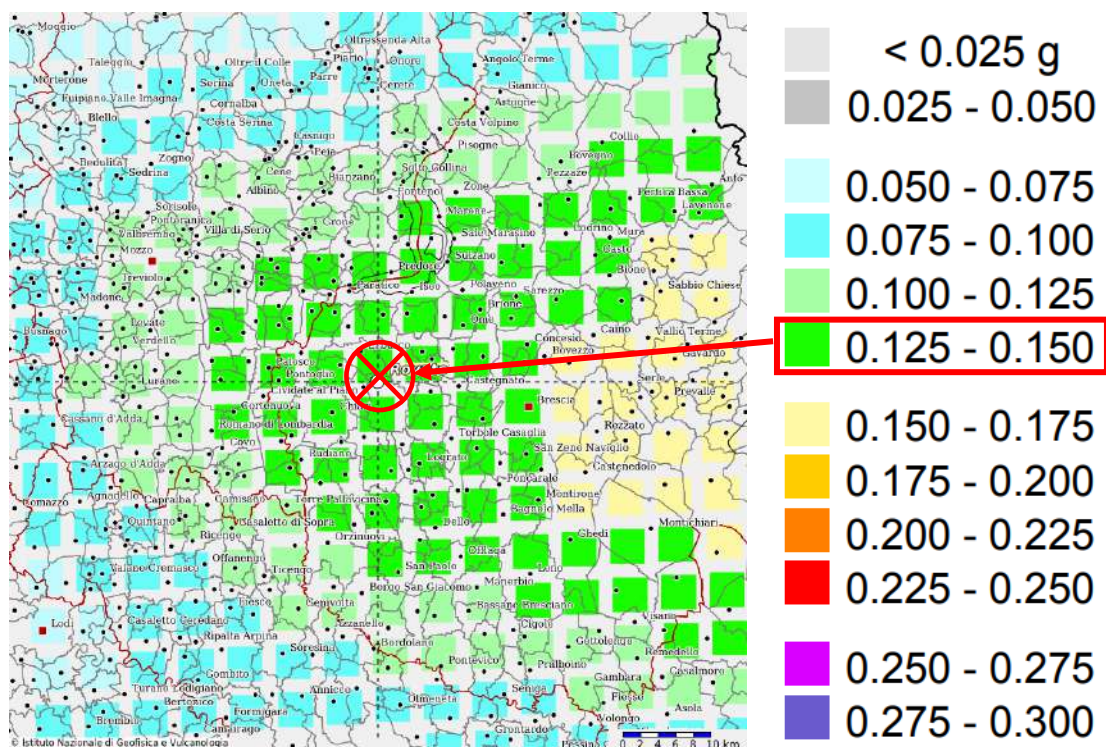


Figura 29: Stralcio della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi

Con la D.G.R. n. X/2129 del 11 luglio 2014, è stata inoltre approvata ed in seguito adottata la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia.

Con tale Deliberazione regionale, la Regione Lombardia ha approvato un allegato in cui, per ogni comune, vengono indicate la rispettiva nuova zona sismica e la accelerazione massima (a_{gmax}).

Secondo il suddetto aggiornamento della classificazione sismica, il comune di Rovato rientra in **Zona Sismica 3**, con **a_{gmax} pari a 0,141025**

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03017166	BS	ROVATO	3	0,141025

Figura 30: Stralcio elenco dei comuni con indicazione delle relative zone sismiche e dell'accelerazione massima (a_{gmax}) presente all'interno del territorio regionale-allegato A (approvata con D.G.R. n. X/2129 del 11/07/2014)

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC	Pag 42
	R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	

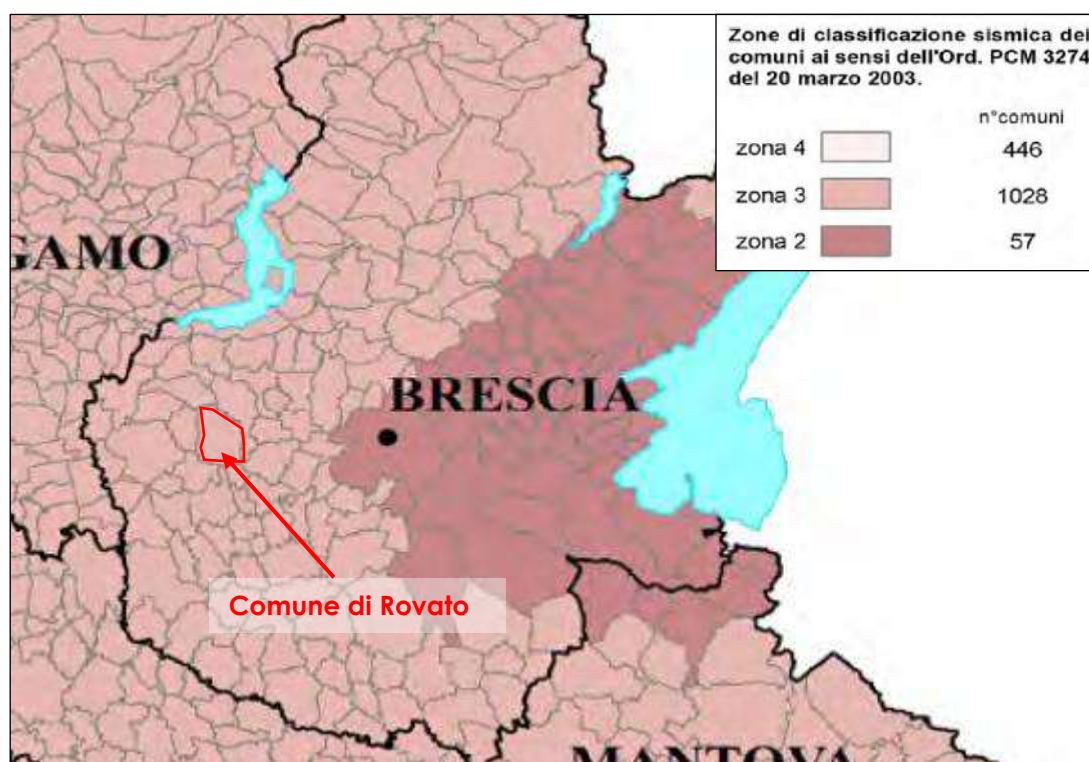


Figura 31: Stralcio della mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi (approvata con D.G.R. n. X/2129 del 11/07/2014)

3.7 Analisi del rischio sismico: pericolosità sismica locale

La procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Sintesi delle procedure", prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Figura 32: Tabella riportante i livelli di approfondimento e fasi di applicazione in funzione della zona sismica di appartenenza

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC	Pag 43
	R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	

Ricadendo il comune di Rovato in zona sismica 3, il 1° livello è obbligatorio ed esteso a tutto il territorio comunale, mentre gli approfondimenti di 2° livello sono obbligatori nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili. Gli approfondimenti di 3° livello sono obbligatori in (fase progettuale) nelle aree in cui il Fa calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale.

Dall'osservazione dell'elaborato G3 **“Carta della Pericolosità Sismica Locale”**, l'analisi sismica di 1° livello che riporta la perimetrazione delle diverse “situazioni tipo” in grado di determinare gli effetti sismici locali, si evince che il sito in oggetto, **rientra in uno scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4a**: “Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi con possibili effetti di amplificazioni litologiche (cfr. Figura 33).

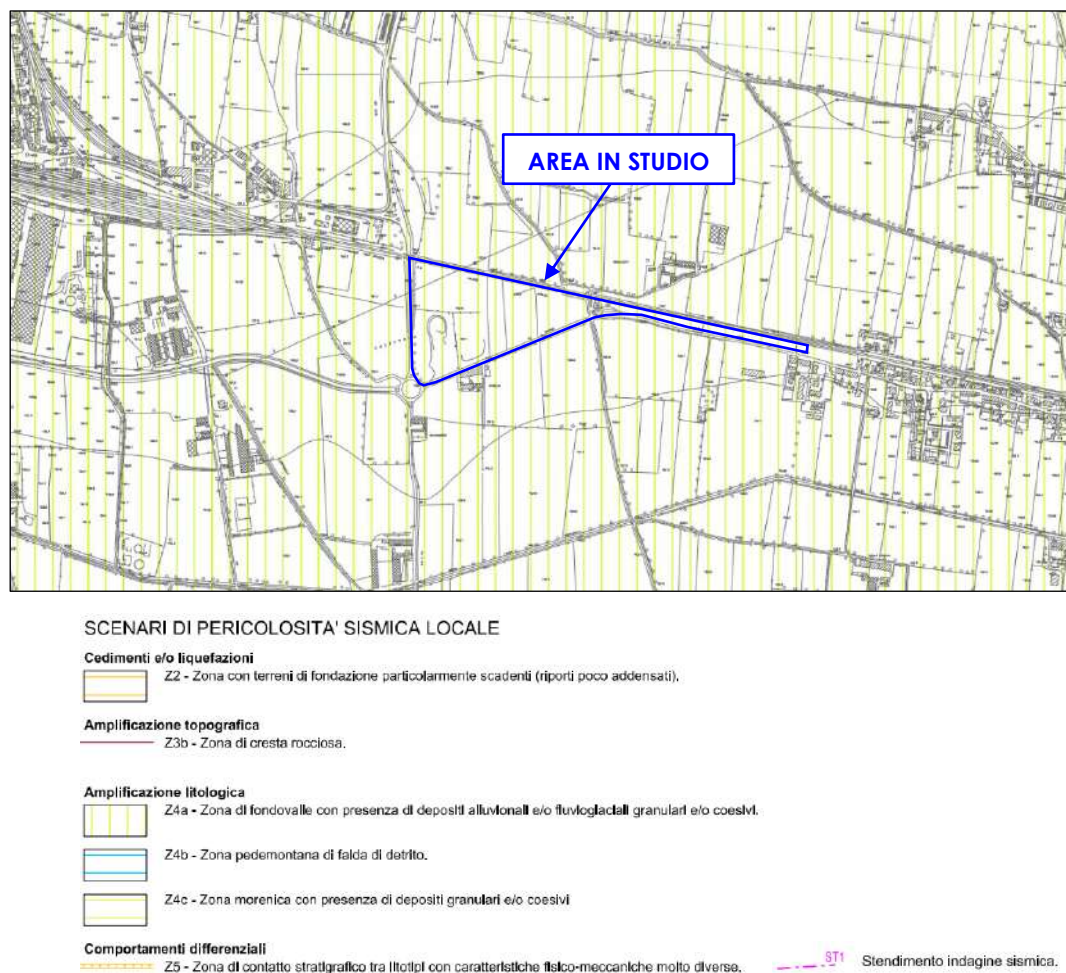


Figura 33: Stralcio della “Carta della pericolosità Sismica Locale-” (G.3) allegata al P.G.T. del Comune di Rovato

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTIZZAZIONE DENOMINATO “ATP 9”	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	Pag 44
---	---	--------

Nelle aree individuate come suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche il Comune di Rovato ha condotto l'analisi di 2° livello che prevede una caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del fattore di Amplificazione (F_a).

In particolare, per l'applicazione del 2° livello di approfondimento sono stati raccolti i dati di carattere geofisico e geotecnico disponibili al fine di ricostruire il modello geofisico del sottosuolo e quindi individuare il profilo della velocità delle onde trasversali V_s con la profondità.

Nella "Carta della Pericolosità Sismica Locale" allegata al P.G.T. sono indicate le indagini condotte all'interno del territorio comunale, gli stendimenti identificati "ST1-Via Costituzione" e "ST2-Via Stelvio" ubicati rispettivamente ad una distanza di circa 1,8 Km a nord ovest e 700 m a nord-nord ovest dall'area in studio (cfr. precedente Figura 33).

Nel seguito si riporta il grafico inserito nella relazione illustrativa della componente geologica, idrogeologica e sismica allegata al P.G.T. che illustra l'andamento con la profondità delle V_s per le indagini utilizzate ai fini della valutazione della pericolosità sismica locale per il Comune di Rovato.

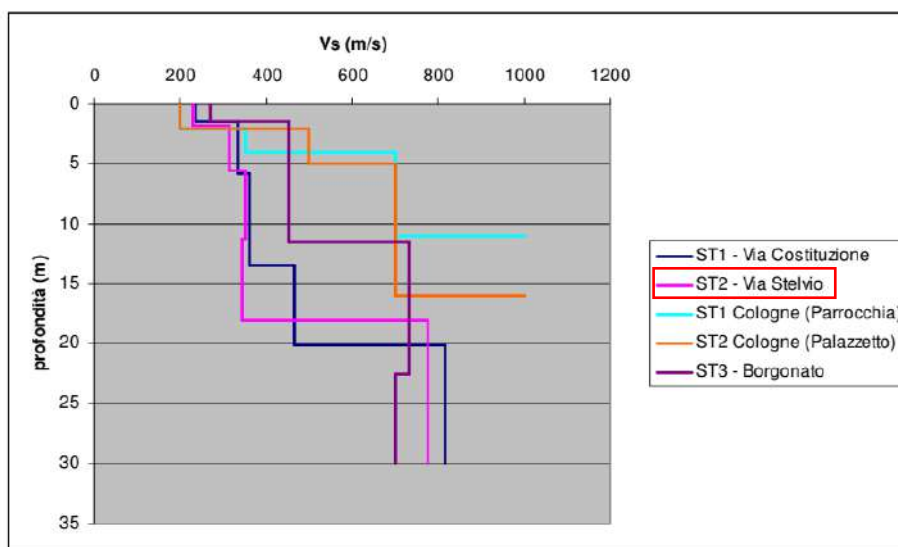


Figura 34: Grafico Vs-profondità (fonte: Relazione illustrativa P.G.T. Comune di Rovato)

Nella relazione, relativamente alle sopracitate indagini, si legge:

ST1 – Via Costituzione

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti"* ($V_{s30} = 450$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.211 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-sabbiosa tipo 1 (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 3 (colore blu) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.211$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.4$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.2$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Rovato per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.4	1.5	1.2	1.7

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

ST2 – Via Stelvio

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo E *"Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento"* ($V_{s18} = 324$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.236 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-sabbiosa tipo 1 (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.236$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.7$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.2$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Rovato per la categoria di sottosuolo E.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B E	Fa calcolato	Soglia norma E
1.2 1.7	2.0	1.2	3.1

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

α

Figura 35: Stralcio della Relazione illustrativa allegata al P.G.T.

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"	R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC	Pag 46
	R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011	

3.7.1 Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, da usare nelle verifiche agli stati limite secondo il D.M. 17 gennaio 2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” – si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito.

La **pericolosità sismica** è definita in termini di **accelerazione orizzontale massima attesa a_g** ed è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo, in detto sito, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari al valore prefissato.

Nell'intento di definire in modo puntuale la pericolosità sismica, le NTC fanno riferimento a n. 4 stati limite per l'azione sismica, ognuno definito da una “probabilità di eccedenza del periodo di riferimento” P_{VR} e da un “periodo di ritorno” T_R , espresso in anni.

Si fa quindi riferimento ai seguenti stati limite:

Stati Limite di Esercizio SLE	Stato limite di immediata operatività SLO
	Stato limite di Danno SLD
Stati Limite Ultimi SLU	Stato limite di Salvaguardi della Vita SLV
	Stato Limite di prevenzione del Collasso SLC

Tabella 5: Stati limite per l'azione sismica

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Figura 36: Tabella 3.2.1 - Norme tecniche per le costruzioni: probabilità di superamento in funzione dello stato limite considerato

Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornito dallo INGV, per ogni sito in base alla strategia di progettazione scelta per la singola costruzione.

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV richiamate dal D.M. 17 Gennaio 2018 l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,125g e 0,150g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile).

Non essendo nota, allo stato attuale, la strategia progettuale che verrà adottata, si propongono in *Figura 37* i valori dei parametri **a_g , F_0 , T_c** per i periodi di ritorno T_R di riferimento, elaborati mediante interpolazione per superficie rigata con il programma "Spettri di Risposta – ver. 1.0.3", disponibile presso il sito on-line del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per quanto riguarda la pericolosità di base del sito di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_R = 475$ anni), il calcolo eseguito con il programma Spettri di risposta – ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica del sito di intervento con un valore di a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,139g** (cfr. *Figura 37*).

Sarà compito del progettista strutturale scegliere i parametri da utilizzare nei calcoli in funzione della "Strategia di progettazione" adottata una volta definita la Vita Nominale, la Classe d'uso ed il Periodo di Riferimento assegnate alla struttura.

Le coordinate del sito in studio (sistema di riferimento ED 50), sono le seguenti:

Longitudine: 10.01431°

Latitudine: 45.54841°

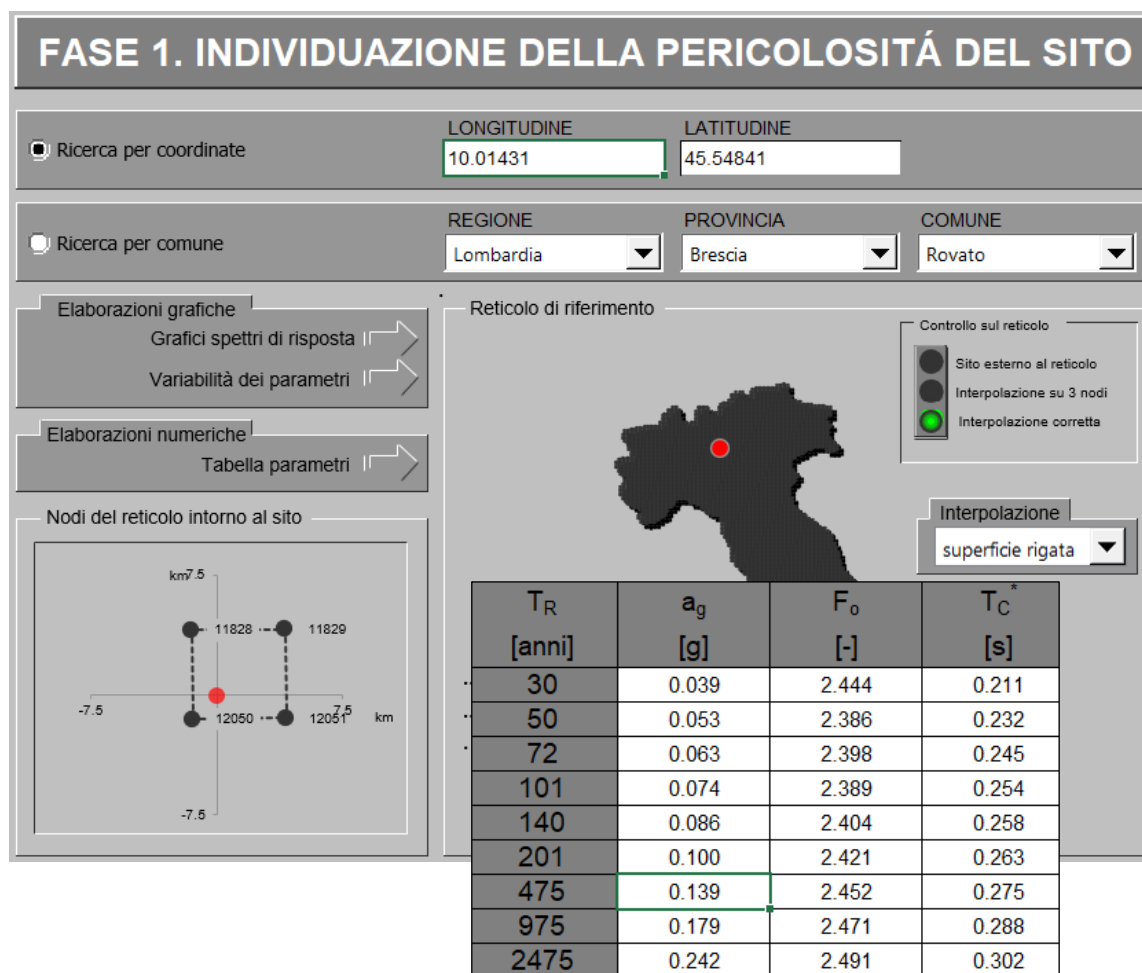


Figura 37: Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento (interpolazione per superficie rigata)

stato limite	T_R (anni)	a_g/g	F_0	T_c (sec)
SLO	30	0.039	2.444	0.211
SLD	50	0.053	2.386	0.232
SLV	475	0.139	2.452	0.275
SLC	975	0.179	2.471	0.288

Tabella 6: Parametri per ogni stato limite

Dove: T_R = periodo di ritorno

a_g/g = accelerazione orizzontale massima attesa;

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale ed ha valore minimo pari a 2.2;

T_c = è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

3.8 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'**azione sismica** si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Tale classificazione, secondo un approccio semplificato, si esegue in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità a partire dal piano di imposta delle fondazioni (nel caso di fondazioni superficiali).

Per assolvere a tale determinazione abbiamo fatto riferimento all'indagine sismica condotta in sito e descritta al precedente *Paragrafo 0* ed a quanto descritto nella "Relazione Illustrativa" allegata alla componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. del Comune di Rovato riportata al Paragrafo 3.7.

In particolare, dal momento che dal profilo Re.Mi. sono stati ottenuti valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s che hanno permesso di attribuire al sito in oggetto **la categoria di sottosuolo B**, mentre in base ai risultati della prova MASW ST2 – Via Stelvio condotta a nord ovest dell'area in esame è stata assegnata una **categoria di sottosuolo E**, **si consiglia di adottare cautelativamente una categoria di sottosuolo C.**

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Annessi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 25: Tabella 3.2.II Norme tecniche per le costruzioni: categorie di sottosuolo

Per quanto riguarda la classificazione della superficie topografica si individua la categoria **T1**.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 26: Tabella 3.2.IV Norme tecniche per le costruzioni: categorie topografiche

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con riferimento all'intervento in progetto, alla luce delle notizie di ordine geologico disponibili ed illustrate nel presente documento, si ritiene di poter esprimere le seguenti considerazioni:

- l'area in studio rientra nei depositi alluvionali fluvio-glaciali e fluviali, caratterizzati da terreni ghiaiosi, sabbiosi e limosi con strato di alterazione superficiale argilloso da brunastro a giallo-rossiccio di ridotto spessore, localmente ricoperti da una più o meno esigua coltre limosa;
- **l'area oggetto di intervento non ricade entro aree allagabili o soggette a rischio da alluvioni.**
- l'area in studio non ricade all'interno di ambiti soggetti a particolari vincoli, è bene tenere in considerazione le fasce di rispetto per il reticolo idrografico minore;
- secondo l'elaborato "Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano" allegata al P.G.T. del Comune di Rovato, il sito rientra in una **Classe di fattibilità 2 con modeste limitazioni**: aree pianeggianti nelle quali le caratteristiche geotecniche dei terreni sono generalmente buone; il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è comunque medio-alto;
- il valore dell'azione sismica, espressa come valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempi di ritorno pari a 475 anni), riferita a suoli rigidi, è pari a **0,139 g**;
- dall'osservazione dell'elaborato "**Carta della Pericolosità Sismica Locale**", si evince che il sito in oggetto **rientra in uno scenario di pericolosità sismica locale PSL 74a**: "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi con possibili effetti di amplificazioni litologiche;

- dall'analisi dei risultati dell'indagine geofisica condotta in sito e della MASW realizzata nelle vicinanze dal Comune di Rovato ai fini della valutazione della pericolosità sismica locale (approfondimento di 2° livello) sono emersi risultati differenti (rispettivamente cat. B ed E), pertanto, cautelativamente si consiglia di adottare una **categoria di sottosuolo C**;
- preme ricordare che, conseguentemente alla locale presenza di strati di riporto, gli apparati fondazionali dei manufatti in progetto che ricadessero in tali ambiti, dovranno attentamente valutare, posti i carichi agenti, l'eventuale insorgere di cedimenti differenziali. Al riguardo se non fosse possibile asportare tali livelli in modo di poter scaricare i carichi sui terreni naturali in posto si dovrà considerare l'adozione di requisiti di rigidità adeguati a garantire la stabilità dei manufatti.

Valutate le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei luoghi, si può affermare che, tenendo conto delle indicazioni contenute nel presente documento, l'intervento in progetto non altera la stabilità dei luoghi ne influisce sull'assetto idrogeologico del territorio entro il quale esso sarà inserito.

Sommacampagna, febbraio 2025

Dott. Geol. Claudio LEONCINI



5. ALLEGATI

Allegato 1. Planimetria con ubicazione delle indagini

Allegato 2. Stratigrafia e documentazione fotografica delle trincee

Allegato 3. Report indagini geofisiche

ALLEGATO 1

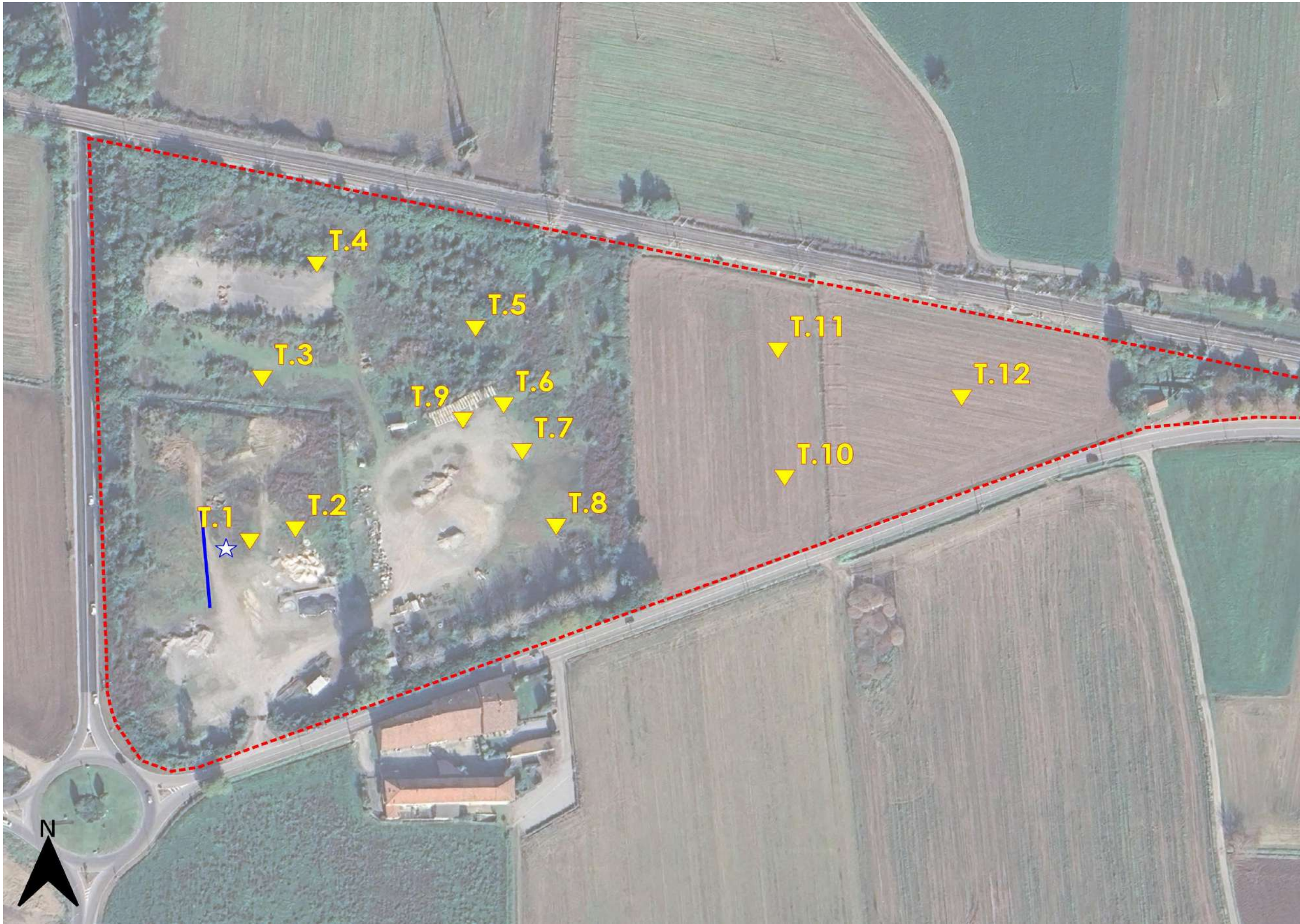
Planimetria con ubicazione delle indagini

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

ALLEGATI



Area in studio



Trincee - dicembre 2024



Indagine Re. Mi.



Test HVSR

COMMITTENTE:

GIUDICI S.p.A.

PROGETTO:

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ATP 9"

ELABORATO:

Planimetria con ubicazione delle indagini

All. 1



Ing. Silvano ROSSATO
Geol. Claudio LEONCINI
Geom. Giulio ZAMPINI
Geom. Nicola CORDIOLI

SEDE LEGALE: Viale Cristoforo Colombo, 131 -
37138 Verona -
Cod. Fisc. - P. IVA 0308 5450 231

UFFICIO TECNICO: Via Osteria Grande, 61 - 37066
Sommacampagna (VR) - Tel. 045 510288 - Fax.
045 510514 - e-mail: info@psvsl.com

ALLEGATO 2

Stratigrafia e documentazione fotografica delle trincee

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

ALLEGATI

Stratigrafia e documentazione fotografica delle trincee

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.1
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,3	Terreno vegetale – Riporti: In abbondante matrice ghiaioso limosa col. bruno con resti di laterizi e ciottoli			
0,3 – 0,8	Riporti: In abbondante matrice ghiaioso ghiaia sabbiosa deb. limosa, col. grigio-bruno, con ciottoli			T.1-C1 (0.3 -0.8 m) T.1-C1 R (0.3 -0.8 m)
0,8 – 2,3	Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi, col. bruno			T.1-C2 (0.8-2.3 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044425.838 Longitudine – 1579088.691				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 2: Vista della Trincea T.1



Foto n. 1: Cumulo 1 scavato da T.1



Foto n. 3: Cumuli 2-3 scavati da T.1

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.2
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			
0,2 – 1,2	Riporti: In abbondante matrice ghiaioso ghiaia e sabbia, col. bruno, con ciottoli e blocchi, rari resti di laterizi, localmente limosa			
1,2 – 1,7	Ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro			T.2-C1 (1.2-1.7 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044431.061 Longitudine – 1579106.348				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 5: Vista della Trincea T.2



Foto n. 4: Cumulo 1 scavato da T.2



Foto n. 6: Cumulo 2 scavato da T.2

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.3
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			T.3-C1 (0.0-0.6 m)
0,2 – 0,60	Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi, col. bruno, localmente maggior componente limosa col. bruno-grigio			
0,6 – 2,6	Ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro			

EPSG 3003 - Latitudine – 5044496.347 Longitudine – 1579093.501

p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua



Foto n. 8: Vista della Trincea T.3



Foto n. 7: Cumulo 1 scavato da T.3



Foto n. 9: Cumulo 2 scavato da T.3

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.4
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			T.4-C1 (0.0-1.1 m) T.4-C1 R (0.0-1.1 m)
0,2 – 1,0	Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi, col. bruno, resti di asfalto tra 0,4÷1,3			
1,0 – 2,2	Ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro			T.4-C2 (1.1-2.2 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044545.617 Longitudine – 1579114.661				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 11: Vista della Trincea T.4



Foto n. 10: Cumulo 1 scavato da T.4



Foto n. 12: Cumulo 2 scavato da T.4

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.5
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			T.5-C1 (0.0-1.5 m)
0,2 – 0,9	Ghiaia e sabbia con ciottoli, col. bruno, rari laterizi			
0,9 – 1,5	Ghiaia e sabbia debolmente limosa, col. bruno-rossastro			
1,5 – 2,0	Ghiaia e sabbia con ciottoli e blocchi col. bruno scuro			T.5-C2 (1.5-2.0 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044517.947 Longitudine – 1579176.141				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				
				
Foto n. 15: Vista della Trincea T.5			Foto n. 13: Cumulo 1 scavato da T.5	
				
			Foto n. 14: Cumulo 2 scavato da T.5	
				
			Foto n. 16: Cumulo 3 scavato da T.5	

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.6
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			
0,2 – 3,2	Riporti: In abbondante matrice ghiaioso sabbiosa, localmente limosa, col. bruno, con vari materiali da demolizione (laterizi, asfalto, piastrelle, frammenti di plastica)			T.6-C1 (0.5-3.2 m) T.6-C1 R (0.5-3.2 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044484.749 Longitudine – 1579187.022				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



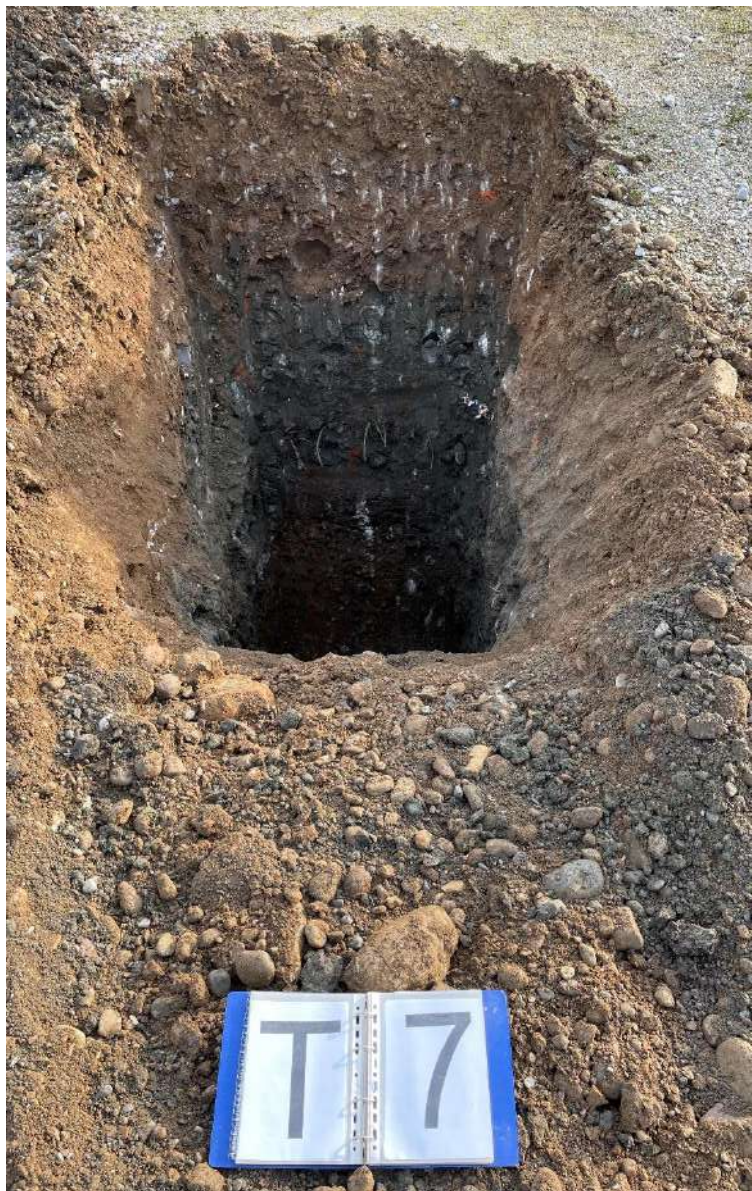
Foto n. 18: Vista della Trincea T.6



Foto n. 17: Cumulo 1 scavato da T.6



Foto n. 19: Cumulo 2 scavato da T.6

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.7
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			
0,2 – 0,8	Riporti: In abbondante matrice ghiaiosa e sabbia limosa con ciottoli e blocchi, col. bruno-grigio, resti di laterizi e asfalto			T.7-C1 (0.8-3.0 m) T.7-C1 R (0.8-3.0 m)
0,8 – 3,0	Riporti: In abbondante matrice ghiaiosa e sabbia limosa con ciottoli e blocchi, col. grigio, resti di laterizi			
3,0 – 3,5	Ghiaia sabbiosa col. bruno, con ciottoli			T.7-C2 (3.0-3.5 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044464.617 Longitudine – 1579194.225				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				
  Foto n. 20: Cumulo 1 scavato da T.7  Foto n. 21: Cumulo 2 scavato da T.7  Foto n. 23: Cumulo 3 scavato da T.7 Foto n. 22: Vista della Trincea T.7				

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.8
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,2	Terreno vegetale			
0,2 – 1,5	Riporti: In abbondante matrice ghiaioso limosa con sabbia, con ciottoli e blocchi, col. grigio, resti di laterizi			T.8-C1 (0.5-1.5 m) T.8-C1 R (0.5-1.5 m)
1,5 – 2,2	Ghiaia limosa e sabbia fine con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro			T.8-C2 (1.5-2.2 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044432.114 Longitudine – 1579207.361				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 25: Vista della Trincea T.8



Foto n. 24: Cumulo 1 scavato da T.8



Foto n. 26: Cumulo 2 scavato da T.8

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.9
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 0,75	Riporti: In abbondante matrice ghiaiosa e sabbia limosa con ciottoli, col. bruno, resti di laterizi			
0,75 – 1,90	Riporti: In abbondante matrice ghiaiosa e sabbia limosa con ciottoli e blocchi, col. grigio, resti di laterizi e ferro			T.9-C1 (0.75-1.9 m) T.9-C1 R (0.75-1.9 m)
1,9 – 2,2	Ghiaia e sabbia limosa col. bruno-rossastro			T.9-C2 (1.9-2.2 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044478.217 Longitudine – 1579171.256				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				

	
	Foto n. 27: Cumulo 1 scavato da T.9
	
	Foto n. 28: Cumulo 2 scavato da T.9
	
	Foto n. 30: Cumulo 3 scavato da T.9
Foto n. 29: Vista della Trincea T.9	

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.10
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 1,5	Terreno -ferretto, sabbia fine limosa con ghiaia e ciottoli, col. bruno-rossastro			
1,5 – 1,8	Ghiaia e sabbia fine limosa, con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro e grigio-bruno sul fondo scavo			T.10-C1 (0.0-1.5 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044453.235 Longitudine – 1579295.941				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 32: Vista della Trincea T.10



Foto n. 31: Cumulo 1 scavato da T.10



Foto n. 33: Cumulo 2 scavato da T.10

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.11
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 1,5	Terreno -ferretto, sabbia fine limosa con ghiaia e ciottoli, col. bruno-rossastro			
1,5 – 1,8	Ghiaia e sabbia fine limosa, con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro e grigio-bruno sul fondo scavo			T.11-C1 (0.0-1.5 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044508.428 Longitudine – 1579293.369				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 35: Vista della Trincea T.11



Foto n. 34: Cumulo 1 scavato da T.11



Foto n. 36: Cumulo 2 scavato da T.11

Committente: GIUDICI S.p.A.		Data:	Trincea esplorativa	T.12
Cantiere: Via Milano, 153 – Rovato (BS)		17/12/2024		
prof. dal p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Campioni
0,0 – 1,5	Terreno -ferretto, sabbia fine limosa con ghiaia e ciottoli, col. bruno-rossastro			
1,5 – 1,8	Ghiaia e sabbia fine limosa, con ciottoli e blocchi, col. bruno-rossastro e grigio-bruno sul fondo scavo			T.12-C1 (0.0-1.5 m)
EPSG 3003 - Latitudine – 5044487.994 Longitudine – 1579364.518				
p.c. piano campagna attuale - NOTE: non si sono verificate venute d'acqua				



Foto n. 38: Vista della Trincea T.12



Foto n. 37: Cumulo 1 scavato da T.12



Foto n. 39: Cumulo 2 scavato da T.12

ALLEGATO 3

Report indagini geofisiche

GIUDICI S.p.A. - Rovato (BS)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DENOMINATO "ATP 9"

R1 – Relazione geologica ai sensi del D.M. 17.01.2018 NTC
R3 – Relazione geologica ai sensi della DGR IX/2616/2011

ALLEGATI

Caratterizzazione sismica sottosuolo di fondazione in via Milano a Rovato (Bs)



GG Service srl
Prospezioni Geofisiche
Torbole s.G. (TN)
P.I. 01999920224
Cell: 3407269656
infoeggservice@gmail.com

Introduzione

Su richiesta della PSV la GG Service Srl ha eseguito un'indagine geofisica funzionale alla caratterizzazione sismica del sottosuolo di fondazione di un'area di cava in via Milano a Rovato(Bs).

Lungo una strada interna a sviluppo parallelo alla Sp16 e' stato eseguito uno stendimento sismico lineare (ReMi) di 46m di estensione, associato ad un test HVSR. Con la prima prova si stima la sismoverticale V_s ed il valore del V_{30} o V_{seq} mentre con la seconda si identifica la frequenza naturale di risonanza del terreno.



Ubicazione stendimento lineare ReMi e puntuale Hvsr



Immagine fotografica degli stendimenti

Per l'acquisizione dei dati sismici lineari e' stato utilizzato un acquisitore a 24bit (Daq link IV-Seismic Source Co) un cavo a 24 canali da 2m di interspaziatura e sensori verticali da 4.5Hz di centro di risonanza. Si sono registrati una dozzina episodi da 20sec ciascuno. La misura a stazione singola e' stata registrata con strumentazione tricomponente a 32bit (Sigma 3- I-Seis) e sensore da 2sec di periodo (0.5Hz). La registrazione del rumore di fondo si e' protratta per una ventina di minuti.

Cenni metodologici

ReMi

La normativa più recente che disciplina le costruzioni, richiede la caratterizzazione del sottosuolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Per ottenere questo dato è previsto il calcolo del parametro V_{s30} o $V_{s\text{equivalente}}$. Detto parametro si calcola attraverso la relazione:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1, N} h_i / V_i$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Si ricorda che la velocità delle onde di taglio (V_s) è quella che meglio di ogni altro parametro fisico caratterizza i materiali dal punto di vista del loro comportamento meccanico.

Il profilo verticale delle V_s può essere ricavato per inversione monodimensionale o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love) (Dorman e Ewing, 1962).

Le onde di Rayleigh (1885) costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P-waves) e di taglio verticali (Sv-waves).

Tali onde sono presenti in natura e sono conosciute con il termine di microtremiti. Possono venire accuratamente captate ed analizzate nei loro contenuti cromatici ed energetici con un array geometrico lineare simile a quelli utilizzati nella prospezione sismica classica.

In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh.

La dispersione è un fenomeno indotto dalla deformazione del treno d'onda che produce una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Un apposito grafico (spettro di potenza p-f) in cui è diagrammato in ascissa la frequenza f (Hz) ed in ordinata lo slowness, che altro non è che l'inverso della velocità di fase (m/s), consente agevolmente di individuare il trend dispersivo che contraddistingue il sito sottoposto ad indagine.

Dalla curva di dispersione si passa al profilo di velocità verticale mediante modellazione diretta. Viene cioè costruito il modello teorico la cui curva di dispersione calcolata presenta il minor errore rispetto alla curva sperimentale.

Il processo di modellazione diretta soffre delle limitazioni prodotte dal principio dell'equivalenza secondo il quale possono esistere più modelli che soddisfano la medesima curva di dispersione. In questo caso quindi diventa importante avere dei punti di calibrazione per una ricostruzione "litologica" della struttura sismica del sottosuolo. Tuttavia questa limitazione non inficia la correttezza della determinazione dei valori di V_{s30} che rappresentano una relazione tra spessori e velocità dei singoli strati.

Per il trattamento di questo tipo di dati è stato utilizzato il software ReMi® aggiornato alla sua ultima versione V.5 e commercializzato dalla Optim LLC (Reno, Nevada -USA). L'approccio analitico si basa sugli studi condotti da J.Louie presso la Nevada University.

Nakamura o HVSR

La tecnica di indagine adottata a supporto di questo studio è conosciuta come *metodo di Nakamura* (1989), dal nome dello scienziato giapponese che l'ha messa a punto, parte dal presupposto che:

- 1 Il rumore ambientale è generato da riflessioni e rifrazioni di onde di taglio con gli strati superficiali e dalle onde di superficie;
2. Le sorgenti di rumore superficiale non interessano il rumore ambientale alla base di una struttura non consolidata;
3. Gli strati soffici non amplificano la componente verticale del rumore ambientale: questo è composto da onde di superficie tipo

Rayleigh generate dall'interazione del vento con le strutture, dal traffico e da altre attività urbane.

Le funzioni di trasferimento **SE** e **AS** che sono rispettivamente l'effetto intrinseco di sito e l'effetto della singola onda Rayleigh possono essere definite come:

$$\mathbf{SE} = \mathbf{Hs/Hb} \quad \mathbf{AS} = \mathbf{Vs/Vb}$$

Dove **H** e **V** sono gli spettri per le componenti orizzontali e verticali delle registrazioni di rumore ambientale alla superficie (s) o al top del basamento rigido. Gli effetti di sito, che non comprendono il contributo della sorgente, sono definiti da **SM** come:

$$\mathbf{SM} = \mathbf{Se/As} \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{SM} = \mathbf{HsVb/VsHb}$$

Nakamura e Theodulidis *et al.* (1996) hanno dimostrato che gli spettri delle componenti verticali (Vb) e orizzontali (Hb) sono equivalenti al top del basamento rigido:

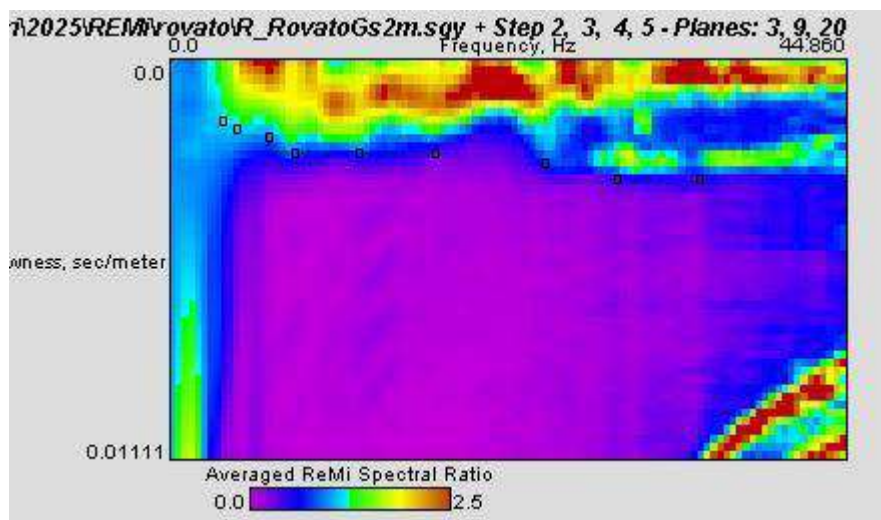
$$\text{Se } \mathbf{Hb/Vb} = 1 \text{ allora } \mathbf{SM} = \mathbf{Hs/Vs}$$

Alla fine quindi, gli effetti di sito **SM** (ampiezza del rapporto spettrale) possono essere espressi come *rapporto spettrale delle componenti orizzontali e verticali del rumore ambientale alla superficie del suolo*.

In conclusione questa affermazione implica che **una stima della risposta del terreno in un determinato sito può essere ottenuta con un singolo sismometro a tre componenti**. Esperienze di campagna hanno dimostrato che registrazioni di una quindicina di minuti per sito sono sufficienti per fornire risultati stabili nei differenti contesti urbani.

Analisi dei risultati ottenuti

L'analisi dei dati sismici lineari ReMi identifica uno spettro f_k che alle alte frequenze e' dominato da una forte cattura modale legata a rumore sismico dirzionale e ortogenetico che spinge la coerenza spettrale a velocizzarsi fuori misura. Nel campionamento della curva di dispersione si e' quindi preferito selezionare i pixel dotati di coerenza spettrale minore ma coerenti con un trend dispersivo piu uniforme anche se la bassa inclinazione della curva di dispersione cosi campionata comporta l'inserimento nel modello di almeno una inversione di velocita' (minor addensamento) che non e' supportata da informazioni dirette disponibili per la taratura del modello.



Spettro cumulado indagini ReMi

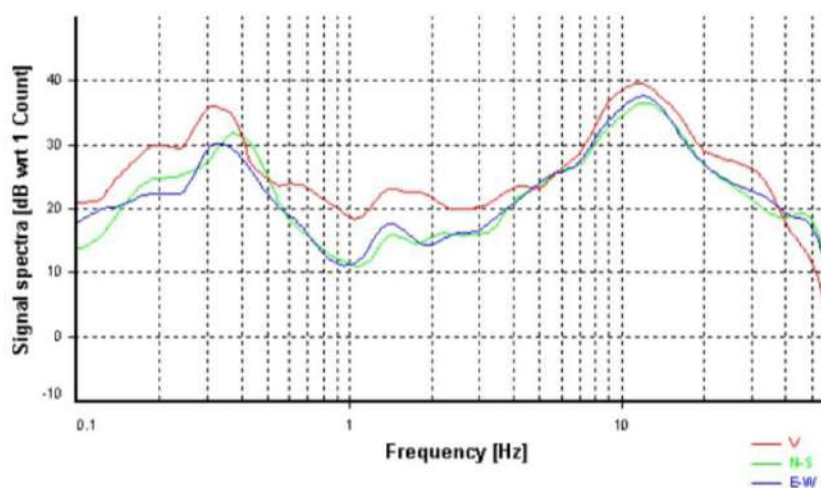
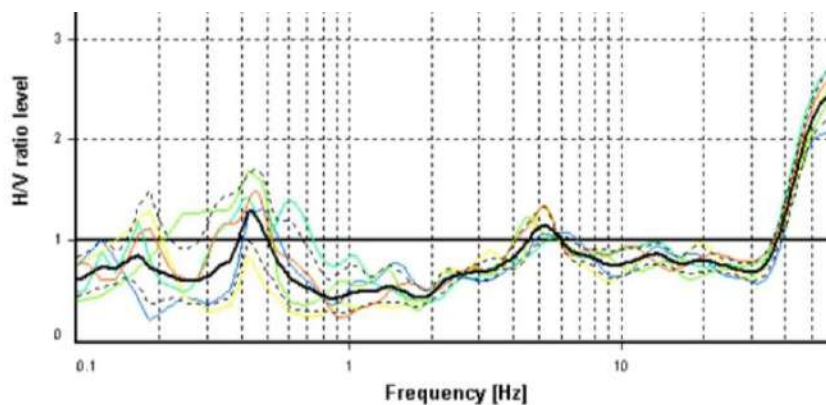
La modellazione diretta, ottimizzata a 5 strati, ha fornito una verticale sismostratigrafica che è costituita da sismoorizzonti con velocità compresa tra 300 e 500m/s per i primi 220m di sottosuolo. Seguono altri 25-30m di depositi sedimentari di medioelevato addensamento che forniscono Vs da 500m/s e da 760m/s.

Il bedrock sismico non è stato rintracciato e con l'aiuto dell'esito del test Hvsr, anche se il risultato non è di ottima qualità, si può argomentare una soluzione per la ricerca dello stesso.

*I valori di V_{s30} , calcolati per 4 profondità del piano fondazionale (da 0 a 3m) sono superiori a 360m/s (438-475m/s) e quindi la categoria da adottare per i calcoli delle azioni sismiche è sicuramente la **Cat.B**.*

Il test HVSR è stato eseguito centralmente allo stendimento leggermente discosto ad est della linea ed ha registrato il rumore di fondo per una ventina di minuti.

Il rapporto spettrale che è conseguito all'analisi statistica delle finestre selezionate (tra 5 e 40sec) presenta un risultato scadente con elevato scattering per frequenze inferiori a 2Hz e dove la componente verticale presenta un amplificazione maggiore delle orizzontali (probabile interferenza da noise antropici e contributo dell'inversione di velocità?). A circa 0,45Hz, eseguendo un esercizio mentale di traslazione in basso della curva del verticale -così come evidenziato dal picco HVSR- si potrebbe ricercare una condizione idonea per la presenza di un contrasto sismico che potrebbe fungere da bedrock. La frequenza isolata come detto non può essere perimontalmente ascrivita ad una f_0 ma se il dato fosse accompagnato da altre prove limitrofe di simile esito si potrebbe confermare che il bedrock possa essere ipotizzato ad una profondità di circa 250m.



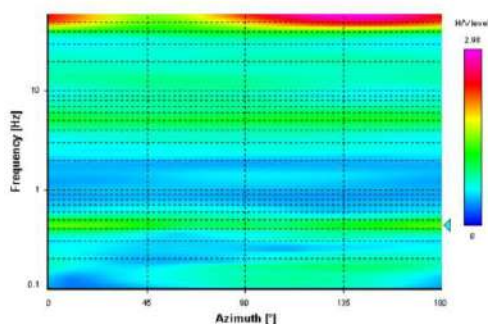
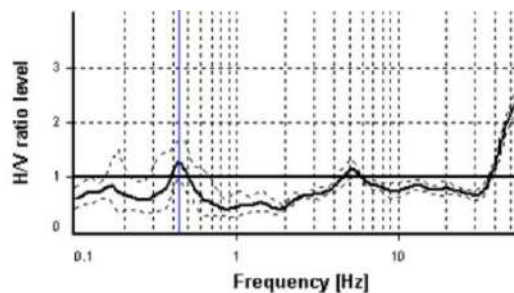
Rapporto Spettrale HV e Spettro medio delle singole componenti

Selected f_0 frequency
0.439 Hz

A_0 amplitude = 1.282

Average $f_0 = 0.442 \pm 0.026$

$H=V/4f$
se $V_{media} \sim 450 \text{ m/s}$
e $f=0.439 \text{ Hz}$
 $\Rightarrow H=250 \text{ m}$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	2 valid windows (length > 22.79 s) out of 5	NO
$n_s(f_0) > 200$	32.82 <= 200	NO
$\sigma_{H(f)} < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 43	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] : A_{HV}(f) < A_0/2$	0.28887 Hz	OK
$\exists f' \text{ in } [f_0, 4f_0] : A_{HV}(f') < A_0/2$	0.60505 Hz	OK
$A_0 > 2$	1.28 <= 2	NO
$f_{peak}[A_{HV}(f) \pm \sigma_H(f)] = f_0 \pm 5\%$	3.27% <= 5%	OK
$\sigma_H < \sigma(f_0)$	0.02597 < 0.08774	OK
$\sigma_H(f_0) < \theta(f_0)$	1.32475 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Probabile f_0 , Direttività' del rumore sismico e rispetto criteri Sesame

*In sintesi quindi si puo' indicare che il sito in esame ricade in **cat. B** e si ha un suggerimento di una f_0 che potrebbe aggirarsi sui 0.45Hz con bedrock a ~250m.*

Nago Torbole
31-01-2025

GG Service s.r.l.



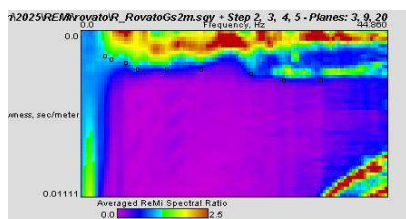
Caratterizzazione sismica Rovato via Milano

Vs Refraction Microtremor

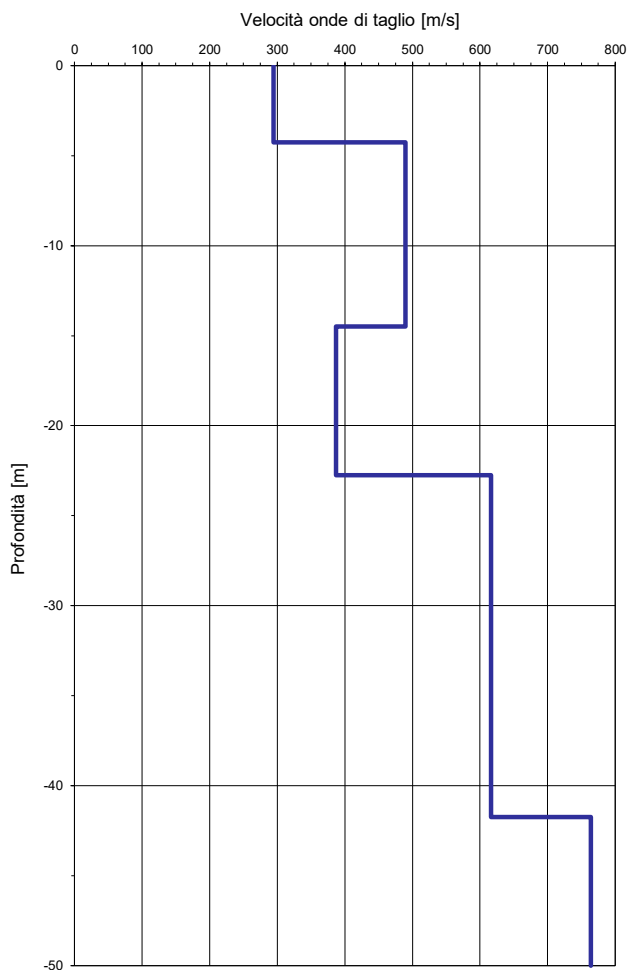
Profondità piano di
fondazione;
Vs30;
Categoria sottosuolo di
fondazione

0m	438	B
1m	450	B
2m	462	B
3m	475	B

Spettro di potenza p-f



Profilo verticale (Vs)



Curve di Dispersione

