



COMUNE DI CORNAREDO

Città Metropolitana di Milano



DETERMINAZIONE GIUNTA REGIONALE 22 DICEMBRE 2005 – N. 8/1566:

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

DETERMINAZIONE GIUNTA REGIONALE 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

DETERMINAZIONE GIUNTA REGIONALE 19 GIUGNO 2017 – N. X/6738:

Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del F. Po.

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Relazione Tecnica generale

*Revisione 01 a seguito del recepimento delle osservazioni della Città Metropolitana di Milano
Relazione Istruttoria del 6/3/2019*





Sommario

1	PREMESSA	4
1.1	Inquadramento geografico.....	4
1.2	Precedenti piani.....	4
1.3	Aggiornamento attuale	4
2	STRUTTURA DELLO STUDIO	6
3	ANALISI COMPATIBILITA' PTCP – CITTA' METROPOLITANA DI MILANO	8
3.1	Tavola 3-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica”	8
3.2	Tavola 7-PTCP “Difesa del suolo”	9
3.3	Altri contenuti richiesti del PGT	14
3.3.1	Analisi della pericolosità Sismica	14
3.3.2	Art. 14 comma 5.bis	14
4	ASSETTO GEOLOGICO	18
4.1	Aspetti geologici	18
4.2	Aspetti geomorfologici	19
4.3	Aspetti pedologici	20
4.4	Aspetti geotecnici	25
5	ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	26
5.1	La struttura idrogeologica a grande scala	26
5.2	Idrogeologia locale	28
5.2.1	Sezioni idrogeologiche	29
5.3	Falda e piezometria.....	31
5.3.1	Soggiacenza	32
5.3.2	Idrochimica.....	33
5.4	Pozzi pubblici sul territorio comunale	33



6	ASSETTO IDROGRAFICO E IDRAULICO	48
6.1	Idrografia	48
6.1.1	Reticolo Idrografico Minore	50
6.2	Elementi idraulici	51
6.3	Attuazione PGRA.....	51
7	CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	57
7.1	La normativa sismica.....	57
7.1.1	Evoluzione normativa, pre 2003	57
7.1.2	La nuova normativa sismica a livello nazionale.....	59
7.1.3	Normativa sismica a livello regionale	64
7.2	Attività sismica ed elementi neotettonici e strutturali, con cenni sulla sismicità del territorio.....	66
7.3	La Pericolosità Sismica Locale	75
7.3.1	Premessa	75
7.3.2	Analisi e valutazione degli effetti di sito finalizzati alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio (d.g.r. 30 novembre 2011, n.9/2616)	75
7.3.3	Valutazione della Pericolosità Sismica Locale del Comune di Cornaredo - (1° Livello)	83
7.3.4	Caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi (Fa) – (2° Livello)	85
7.4	Valutazione dell'azione sismica di progetto (NTC 2018)	103
7.4.1	Descrizione del moto sismico	103
7.4.2	Azione sismica di progetto e spettro di risposta del sito	104
8	CARTA DEI VINCOLI.....	109
9	CARTA DI SINTESI DELLE PROBLEMATICHE GEOAMBIENTALI.....	112



1 PREMESSA

1.1 Inquadramento geografico

Il comune di Cornaredo è situato nella parte centro occidentale della provincia di Milano; è posto tra i comuni di Bareggio ad ovest, Pregnana M.se e Rho a nord, Settimo ad est e Cusago a sud; occupa una superficie di circa 11 km² e presenta quote comprese tra 129 e 151 m s.l.m.

1.2 Precedenti piani

Il Comune di Cornaredo nel 2003 ha sviluppato uno studio geologico per la pianificazione comunale secondo la l.r. n. 41 del 24/11/1997 da cui provengono le basi di studio per gli aspetti geologici e idrogeologici.

Nel 2008, con l'entrata in vigore della l.r. 12/2005 di governo del Territorio si è preso atto della nuova normativa tecnica in materia sismica (Ordinanza 3274/2003) e quella per le costruzioni (D.M. 14 settembre 2005) e sono state aggiornati alcuni allegati: Carta della Pericolosità Sismica Locale, Carta dei Vincoli, Carta di Sintesi, Carta di Fattibilità.

Nel 2013, con deliberazione di C.C. n. 48 del 29/10/2013 il Comune di Cornaredo ha adottato il Piano di Governo 2013, costituito dal Documento di Piano, dal Piano delle Regole e dal Piano dei Servizi. Lo studio allora in essere ottenne il parere di compatibilità con il P.T.C.P. – Provincia di Milano - con Delibera n. 58/2014 del 18/02/2014 (atti n. 34233/7.4/2013/288) con alcune prescrizioni, recepite dal Comune in fase di approvazione.

In merito agli aspetti relativi alle acque superficiali, si richiama lo studio del Reticolo Idrico Minore adottato nel 2016, che ha ricevuto parere favorevole da Regione Lombardia e che verrà approvato con la presente variante.

1.3 Aggiornamento attuale

Il presente studio, sviluppato sull'intero territorio comunale di Cornaredo, è stato redatto a supporto della variante generale del Piano di Governo del Territorio in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 57 della l.r. n. 12/2005 e secondo i criteri definiti da:

- **d.g.r. 22 dicembre 2005 – n. 8/1566** (*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*);
- **d.g.r. 30 novembre 2011 – n.9/2616** (*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. 19 giugno 2017 – n. X/6738** (*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del F. Po*).

In merito agli aspetti idraulici, il presente documento considera:

- **l.r. 11 marzo 2005 - n. 12** (*Legge per il governo del territorio*) in particolare all'art. 58 bis (*Invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile*);
- **Direttiva Alluvioni 2007/60/CE**;
- **D.lgs. 2010 – n. 49** (*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*);
- **d.g.r. 10 dicembre 2015 - n. X/4549** (*Direttiva 2007/60/CE – Contributo di Regione Lombardia al piano di gestione del rischio di alluvioni relativo al distretto idrografico padano, in attuazione dell'art. 7 del d.lgs. 49/2010*);
- **l.r. 15 marzo 2016, n. 4** (*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua*);
- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 ottobre 2016** (*Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano*);
- **l.r. 10 marzo 2017, n. 7** (*Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti*);
- **d.g.r. 19 giugno 2017 – n. X/6738** (*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del F. Po*).
- **R.R. 23 novembre 2017 – n. 7** (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)*) approvato con **d.g.r. 20/11/2017 - n. 7372**.



Per gli aspetti sismici prende atto infine di:

- **d.g.r. 11 luglio 2014 – n.10/2129** (*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*), modifica la zona sismica da 4 a 3;
- **d.g.r. 10 ottobre 2014 – n.10/2489** (*Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 21 Luglio 2014, n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia” (l.r. 1/2000, art.3, comma 108, lett. d)“*);
- **l.r. 12 ottobre 2015 – n. 33** (*Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*)
- **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)*)
- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.** – (*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*).

L’attuale documento analizza inoltre la compatibilità con il PTCP vigente, approvato dalla Provincia di Milano il 17 dicembre 2013 con Delibera di Consiglio n.93 e modificato con le varianti n. 1 del novembre 2014 e n. 2 del luglio 2015.

2 STRUTTURA DELLO STUDIO

Lo studio geologico nel suo complesso è articolato in tre distinte e consequenziali fasi di lavoro. Tali fasi sono eseguite preliminarmente allo sviluppo del progetto urbanistico ed hanno avuto come finalità quella di offrire il processo progettuale di pianificazione urbanistica del territorio comunale gli elementi conoscitivi indispensabili all’individuazione delle potenzialità, vocazioni e vulnerabilità del territorio sotto il punto di vista geologico, con specifico riferimento alla prevenzione del rischio ed alla mitigazione del dissesto idrogeologico ed ambientale.

Gli specifici aspetti presi in esame riguardano la geologia, litologia, stratigrafia, geomorfologia, pedologia, idrografia, idrogeologia, idraulica, sismica, geotecnica e geologia ambientale.

Facendo riferimento alle fasi di studio contemplate nelle norme regionali, il presente studio è stato quindi articolato nelle seguenti tre successive fasi di lavoro: analisi preliminare, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta.



1. **Fase di analisi preliminare**: è stata inizialmente basata sulla raccolta, analisi, interpretazione critica ed omogeneizzazione dei dati esistenti, integrata da analisi fotointerpretativa e controlli sul terreno. L'indagine bibliografica preliminare ha consentito la raccolta dei dati geologici, geognostici, geotecnici, idraulici ed idrogeologici puntuali.

Tale fase ha portato alla redazione delle seguenti cartografie:

- **Tav. 1 – Carta geologica, geomorfologica, geologico-tecnica e pedologica**
- **Tav. 2 - Carta idrogeologica**
- **Tav. 3 – Assetto idrografico-idraulico**

2. **Fase di sintesi/valutazione**: in questa fase, attraverso una valutazione incrociata degli elementi analitici raccolti, il territorio è stato interpretato in funzione degli attuali e prevedibili livelli di integrità, rischio e vulnerabilità.

Tale fase ha portato alla redazione delle seguenti cartografie:

- **Tav. 4 - Carta della Pericolosità Sismica Locale**
- **Tav. 5 – Carta dei Vincoli**
- **Tav. 6 – Carta di Sintesi**

3. **Fase di proposta**: in questa fase, le unità idro-geo-morfologiche individuate nella fase precedente sono state distinte in classi omogenee di fattibilità geologica delle azioni di piano in conformità delle disposizioni regionali vigenti.

Tale fase ha portato alla redazione della seguente cartografia:

- **Tav. 7 – Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano**

In tale tavola, l'intero territorio comunale viene suddiviso nelle classi (e sottoclassi od unità contraddistinte dalle stesse condizioni idro-geo-morfologiche, geotecniche ed idrauliche) di fattibilità geologica per le azioni di piano previste dalle direttive regionali, fornendo gli input per la formulazione delle nuove previsioni urbanistiche di PGT.



3 ANALISI COMPATIBILITA' PTCP – CITTA' METROPOLITANA DI MILANO

La Provincia di Milano ha approvato il nuovo Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) il 17 dicembre 2013 con Delibera di Consiglio n.93. Il nuovo PTCP ha acquistato efficacia il 19 marzo 2014, con la pubblicazione dell'avviso di definitiva approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - Serie Avvisi e Concorsi, n.12, secondo quanto prescritto all'art.17, comma 10 della LR 12/2005.

Con Variante n.1 per la correzione di errori materiali, redatta ai sensi dell'articolo 6, comma 4, lettera a) delle Norme di Attuazione del PTCP e approvata con Deliberazione di Giunta Provinciale n.346 del 25 novembre 2014, sono state modificate la Tavola 0 - Strategie di Piano; le sezioni 2,3,4,5 e 6 della Tavola 2 - Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica; la Tavola 6 - Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico e la Tavola 8 - Rete ciclabile provinciale.

Il PTCP è stato ulteriormente modificato con Variante n.2 per la correzione di errori materiali, redatta ai sensi dell'articolo 6, comma 4, lettera a) delle Norme di Attuazione del PTCP, approvata con Decreto del Sindaco Metropolitano n.218 del 14 luglio 2015. La Variante n.2 interessa la Tavola 5 - Ricognizione delle aree assoggettate a tutela e la Tavola 6 - Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico. I restanti elaborati del PTCP approvato con DCP n.93/2013 rimangono pertanto in vigore.

Relativamente ai contenuti individuati come minimi negli atti dei PGT rispetto a quanto dettato dal PTCP vigente, si è proceduto alla consultazione e allo sviluppo critico dei tematismi del PTCP ritenuti di interesse per il presente studio ed in particolare alle Tavv. 3 (Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica) e 7 (Difesa del Suolo).

3.1 Tavola 3-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica”

In Fig. 1 si riporta uno stralcio con relativa legenda della Tavola 3-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica” riferite al territorio di Cornaredo e di seguito si esaminano i singoli articoli della N.d.A. riferibili alla tavola.

Gli elementi evidenziati in Tavola 3-PTCP sono stati inseriti nell'allegata Tav. 5 (Carta dei Vincoli), previa verifica di nuovi siti sulla banca dati dei siti bonificati/contaminati di Regione Lombardia, database ARPA Lombardia e banca dati di Città Metropolitana di Milano, oltre che con l'Uff. Tecnico comunale.

Rispetto alla tematica delle “aree dismesse”, è stato inserito il censimento appositamente effettuato dall'Urbanista, per i quali in caso di variazione d'uso è richiesta una specifica caratterizzazione come da D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..



3.2 Tavola 7-PTCP “Difesa del suolo”

In Fig. 2 si riporta uno stralcio con relativa legenda della Tavola 7-PTCP “Difesa del suolo” riferite al territorio di Cornaredo e di seguito si esaminano i singoli articoli della N.d.A. riferibili alla tavola.

Art. 24 – Corsi d’acqua

Il territorio di Cornaredo è interessato da una estesa rete idrografica costituita da canalizzazioni private e corsi d’acqua di competenza comunale, consortile e regionale, oltre che da numerosi fontanili.

Il Comune di Cornaredo ha redatto nel 2016 lo Studio del reticolo Idrico Minore, discriminando nel dettaglio le competenze per ogni singola asta e definendo in funzione di queste le rispettive aree di rispetto nonché redigendo il Documento di Polizia Idraulica, e ricevendo parere favorevole da Regione Lombardia.

In occasione della presente Variante Generale, in seguito ad una richiesta del Consorzio di Bonifica est-Ticino Villoresi, lo studio è stato aggiornato:

- dal punto di vista cartografico, con la sola aggiunta dei nomi dei tratti consortili in carta, senza variare posizione e lunghezza di nessun reticolo;
- dal punto di vista testuale, andando ad aggiornare i riferimenti di legge in merito a:
 - DGR n. 7581 di dicembre 2017 “*Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4)*”;
 - nuovo Regolamento di Polizia Idraulica consortile, approvato con D.g.r. del 19 dicembre 2016, n. X/6037;
- dal punto di vista GIS, in seguito alle variazioni intervenute nella struttura dei campi associati, in seguito alla modifica delle linee guida per la digitalizzazione del RIM (vers. 1.2 del gennaio 2017).

Lo studio aggiornato è sottoposto a Regione Lombardia per un nuovo parere e verrà approvato nel corso della presente variante.

Le fasce di rispetto del RIM, del RIP e dei canali consortili sono state inserite nell’allegata Tav. 5 (Carta dei Vincoli) e conseguentemente nella Tav. 7 (Fattibilità Geologica).

In merito ai fontanili censiti nella Carta dei Vincoli, derivanti dallo Studio del RIM, si è verificata la congruenza con quelli rappresentati nella Tav. 7-PTCP.

Di seguito si riportano gli indirizzi e gli obiettivi dell’art. 24:



1. *Il PTCP individua alla Tavola 7 i corsi d'acqua evidenziando i corpi idrici significativi individuati nel Piano di Gestione di Distretto Idrografico del fiume Po (PdGPO) e alla Tavola 2 i corsi d'acqua aventi rilevanza paesistica. Il PTCP riporta inoltre in un apposito Elenco, parte integrante della presente normativa di piano, i principali corsi d'acqua con caratteristiche prevalentemente naturali e quelli sottoposti a vincolo paesistico ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c), del D.Lgs. 42/2004 integrati con i tratti del reticolo principale conformemente alla DGR 25 gennaio 2002, n. VII/7868, alla d.g.r. 1 agosto 2003, n. 7/13950 e alla d.g.r. 1 ottobre 2008 n.8/8127.*
2. *Oltre ai macro-obiettivi di cui all'art. 3 e agli obiettivi specifici per la tutela e la valorizzazione del paesaggio di cui all'art. 17, il PTCP definisce i seguenti ulteriori obiettivi:*
 - a. *tutelare e riqualificare i corsi d'acqua migliorandone i caratteri di naturalità e salvaguardandone le connotazioni vegetazionali e geomorfologiche;*
 - b. *favorire il naturale evolversi dei fenomeni di dinamica fluviale e degli ecosistemi;*
 - c. *migliorare la capacità di laminazione delle piene e di autodepurazione delle acque;*
 - d. *concorrere, in coerenza con il PTUA, al recupero e alla salvaguardia delle caratteristiche ambientali delle fasce di pertinenza fluviale;*
 - e. *migliorare la qualità paesistico-ambientale e la fruibilità dei luoghi.*
3. *Per i corsi d'acqua valgono i seguenti indirizzi e prescrizioni, da coordinare con le indicazioni delle NdA del PAI vigente:*

Indirizzi:

- a) *progettare gli interventi urbanistici e infrastrutturali che interferiscono con il corso d'acqua armonizzandoli con i suoi tratti idrografici;*
- b) *negli interventi di difesa del suolo e di regimazione idraulica utilizzare soluzioni che coniughino la prevenzione del rischio idraulico con la riqualificazione paesistico-ambientale, garantendo l'attuazione del progetto di rete ecologica provinciale;*
- c) *realizzare le vasche di laminazione delle piene fluviali e i canali di by-pass per il rallentamento dei colmi di piena fluviale, con aspetto naturaliforme, creando un contesto golenale con funzioni ecologico-ambientali;*

Prescrizioni:

- a) *utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica negli interventi di difesa del suolo e regimazione idraulica, fatta salva la loro inapplicabilità, anche con riferimento al Repertorio delle misure di mitigazione e compensazione paesistico-ambientali;*
- b) *sostituire, qualora ammalorate, le opere di difesa del suolo in calcestruzzo, muratura, scogliera o prismata realizzate sui corsi d'acqua naturali e prive di valore storico-paesistico operando secondo quanto indicato alla lettera precedente;*
- c) *rimuovere le tombinature esistenti sui corsi d'acqua ripristinando, ove possibile, le sezioni di deflusso a cielo aperto.*

Art. 37 – Ambiti a rischio idrogeologico

Il territorio di Cornaredo non è interessato da aree soggette a questo articolo delle N.d.A..

Art. 38 – Ciclo delle acque

Il territorio di Cornaredo si trova compreso nei macrosistemi idrogeologici, caratterizzati dalla presenza di aree che necessitano di particolare attenzione a livello di pianificazione, in particolare:

- **Ambiti di rigenerazione prevalente della risorsa idrica**



- Ambiti di influenza del canale Villoresi
- Ambiti degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata

Nell'allegata "Carta dei Vincoli" (Tav. 5) sono stati definiti in scala 1:5.000 i limiti degli elementi espressi nella citata Tav. 7-PTCP.

Nella Tav. 2 (Carta Idrogeologica) sono state inserite le posizioni dei pozzi pubblici e privati disponibili (fonte SIA-Città Metropolitana di Milano, estrazione dati: luglio 2018), nonché un'analisi storica delle oscillazioni piezometriche della falda per il periodo 1981-2017 (fonte SIA).

Si riportano gli indirizzi e gli obiettivi dell'art. 38:

1. *Il PTCP individua alla Tavola 7 i macrosistemi idrogeologici componenti il ciclo delle acque, inteso come interazione dinamica tra acque superficiali, sotterranee e l'atmosfera.*
2. *Oltre ai macro-obiettivi di cui all'art.3 ed agli obiettivi di cui all'art.36, costituiscono ulteriori obiettivi per il ciclo delle acque:*
 - a. *prevedere soluzioni progettuali che regolino il deflusso dei drenaggi urbani verso i corsi d'acqua, anche individuando aree in grado di fermare temporaneamente le acque nei periodi di crisi e bacini multifunzionali fitodepuranti;*
 - b. *prevedere, ove possibile negli impianti di depurazione di progetto, l'adozione del trattamento terziario e di processi di fitodepurazione o di lagunaggio;*
 - c. *promuovere il risparmio idrico, la distinzione delle reti di distribuzione in acque di alto e basso livello qualitativo e interventi di riciclo e riutilizzo delle acque meteoriche nei nuovi insediamenti;*
 - d. *promuovere l'integrazione tra pianificazione territoriale e pianificazione dei servizi idrici, di fognatura e depurazione.*
3. *Per il ciclo delle acque, valgono i seguenti indirizzi:*
 - a. *favorire, negli Ambiti di ricarica prevalente della falda e negli Ambiti di influenza del canale Villoresi di cui alla Tavola 7, l'immissione delle acque meteoriche sul suolo e nei primi strati del sottosuolo, evitando condizioni di inquinamento o di veicolazione di sostanze inquinanti verso le falde. Nelle eventuali trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali è necessario favorire l'infiltrazione e l'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche al fine di non causare condizioni di sovraccarico nella rete di drenaggio, in coerenza anche con le disposizioni del PAI e del PTUA;*
 - b. *negli Ambiti di rigenerazione prevalente della risorsa idrica di cui alla Tavola 7, favorire l'immissione delle acque meteoriche nel reticolo idrico superficiale. Nelle eventuali trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali è necessario valutare le alterazioni al regime delle acque sotterranee e verificare i relativi effetti anche nelle aree limitrofe, eventualmente introducendo adeguati correttivi al progetto di intervento;*
 - c. *negli Ambiti degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata è necessario approfondire ed evidenziare anche nella relazione geologica del PGT la tematica della permeabilità dei suoli ed introdurre eventuali limitazioni o condizionamenti alle trasformazioni stesse.*

Art. 41 – Ambiti di cava

Il territorio di Cornaredo non è interessato da aree soggette a questo articolo delle N.d.A..

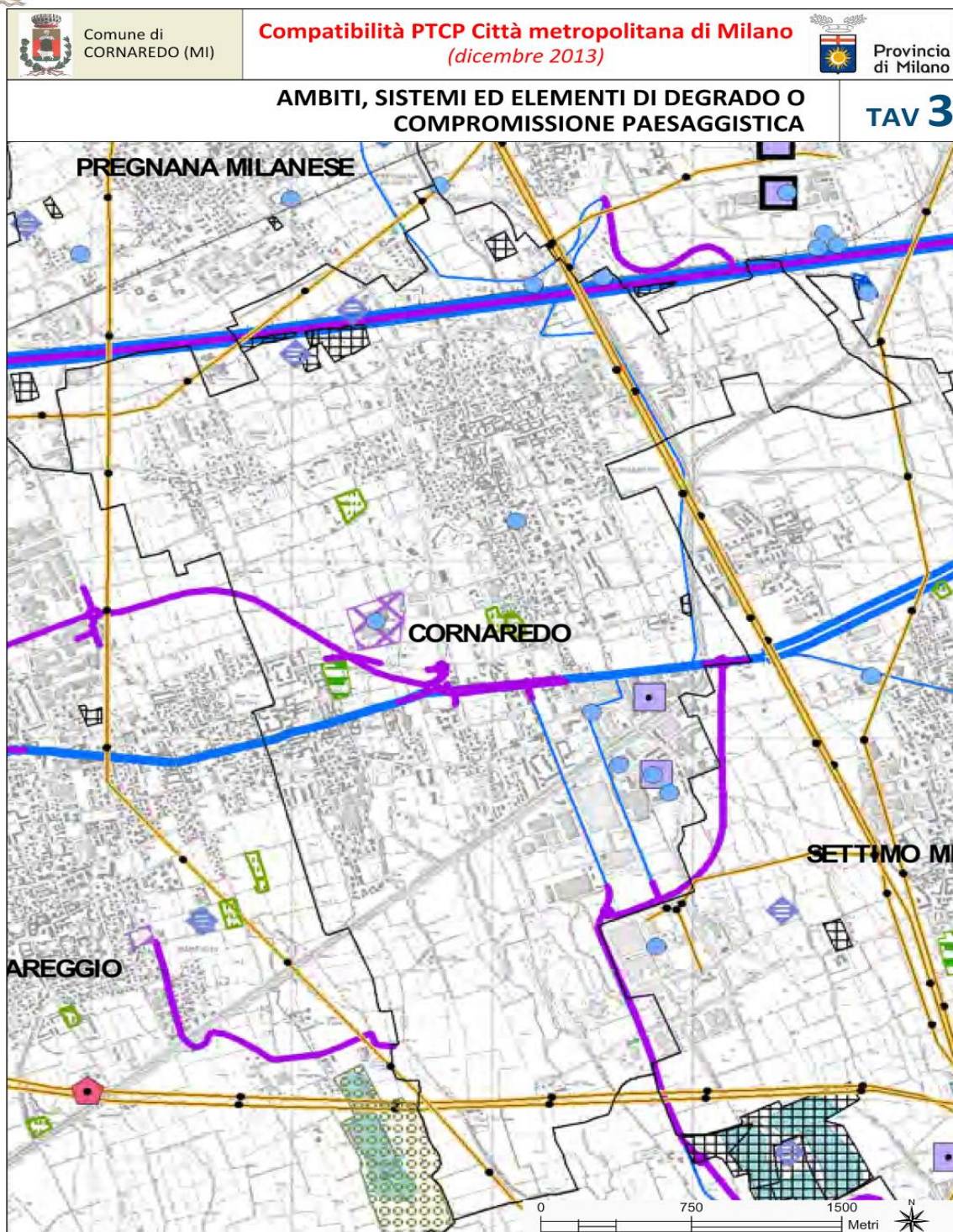


Fig. 1. Estratto fuori scala della Tavola 3 del PTCP di Città Metropolitana di Milano.

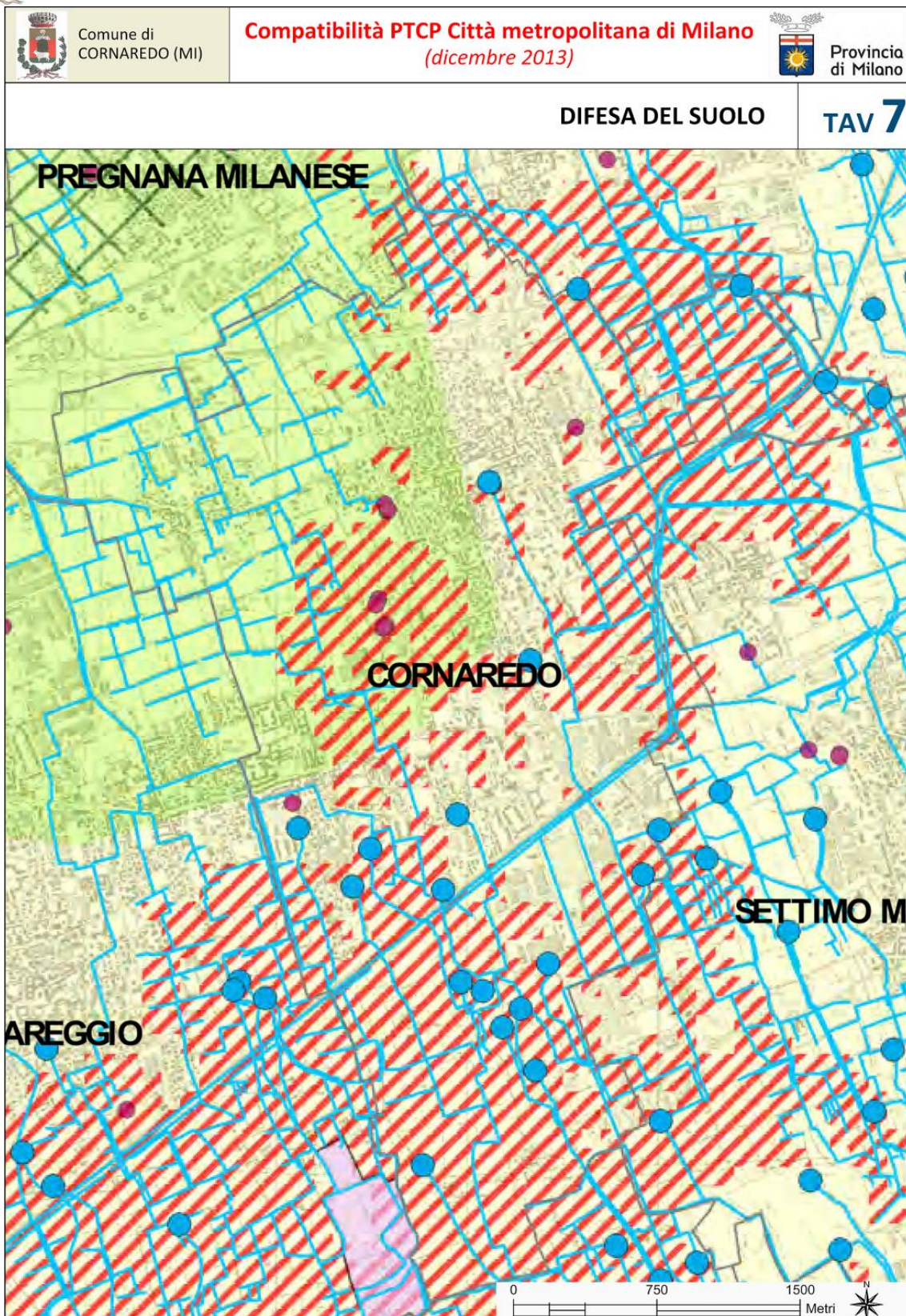


Fig. 2. Estratto fuori scala della Tavola 7 del PTCP di Città Metropolitana di Milano.



3.3 Altri contenuti richiesti del PGT

3.3.1 Analisi della pericolosità Sismica

Il Comune di Cornaredo, ai sensi della d.g.r. 11 luglio 2014 – n.10/2129, risulta classificato in zona sismica 4. Le problematiche e le linee d'applicazione secondo i D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" sono esplicitate nel paragrafo dedicato che segue.

L' allegata Tav. 4 (Carta della Pericolosità Sismica Locale) riporta la classificazione sismica e le relative Norme Geologiche di Piano definiscono le misure e le regole specifiche per la problematica.

3.3.2 Art. 14 comma 5.bis

"I Comuni, nella elaborazione della componente idrogeologica del PGT, devono predisporre idonea documentazione conoscitiva delle condizioni di funzionamento delle reti di smaltimento delle acque di scarico e dei depuratori, stimando e valutando la sostenibilità del carico urbanistico di piano sulla rete medesima".

Al fine di rispondere al suddetto quesito con dati certi e validati, si è richiesta appropriata documentazione al gestore delle reti di smaltimento, unico soggetto, insieme ad ATO, ad avere la piena conoscenza del settore e della sua programmazione.

In funzione di quanto riportato nella lettera di CAP (Fig. 4 e Fig. 5), si osserva che il Comune di Cornaredo risulta appartenere all'Agglomerato AG01501201 (Fig. 3) denominato "Bareggio" in quanto i reflui urbani generati vengo raccolti e conferiti, unitamente a quelli dei comuni di: Bareggio, Sedriano e Pregnana M.se all'impianto di depurazione ricevente di Bareggio – codice impianto DP01501201.

Per quanto attiene il Comune di Cornaredo si rileva un carico complessivo stimato al 2017 pari a 24.025 A.E. ed un carico complessivo stimato al 2025 pari a 23.156 A.E. (4.065 A.E. ind+1.769 A.E. flutt.+17.325 A.E. res.). il carico totale, espresso in Abitanti Equivalenti, generato dall' Agglomerato AG01501201 al 2025 sarà pari a 43.743 A.E..

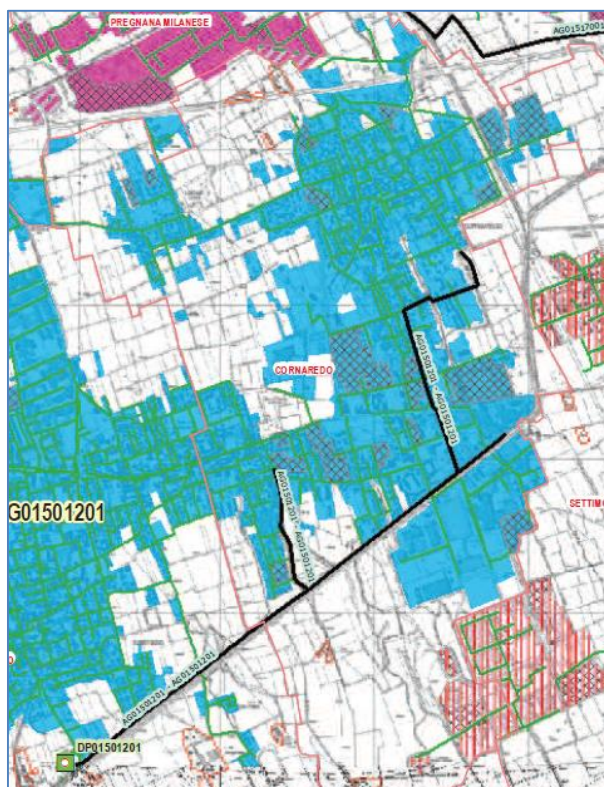


Fig. 3. Stralcio della cartografia ATO.

Nel merito della capacità di trattamento del depuratore di Bareggio, nel 2018 risulta pari a 64.800 A.E., come da Autorizzazione Dirigenziale n.1094 del 13/02/2018 della Città Metropolitana di Milano.

In accordo con l'estensore del documento di VAS, considerando la riduzione in abitanti previsto dalla variante al PGT (che riduce le previsioni del PGT vigente) e pur considerando invariato il contributo della popolazione fluttuante non residente e del comparto industriale, il contributo derivante dalla variante appare compatibile con la capacità del depuratore di Bareggio.

Le previsioni della variante sono compatibili con la perimetrazione dell'agglomerato di Cornaredo previsto dal vigente Piano d'Ambito.



Assago, 30/05/2018
Prot. n. 6640

Cod. Progetto: ---

Da indicare in caso di risposta

Spett.le
Comune di Cornaredo
Area Gestione del Territorio
P.zza Libertà, 24
20010 - CORNAREDO MI
protocollo@pec.comune.cornaredo.mi.it
c.a. Dirigente
arch. Riccardo GAVARDI

p.c. Spett.le
Geoinvest srl
Via della Conciliazione, 45/A
29122 PIACENZA
dott. geol. Andrea DADOMO
geoinvest@geoinvest.it

p.c. Spett.le
Amiacque S.r.l.
Via Rimini, 34/36
20142 MILANO
Settore Gestione Fognature e Depurazione
c.a. Direttore
ing. Andrea LANUZZA
settore.fognatura@legalmail.it

Inviato tramite PEC ed e-mail ordinaria

**Oggetto: Richiesta informazioni ai sensi dell'Art.14 - comma 5bis, NdA del PTCP Città Metropolitana di Milano.
Vs rif. Geoinvest srl – Componente Geologica PGT.**

A riscontro della Vs. in oggetto si comunica quanto segue:

Il Comune di Cornaredo risulta appartenere all'Agglomerato AG01501201 denominato "Bareggio" in quanto i reflui urbani generati vengo raccolti e conferiti, unitamente a quelli dei comuni di: Bareggio, Sedriano e Pregnana M.se all'impianto di depurazione ricevente di bareggio – codice impianto DP01501201.

I dati di carico sono riferiti all'aggiornamento degli Agglomerati di cui alla Deliberazione ATO della Città Metropolitana di Milano n.4 del 30/01/2018 atti.1364 del 30/01/2018 fascicolo 1.6/2018/2 e sono stati oggetto di un aggiornamento conclusosi nel mese di dicembre 2017, tali risultati ad oggi non ufficiali, in quanto non è ancora terminato l'iter approvativo, possono tuttavia considerarsi come definitivi.

CAP Holding spa
Via del Mulino 2 - Edificio U10
20090 Assago (MI)

Tel 02 825021 - Fax 02 82502.281
PEC: capholding@legalmail.it
www.gruppocap.it

Partita IVA, Codice Fiscale e Iscrizione nel Registro delle
Imprese di Milano n.13187590156 - R.E.A. di Milano n.1622889
Capitale Sociale 571.381.786 euro i.v.

Fig. 4. Lettera ricevuta da CAP circa la capacità della rete fognaria - pag.1 di 2.



Per quanto attiene il Comune di Cornaredo si rileva un carico complessivo stimato al 2017 pari a 24.025 A.E. ed un carico complessivo stimato al 2025 pari a 23.156 A.E. (4.065 A.E. ind+1.769 A.E. flut.+17.325 A.E. res.). Nell'ambito del sopramenzionato aggiornamento il carico totale, espresso in Abitanti Equivalenti, generato dal sopra menzionato Agglomerato AG01501201 al 2025 sarà pari a 43.743 A.E..

Nel merito della capacità di trattamento del depuratore di Bareggio, si comunica che la stessa nel 2018 risulta pari a 64.800 A.E., come da Autorizzazione Dirigenziale n.1094 del 13/02/2018 della Città Metropolitana di Milano, la stessa dovrà comunque essere definitivamente confermata al termine del sopramenzionato iter approvativo che andrà a concludersi presumibilmente nel mese di giugno 2018.

Da ultimo, visto quanto sopra esposto, al fine di non creare deficit nel servizio di fognatura e depurazione, gli sviluppi urbanistici del PGT del Comune di Cornaredo, dovranno avvenire all'interno delle previsioni in scala di Agglomerato indicate dall'Ufficio d'Ambito della Città Metropolitana di Milano.

L'occasione è gradita per porgere, cordiali Saluti

Il Tecnico Istruttore
Ufficio Pareri e Collaudi
Dott. Geol. Fulvio Rebolini

La Responsabile
Settore Unico Gestione Patrimonio e Assicurazioni
Dott.ssa Cecilia Saluzzi

Referente per la pratica:

Settore Unico Gestione Patrimonio - Ufficio Pareri e Collaudi
Dott. Geol. Fulvio Rebolini - tel. 02 82 502 310 - e-mail fulvio.rebolini@capholding.gruppocap.it.

Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 82/2005 e s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa

CAP Holding spa
Via del Mulino 2 - Edificio U10
20090 Assago (MI)

Tel 02 825021 - Fax 02 82502.281
PEC: capholding@legalmail.it
www.gruppocap.it

Partita IVA, Codice Fiscale e Iscrizione nel Registro delle
Imprese di Milano n.13187590156 - R.E.A. di Milano n.1622889
Capitale Sociale 571.381.786 euro i.v.

Fig. 5. Lettera ricevuta da CAP circa la capacità della rete fognaria - pag.2 di 2.





4 ASSETTO GEOLOGICO

4.1 Aspetti geologici

L'area di studio, inserita nel territorio della Città Metropolitana di Milano, mostra la presenza di sedimenti di origine prevalentemente fluvio-glaciale; in particolare in superficie prevalgono litotipi ghiaioso-sabbiosi che diminuiscono di granulometria portandosi da Nord verso Sud in accordo con le teorie deposizionali tipiche dei bacini di questo tipo.

In profondità si assiste al passaggio litologico (da sedimenti grossolani a fini) e tale passaggio è posto in corrispondenza di un cambiamento di facies in quanto si passa da depositi fluviali a depositi fluvio-lacustri, deltizi e di piana costiera; questa unità sedimentaria viene attribuita al Villafranchiano ed è stata oggetto di una profonda revisione in altre zone dell'Italia Settentrionale, anche per quanto riguarda l'importanza dal punto di vista idrogeologico.

Tali caratteri si riflettono sulla distribuzione delle caratteristiche idrogeologiche, in quanto in superficie si ritrovano corpi intercomunicanti di elevata permeabilità e spessore, mentre procedendo in profondità la permeabilità diminuisce i corpi permeabili diventano sempre più isolati.

Tale situazione determina la presenza di falde libere e semi-confinare nei litotipi più permeabili fino a circa 100 m di profondità, contenute nell'acquifero storicamente sfruttato dalla maggior parte dei pozzi per acqua e per questo convenzionalmente indicato come "Acquifero tradizionale"; esso riceve alimentazione diretta dalla superficie dagli apporti meteorici, dalle perdite dei corsi d'acqua e soprattutto dagli apporti irrigui.

I depositi sono caratterizzati da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti d'argilla. Costituiscono il cosiddetto "livello fondamentale della pianura", in essi è rilevabile una variazione dai termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale. Tali depositi si estendono su gran parte dell'area interessata dallo studio, soprattutto nelle aree della media pianura.

I depositi wurmiani presentano superiormente un livello di natura sabbioso-argilloso che convoglia grosse quantità d'acqua verso gli orizzonti sottostanti che, per l'elevata porosità, costituiscono un ottimo serbatoio per l'acqua nel sottosuolo.

L'unità è litologicamente definita da depositi fluvioglaciali, in particolare ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa, ciottoli centimetrici, prevalentemente arrotondati e subordinati strati e lenti sabbiosi di spessore centimetrico. Dal punto di vista sedimentologico si osservano accenni di stratificazione sub-orizzontale, legati ad accrezione sommitale in ambiente fluviale a canali intrecciati.



La petrografia è dominata dalle rocce endogeno-metamorfiche (dioriti, gabbri, graniti; gneiss, micascisti, serpentiniti); seguono in netto subordine le rocce sedimentarie terrigene (arenarie e siltiti a cemento carbonatico e siliceo) e le rocce carbonatiche.

I suoli dei sedimenti fluvioglaciali della pianura presentano caratteri di evoluzione medio-alta, con sviluppo di orizzonti sotto-superficiali moderatamente arrossati, a debole arricchimento in argilla illuviale. Tali orizzonti argillitici hanno uno spessore variabile tra 20 e 55 cm, con una tessitura tendenzialmente franca o, in subordine, franco-sabbiosa. Lo scheletro (frammenti maggiori di 2 mm) è in genere superiore al 10-15% e cresce con la profondità; una discontinuità è comunemente presente in vicinanza del limite superiore dell'orizzonte sottostante.

Le unità geologiche rappresentate in Tav. 1 (Fig. 6) risultano essere le seguenti:

- **POI – Sintema del Po**

*Ghiaie a supporto clastico e di matrice sabbia, limi e limi debolmente argillosi (depositi fluviali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli poco evoluti. **Pleistocene Sup.-Olocene.***

- **LCN₄ – SubSintema di Ronchetto delle rane**

*Sabbie e sabbie limose, da massive a laminate; limi e limi argillosi massivi (depositi fluvioglaciali a bassa energia). Spessori da 2 a 4 metri. Superficie limite superiore caratterizzata da suoli moderatamente evoluti. **Pleistocene Sup.***

- **BMI – Unità di Minoprio**

*Ghiaia a supporto clastico e di matrice; matrice sabbiosa e sabbioso-limosa; limi ghiaiosi; sabbie, sabbie limose e limi (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli con spessore medio di 1,5 m. Copertura loessica non osservata. **Pleistocene Medio – Pleistocene Sup.***

4.2 Aspetti geomorfologici

Il territorio comunale di Cornaredo è geomorfologicamente suddivisibile in due settori, un ambiente cosiddetto di “*alta pianura*”, che interessa l’area nord-occidentale del comune, e un ambiente definito come “*media pianura idromorfa*” che interessa la maggior parte del territorio urbanizzato e agricolo a sud (Fig. 6). La linea di suddivisione tra i due ambienti è circa corrispondente alla cosiddetta “*linea dei fontanili*”, elemento caratterizzante del territorio. Ulteriori elementi geomorfologici da segnalare sono alcuni paleoalvei che attraversano il territorio comunale con andamento NNW-SSE, come l’attuale rete idrografica.

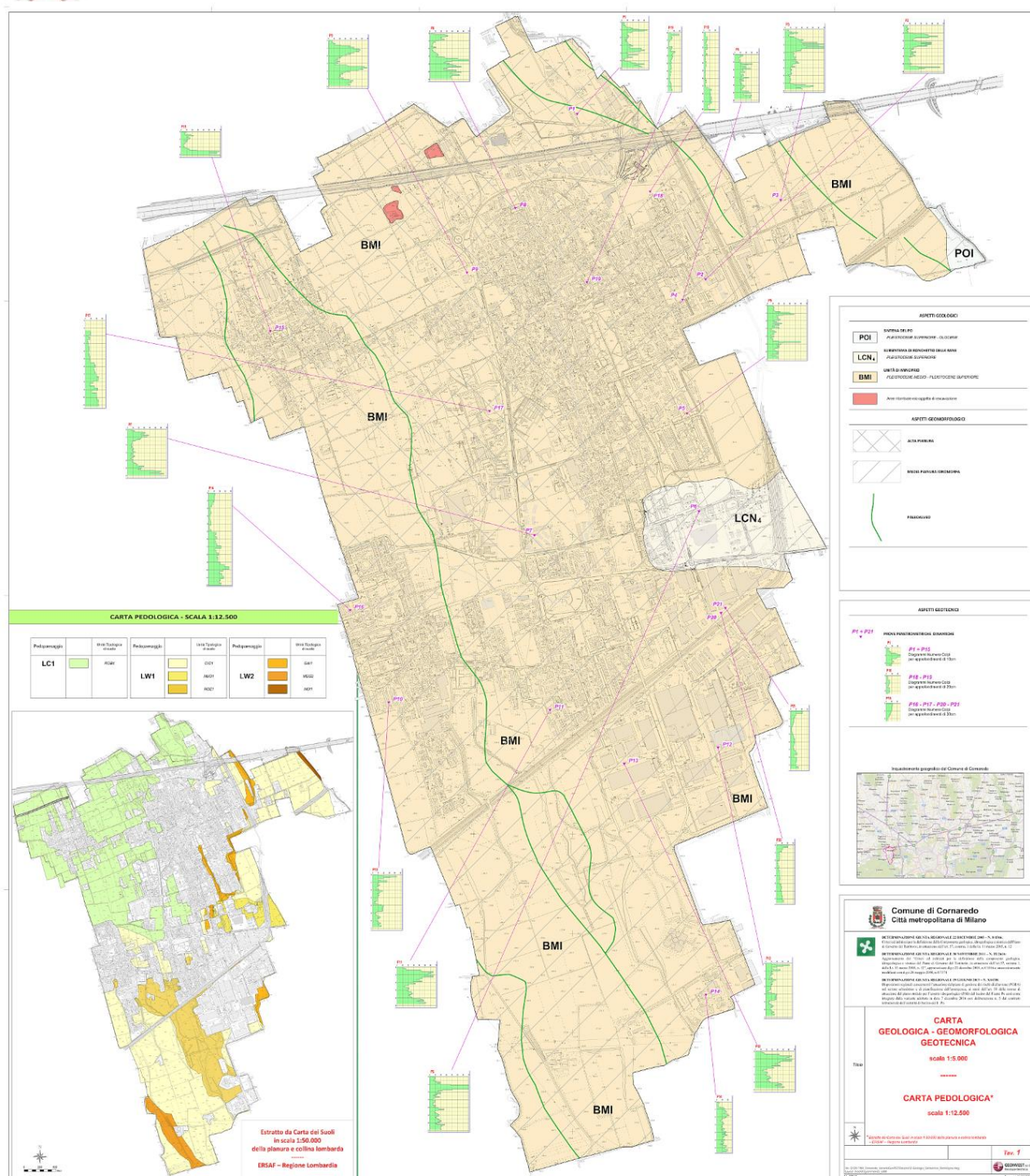


Fig. 6. Estratto fuori scala della Carta Geologica-Geomorfologica-Geotecnica e dei Suoli (Tav. 1).

4.3 Aspetti pedologici

In funzione delle cartografie messe a punto da ERSAF e della conseguente classificazione (Fig. 6), è possibile osservare che il territorio comunale di Cornaredo è pedologicamente situato nella *"Piana proglaciale würmiana" ("Livello Fondamentale della Pianura")*, esterna alle cerche costruite dalle morene frontali"



(sistema L). All'interno di questa prima macro area, per Cornaredo sono stati riconosciuti i seguenti due sottosistemi e relative unità:

- **LC**, *“settore apicale della piana proglaciale o “piana pedemontana”, addossata ai rilievi (montagna, apparati morenici e terrazzi antichi), chiamata anche alta pianura ghiaiosa. È formata dalla coalescenza dei conoidi alluvionali, a morfologia sub-pianeggiante o leggermente convessa, costituiti da sedimenti fluvioglaciali grossolani non alterati”;*
 - **LC1**, *“estese superfici a morfologia sub-pianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi. Sono costituite dai depositi di conoide e rappresentano gli ambienti più diffusi dell'alta pianura ghiaiosa. Comprendono le superfici ondulate o sub-pianeggianti di transizione ai principali sistemi fluviali, lievemente ribassate e delimitate da orli di terrazzi convergenti o raccordate in lieve pendenza nella direzione dei solchi vallivi”;* a Cornaredo è rappresentata dall'unità tipologica di suolo ROB1;
- **LW**, *“settore intermedio della piana proglaciale, caratterizzato da un'idromorfia più o meno forte, dovuta all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale. Questa porzione, intermedia tra la pianura ghiaiosa e quella sabbiosa, chiamata anche media pianura idromorfa e convenzionalmente detta “fascia dei fontanili””;*
 - **LW1**, *“superfici a morfologia sub-pianeggiante od ondulata e relativamente integra, rappresentative delle aree marginalmente intaccate dalle incisioni fluviali e con fenomeni di idromorfia di lieve o moderata entità. Comprendono le superfici in transizione alla pianura ghiaiosa e quelle situate tra le principali linee di flusso e le zone più stabili, a drenaggio mediocre o lento”;* a Cornaredo è rappresentata dalle unità tipologiche di suolo CIC1, NUO1, ROZ1;
 - **LW2**, *“superfici depresse e fortemente idromorfe per la presenza di una falda semipermanente prossima al piano campagna. Comprendono: 1) Principali depressioni e testate legate all'emergenza delle acque di risorgiva; 2) Superfici a morfologia concava prive di scolo esterno naturale delle acque eccedenti, spesso con presenza di dreni artificiali”;* a Cornaredo è rappresentata dalle unità tipologiche di suolo GAI1, NOI1, MEG2.

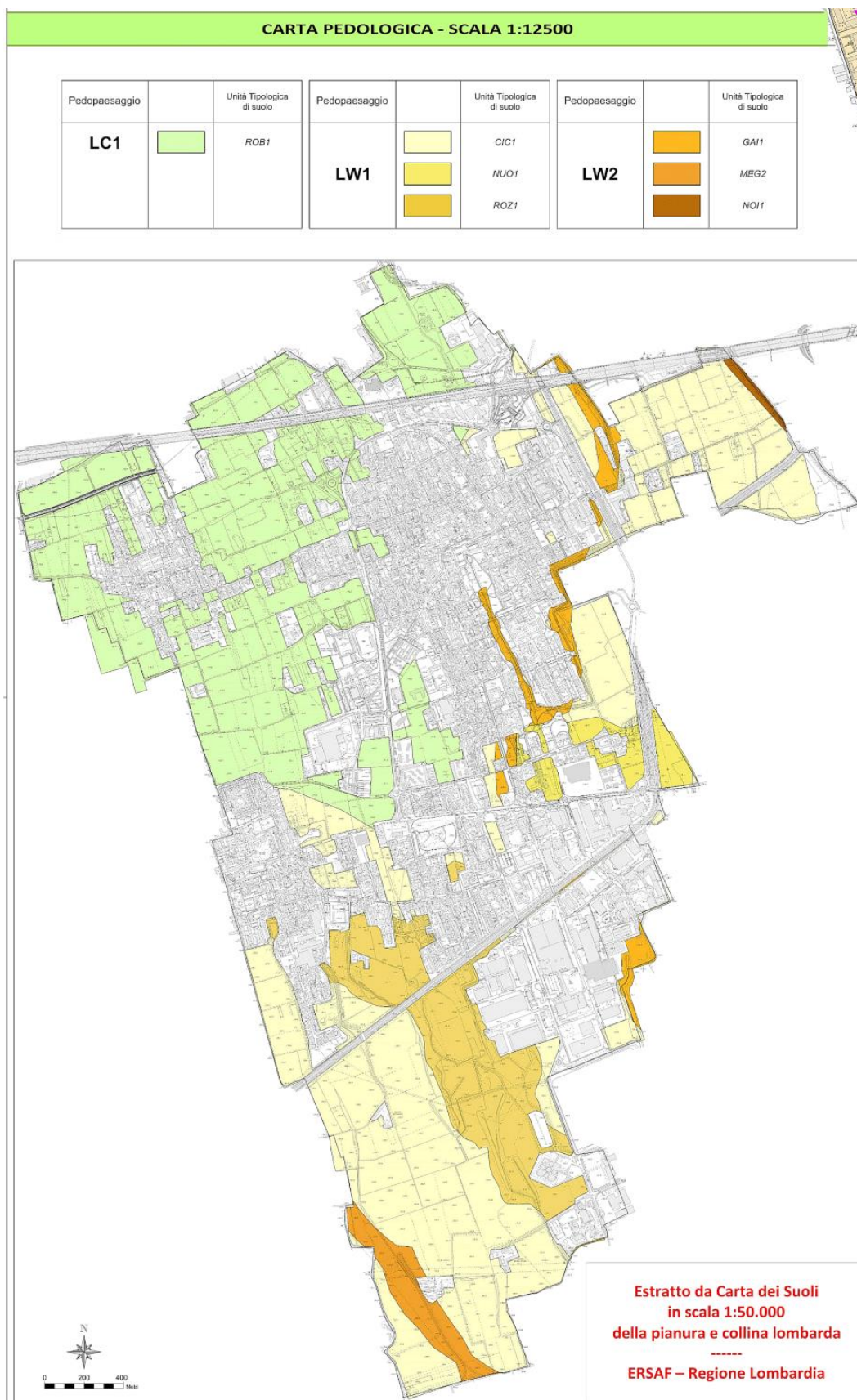


Fig. 7. Estratto fuori scala della Carta dei Suoli (in Tav. 1).



Nel dettaglio le unità tipologiche rappresentate in Fig. 7 risultano essere le seguenti:

Pedopaesaggio	Unità tipologica di suolo	Descrizione
LC1	ROB1	È presente sulle superfici pianeggianti o lievemente ondulate dell'alta pianura ghiaiosa con quota media di 175 m. s.l.m. e pendenza media del 0,4%; i suoli si sono formati su substrato ghiaioso e ciottoloso con matrice sabbiosa-limosa non calcareo. I suoli ROB1 sono poco profondi limitati da orizzonti sabbiosi a scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana, scheletro frequente fino a 60 cm, abbondante al di sotto, reazione subacida, saturazione molto bassa, AWC bassa, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderata.
LW1	CIC1	Il pedopaesaggio è quello della porzione centrale della pianura con intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale, a morfologia subpianeggiante con quota media di 110 m. s.l.m. e pendenza media del 0,1%, con suoli sviluppatisi su depositi sabbiosi talvolta con ghiaia. I suoli CIC1 sono moderatamente profondi limitati da substrato molto ghiaioso, a tessitura moderatamente grossolana con scheletro assente o scarso; hanno reazione subacida, saturazione crescente con la profondità da bassa ad alta, AWC alta, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.
	NUO1	Il pedopaesaggio è quello della porzione centrale della pianura con superfici modali stabili meglio conservate, a morfologia subpianeggiante od ondulata con quota media di 114 m. s.l.m. e pendenza media del 0,1%, prossime alle scarpate di raccordo con la valle del Ticino con suoli sviluppatisi su depositi sabbioso-limosi (sabbia grossa e fine silicea) talvolta con ghiaia. I suoli NUO1 sono molto profondi, a scheletro assente o scarso, con tessitura moderatamente grossolana, a reazione neutra, saturazione alta, AWC moderata con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.
	ROZ1	Il pedopaesaggio è quello della media pianura idromorfa, su superfici subpianeggianti interposte fra le principali linee di flusso e le zone più stabili, a con drenaggio mediocre o lento; comprendendo anche le aree di transizione con l'alta pianura ghiaiosa. I suoli ROZ1 sono poco profondi limitati dalla falda, tessitura media con scheletro da comune a frequente in superficie e moderatamente grossolana con scheletro abbondante in profondità; reazione neutra, saturazione media in superficie e alta in profondità, con CSC media, AWC bassa, drenaggio lento e permeabilità moderata.



Pedopaesaggio	Unità tipologica di suolo	Descrizione
LW2	GAI1	Il pedopaesaggio è quello della porzione centrale della pianura fluvioglaciale e fluviale con quota media di 102 m. s.l.m e pendenza media del 0,1%, con intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale: si tratta delle principali depressioni e testate legate ai fontanili con presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna con suoli sviluppatasi su substrati sabbioso-argillosi con ghiaia non calcarei. I suoli GAI1 sono poco profondi limitati dal substrato e dalla falda; hanno scheletro comune, tessitura moderatamente grossolana, reazione alcalina, saturazione media o alta, AWC bassa; sono non calcarei e con drenaggio lento e permeabilità moderata.
	NOI1	Il pedopaesaggio è quello della porzione centrale di pianura con intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale, superfici con quota media di 108 m. s.l.m. e pendenza media del 0,1%, con suoli sviluppatasi su substrati limoso sabbiosi, non calcarei. I suoli NOI1 sono sottili limitati dalla falda, con scheletro scarso in superficie e comune in profondità, tessitura media, reazione neutra, saturazione alta, AWC bassa, con drenaggio molto lento e permeabilità moderata.
	MEG2	Il pedopaesaggio è quello della porzione centrale di pianura con quota media di 104 m. s.l.m. e pendenza media del 0,1%. Sono presenti intensi fenomeni di idromorfia riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sottosuperficiale; sono le principali depressioni con presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna. Il substrato è limoso sabbioso, non calcareo. I suoli MEG2 sono moderatamente profondi limitati dalla falda, con scheletro da scarso a comune in superficie, molto abbondante in profondità, tessitura moderatamente grossolana o media, reazione neutra, saturazione alta, AWC moderata, drenaggio mediocre e permeabilità moderata.

Alle unità tipologiche CIC1 e NUO1 (a permeabilità moderatamente elevata) è associabile un valori di K indicativamente pari a 10^{-3} cm/s, mentre alle restati unità (a permeabilità moderata) è associabile un K di 10^{-4} cm/s.



4.4 Aspetti geotecnici

L'Unità di Pianura si caratterizza per l'elevata permeabilità, favorita anche dalla litologia (ghiaie a matrice sabbiosa o sabbioso limosa), con conseguente riduzione del deflusso di superficie che contemporaneamente, determina una perdita nel grado di protezione agli inquinanti idroveicolati, con marcato aumento della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero.

A titolo esemplificativo vengono di seguito sintetizzate i risultati di alcune prove penetrometriche dinamiche realizzate in punti significativi del territorio (Fig. 6). Dalla loro analisi è possibile schematizzare tre orizzonti:

Livello 1

Raggiunge la profondità massima di 2.5/3.0 m. Tale livello ha comportamento granulare e presenta resistenza all'avanzamento variabile da 10 a 25 colpi/30 cm. È costituito da sabbia localmente limosa con ghiaietto e ghiaia; lo stato di addensamento è medio.

Livello 2

Tale livello si spinge fino a profondità comprese tra 3.0/5.0 m. Costituisce dunque il livello di imposta per fondazioni dirette nella maggior parte dei casi. È caratterizzato da valori NSCPT molto bassi (allineati su 5-10 colpi/30 cm). È dotato di comportamento geotecnico preminentemente coesivo e risulta costituito, in base ad alcuni dati di sondaggi adiacenti, da limo argilloso, localmente debolmente sabbioso, compatto.

Livello 3

Costituisce il livello basale del terrazzo fluvioglaciale. La resistenza penetrometrica cresce in genere con la profondità a partire da valori di 20 colpi/30 cm. Il livello è costituito da sabbia debolmente limosa o limosa, con ghiaia e ghiaietto. L'addensamento è elevato; localmente sono presenti intercalazioni a minore resistenza penetrometrica ubicate alle stesse profondità in diverse verticali di prova e quindi dotate di notevole continuità laterale; tali intercalazioni sono legate alla presenza di materiale fine ma non influiscono sostanzialmente sul comportamento del livello.

Utilizzando le correlazioni ritenute più adeguate alla natura dei terreni investigati, sono stati definiti per i livelli stratigrafici descritti i seguenti parametri geotecnici:

Livello	N _c	γ g/cm ³	DR%	φ	C _u kg/cm ²	M kg/cm ²	E kg/cm ²
1	15	1.85	65	32°	-	-	250
2	5	1.75		(28°)	0.5-0.6	40	
3	20	1.90	75	35*	-	-	300



dove:

- N_c è il valore NSPT equivalente (ottenuto dalla prova SCPT), normalizzato e ritenuto caratteristico del livello;
- γ peso di volume efficace del terreno;
- DR% è la Densità Relativa (Gibbs e Holtz);
- φ , è l'angolo di attrito interno efficace (Schmertmann);
- c_u , è la coesione non drenata (NAVFAC DM7);
- M , è il modulo edometrico;
- E , è il modulo elastico (Fardis e Veneziano)

È importante evidenziare come le opere fondazionali possono essere coinvolti dai fenomeni di fluttuazione dell'acquifero superficiale (o di eventuali falde sospese). In fase di progettazione delle strutture di fondazione sarà necessario tenere in dovuta considerazione tale fenomeno.

5 ASSETTO IDROGEOLOGICO

5.1 La struttura idrogeologica a grande scala

La ricostruzione della struttura idrogeologica ha la finalità di individuare la geometria e la litologia dei differenti corpi acquiferi, cioè di quei sedimenti da cui, per le loro caratteristiche di permeabilità e spessore, sono estratte ed utilizzate le acque nella pianura milanese.

Per la definizione a grande scala degli orizzonti acquiferi si rimanda alla pubblicazione di riferimento "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia", edita da Regione Lombardia-Eni. Tale studio, basato sull'applicazione della stratigrafia sequenziale allo studio dei depositi alluvionali della Pianura Padana, ha permesso di riconoscere quattro unità idrostratigrafiche definite da barriere di permeabilità ad estensione regionale (Gruppi Acquiferi A-B-C-D, in Fig. 8).

Il Gruppo Acquifero A è attualmente sfruttato in modo intensivo, ancorché interessato da fenomeni di inquinamento; i Gruppi Acquiferi B e C sono sfruttati nelle aree di margine del bacino. Il Gruppo Acquifero D, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è sfruttato solo localmente (Fig. 9).

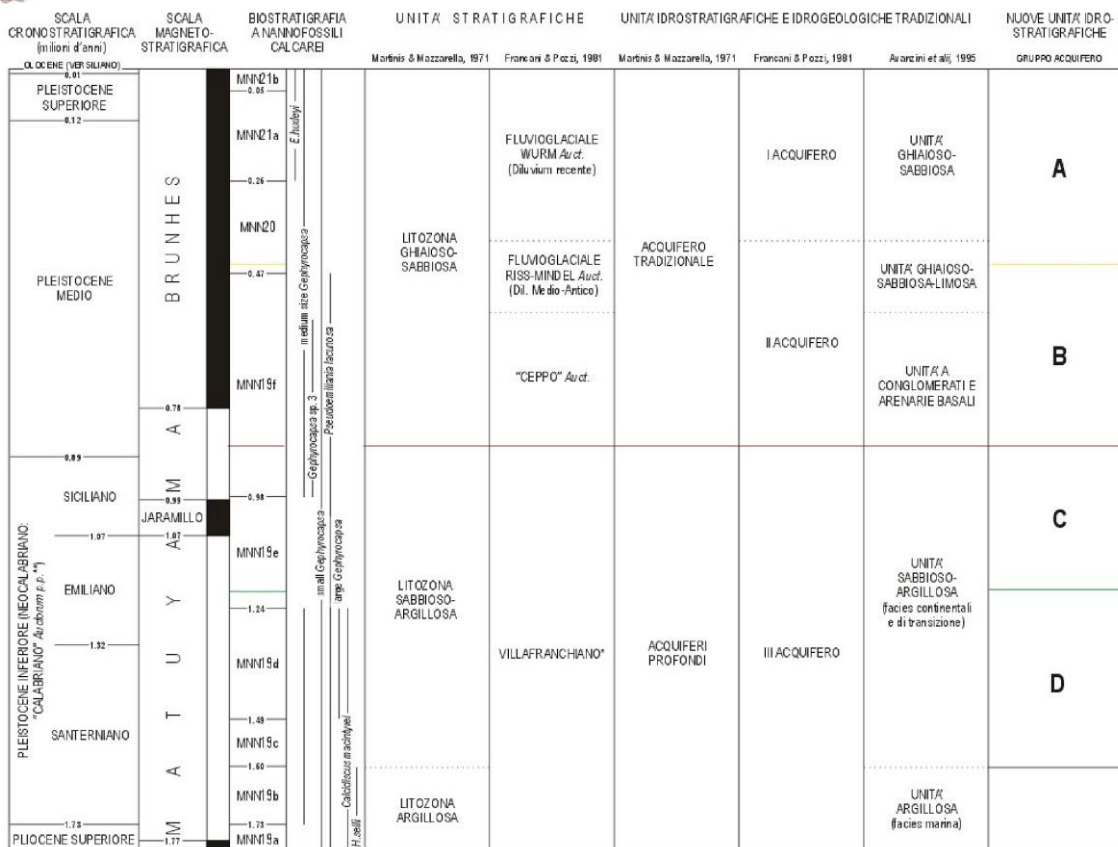


Fig. 8. Schema dei rapporti stratigrafici degli acquiferi in Lombardia.

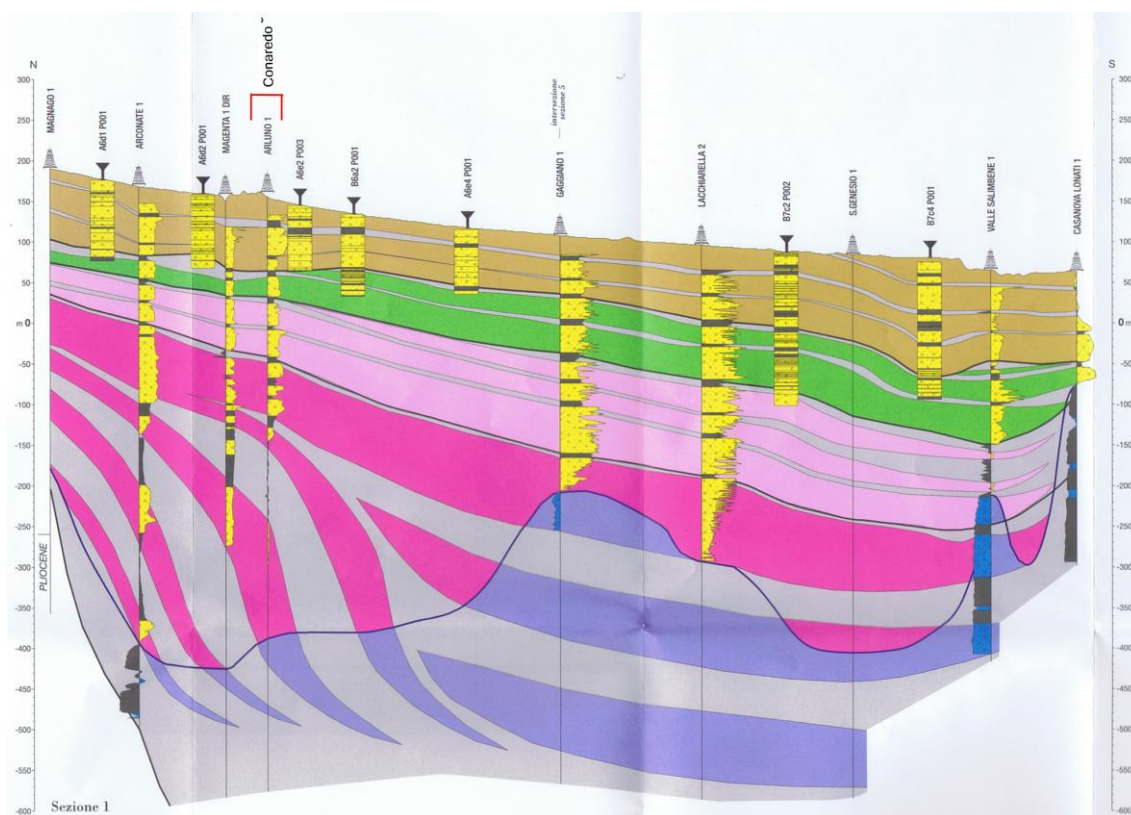


Fig. 9. Sezione idrogeologica a scala di bacino (da pubblicazione Regione Lombardia - Eni).



5.2 Idrogeologia locale

Nel sottosuolo dell'area esaminata è possibile distinguere due unità idrogeologiche principali, in cui sono presenti acquiferi struttati dai pozzi per acqua.

Dalla superficie in profondità, si distingue una **prima unità ghiaioso-sabbiosa** caratterizzata da un'alternanza di ghiaie e sabbie, spesso cementate soprattutto nella porzione meno profonda (Ceppo), e da rare intercalazioni argillose. Si tratta del cosiddetto "acquifero tradizionale", contenente la falda libera, molto produttivo per l'elevata permeabilità dei depositi che lo costituiscono, di origine alluvionale e fluvioglaciale, sedimentato in ambienti ad alta energia. La permeabilità di tale acquifero aumenta soprattutto dove il Ceppo lascia il posto alle ghiaie e alle sabbie sciolte.

Lo spessore di tale prima litozona tende ad aumentare da nord verso sud nella pianura milanese, variando da 20 metri nel settore settentrionale a 120 m a sud di Milano (Studio idrogeologico della pianura compresa fra Adda e Ticino - A. Cavallin., V. Francani, S. Mazzarella, 1983); nel territorio esaminato assume valori medi attorno a 50 metri.

Il limite con la sottostante litozona, a pendenza in generale più forte della superficie topografica, è caratterizzato dalla presenza di avvallamenti, spesso dovuti ad antiche incisioni fluviali. La presenza di tali incisioni (paleoalvei), in genere a debole estensione trasversale, determina un aumento della portata naturale della falda, sia per l'aumento dello spessore dell'acquifero sia per la maggior permeabilità dei depositi che hanno riempito le fasce incise. Altre irregolarità locali, nel contatto fra le due litozone rispetto all'andamento generale, potrebbero essere attribuite a movimenti differenziali del substrato, di probabile origine neotettonica.

Al contrario una netta diminuzione della trasmissività si ha quando il tetto della litozona inferiore, meno permeabile, si avvicina alla superficie: ciò avviene spesso in corrispondenza dei terrazzi ferrettizzati sia per la possibile conservazione di alti morfologico-strutturali, sia per erosione differenziale dei depositi argillosi nelle aree circostanti.

Considerata inoltre la ridotta alimentazione diretta dell'acquifero per la presenza in superficie di materiali poco permeabili (ferretto), si può dire che in generale le zone caratterizzate dall'affioramento dei depositi fluvioglaciali più antichi, come il territorio preso in considerazione, presentano anche una minor produttività dei pozzi. Danno origine così ad aree di convergenza delle linee di flusso idrico rispetto alle zone di alimentazione, caratterizzate da elevata permeabilità alla infiltrazione delle acque meteoriche.

La **seconda litozona** segue in profondità, in corrispondenza dei depositi di transizione attribuiti al "Villafranchiano". È costituita da argille e limi con livelli e lenti sabbioso e/o ghiaiose. Vi possono essere presenti anche livelli torbosi, che indicano ambienti di sedimentazioni di tipo palustre, e fossili.

I livelli permeabili all'interno di questa seconda unità sono localmente intercomunicanti e l'acquifero presente è del tipo in pressione, con produttività in genere limitata. A volte l'acquifero profondo è collegato con l'acquifero superficiale, a causa di discontinuità e variazione in spessore dei livelli argillosi di separazione, tanto da poter essere considerati nell'insieme un unico acquifero multistrato. D'altro canto, a scala locale, possono esistere all'interno dello stesso acquifero superficiale livelli di materiali fini capaci di creare suddivisioni dell'acquifero, con la formazione di falde sospese.

5.2.1 Sezioni idrogeologiche

In Fig. 10 e Fig. 11 sono riportate due sezioni idrogeologiche interpretative del sottosuolo del territorio esaminato, avente direzione N-S e E-O (traccia in Tav. 2 – Carta Idrogeologica) ottenute attraverso la correlazione di dati stratigrafici e di Sondaggi Elettrici Verticali.

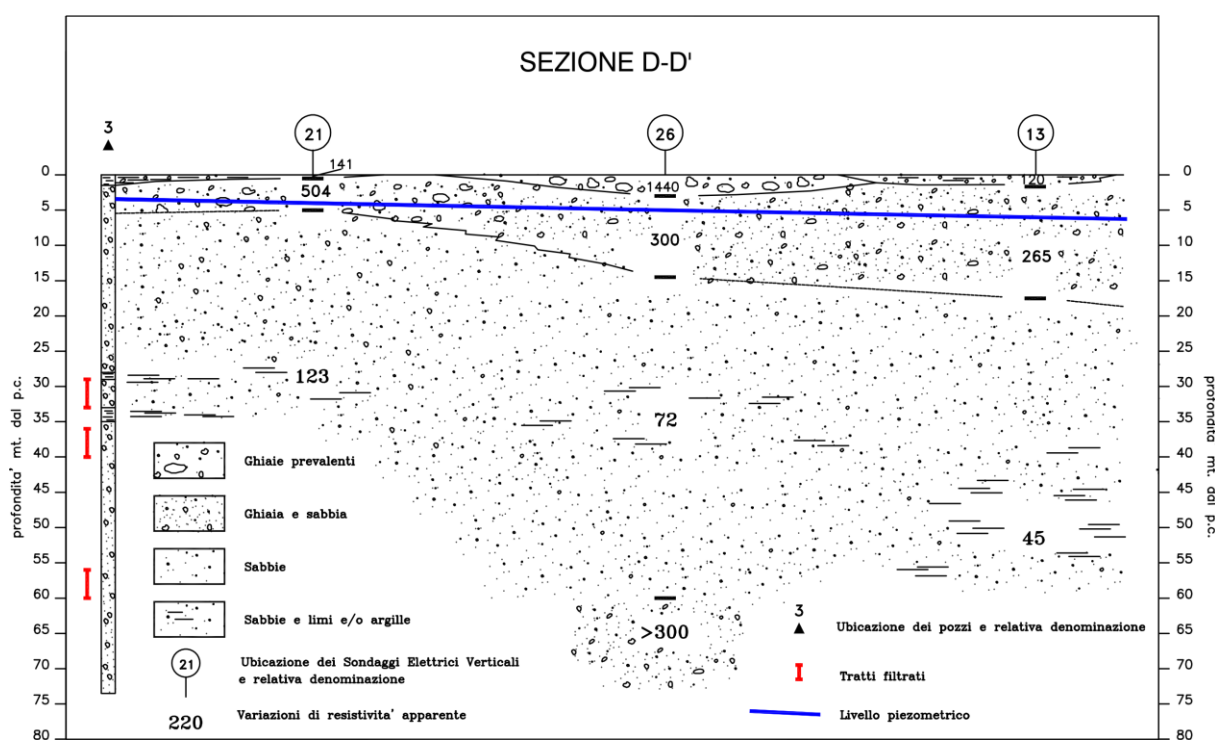


Fig. 10. Sezione idrogeologica N-S (fuori scala).

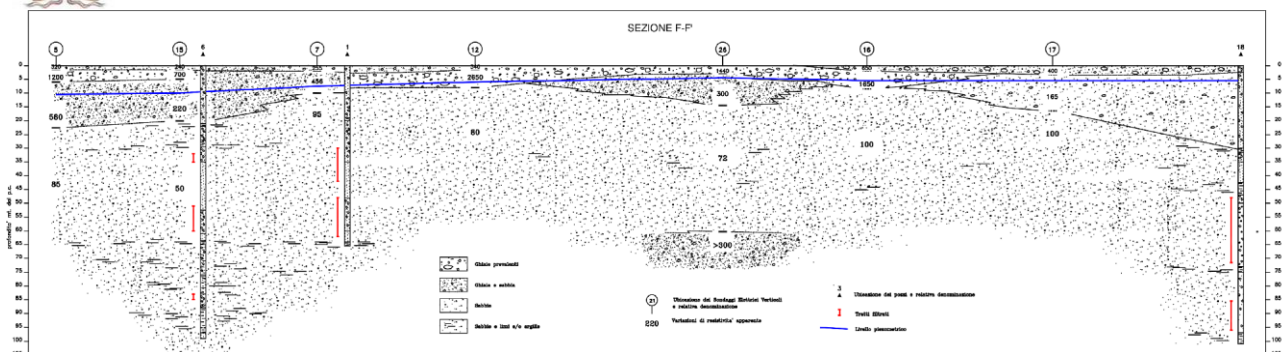


Fig. 11. Sezione idrogeologica E-W (fuori scala).

Per ogni singolo punto di rilievo è stata elaborata la colonna elettrostratigrafica con i valori espressi in ohm.m (valori più elevati di resistività corrispondono a granulometrie più grossolane); l'utilizzo comparato dei singoli S.E.V. unitamente alle stratigrafie dei pozzi hanno consentito di elaborare le sezioni interpretative. Da esse si evince come le litologie locali siano caratterizzate prevalentemente da elementi sabbiosi e ghiaiosi, mentre estremamente, ridotte sono le unità argillose.

Manca, nell'ambito del territorio, la presenza di livelli argillosi che consentano la separazione dei livelli acquiferi superficiali, pertanto l'acquifero è unico e non presenta soluzioni di continuità sino a 90/100 m dal p.c., ove iniziano a comparire livelli potenti e continui di sedimenti più fini.

Al di sotto dei 100m, prima di arrivare ai sedimenti marini, si rilevano talvolta dei livelli acquiferi costituiti da materiali fini, prevalentemente sabbie fini, in alcuni casi captate da qualche pozzo. Altri livelli acquiferi, sempre costituiti da sabbie fini, sfruttabili, si rilevano al di sotto dei sedimenti marini, a profondità di oltre 150 m, come risulta da due pozzi terebrati in una zona industriale per profondità di oltre 270 m dal piano campagna.

Le sezioni elettrostratigrafiche mostrano la sostanziale omogeneità dei sedimenti indagati, in esse sono stati riportati, in corrispondenza dei pozzi, le posizioni dei tratti filtrati.

I valori geoelettrici riportati nelle sezioni in linea generale possono permettere una classificazione litologica di massima dei terreni indagati:

- valori superiori ai 500 ohm.m, terreni prevalentemente ghiaiosi;
- valori compresi tra 150-500 ohm.m, terreni sabbiosi ghiaiosi con incremento di ghiaia verso i valori più elevati;
- valori inferiori ai 150 ohm.m, terreni sabbiosi tendenti ai limi ed argilla per i valori relativamente più bassi.



5.3 Falda e piezometria

Per un'analisi storica dei dati piezometrici (Fig. 12) sono stati raccolti e diagrammati i dati dei livelli rilevati mensilmente dal Consorzio per l'Acqua Potabile della Provincia di Milano (C.A.P.) relativi al pozzo n. 1 di Via Roma (campo sportivo).

I dati riferiti agli anni 1981-2017 evidenziano il comportamento di fluttuazione annuale della falda. I valori di minimo si registrano nei mesi di marzo-aprile mentre i massimi si osservano nei mesi di settembre-ottobre.

La fluttuazione media annua sull'intero territorio comunale è dell'ordine di 2/3 m circa.

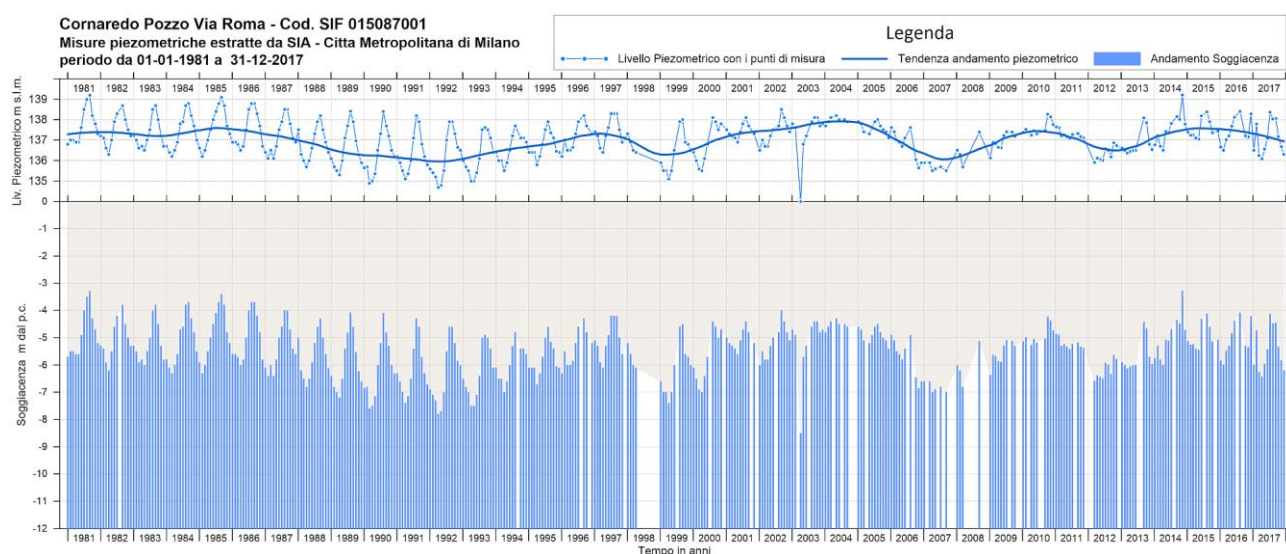


Fig. 12. Andamento temporale della piezometria e della soggiacenza nel pozzo di Via Roma.

La carta piezometrica (Fig. 13) elaborata in base agli ultimi dati disponibili (settembre 2013) sul Sistema Informativo Ambientale (SIA) della Città Metropolitana di Milano evidenzia una direzione del flusso diretto da NNO verso SSE in conformità con l'andamento regionale e pendenza media di circa il 3‰. Nella zona meridionale del comune il flusso subisce una blanda inflessione verso est.

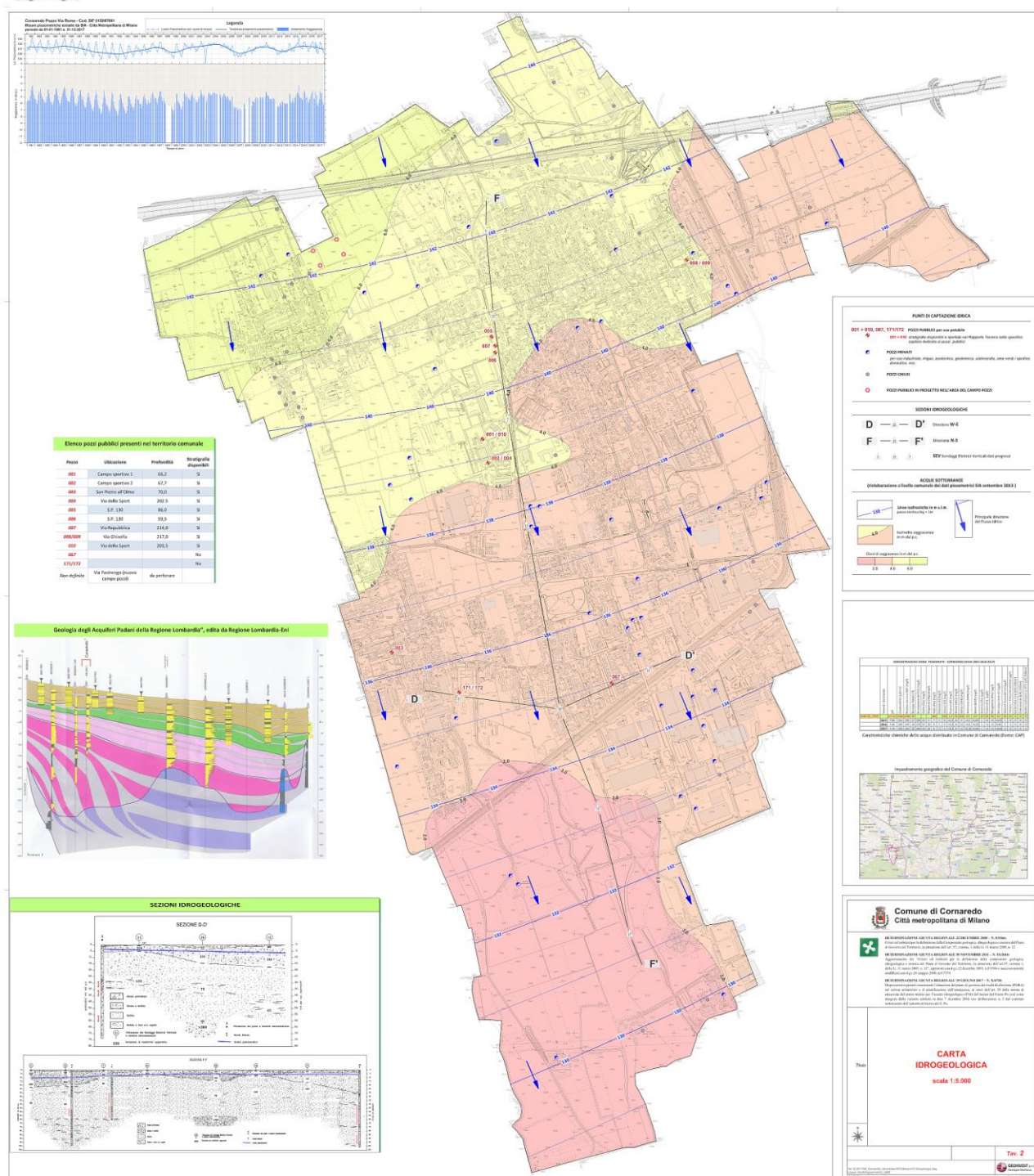


Fig. 13. Estratto fuori scala della Carta Idrogeologica (Tav. 2).

5.3.1 Soggiacenza

La carta redatta (Fig. 13) riporta le aree di ugual soggiacenza e rappresenta un'elaborazione spaziale dei valori piezometrici realizzata a partire dall'interpolazione delle differenze puntuali fra quota del piano di campagna e quota piezometrica.



Vi sono rappresentate 4 classi di soggiacenza, con intervalli di:

- inferiore a 2 m dal p.c.
- tra 2 e 4 m dal p.c.
- tra 4 e 6 m dal p.c.
- oltre 6 m dal p.c.

Dall'esame della carta appare evidente come la zona avente soggiacenza minore si riscontri nel settore centro meridionale del territorio comunale.

Il valore di soggiacenza appare di notevole importanza ai fini della valutazione della vulnerabilità dell'acquifero, in quanto rappresenta lo spessore dello strato insaturo: minore è questo spessore, minore risulta il tempo necessario perché un inquinante proveniente dalla superficie raggiunga la falda e, quindi, minore è il tempo disponibile perché si svolga l'azione dei processi autodepurativi del terreno.

5.3.2 Idrochimica

In Fig. 14 sono riassunti i valori medi ponderati dei principali parametri chimici delle acque distribuite da CAP in Comune di Cornaredo.

CONCENTRAZIONE MEDIE PONDERATE - CORNAREDO (ANNI 2015-2016-2017)																									
	Anno di riferimento	pH	Conducibilità [µS/cm]	Residuo secco a 180° [mg/l]	Durezza Totale [°f]	Bicarbonato (HCO3) [mg/l]	Calcio (Ca) [mg/l]	Magnesio (Mg) [mg/l]	Sodio (Na) [mg/l]	Potassio (K) [mg/l]	Cloruri (Cl) [mg/l]	Fluoruri (F) [mg/l]	Nitrati (NO3) [mg/l]	Solfati (SO4) [mg/l]	Ammonio (NH4) [mg/l]	Nitriti (NO2) [mg/l]	Arsenico (As) [µg/l]	Cromo (Cr) [µg/l]	Manganese (Mn) [µg/l]	Microinquinanti tot [µg/l]	Solventi Clorurati tot [µg/l]	Tricloro + Tetracloroetilene [µg/l]	Escherichia Coli [UFC/100ml]	Enterococchi [UFC/100ml]	Batteri Coliformi a 37°C [UFC/100ml]
limiti DL 31/01		6,5-9,5	2500	1500	50				200		250	1.5	50	250	0.5	0.5	10	50	50	0.5	30	10	0	0	0
	2015	7.86	316	235	17	228	52	9	7	1	8	<0,3	14	9	<0,1	<0,03	1	≤	≤	<0,02	1	<1	0	0	0
	2016	7.86	333	247	18	270	55	10	8	1	9	<0,3	15	11	<0,1	<0,25	1	≤	≤	0.02	3	<1	0	0	0
	2017	7.78	348	259	18	284	54	10	8	<1	9	<0,3	17	11	<0,10	<0,03	1	≤	≤	<0,02	<1	<1	0	0	0

Fig. 14. Caratteristiche chimiche delle acque distribuite in Comune di Cornaredo (Fonte: CAP).

5.4 Pozzi pubblici sul territorio comunale

Nel territorio comunale di Cornaredo sono presenti n. 10 pozzi pubblici, la cui ubicazione è riportata in Tav. 2; per completezza sono altresì inserite le posizioni dei nuovi pozzi previsti da Gruppo CAP.



Le profondità sono riassunte nella tabella seguente; in appendice al capitolo sono riportate le stratigrafie disponibili dei pozzi.

Pozzo	Ubicazione	Profondità
1	Campo sportivo 1	66,2
2	Campo sportivo 2	67,7
3	San Pietro all'Olmo	70,0
4	Via dello Sport	202,5
5	S.P. 130	86,0
6	S.P. 130	99,5
7	Via Repubblica	214,0
8/9	Via Ghisolfa	217,0
10	Via dello Sport	203,5
171/172	Via Manzoni / S.P. n. 162	
--	Via Pastrengo (nuovo campo pozzi)	--



BACINO: Olona (Lura) Campo sportivo 1		POZZO n°1
CORNAREDO	C.A.P.	
0.00	terreno di coltura	Lat. N=45°29'45"
3.50	ghiaietto con sabbia	Long. O=3°26'2"
6.00	ghiaia con sabbia	qt.m= 142,840
9.00	sabbia grossa con ghiaietto	qc.m= 142,500
13.00	ghiaia, ciottoli, poca sabbia	data= 7/1953
20.05	argilla rossa	
21.00	ghiaia e sabbia grossa	
34.00	sabbia	Fenestrati:
48.70	ghiaia con sabbia	30.70/42.70
51.70	ghiaia grossa con sabbia	48.70/62.70
60.00	sabbia	
64.21	argilla	
66.20		
		ls.= 2.40
		ld.= 3.00
		l/sec= 13.60
		l/sec/m= 22.66
		Motomeccanica

CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA -





BACINO: Olona (Lura) Campo sportivo 2		POZZO n°2
CORNAREDO	C.A.P.	
0.00	terreno di riporto	Lat. N=45°29'44"
3.50	ghiaia e ghiaietto	Long. O=3°26'2"
6.00	ghiaia con sabbia	qt. m= 143
9.00	ghiaia, ghiaietto con sabbia	data= 9/1953
13.00	ghiaia con ciottoli	
32.40	ghiaietto, sabbia grossa	
34.00	sabbia	
46.40	ghiaietto con sabbia grossa	Fenestrati:
55.00	ghiaia grossa	31.70/37.70
57.50	argilla gialla	45.70/56.70
58.50	sabbia	
59.00	argilla sabbiosa	
61.70	sabbia fine argillosa	
63.50	argilla grigia	
67.70		
		ls.=2.13
		ld.=3.80
		l/sec=19.00
		l/sec/m= 11.37
		Motomeccanica

CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA -





BACINO: Olona (Lura)		S. Pietro all'Olmo	POZZO n°3
CORNAREDO		C.A.P.	
0.00		terreno vegetale	Lat.N=45°29'9" Long.O=3°26'23"
1.20		argilla compatta	
2.80		ghiaia e sabbia	
6.00		argilla gialla	qt.m= 141 data= 6/1962
6.40		sabbia mista, ghiaia	
9.00		ghiaia e sabbia	Fenestrati: 29.00/33.00 36.00/40.00 56.00/60.00 ls.=1.50 ld.=15.60 1/sec=70.00 1/sec/m= 4.96 Panelli
28.00		argilla gialla	
29.00		ghiaia e sabbia	
33.00		argilla gialla	
35.00		ghiaia e sabbia	
40.00		ghiaia e sabbia argillosa	
53.00		ghiaia e sabbia compatta	
56.00		ghiaia grossa	
60.00		ghiaia e sabbia argillosa	
70.00		ghiaia e sabbia argillosa	

CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA -





CONSORZIO PER L'ACQUA POTABILE AI COMUNI DELLA PROVINCIA DI MILANO

RIPARTIZIONE GEOLOGIA

Acquedotto di CORNAREDO-BAREGGIO

Comune di Cornaredo - Via dello sport

POZZO n°4

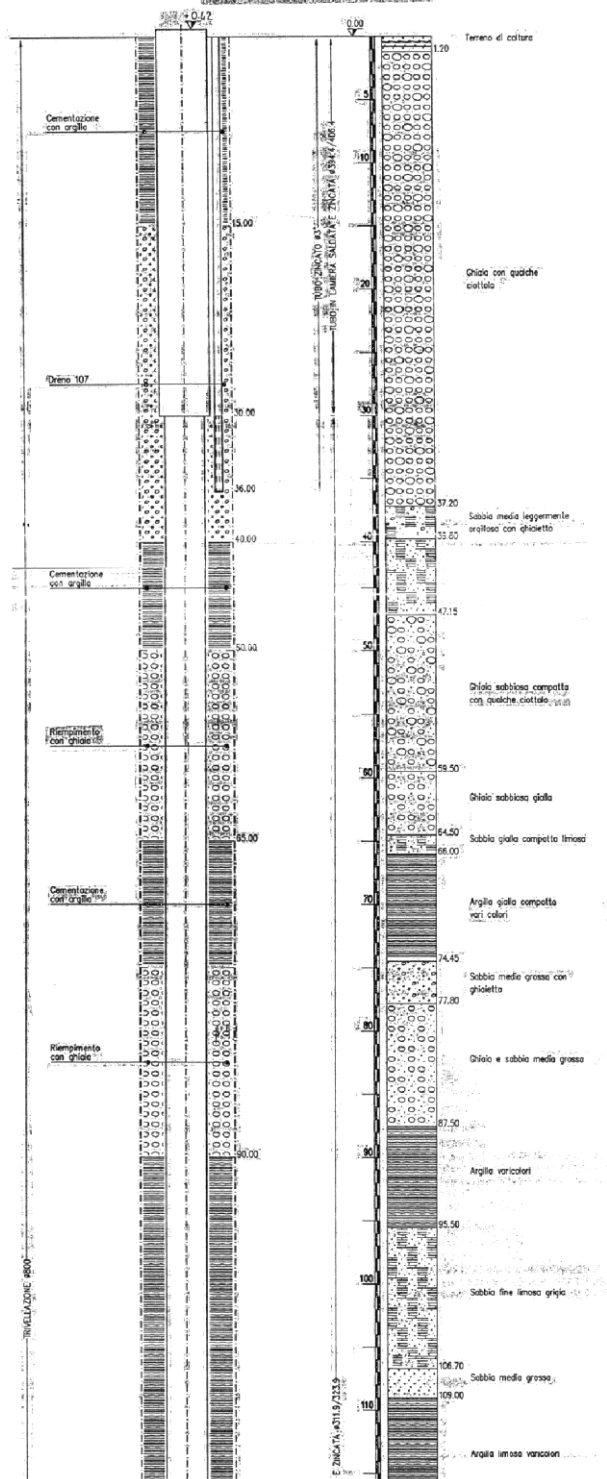
POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

Pozzo n. 4

Data 24.11.1994

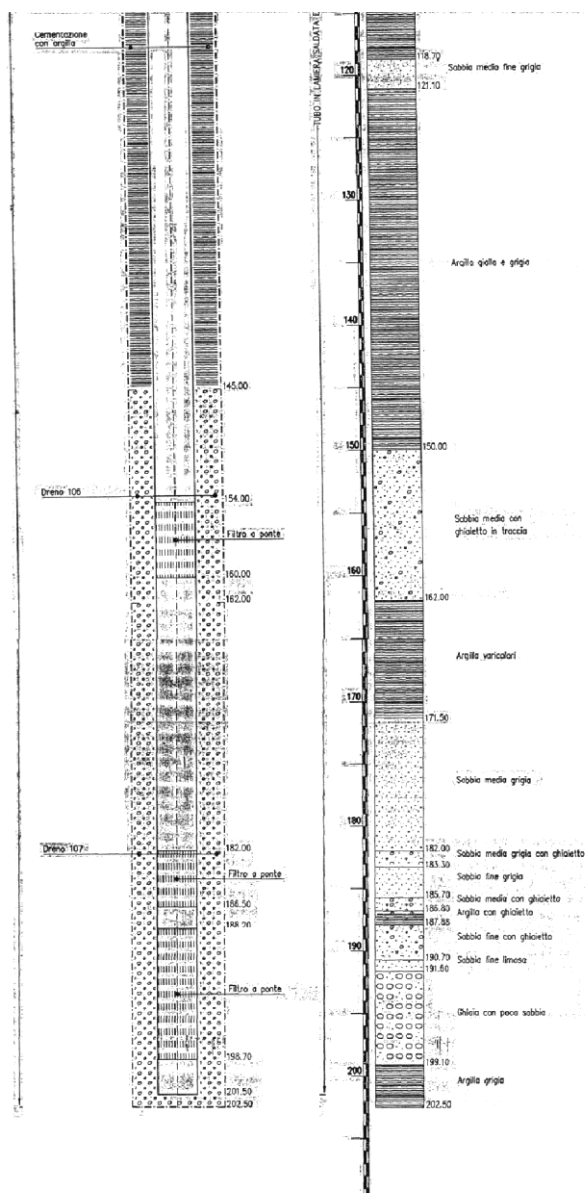
Impresa COSTA

Profondità m	24/11/94	24/11/94	24/11/94
Uscita acqua m	9.25	9.25	9.25
Portata l/s	55.95	64.22	81.32
Uscita acqua m	23.00	23.00	27.35





POZZO n°4





BACINO: Olona (Lura)		Strada Provinciale 130	POZZO n°5
CORNAREDO		C.A.P.	
0.00	terreno vegetale		Lat.N=45°29'57" Long.O=3°25'58" qt.m= 145 data= 10/9/58
0.50	sabbia e ghiaia		
26.50	argilla gialla		Fenestrati: 47.68/63.18 70.43/84.17
28.30	sabbia e ghiaia		
36.10	sabbia gialla		ls.=5.27 ld.=15.07 l/sec= 90.00 l/sec/m= 9.18
46.60	sabbia fine con ghiaia grossa		
58.00	sabbia e ghiaietto		Irsiam
63.80	argilla gialla		
65.00	sabbia gialla argillosa		
68.70	sabbia gialla e ghiaietto		
79.00	sabbia grigia e ghiaietto		
85.00	conglomerato		
86.00			

CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA -



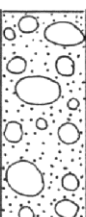
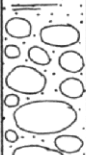


CORNAREDO	C.A.P.	POZZO n°6
Bacino Olona	S.P.n.130 S.Pietro all'Olmo - Rho	
0.00	terreno di coltura	Lat.N.: Lon.O.: qtm.: Data:sett.'82
1.00	gh. e sab. con qualche ciottolo	
5.50	ghiaia, ghiaietto e poca sabbia	
21.50	argilla gialla	Fenestrati: 32.88/35.94 51.00/60.13 83.50/85.00
22.50	ghiaia e sabbia	
27.50	argilla gialla	
29.50	gh. con poca sabbia fine	
36.00	sabbia fine gialla	L.s.=4.55 L.d.=12.34 1/sec.=50.43 1/sec/m=6.47
48.00	ghiaia e ciottoli con poca sabbia fine	
61.00	sab.fine leg.arg.con gh.ech.to	
63.50	arg.gialla sab.sa con el.di ch.	
65.00	sab. medio grossa con lenticelle d'argilla gialla	FALCIOLA
70.00	ghiaia e sabbia fine leggermente argillosa	
76.00	argilla e sabbia medio grossa con poco ghiaietto	
83.50	gh.con poca sab. medio grossa	
85.00	gh.to e sab.con argilla	
88.00	argilla gialla	
97.50		
99.50	sabbia medio fine	

CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA - R.R.





CAP	BAREGGIO - CORNAREDO		POZZO n°7
	VIA REPUBBLICA		
3.00		Sabbia argillosa rossiccia con ghiaia e ciottoli	
21.50		Sabbia grossa con ciottoli e ghiaia	
22.50		Argilla compatta giallastra	
27.50		Sabbia grossa con ghiaia e ciottoli	
28.50		Argilla limosa	
36.00		Ghiaia e ciottoli con sabbia	
47.00		Sabbia fine leggermente argillosa color giallastro	
59.00		ciottoli, ciottoli grossi con ghiaia e poca sabbia	
64.00		sabbia grossa con ghiaia color bruno giallastro	
65.00		Argilla compatta	
71.00		Ghiaia e sabbia grossa con qualc.ciot.	
73.00		Argilla giallastra	
77.00		Sabbia grossa prev. con ghiaia e ciot.	
95.00		Argilla compatta varicolori (giallo, grigio verde)	
102.50		Sabbia fine prevalente color grigio	
104.00		Argilla limoso-sab.color grigio-verdina	
116.00		Sabbia medio-fine color grigio	
118.50		Argilla compatta grigio- verdina	
123.50		Sabbia grossa prevalente grigia	
125.00		Argilla verde azzurra	

%.

CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA -

/..





CAP	BAREGGIO - CORNAREDO	POZZO n°7
	VIA REPUBBLICA	
131.00	Argilla limosa colr bruno-giallastro	FENESTRATI
135.00	Argilla grigio-verdastra sc.con.torba	
140.00	Sabbia argillosa grigio giallastra	153.92/157.94
142.00	Argilla brunogiallastra	
146.00	Sabbia media prevalente grigia	175.94/192.01
152.00	Argilla grigio verdina	
159.00	Sabbia media prev. grigia	l.s. = 12,54 l.d. = 20,44 Q/ = 59;11
174.00	Argilla grigio - azzurra	
185.00	Sabbia media prevalente grigia	IMPRESA NEGRETTI
193.00	Sabbia ghiaia e ciottoli	
214.00	Argilla varicolori con torba	MARZO 1992

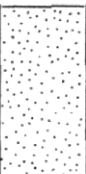
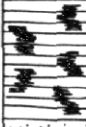
CONSORZIO ACQUA POTABILE - GEOLOGIA -





CAP	CORNAREDO	
	VIA GHISOLFA	POZZO n°8/9
1.00	Coltivo leggermente argilloso con elementi di ghiaietto	FENESTRATI:
4.00	Ghiaietto e ciottoli grossi	
6.00	in matrice siltosa	
	Sabbia fine, ghiaia e qualche ciottolo	POZZO N° 8:
		68.54/76.55
	Ghiaia med.grigia e qualche ciottolo con poca sabbia legg. argillosa	POZZO N° 9:
28.00		179.90 / 193.98
	Sabbia grossa ghiaietto e ciottoli	POZZO N° 8:
36.00		L.S. = 12.20
39.00	Sabbia fine silt-argilloso con ghiaia e qualche ciottolo	L.D. = 16.05
		Q. = 17.53
46.00	Ghiaia grossa e ciottoli grossi in sabbia argillosa	
52.00	Ciottoli grossi con ghiaia in matrice sabbioso-siltosa	POZZO N° 9:
	Ghiaia medio grossa con sabbia argillosa	L.S. = 12.20
58.00		L.D. = 22.50
61.00	Sabbia grossa e ghiaia medio fine	Q. = 50.30
67.00	Argilla giallastra	
	Ghiaia media e qualche ciottolo	
77.00	Argilla grigia	
	Arenaria	
86.00		
87.00		
89.00	Sabbia media	
90.50	Argilla bruna legg.siltosa legg.comp.	
95.00	Sabbia media argillosa	
98.00	Argilla secca con torba	IMP. NEGRETTI
102.00	Argilla azzurra limosa	
113.00	Argilla marrone	
125.00	Argilla azzurra con tracce di lignite	FEBBRAIO 1994
		%



CAP	CORNAREDO	POZZO n°8/9
	VIA GHISOLFA	
139.00	 Sabbia media	
147.00	 Argilla sabbiosa	
153.00	 Argilla grigia con tracce di torba	
157.00	 Sabbia fine argillosa	
	 Argilla limosa grigio azzurra	
167.00	 Sabbia medio fine	
168.00		
173.00	 Argilla azzurra	
	 Argilla gialla sabbiosa	
179.00	 Sabbia media con tracce di ghiaietto e qualche ciottolo	
189.00		
194.50	 Sabbia con ghiaia e qualche ciottolo	
200.00	 Argilla gialla limosa compatta	
	 Argilla limosa cenere e lignite	
210.00		
216.50	 Sabbia media	
217.00	 Argilla scura e torba	

CONSORZIO PER L'ACQUA POTABILE AI COMUNI DELLA PROVINCIA DI MILANO
RIPARTIZIONE GEOLOGIAAcquedotto di CORNAREDO-BAREGGIO
Comune di Cornaredo-Via dello sport

POZZO n°10

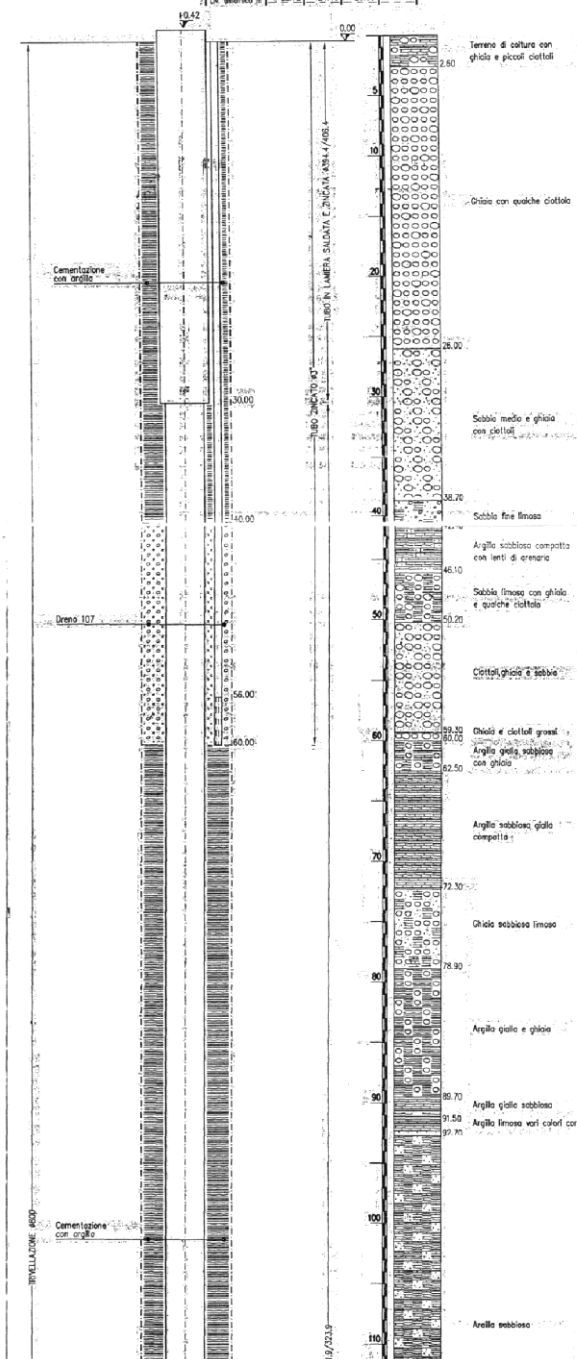
POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

Pozzo n. 10

Data 1.12.1994

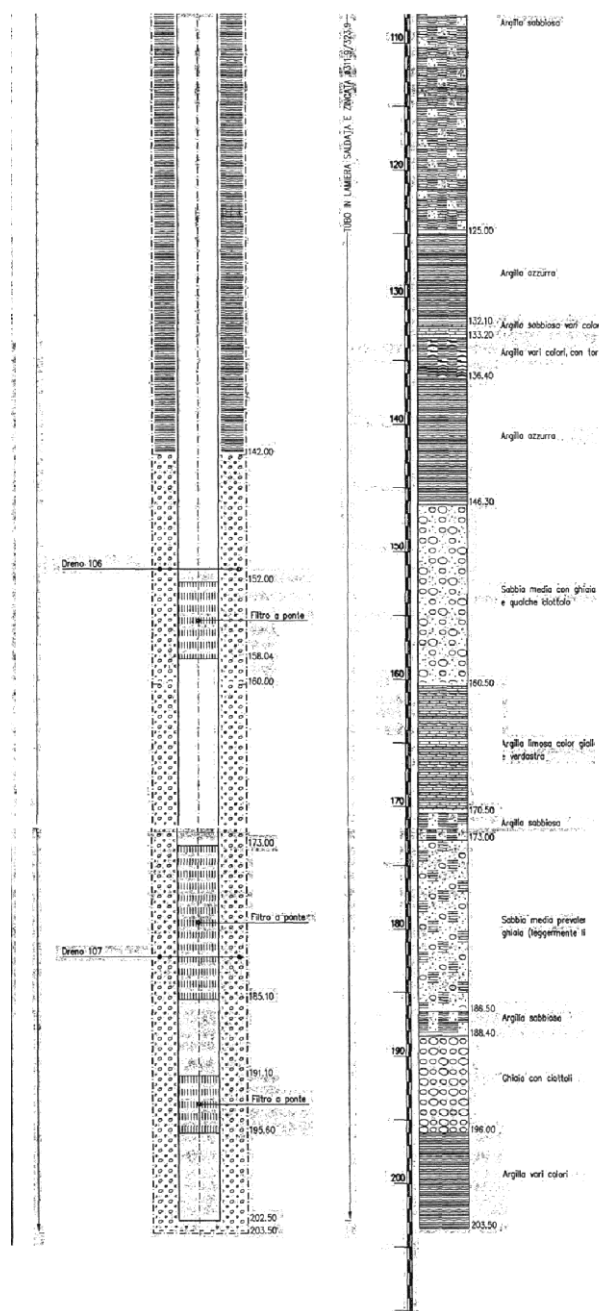
Impresa COSTA

Data	1/12/94	1/12/94	1/12/94
Uq. statica m	10.00	10.00	10.00
Portata l/s	23.93	27.56	31.13
Uq. dinamica m	22.72	24.45	28.00





POZZO n°10





6 ASSETTO IDROGRAFICO E IDRAULICO

6.1 Idrografia

Benché l'andamento delle quote del suolo non evidenzii apparentemente alcun abbassamento morfologico, il territorio comunale è attraversato da un'asse, orientato parallelamente all'abitato di Cornaredo, verso cui tendenzialmente convergono le acque di superficie. Tale linea ideale demarca, nel contempo, la zona dove si concentra la maggior parte dei fontanili, ad ovest e sud-ovest dell'abitato, dalla restante pianura irrigua.

Per quanto concerne la loro origine, le acque superficiali che attraversano il territorio comunale possono essere suddivise nei seguenti gruppi:

- acque direttamente derivate dall'Olona;
- acque derivanti dal canale Villoresi;
- acque di risorgiva (fontanili).

Acque derivate dall'Olona

Attraversano solo marginalmente il territorio comunale ma rivestono una certa importanza andando ad irrigare l'area più interessante ed a maggior potenzialità agricola, posta a nord-est dell'abitato di Cornaredo.

La derivazione dall'Olona si ha nei pressi dell'abitato di Vighignolo, dal quale il canale primario scende verso Cornaredo in direzione sud sud-est.

Passata l'autostrada il canale segna per un breve tratto il confine nord orientale del Comune, per poi suddividersi in più rogge adacquatrici che irrigano tutti i terreni a nord della strada comunale della Ghisolfa, da cui il grosso delle acque residue viene convogliato nel cavo dell'ex Fontanile Oscuro.

Acque del Villoresi

Il Villoresi coi suoi derivatori, rappresenta la fonte storicamente ed attualmente più importante di acque per l'agricoltura. Il territorio comunale di Cornaredo viene lambito da due derivatori primari del canale, il Villoresi secondario di Bareggio, ad ovest, ed il Villoresi secondario Valle Olona-Settimo a est.

I due relativi comprensori irrigui comprendono la totalità delle superfici agricole comunali, intersecandosi lungo una linea che dalla Cascina Croce, a nord-ovest, passa ad est di S. Pietro all'Olmo per poi seguire i principali fontanili a sud del Canale scolmatore.

Le canalizzazioni secondarie di distribuzione appaiono, in alcune aree interrotte, deviate o, quantomeno, in cattivo stato di conservazione, tanto da preludere ad un venir meno delle possibilità di irrigazione.



Gli elementi di maggior disturbo sono da ricercarsi nell'abbastanza recente costruzione del canale scolmatore, non ovunque accompagnata da un adeguato ripristino della rete di canalizzazioni secondarie, ma, soprattutto, alle espansioni dell'edificato e a locali fenomeni di semi abbandono colturale. Il venir meno, anche su aree circoscritte, delle necessarie opere di manutenzione si ripercuote così con effetti negativi anche su ampie aree agricole. Tutto questo appare particolarmente grave in un territorio che ha nell'abbondanza delle acque per irrigazione la maggior ricchezza a disposizione del proprio settore agricolo.

Acque di risorgiva, i fontanili

I fontanili rappresentano uno degli elementi di maggior pregio ed interesse del territorio comunale.

Il loro valore può essere considerato da molteplici punti di vista: in primo luogo per la loro importanza ecologica come fonti di acque di elevata qualità e come elemento di variabilità e di seminaturalità dell'interno di un territorio altrimenti altamente monotono ed antropizzata (vedi capitolo sugli elementi di rilevanza ambientale); in secondo luogo per il suo significato di segno storico di primaria importanza, sia nel caratterizzare il paesaggio agrario di quest'area che nel testimoniare il tradizionale utilizzo agricolo di questi suoli e delle risorse idriche sotterranee.

Questi elementi assumono ancora maggior significato in un'area, come quella in questione, che segna il limite settentrionale dei fontanili, le cui acque erano qui ricercate e raggiunte ad una notevole profondità rispetto al piano di campagna.

Dei fontanili che interessavano il territorio di Cornaredo, e i cui cavi sono tuttora ben visibili almeno in buona parte del loro percorso, soltanto una decina sono attualmente almeno parzialmente attivi e, di questi, soltanto 5 in modo continuativo e minimamente consistente. La maggior concentrazione si registrava a sud della Strada Padana Superiore o immediatamente sopra di essa. Gli altri traevano origine nella parte nord orientale del comune o un po' oltre i suoi confini settentrionali.

La zona più ricca in cui i fontanili hanno mantenuto fino a pochissimi anni fa il loro ruolo attivo nell'ambito della produzione agricola, ha subito un trauma rilevante dalla costruzione del cavale scolmatore. Questa recente infrastruttura di poderose dimensioni taglia di netto la zona delle risorgive andando ad alterare il delicato equilibrio idrogeologico che ne stava alla base. Tale effetto, previsto al punto da far contemplare un risarcimento in acque dei Villaresi agli agricoltori a sud dello scolmatore privati della maggior parte degli apporti di risorgiva, ha risparmiato soltanto (e non completamente) alcuni dei fontanili più meridionali.

6.1.1 Reticolo Idrografico Minore

Il Comune di Cornaredo dispone dello studio del Reticolo Idrico Minore, approvato da Regione Lombardia nel novembre 2016, congiuntamente al Documento di Polizia Idraulica. In Fig. 15 è riportato un estratto della cartografia del RIM aggiornata al 2018 a seguito di richiesta del Consorzio di Bonifica est-Ticino Villoresi.

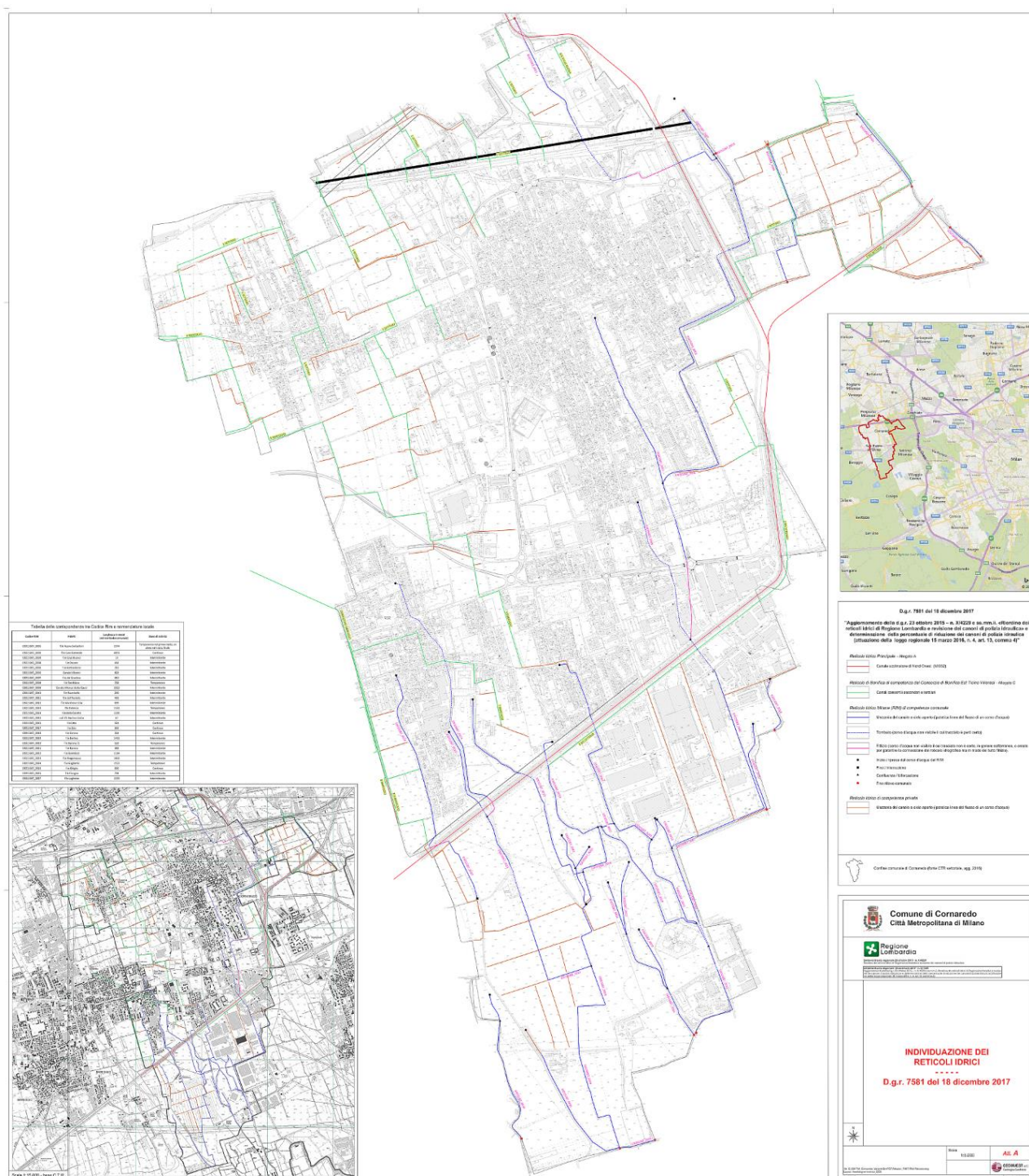


Fig. 15. Estratto fuori scala della carta dello Studio del RIM.



Si rimanda a tale documento per tutto quanto attiene la definizione e il riconoscimento del reticolo idrico a livello comunale nonché per la definizione delle aree bagnate dei corsi d'acqua, argini e fasce di rispetto.

6.2 Elementi idraulici

Dal punto di vista idraulico, il territorio comunale di Cornaredo è interessato dalla presenza dell'importante Canale Scolmatore Nord-Ovest, oltre che da una fitta rete di canali afferenti al RIM, quasi del tutto derivante da emergenze di acqua sotterranea.

Nella Tav. 3 (Assetto Idrografico-Idraulico, Fig. 16) sono stati rappresentati i tratti di reticolo e gli elementi che possono risultare a più alto rischio idraulico:

- tratti del RIM tombati, a percorso certo e non certo;
- opere di attraversamento potenzialmente interferenti con il Canale Scolmatore (ponti, attraversamenti aerei di altri canali/corsi d'acqua, opere di regimazione di Vighignolo);

oltre ad alcuni altri tematismi quali la stazione di misura idrometrica di Vighignolo e la rete fognaria.

6.3 Attuazione PGRA

In funzione della recente d.g.r. del 19/06/2017 n. X/6738, inerente le *“Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'Art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetti Idrogeologico (PAI) del Bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po”*, le amministrazioni e gli enti pubblici *“devono prendere atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate - relative alle caratteristiche dell'alluvione potenziale - e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle Norme di Attuazione del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta dal nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché dalle presenti disposizioni e ne tengono conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami”*.

Le disposizioni di cui sopra dettano indirizzi e limitazioni d'uso del suolo, e comportano la necessità, per i Comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA, di procedere obbligatoriamente ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico (PGT) e il PGRA e, ove necessario, di procedere con l'adeguamento del PGT. Parimenti è necessario procedere con una verifica di coerenza tra il Piano di Emergenza Comunale (PEC) vigente e il PGRA e, ove necessario, procedere con l'aggiornamento del PEC.





Ai fini dell'applicazione delle presenti disposizioni si è reso necessario individuare, attraverso la sovrapposizione tra il nuovo quadro conoscitivo derivante dal PGRA e quello proprio dello strumento urbanistico comunale vigente:

- 1) le aree allagabili del territorio per le quali vigono e sono confermate norme, disposizioni, indirizzi, direttive che ne regolamentano l'uso e garantiscono adeguatamente la tutela di persone e beni in relazione a possibili fenomeni alluvionali;
- 2) le aree allagabili di nuova introduzione o oggetto di modifica, per le quali valgono le presenti disposizioni.

Nell'Allegato 2 della norma, per ciascun Comune lombardo, è riportata l'indicazione della presenza o meno di porzioni di territorio ricadenti entro le fasce fluviali del PAI vigenti e/o entro le nuove aree allagabili, in riferimento ai seguenti ambiti territoriali:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree costiere lacuali (ACL)

In Fig. 17 e Fig. 18 è mostrata la situazione del Comune di Cornaredo, in relazione a Pericolosità e Rischio, come presenti sul Geoportale Regionale.

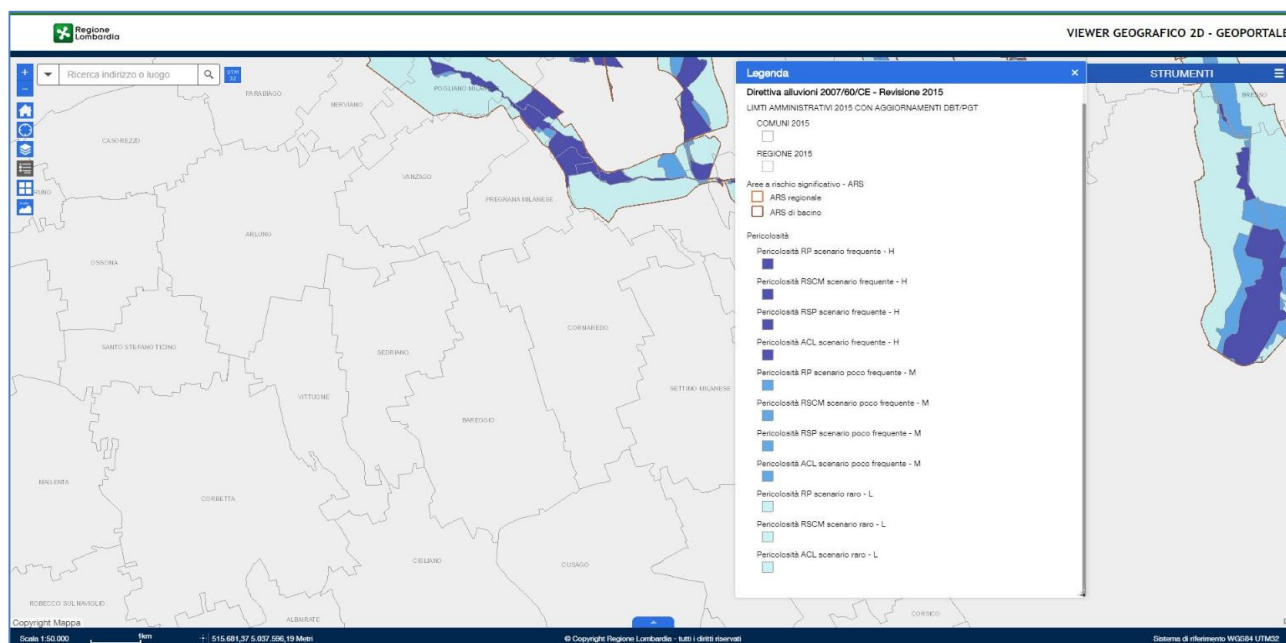


Fig. 17. Estratto del Geoportale di Regione Lombardia - Tema Pericolosità PGRA.

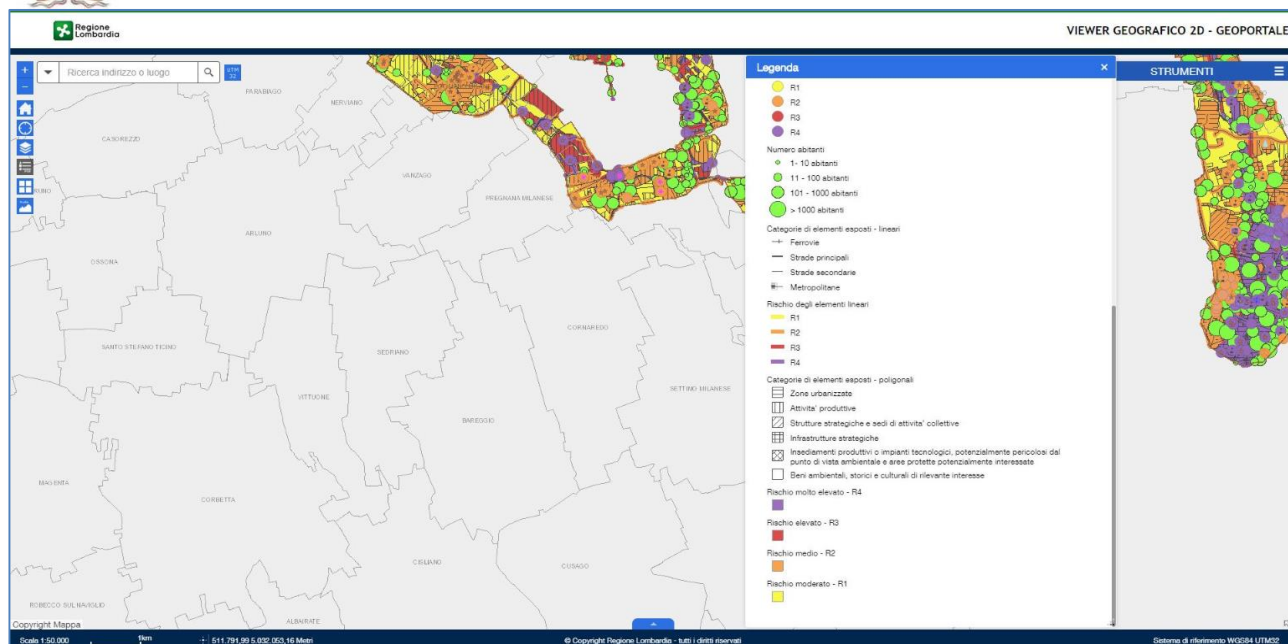


Fig. 18. Estratto del Geoportale di Regione Lombardia - Tema Rischio PGRA.

Dall'osservazione degli estratti si verifica che il Comune di Cornaredo è interessato solo marginalmente dal PGRA, per una ristretta area nel settore nord al confine con il Comune di Rho, oltre il Canale Scolmatore (Fig. 19).

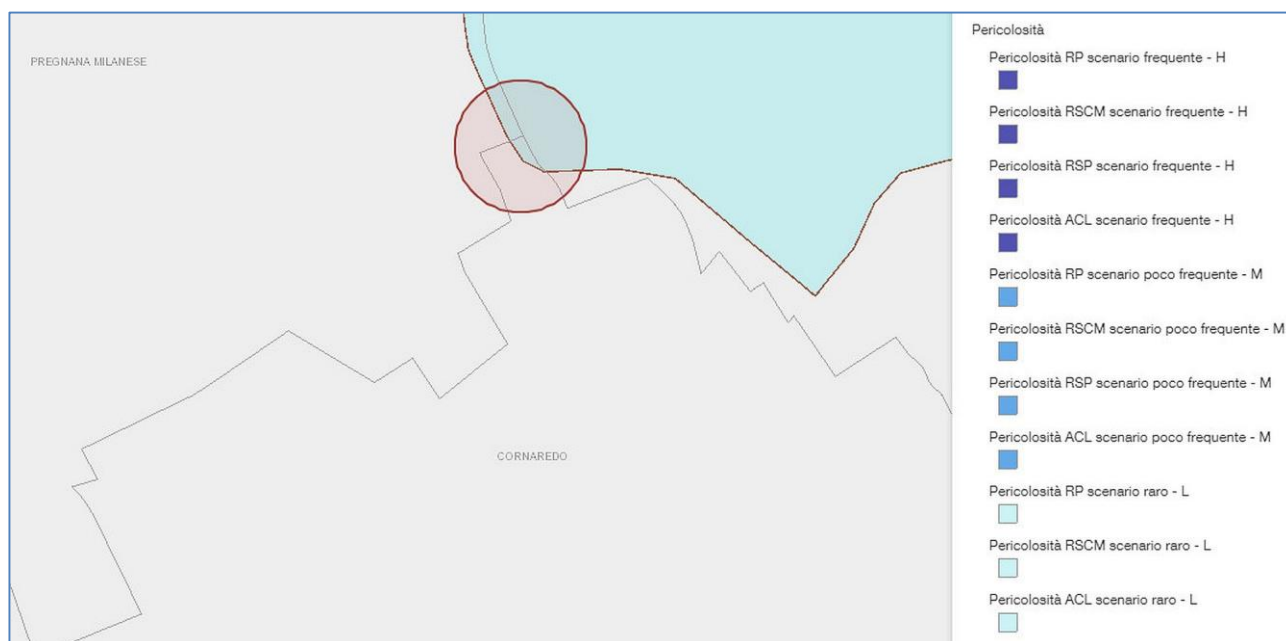


Fig. 19. Dettaglio dell'area comunale di Cornaredo interessata dal PGRA.



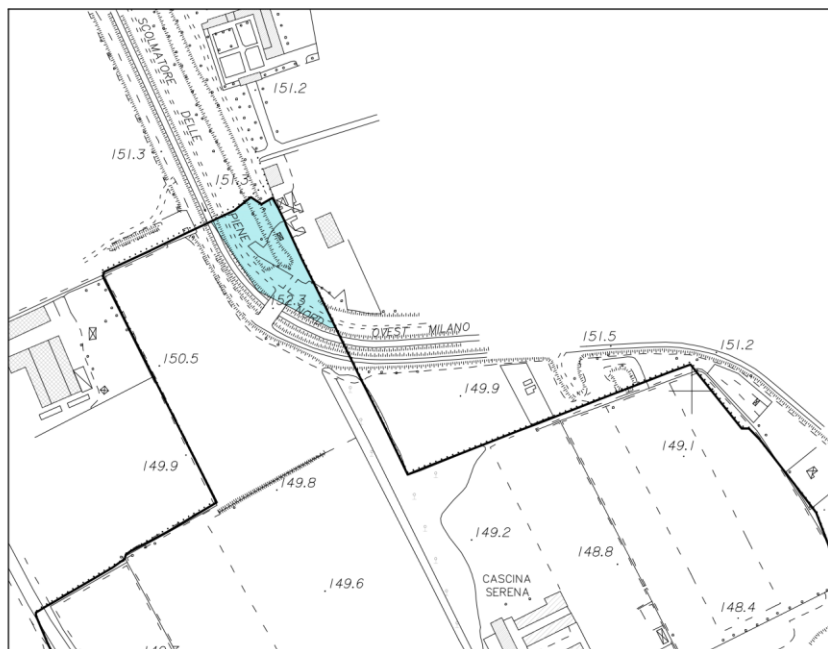
COMUNE	PROVINCIA	CODICE ISTAT	AMBITO RP		AMBITO RSCM			AREE ALLAGABILI CORRISPONDENTI ALLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DI TIPO IDRAULICO GIÀ PRESENTI NEL PAI (NORME TITOLO IV)	AMBITO RSP			AMBITO ACL		
			COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP	COMUNI CON FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSCM	COMUNI TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001	AMBITO RSCM AREE ALLAGABILI DERIVANTI DA STUDI DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO, EVENTI ALLUVIONALI RECENTI O SEGNALATE DA COMUNI (PARAGRAFO 3.2 DELLE DISPOSIZIONI)		COMUNI APPARTENENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001)	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSP	AREE ALLAGABILI TRATTE DAI PGT DEI COMUNI (S - CARA DI SINTESI, P - CARTA PAI)	SEGNALAZIONI DI AREE ALLAGABILI DA CONSORZI DI BONIFICA	AREE ALLAGABILI DA STUDI SOVRACOMUNALI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO ACL
CORNAREDO	MI	15087	X						X					

Fig. 20. Estratto dell'All. 2.

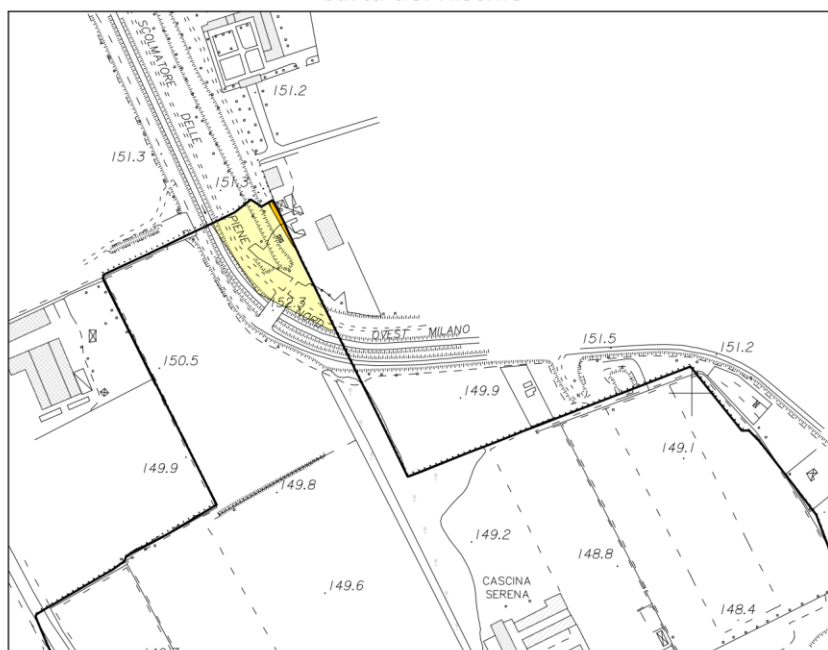
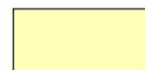
In Fig. 20 è possibile osservare che secondo la vigente versione del PGRA il Comune di Cornaredo è interessato da aree allagabili in ambito RP, scenario raro – L (e rischio R1/R2).

In funzione dell'All. A della d.g.r. del 19/06/2017 n. X/6738, per le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l'ambito territoriale **RP**, scenario raro **L** (Fiume Olona), si applicano le disposizioni previste per la fascia C di cui all'art. 31 delle N.d.A. del PAI.

Tutto ciò osservato, come richiesto al paragrafo 5 dell'All. A e in accordo alle indicazioni dell'Allegato 5 della Deliberazione, specificatamente per la sola area interessata dal PGRA si è predisposta la nuova **Carta PAI-PGRA** (Fig. 21) e i relativi shp opportunamente codificati.

**CARTA PAI - PGRA - scala 1:5.000****Carta della Pericolosità****Ambito RP, scenario P1/L**

Applicazione delle disposizioni previste per la fascia C di cui all'art. 31 delle N.d.A. del PAI

Carta del Rischio**Ambito RP**

Rischio moderato (R1)



Rischio medio (R2)



Fig. 21. Carta PAI-PGRA (ai sensi del par. 5, All. A della d.g.r. del 16 giugno 2017, n. 6738).



7 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

7.1 La normativa sismica

7.1.1 Evoluzione normativa, pre 2003

L'individuazione delle zone sismiche, in Italia, è avvenuta agli inizi del '900 attraverso lo strumento del Regio Decreto, emanato a seguito dei terremoti distruttivi di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908.

Dal 1927 le località colpite sono state distinte in due categorie, in relazione al loro grado di sismicità ed alla loro costituzione geologica. Pertanto, la mappa sismica in Italia non era altro che la mappa dei territori colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908, mentre tutti i territori colpiti prima di tale data - la maggior parte delle zone sismiche d'Italia - non erano classificati come sismici e, conseguentemente, non vi era alcun obbligo di costruire nel rispetto della normativa antisismica. La lista originariamente consisteva, quindi, nei comuni della Sicilia e della Calabria gravemente danneggiati dal terremoto del 1908, che veniva modificata dopo ogni evento sismico aggiungendovi semplicemente i nuovi comuni danneggiati.

La legislazione antisismica vigente è essenzialmente basata sull'apparato normativo costituito dalla **legge 2 febbraio 1974, n. 64**, recante *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*, che ha integralmente sostituito la legge 25 novembre 1962, n. 1684, nonché della legge 5 novembre del 1971, n. 1086, recante *"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica"*.

È quindi solamente nel 1974, attraverso la legge n. 64, è stato stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale, oltre che di redazione delle norme tecniche. Tale legge ha delegato il Ministro dei lavori pubblici:

- emanazione di norme tecniche per le costruzioni sia pubbliche che private, da effettuarsi con decreto ministeriale, di concerto con il Ministro per l'interno, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, e con la collaborazione del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR);
- aggiornamento della classificazione sismica attraverso appositi decreti ministeriali.

Si ricorda che il carattere distintivo di tale legge è stata la possibilità di aggiornare le norme sismiche ogniqualvolta fosse giustificato dall'evolversi delle conoscenze dei fenomeni sismici, mentre, per la classificazione sismica si è operato, come per il passato, attraverso l'inserimento di nuovi comuni colpiti dai nuovi terremoti.



Successivamente, gli studi di carattere sismologico effettuati all'indomani del terremoto del Friuli Venezia Giulia del 1976 e di quello in Irpinia del 1980, svolti all'interno del Progetto finalizzato "Geodinamica" del CNR, hanno portato ad un notevole aumento delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale ed hanno consentito la formulazione di una proposta di classificazione sismica presentata dal CNR al Governo, che è stata tradotta in una serie di **decreti del Ministero dei lavori pubblici approvati tra il 1980 ed il 1984**, che hanno costituito, pertanto, la classificazione sismica italiana fino all'emanazione dell'ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003. La proposta del CNR, per la prima volta in Italia, è stata basata su indagini di tipo probabilistico della sismicità italiana e la classificazione sismica ha preso in considerazione tre categorie sismiche.

Relativamente, invece, alle **norme tecniche**, già con il **DM del 3 marzo 1975**, sono state emanate le prime disposizioni successivamente integrate da una serie di successivi decreti, tra cui si ricordano il DM 12 febbraio 1982, a sua volta sostituito dal **DM 16 gennaio 1996**, come modificato dal DM 4 marzo 1996, che ha provveduto ad integrare il DM del 3 marzo 1975 con alcune indicazioni contenute in alcune circolari ministeriali.

Su tale impianto normativo si è inserito il nuovo processo di distribuzione delle competenze fra Stato, regioni ed enti locali, attuato con le cd "leggi Bassanini" del 15 marzo 1997, n. 59. Conseguentemente, la competenza per l'**individuazione delle zone sismiche**, la formazione e l'**aggiornamento** degli elenchi delle medesime zone che, fino al 1998 era attribuita al Ministro dei lavori pubblici, è stata trasferita, con il **decreto legislativo n. 112 del 1998** - art. 94, comma 2, lett. a) - **alle Regioni**, mentre spetta allo **Stato** quella di definire i relativi **criteri generali** per l'individuazione delle zone sismiche e le **norme tecniche per le costruzioni** nelle medesime zone - art. 93, comma 1, lett. g).

Si ricorda, ancora, che tale residua competenza statale è rimasta incardinata nel Ministero dei Lavori Pubblici fino all'approvazione del decreto legislativo n. 300 del 1999, che l'ha assegnata alla neo istituita Agenzia di protezione civile e nuovamente attribuita al Dipartimento della protezione civile con il decreto legge n. 343 del 2001, convertito con modificazioni dalla legge n. 401 del 2001 che ha soppresso l'Agenzia, peraltro mai entrata nella piena operatività.

Inoltre, in conseguenza del riordino normativo della materia edilizia, le disposizioni antisismiche previste dalla legge n. 64 del 1974 sono confluite, con alcune modifiche, nel **DPR 6 giugno 2001, n. 380**, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, il cui Capo IV reca "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", con disposizioni specifiche relative alle norme per le costruzioni in zone sismiche, alla relativa vigilanza, nonché alle modalità di repressione delle violazioni.



Il DPR n. 380, come modificato ed integrato dal decreto legislativo 27 dicembre 2002, n. 301, ha stabilito che tutte le costruzioni di rilievo per la pubblica incolumità, se realizzate in zone sismiche, devono essere conformi, oltre che alle disposizioni tecniche applicabili ad ogni tipo di costruzione edificata su tutto il territorio nazionale, anche a specifiche norme tecniche, la cui emanazione è affidata al Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'interno e sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, il CNR, nonché la Conferenza unificata (art. 83). Negli articoli successivi sono state poi dettati i criteri generali cui dovranno uniformarsi le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

7.1.2 La nuova normativa sismica a livello nazionale

Immediatamente dopo il terremoto del 31 ottobre 2002 che ha colpito i territori al confine fra il Molise e la Puglia, è emanata l'**Ordinanza del 20 marzo 2003, n. 3274 del Presidente del consiglio dei Ministri**, pubblicato sulla G.U. n. 105, S.O. n. 72 del 08/05/2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, al fine di fornire una risposta immediata alla necessità di aggiornamento della classificazione sismica e delle norme antisismiche.

Alla luce dell'ordinanza n. 3274 e, a differenza di quanto previsto dalla normativa precedente, **tutto il territorio nazionale è stato classificato come sismico e suddiviso in 4 zone**, caratterizzate da pericolosità sismica decrescente; tali zone sono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.

Zona 1	È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti
Zona 2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti
Zona 3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari
Zona 4	È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

A ciascuna zona è attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Le prime tre zone della nuova classificazione corrispondono, dal punto di vista degli adempimenti previsti dalla legge n. 64 del 1974, alle zone di sismicità alta, media e bassa, mentre per la zona 4, di nuova introduzione, viene data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. Il collegamento tra la classificazione e le norme tecniche risulta, pertanto, molto stretto.

Oltre ai criteri per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, con l'ordinanza sono state, infatti, approvate le seguenti norme tecniche (contenute



negli allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza, di cui fanno parte integrante) che riguardano, per la prima volta, la quasi totalità di tipologie di costruzioni: edifici, ponti ed opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

L'art. 2, comma 2, dell'ordinanza n. 3274 prevede l'applicazione delle norme tecniche previgenti per le seguenti opere:

- opere i cui lavori siano già iniziati;
- opere pubbliche già appaltate o i cui progetti siano stati già approvati alla data della presente ordinanza;
- opere di completamento degli interventi di ricostruzione in corso.

Viene altresì previsto, in tutti i restanti casi, la possibilità di continuare ad applicare le norme tecniche previgenti per non oltre 18 mesi, termine più volte prorogato da una serie di successive ordinanze, di cui l'ultima – la n. 3467 del 2005 – ne ha differito l'applicabilità al **23 ottobre 2005**, data di **entrata in vigore** della nuova disciplina antisismica introdotta dal **DM 14 settembre 2005**.

Con l'ordinanza n. 3274 lo Stato ha provveduto a fissare i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche, dando mandato alle **regioni**, in armonia con il dettato dell'art. 112 del decreto legislativo n. 112 del 1998, per l'**individuazione delle zone sismiche**.

Alle regioni, compete, quindi, la predisposizione dell'elenco dei comuni classificati rispettivamente in zona 1, 2, 3 e 4. Per procedere a tale identificazione le regioni potevano elaborare in proprio una mappa di pericolosità sismica regionale, oppure utilizzare quella fornita dallo Stato per tutto il territorio nazionale e allegata ai criteri per l'individuazione delle zone sismiche nella veste dell'elenco di tutti i comuni italiani con la loro classificazione sismica.

Con il **DM 14 settembre 2005** sono state quindi approvate le **Norme tecniche per le costruzioni**, allo scopo di riunire in un unico testo la disciplina tecnica relativa alla progettazione ed all'esecuzione delle costruzioni e di realizzarne nel contempo l'omogeneizzazione e la razionalizzazione.

Il testo, composto da un'introduzione e dodici capitoli, rappresenta una messa a punto completa della complessa normativa in materia di costruzioni, relativa alla progettazione strutturale degli edifici ed alle principali opere di ingegneria civile, accanto alle caratteristiche dei materiali e dei prodotti utilizzati, e consiste, inoltre, in un ampio aggiornamento del quadro legislativo nazionale in campo strutturale, basato sulle leggi fondamentali n. 1086 del 1971 e n. 64 del 1974.

Da ultimo occorre accennare che l'entrata in vigore del DM 14 settembre 2005 ha determinato la piena operatività della nuova classificazione sismica, comportando la necessità dell'applicazione dell'**art. 104 del**



T.U. in materia edilizia, n. 380 del 2001, relativo alle *“Costruzioni in corso in zone sismiche di nuova classificazione”*. In base a tale articolo, coloro che in una zona sismica di nuova classificazione avevano iniziato una costruzione prima dell'entrata in vigore del provvedimento di classificazione, erano tenuti a farne denuncia, entro quindici giorni dall'entrata in vigore del provvedimento stesso, al competente ufficio tecnico della regione.

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'opcm 3274/03, è stato adottato con l'**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519** del 28 aprile **2006** (Fig. 22) e ha previsto la suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido:

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità. Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione.

Dal 1 luglio 2009, con un anno di anticipo rispetto a quanto in previsione anche a causa del terremoto che ha colpito l'Abruzzo nell'Aprile 2009, entra in vigore il **decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14.01.2008**, anche conosciuto come NTC2008 (**Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008**); tali norme d'altronde erano completamente operative in quanto a Febbraio 2009 è stata pubblicata sulla gazzetta ufficiale la **Circolare del Ministero delle Infrastrutture n.617 del 2 febbraio 2009** recante le istruzioni per l'applicazione delle nuove norme. Tali norme, tuttora in vigore, hanno colmato le lacune presenti nel Testo Unico del 2005 e si sono non sono allineate con gli Eurocodice, ma anzi si pongono come tra le più avanzate a livello mondiale.


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All. 1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

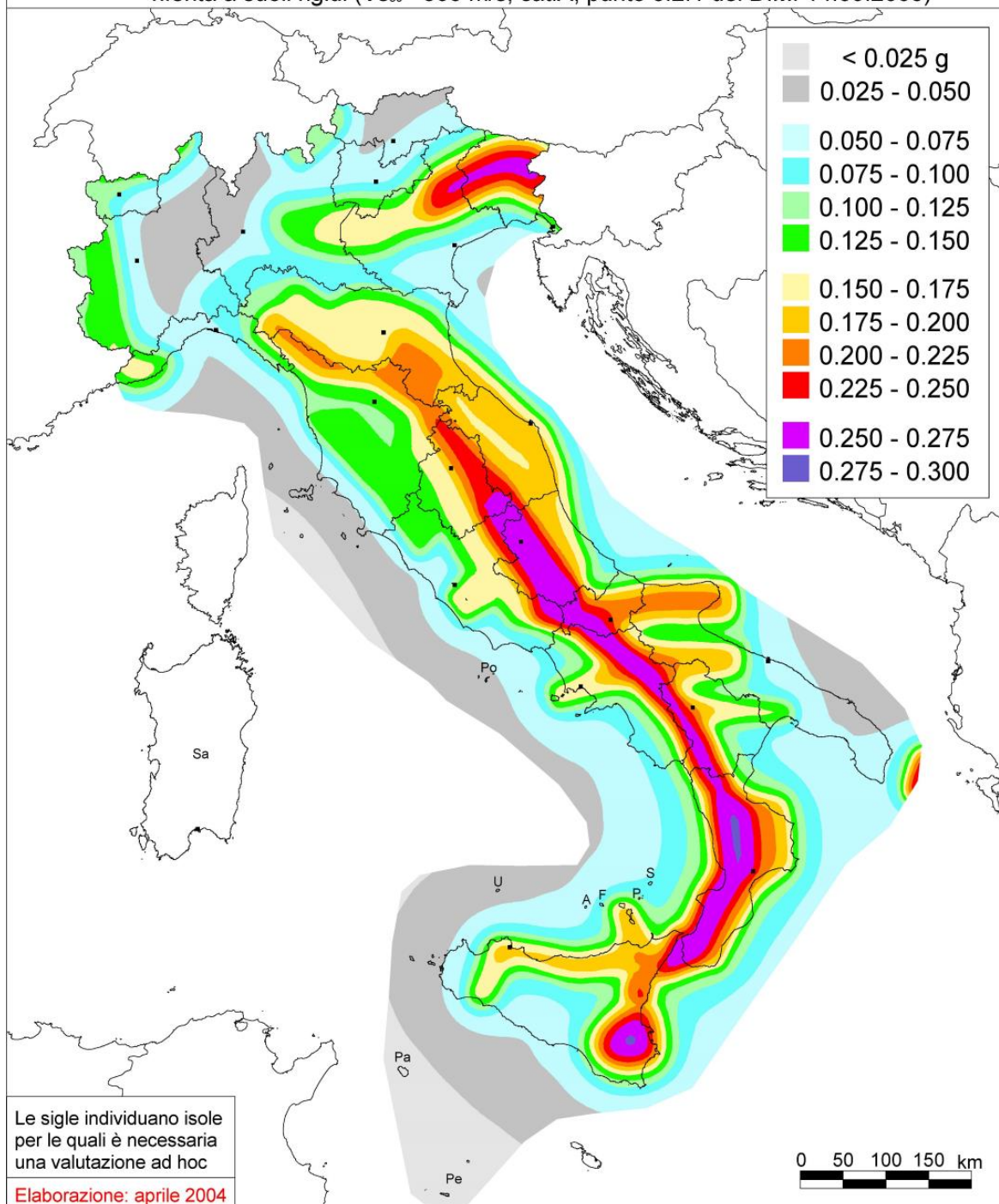
riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)


Fig. 22. Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (OPCM 3519/2006).



I dodici capitoli che le compongono, confermando la natura prestazionale delle norme già parzialmente anticipata nel T.U. del 2005, hanno comportato una sensibile variazione della filosofia delle verifiche ed hanno introdotto il concetto di pericolosità sismica locale: è stata abbandonata la concezione del territorio italiano diviso in zone sismiche ed è stata formulata una completa zonizzazione mediante adozione di un reticolo i cui vertici sono dotati di caratteristiche puntuali di pericolosità sismica.

Ricapitolando, le Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – dove precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si doveva invece riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Infine, il 20 febbraio 2018 in Gazzetta Ufficiale sono state pubblicate le nuove **Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)**, approvate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture il 17/01/2018. Le nuove norme, composte da un decreto (tre articoli e un allegato di 12 capitoli) e una circolare esplicativa, entrano in vigore il 22/03/2018.

Per ciò che riguarda in particolare la presente componente geologica, si segnala la riformulazione delle categorie di sottosuolo, che vede eliminate le classi S1 e S2 e meglio definite le altre classi, chiarendo che la priorità è quella dello studio della Risposta sismica locale e eliminando la possibilità di una classificazione diretta sulla base del valore del NSPT e della resistenza non drenata. È stata lasciata però al progettista la facoltà di determinare la velocità di propagazione delle onde di taglio nel terreno utilizzando correlazioni empiriche (a scelta del progettista e consolidate nella letteratura scientifica) con i risultati di prove in sito.

7.1.3 Normativa sismica a livello regionale

In relazione all'Ordinanza n. 3274/2003, Regione Lombardia ha emanato la d.g.r. 7 novembre 2003, n. 7/14964, che ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza. Successivamente, con **d.g.r. 11/07/2014 – n.10/2129**, la Regione Lombardia definisce una **nuova classificazione sismica**.

Mappa di classificazione sismica
dei comuni lombardi

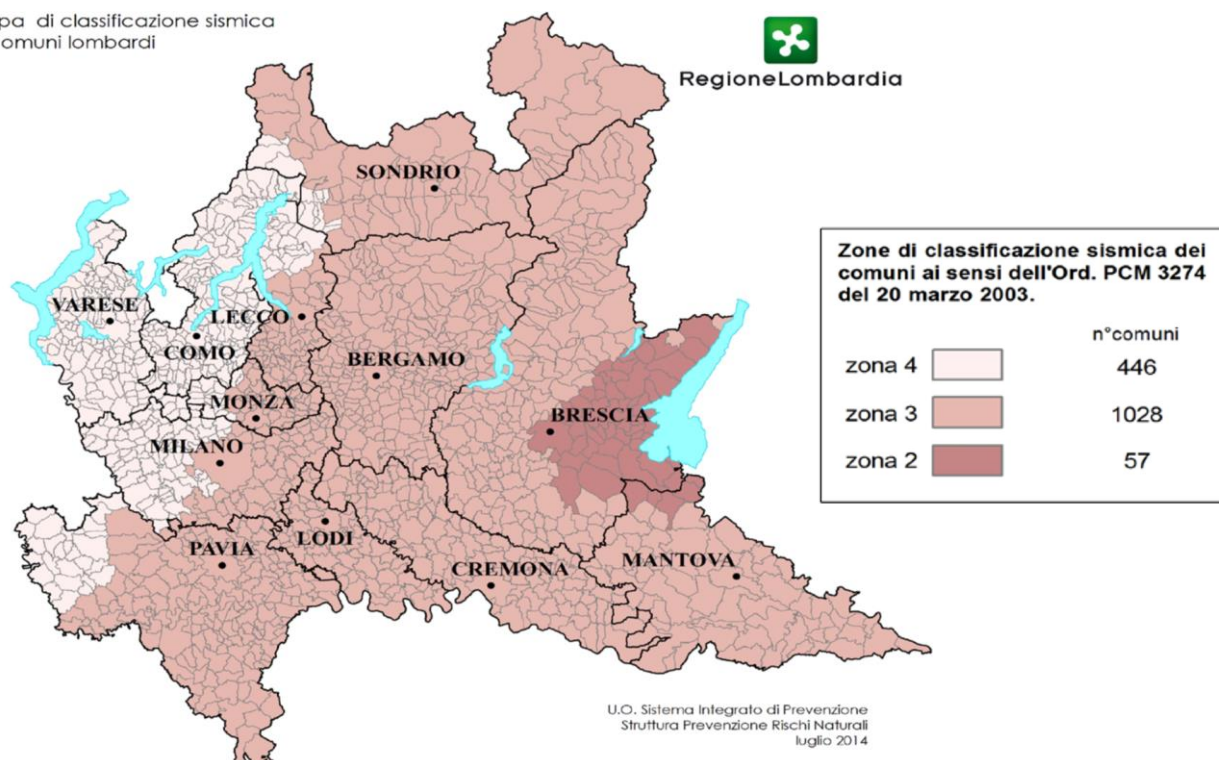


Fig. 23. Classificazione sismica dei comuni lombardi (d.g.r. 2129/2014).

A seguire, la d.g.r. 10/10/2014 – n.10/2489 – “Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 21 Luglio 2014, n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia” (l.r. 1/2000, art.3, comma 108, lettera d)” deliberò di:

- differire al 14 ottobre 2015 il termine dell'entrata in vigore della d.g.r. 21 luglio 2014, n.2129;
- disporre che nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni – pubbliche e private – siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.



Più recentemente la Giunta Regionale ha approvato la **d.g.r. n. X/5001 del 30 marzo 2016**, che indica le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica, ai sensi degli artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della **l.r. 33/2015**.

La nuova zonazione sismica e la l.r. 33/2015 sono entrambe efficaci dal 10 aprile 2016.

In particolare, la l.r. 33/2015 aggiorna la normativa sulle costruzioni in zona sismica adeguandola al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo Unico in materia Edilizia).

Le nuove norme si applicano ai lavori di cui all'art. 93, comma 1, del D.P.R. 380/2001 ("costruzioni, riparazioni e sopraelevazioni"), relativi a opere pubbliche o private localizzate nelle zone dichiarate sismiche, comprese le varianti influenti sulla struttura che introducano modifiche tali da rendere l'opera stessa, in tutto o in parte, strutturalmente diversa dall'originale o che siano in grado di incidere sul comportamento sismico complessivo della stessa.

Le novità immediate introdotte dalla l.r. 33/2015 e dalla d.g.r. 5001/2016 sono:

- trasferimento ai comuni delle competenze in materia di opere o costruzioni e vigilanza in zone sismiche, per le opere ricadenti sul loro territorio
- per i comuni in zona sismica 2 (alta sismicità): obbligo dell'autorizzazione preventiva all'avvio dei lavori
- per i comuni in zona 3 e 4 (sismicità bassa e molto bassa): obbligo del deposito della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività
- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

In termini di adeguamento della componente sismica del PGT occorre fare riferimento a:

- **d.g.r. 22 dicembre 2005 – n. 8/1566** (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)
- **d.g.r. 30 novembre 2011 – n.9/2616** (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)

La direttiva **d.g.r. 30 novembre 2011 – n.9/2616** era stata redatta in conformità al **D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”** da cui furono riprese le indicazioni relative all'azione sismica.

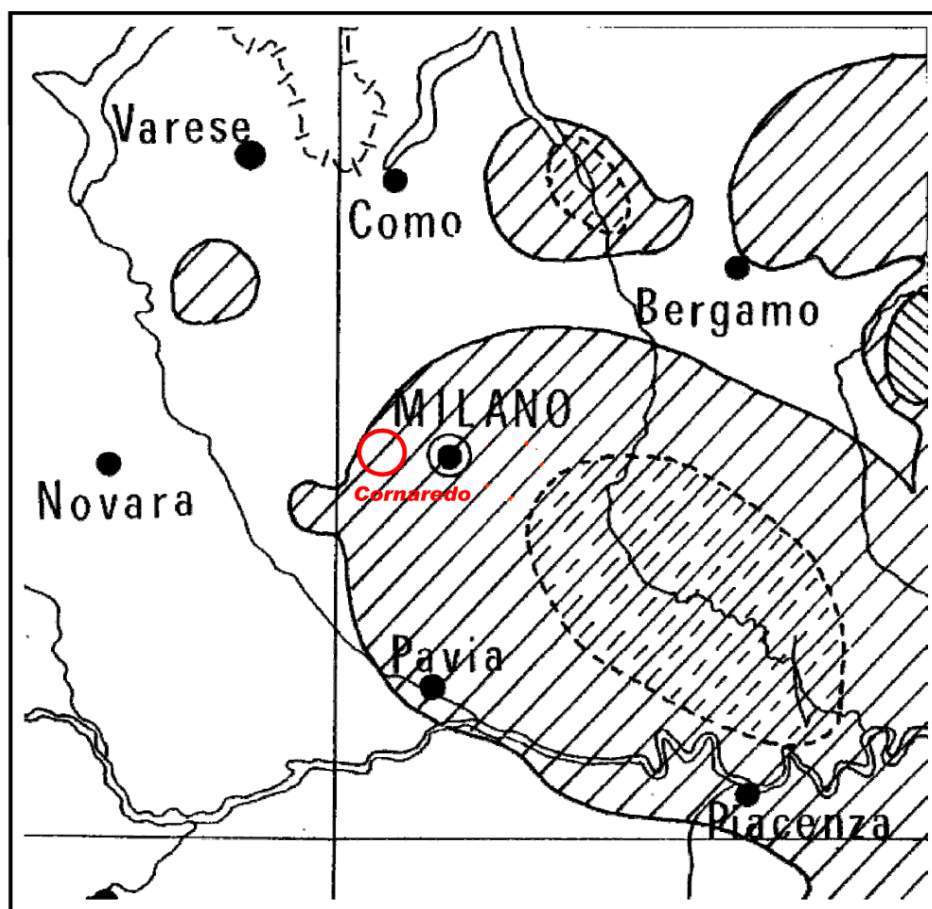
7.2 Attività sismica ed elementi neotettonici e strutturali, con cenni sulla sismicità del territorio

L'area comunale e quella provinciale nel suo complesso risultano caratterizzate da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del VI° della scala Mercalli, come riscontrabile dai seguenti riferimenti bibliografici:

- “*Carta sismica d'Italia per il periodo 1893 - 1965 con le aree di massima intensità*” alla scala 1:1.000.000 a cura di E. Iaccarino per il Comitato Nazionale Energia Nucleare - Gruppo Attività Minerarie; Boschi E., Favali P., Scalera G. & Smeriglio G. (1995) - Fig. 24;
- *Massima intensità macrosismica risentita in Italia*. Carta scala 1:1.500.000, Istituto Nazionale di Geofisica - Fig. 25;
- Carta degli Ipocentri (Gasperini et al.) - Fig. 26;
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 (INGV) - Fig. 27 e Fig. 28.

Altre analisi (es. Molin D., Stucchi M. & Valensise G., 1996 - *Carta delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Lombardia*. “Sicurezza - 96” - Milano Fiera, 26-30/11/96 – Fig. 29) includono il territorio comunale di Cornaredo tra le aree in cui l'intensità massima dei sismi non ha superato in passato il VI° della scala MCS, dove gli effetti massimi attesi consistono in forti scuotimenti e possibilità di danni occasionali di lieve entità.

I maggiori terremoti lombardi si sono sviluppati nella zona bresciana, mentre nell'area milanese gli eventi tellurici hanno sviluppato una magnitudo poco rilevante ed hanno risentito indirettamente dell'attività sismica dei comparti sismogenetici confinanti (aree appenniniche e zona bresciana in particolare).



LEGENDA



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° grado della Scala Mercalli.

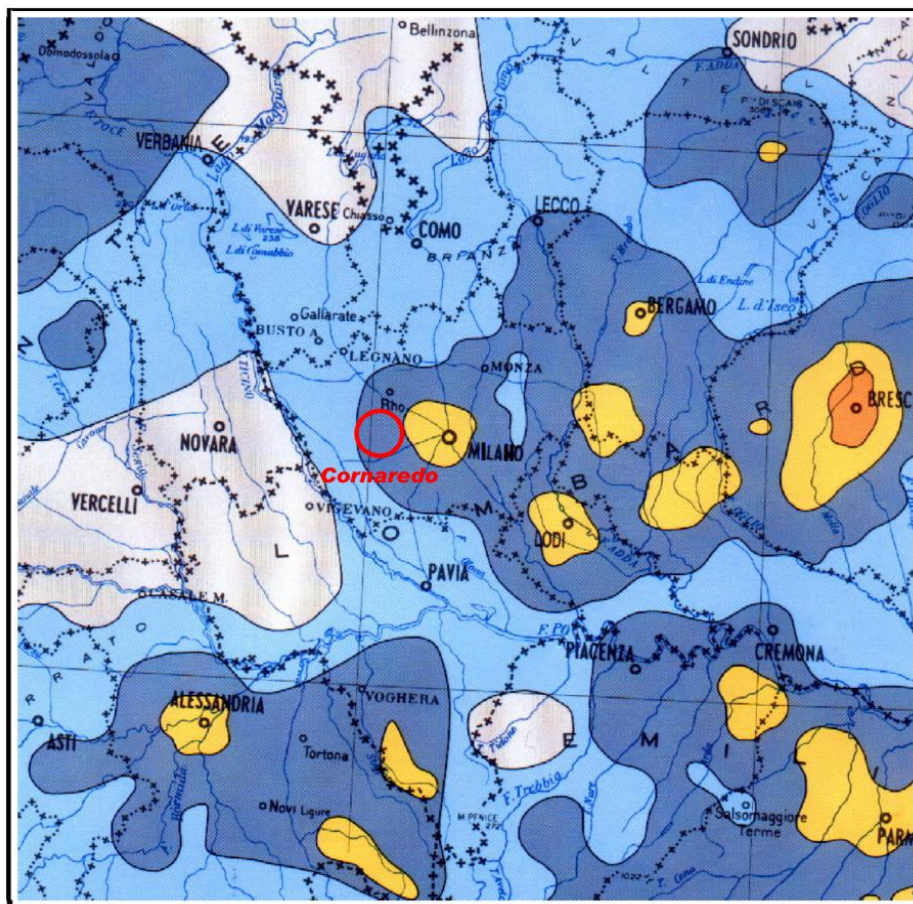


Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° - VII° grado della Scala Mercalli.



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VII° grado della Scala Mercalli.

Fig. 24. Estratto della Carta Sismica d'Italia, periodo 1893-1965, con Aree di Massima Intensità.



LEGENDA

Intensità espresse in scala M.C.S.

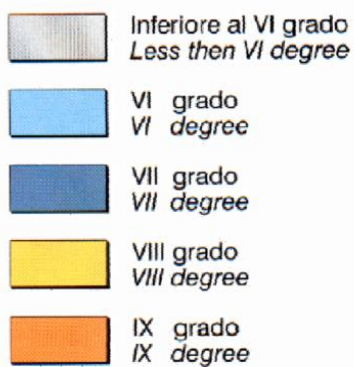
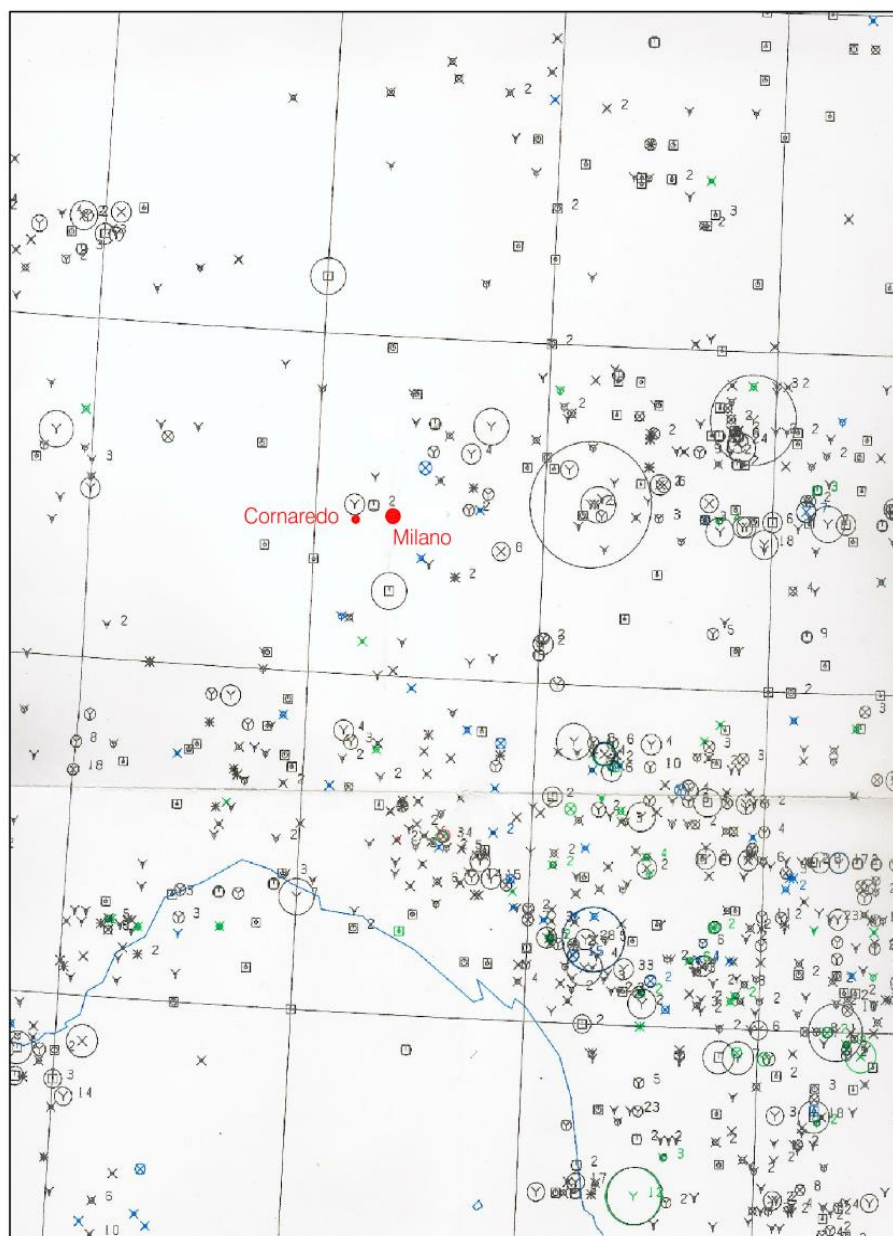


Fig. 25. Estratto della Carta della Massima Intensità risentita in Italia.



Legenda

— Gli epicentri sono rappresentati per mezzo di cerchi il cui raggio è definito dal raggio della sfera del volume focale calcolato secondo la relazione di Bath e Duda (1964).
— La profondità (h) del fuoco è indicata per mezzo di diversi colori:

- $h \leq 5$ Km
- $5 \leq h \leq 25$ Km
e eventi per cui non si hanno informazioni
- $25 \leq h \leq 60$ Km
- $h \geq 60$ Km

Nel caso di terremoti che si sono ripetuti nello stesso luogo in periodi di tempo diversi può capitare che i diversi periodi sismici abbiano interessato diverse classi di profondità. Per evitare ambiguità e confusioni grafiche si è stabilito di rappresentare il focolaio sismico con il colore e il raggio che competono al terremoto a cui corrisponde la massima intensità; si hanno poi cerchi concentrici con raggi che decrescono di 0,5 mm con colori corrispondenti alle altre classi di profondità interessate. Il numero totale di eventi che nel catalogo interessano lo stesso focolaio sismico viene indicato a lato del simbolo centrale.

Il colore del simbolo centrale è ancora quello che compete all'evento di massima intensità della sequenza di terremoti coincidenti, e il simbolo centrale è scelto in relazione alla classe di attendibilità della localizzazione epicentrale.

In particolare i simboli utilizzati sono i seguenti:

- * attendibilità della localizzazione inferiore a 10 Km
- X attendibilità della localizzazione inferiore a 25 Km
- Y attendibilità della localizzazione inferiore a 50 Km
- attendibilità della localizzazione superiore a 50 Km

Fig. 26. Estratto della Carta degli Epicentri (Gasperini et al.)



ID_Evento	Comune	Provincia	Massima Intensità risentita	numero di terremoti risentiti
IT_12481	Abbiategrosso	MI	5-6	14
IT_12529	Arese	MI	4-5	4
IT_12538	Arluno	MI	2-3	2
IT_12548	Assago	MI	4	2
IT_14159	Badile	MI	3-4	2
IT_12554	Bareggio	MI	5	3
IT_12558	Barlassina	MB	4	5
IT_12654	Boffalora Sopra Ticino	MI	2	2
IT_12659	Bollate	MI	3-4	2
IT_12697	Bovisio Masciago	MB	4	2
IT_12710	Bresso	MI	4	4
IT_12736	Buccinasco	MI	4-5	3
IT_12744	Buscate	MI	NF	1
IT_10155	Busto Arsizio	VA	4	9
IT_12773	Canegrate	MI	NF	1
IT_12664	Cassina Nuova	MI	NF	1
IT_10221	Castellanza	VA	3-4	2
IT_12665	Castellazzo	MI	3	1
IT_12940	Ceriano Laghetto	MB	4	2
IT_12976	Cerro Maggiore	MI	NF	1
IT_12979	Cesano Boscone	MI	4	4
IT_12982	Cesano Maderno	MB	4	1
IT_12985	Cinisello Balsamo	MI	5	2
IT_10248	Cislago	VA	3	1
IT_14084	Coazzano	MI	6	1
IT_13002	Cogliate	MB	4	2
IT_13033	Corbetta	MI	F	4
IT_13043	Cormano	MI	3-4	1
IT_13046	Cornaredo	MI	F	2
IT_13083	Corsico	MI	4	9
IT_13104	Cuggiono	MI	4	5
IT_13112	Cusago	MI	6	2
IT_13115	Cusano Milanino	MI	3	1
IT_13119	Desio	MB	5	5
IT_13142	Gaggiano	MI	2	1
IT_10345	Gorla Minore	VA	5	4
IT_13194	Gudo Visconti	MI	2	1
IT_13226	Lainate	MI	5	1
IT_13228	Lazzate	MB	NF	2
IT_13229	Legnano	MI	4	4
IT_13263	Limbate	MB	NF	2
IT_13344	Magenta	MI	4	6
IT_13348	Magnago	MI	F	1
IT_13367	Marcallo con Casone (Marcallo)	MI	4	1
IT_13429	Mesero	MI	NF	1

Fig. 27. Estrazione dei terremoti in un raggio di 20 km da Cornaredo, fonte Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 -

Database Macrosismico Italiano 2015 (INGV) (pag. 1/2).





ID_Evento	Comune	Provincia	Massima Intensità risentita	numero di terremoti risentiti
IT_13462	Milano	MI	7	109
IT_13476	Misinto	MB	NF	2
IT_13514	Morimondo	MI	5-6	5
IT_13535	Nerviano	MI	3	2
IT_13542	Novate Milanese	MI	3	2
IT_13548	Noviglio	MI	NF	1
IT_10496	Olgiate Olona	VA	3	3
IT_10499	Origgio	VA	NF	1
IT_12669	Ospiate	MI	3	1
IT_13574	Ossona	MI	4	3
IT_13576	Ozzero	MI	3-4	1
IT_13581	Paderno Dugnano	MI	5	1
IT_13589	Parabiago	MI	4	6
IT_13606	Pero	MI	4	2
IT_13665	Pogliano Milanese	MI	NF	2
IT_13678	Pregnana Milanese	MI	NF	1
IT_13695	Rho	MI	5	8
IT_13709	Robecco sul Naviglio	MI	3	1
IT_13728	Rosate	MI	3	2
IT_11701	Rovellasca	CO	4	6
IT_13742	Rozzano	MI	3-4	2
IT_10529	Saronno	VA	4	5
IT_13857	Sedriano	MI	NF	2
IT_13891	Sesto San Giovanni	MI	5	10
IT_13909	Settimo Milanese	MI	4	2
IT_13912	Seveso	MB	3-4	1
IT_13966	Trezzano sul Naviglio	MI	4	4
IT_10602	Uboldo	VA	3	2
IT_14048	Vanzago	MI	2-3	1
IT_14082	Vermezzo	MI	2	2
IT_14099	Villa Cortese	MI	NF	1
IT_14141	Vittuone	MI	NF	1
IT_14155	Zelo Surrigone	MI	NF	2

Fig. 28. Estrazione dei terremoti in un raggio di 20 km da Cornaredo, fonte Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 -

Database Macrosismico Italiano 2015 (INGV)(pag. 2/2).

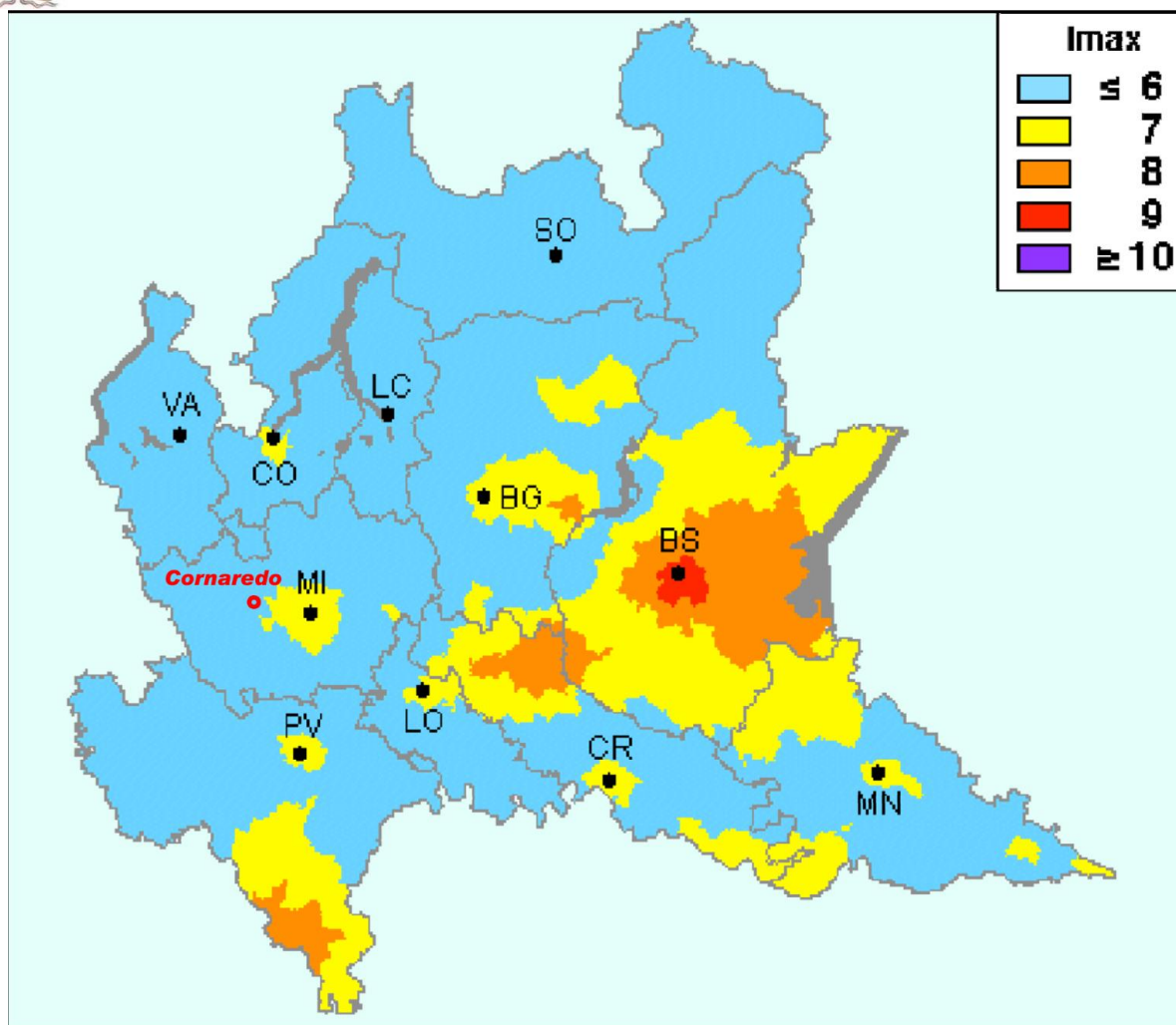


Fig. 29. Carta della Massime Intensità Macrosismiche osservate nei Comuni della Regione (Molin et al.).

Per quel che attiene all'aspetto sismotettonico, la zona in studio ricade in un ambito caratterizzato (M.S. Barbano et al., 1982) da uno spessore crostale dell'ordine dei 25-30 Km e da una sismicità bassa. Infatti in tale porzione della Lombardia l'attività sismica è da considerarsi ovunque scarsa.

Tutto ciò trova giustificazione, dal punto di vista geologico, nella collocazione del territorio in esame all'interno di una vasta area caratterizzata da un notevole spessore di depositi alluvionali, che è stata interessata in passato da fenomeni di sollevamento modesti e pressoché continui nel Pliocene e in parte nel Pleistocene inferiore, a cui sono succeduti deboli sollevamenti (Fig. 30).

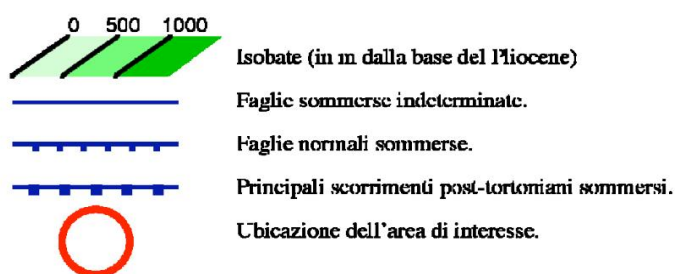
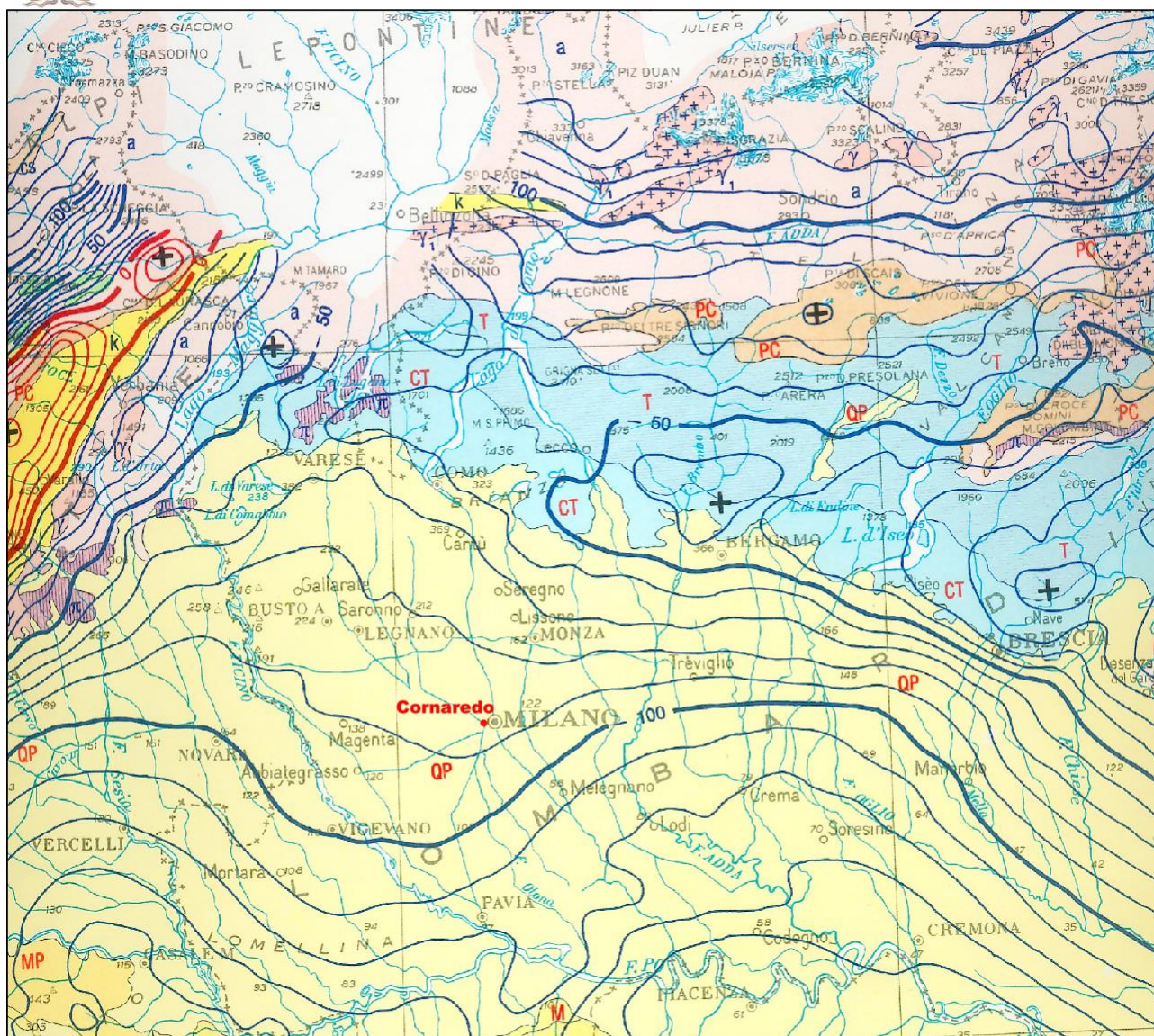


Fig. 30. Estratto del Modello Strutturale d'Italia (Barberi et al.).

Va inoltre fatto notare che l'area su cui ricade il territorio comunale, pur trovandosi a distanza piuttosto modesta rispetto a strutture sepolte della pianura o del pedemonte (Fig. 31), alcune delle quali si ritiene non abbiano ancora raggiunto un assetto tettonico definitivo, non risulta comunque direttamente interessata da alcuna di esse come osservabile anche dall'assenza di fenomeni morfologici particolari.



Carta Gravimetrica



Fig. 31. Estratto della carta Gravimetrica d'Italia (Servizio Geologico d'Italia).





7.3 La Pericolosità Sismica Locale

7.3.1 Premessa

Il Comune di Cornaredo, sulla base del D.M. del 5 marzo 1984 ("Dichiarazione di sismicità di alcune zone della Regione Lombardia"), riguardante l'aggiornamento delle zone sismiche della regione, non rientrava tra i comuni lombardi classificati come sismici e quindi assoggettati (ai sensi della L. n° 64/74) alla specifica normativa nazionale emanata in merito alle norme tecniche relative alle costruzioni sismiche (D.M. 3 marzo 1975, D.M. 3 giugno 1981, D.M. 19 giugno 1984, D.M. 29 gennaio 1985, D.M. 26 gennaio 1986 e D.M. 16 gennaio 1996).

In funzione dell'Ordinanza 3274/2003 e conseguente d.g.r. n. 7/14964 di recepimento, il Comune di Cornaredo ricadeva in zona sismica 4, definita come "bassa sismicità".

A seguito dell'aggiornamento normativo della Regione Lombardia introdotto con la d.g.r. 2129/2014 **il territorio Comunale di Cornaredo è stato confermato nella zona 4.**

ELENCO DEI COMUNI CON INDICAZIONE DELLE RELATIVE ZONE SISMICHE E DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA (AGMAX) PRESENTE ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE (O.P.C.M. 3519/06 E DECRETO MIN. INFRASTRUTTURE 14/01/08)

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03015087	MI	CORNAREDO	4	0,043158

L'area d'interesse, è classificata a basso rischio sismico (**zona 4**). L'accelerazione orizzontale prevista su suolo rigido ($V_s > 800$ m/s) è di $A_g = 0,043158g$.

Come contemplato dalla citata d.g.r. n.9/2616 del 30/11/2011, si è quindi provveduto ad analizzare le problematiche inerenti la sismicità locale ed a predisporre la Carta della Pericolosità Sismica Locale, con alcuni approfondimenti di secondo livello in aree selezionate.

7.3.2 Analisi e valutazione degli effetti di sito finalizzati alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio (d.g.r. 30 novembre 2011, n.9/2616)

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di



accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **gli effetti di amplificazione topografica** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio e la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico;
- **gli effetti di amplificazione litologica** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Gli effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e



colamenti)), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali e orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

7.3.2.1 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali



cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella seguente:

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

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%

7.3.2.2 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi (modalità indicate nel § 7.11.3 – NTC2018). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie di seguito definite, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo (§ 6.2.2 – NTC 2018).

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, N il numero di strati e H la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono:

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.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

**7.3.2.3 Condizioni topografiche**

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

7.3.2.4 Procedure per l'analisi della sismicità del territorio e la redazione della carta della pericolosità sismica locale

La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno «Studio-Pilota» redatto dal Politecnico di Milano - Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1° Livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	H2 – livello di approfondimento 3°
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	H2 – livello di approfondimento 2°
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2 – livello di approfondimento 3°



2° Livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

Fa di soglia				
Intervallo	Suolo B	Suolo C	Suolo D	Suolo E
0.1-0.5 s	1.4	1.9	2.2	2.0
0.5-1.5 s	1.7	2.4	4.2	3.1

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano).

Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore e, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Il secondo livello è obbligatorio per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato c/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL- Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello, come specificato al punto successivo.

3° Livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale.



Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti c/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

Il 3° livello è obbligatorio nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

Tale sovrapposizione non comporta quindi un automatico cambio di classe di fattibilità ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dalla normativa, oppure dove sia necessario realizzare preventivamente gli studi di 3° livello, fermo restando la possibilità di utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

7.3.2.5 Sintesi delle procedure

La tabella sotto riportata illustrano in modo sintetico e esemplificativo, i percorsi da seguire, gli adempimenti e le tempistiche in funzione della zona sismica di appartenenza:

	<i>Livelli di approfondimento e fasi di applicazione</i>		
	<i>1° livello fase pianificatoria</i>	<i>2° livello fase pianificatoria</i>	<i>3° livello fase progettuale</i>
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	– Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale. – Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti.



7.3.3 Valutazione della Pericolosità Sismica Locale del Comune di Cornaredo - (1° Livello)

La normativa regionale, prevede per tutti i Comuni, la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL). Nella carta deve essere riportata la perimetrazione areale degli scenari di pericolosità secondo quanto stabilito dalla normativa regionale.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale di Cornaredo è caratterizzato dalla presenza di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi di origine fluvio-glaciale. La successione ghiaioso-sabbiosa è ricoperta al tetto, da una spessa (circa 10 m) coltre di depositi sabbiosi.

Dall'esame della Tavola 4 (miniatura in Fig. 32) si possono evidenziare i seguenti aspetti:

- gran parte del territorio comunale è classificato con la sigla **Z4a** "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi";
- le aree oggetto di riempimenti (ex cave) sono cartografate come zone **Z2**.

Come si può osservare dalla tabella sotto riportata, i possibili effetti per la categoria **Z4a** sono essenzialmente limitati a possibili amplificazioni litologiche, mentre per la categoria **Z2a** sono prevedibili cedimenti e/o liquefazioni.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali





7.3.4 Caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi (Fa) – (2° Livello)

L'analisi di 2° livello prevede un approccio di tipo semi-quantitativo e fornisce una stima del valore del **Fattore di amplificazione (Fa)** dell'area. Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale, in particolare:

- l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari a piuttosto rigide;
- l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte più flessibili.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento della V_s con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi delle prove SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- una scheda per le litologie sabbiose.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di V_s con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento della V_s con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di V_s inferiori ai 800 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2. Nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di V_s con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte. All'interno della scheda di valutazione si seleziona, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicate con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa



nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa formula), in base al valore del periodo proprio del sito T.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s.

7.3.4.1 Indagini geofisiche per la ricostruzione del profilo V_s

Per una valutazione delle tipologie dei terreni di fondazione come definito dal D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" sono state realizzate una serie di misure sismiche passive (Re.Mi. e HVSR, es. Fig. 33) e attive (MASW, es. Fig. 34), i cui esiti e ubicazioni sono evidenziati nelle figure seguenti (da Fig. 35 a Fig. 43).

Le diverse tipologie geofisiche di misura sono state integrate al fine di ricostruire modelli sismici più robusti e verificati, estesi a profondità importanti superiori ai 30 metri richiesti per il calcolo del parametro V_{s30} .





Fig. 33. Esecuzione della prova HVSR sul sito d'indagine R2.

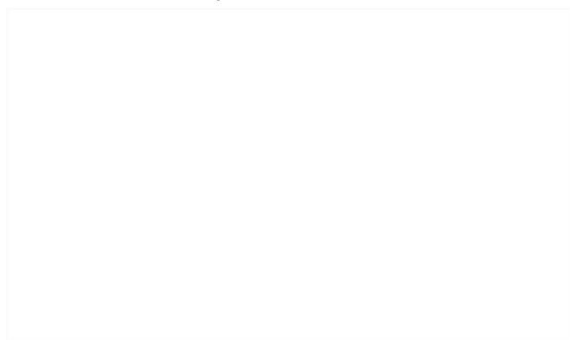


Fig. 34. Esecuzione della prova ReMi/MASW sul sito d'indagine R4.

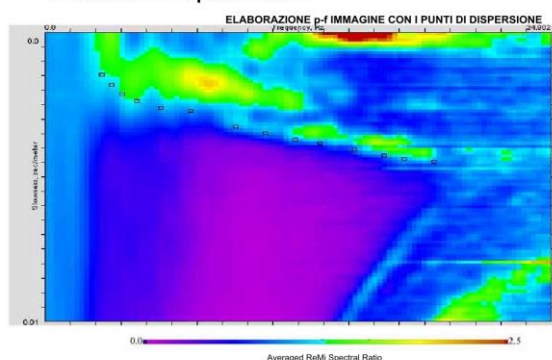


Prova Masw/Re.Mi. – R1

PROVA MASW - Spettro medio



PROVA REMI - Spettro medio



Ubicazione prova

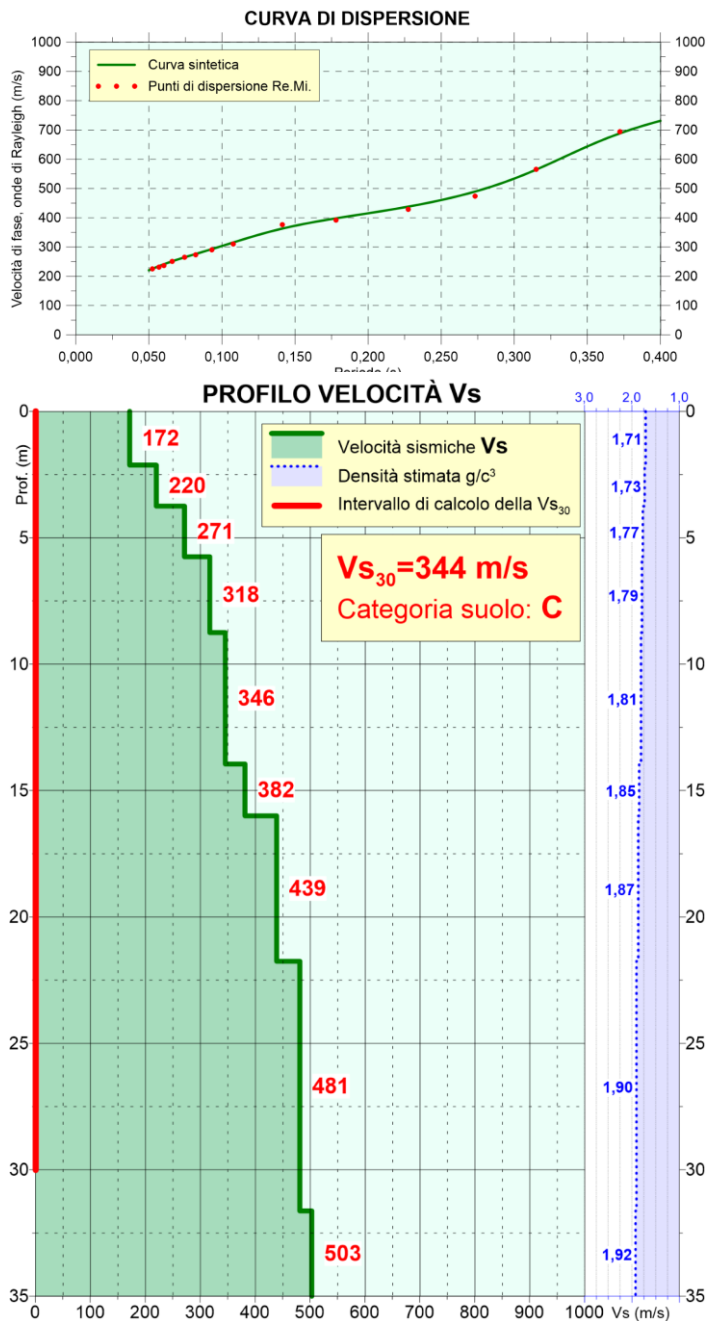
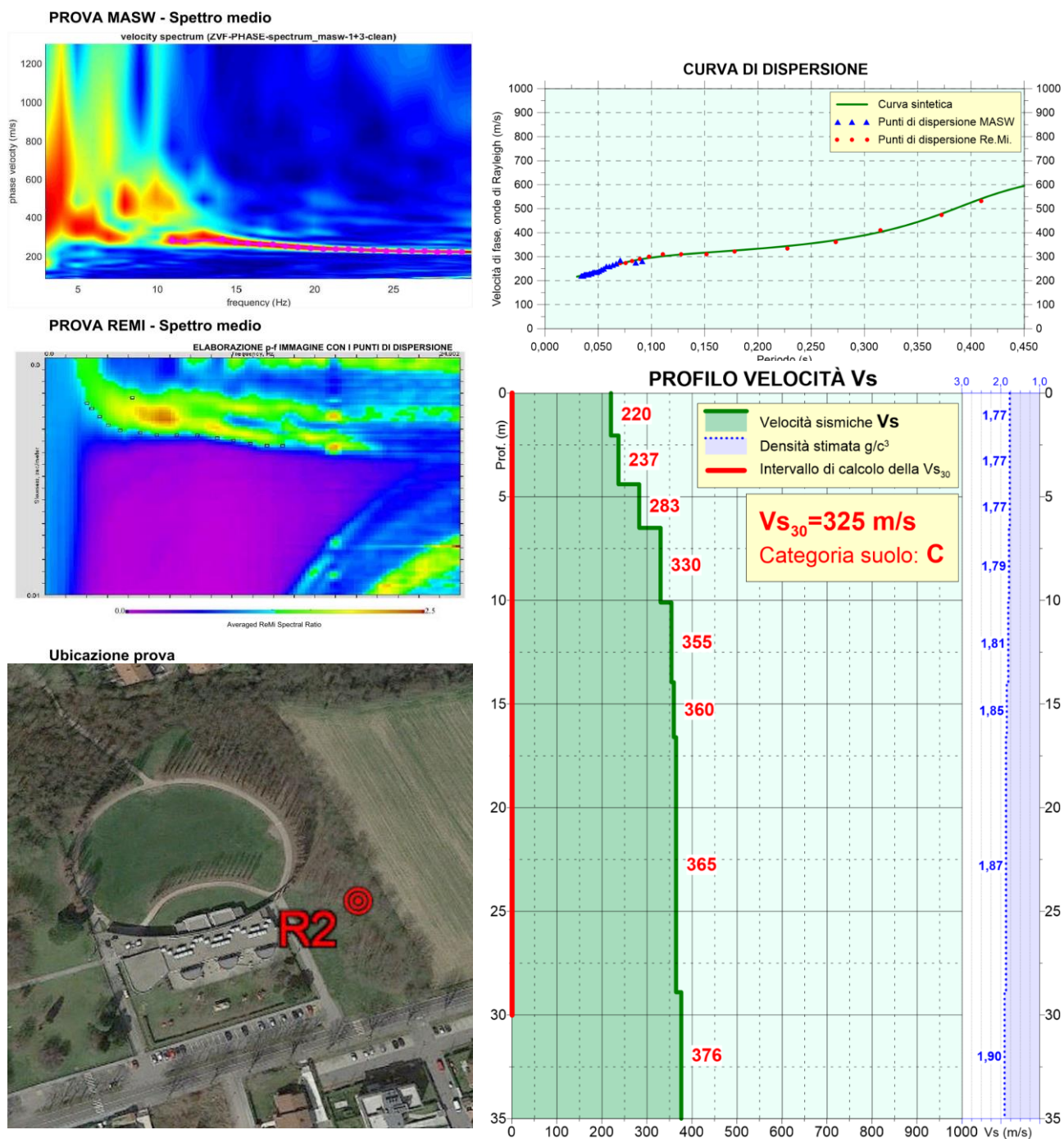


Fig. 35. Scheda prova sismica Remi/MASW R1.



Prova Masw/Re.Mi. – R2





R3710 - Prova HVSR - Loc. Cornaredo (MI) apr-18

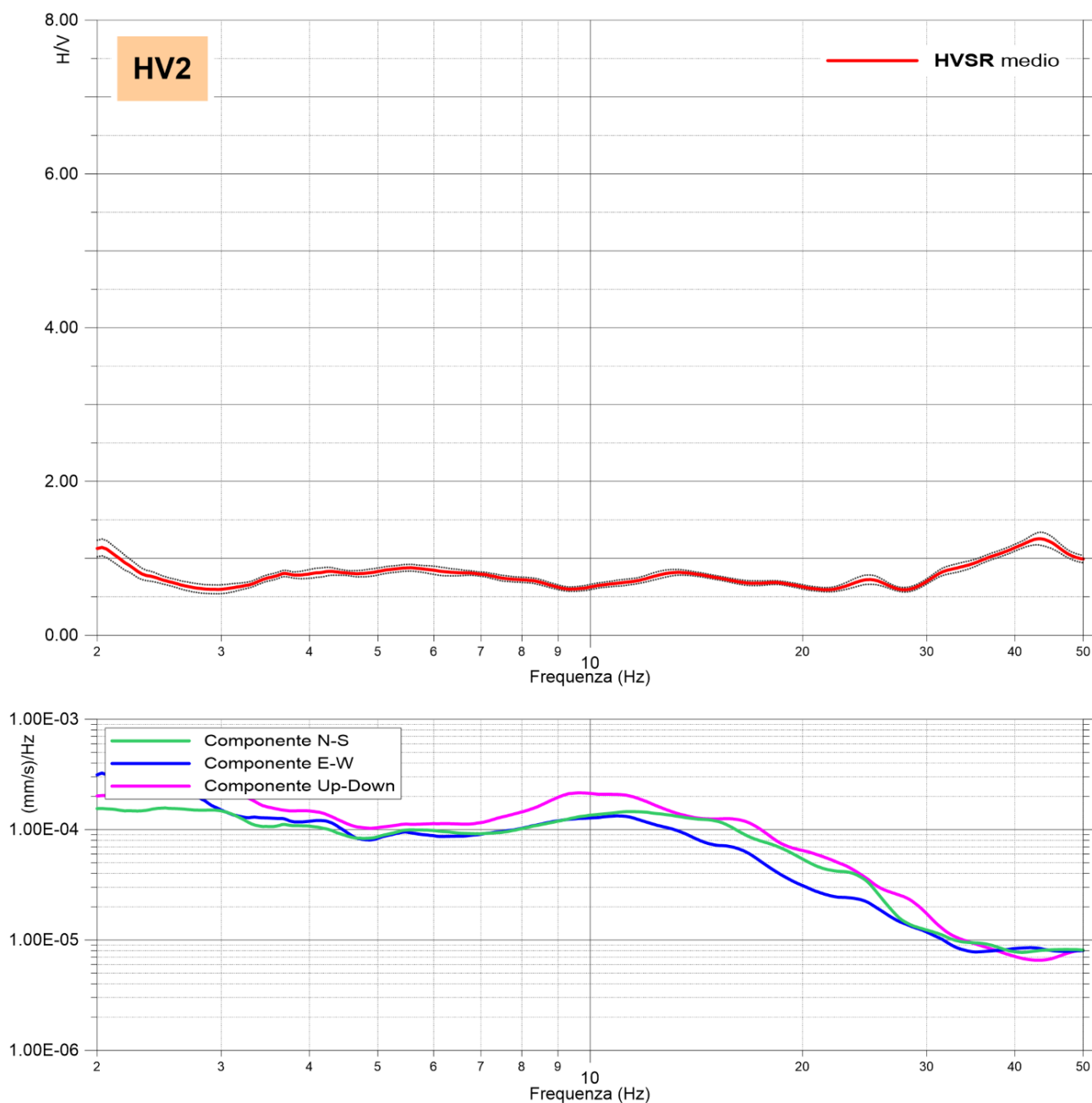
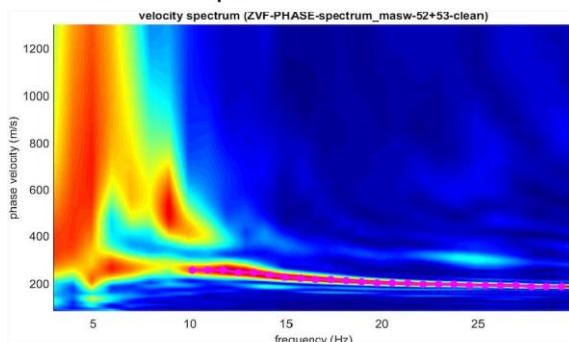


Fig. 37. Prova HVSR eseguita in corrispondenza della prova R2.

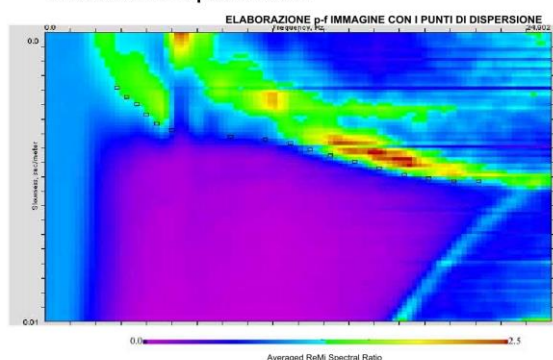


Prova Masw/Re.Mi. – R3

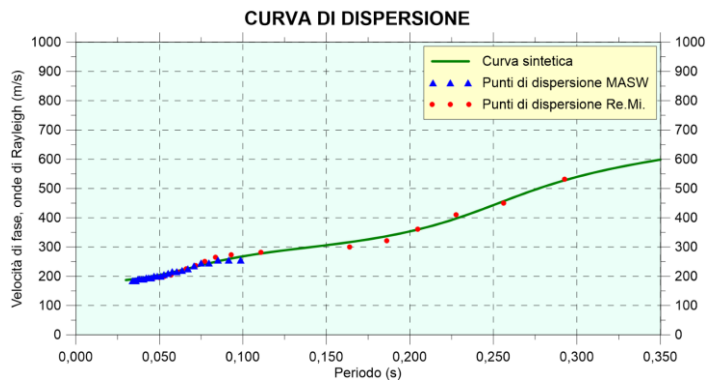
PROVA MASW - Spettro medio



PROVA REMI - Spettro medio



Ubicazione prova



PROFILO VELOCITÀ Vs

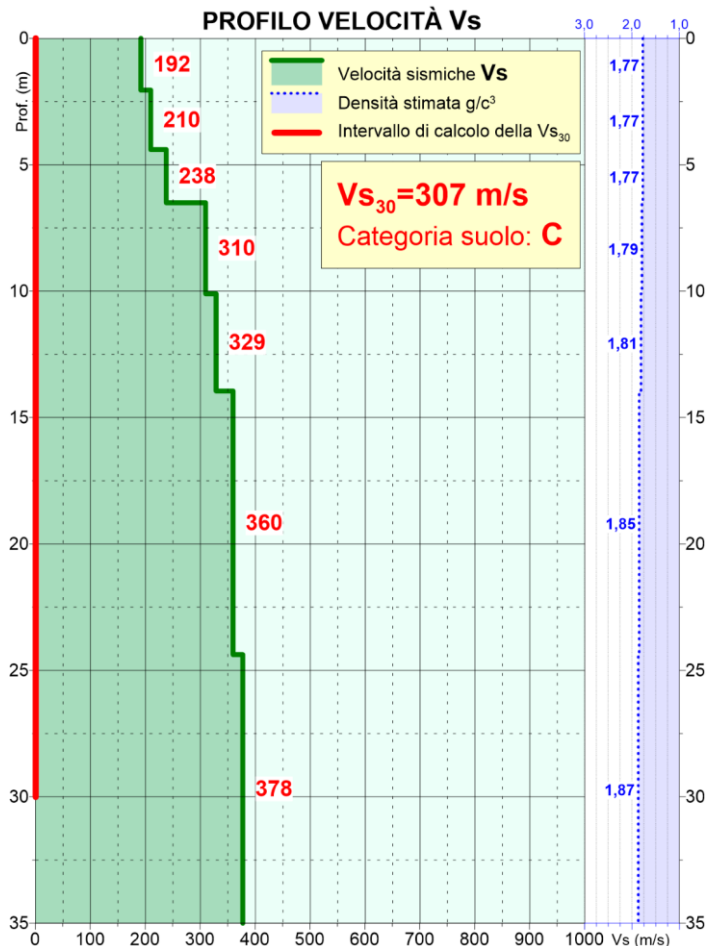


Fig. 38. Scheda prova sismica Remi/MASW R3.



R3710 - Prova HVSR - Loc. Cornaredo (MI) apr-18

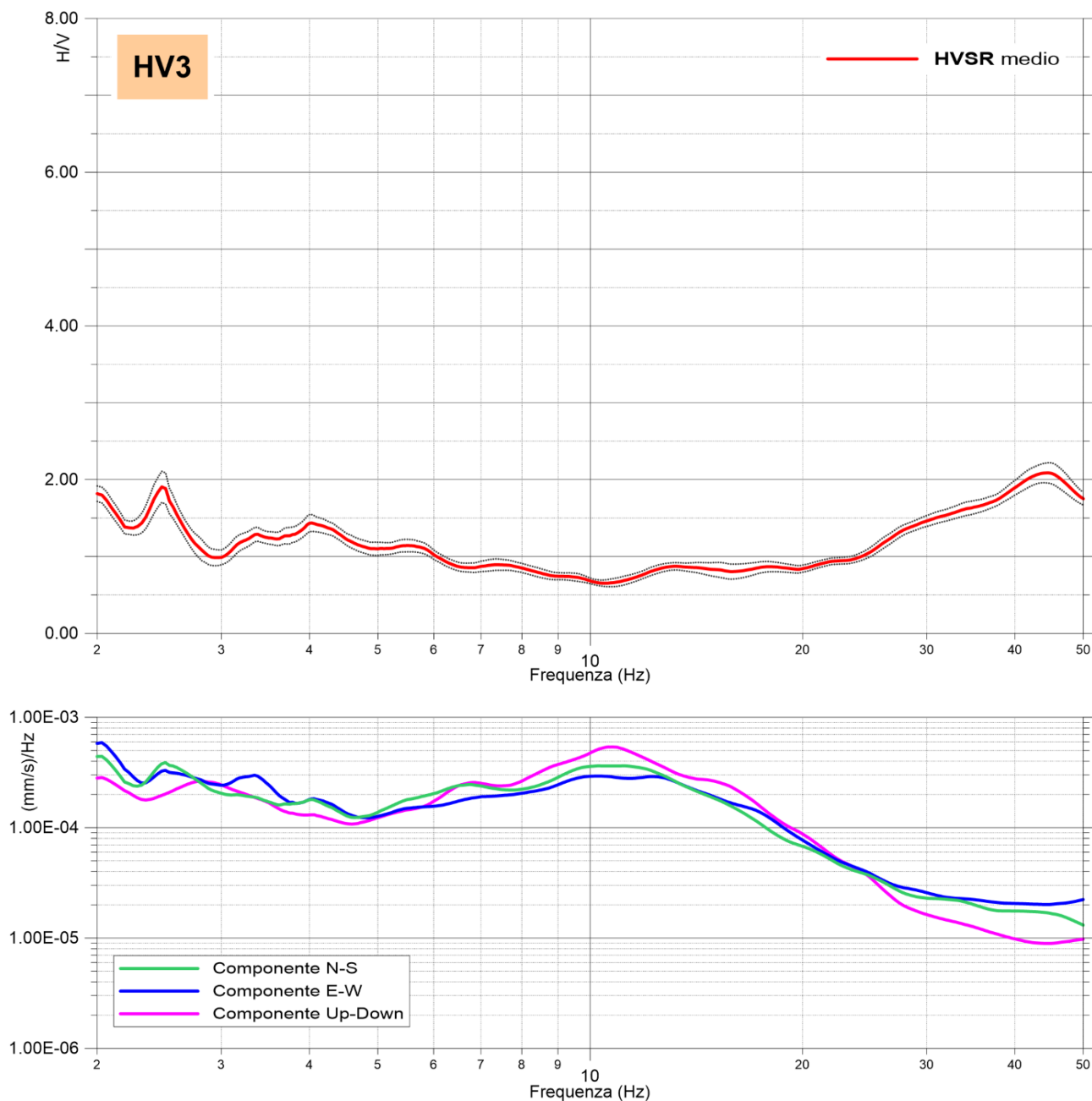
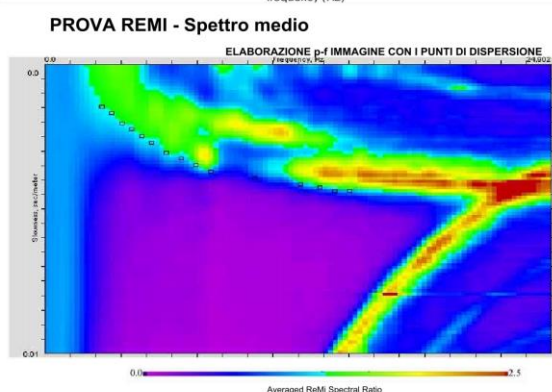
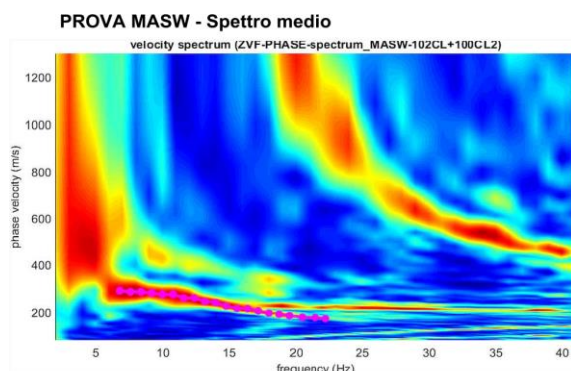


Fig. 39. Prova HVSR eseguita in corrispondenza della prova R3.





Prova Masw/Re.Mi. – R4



Ubicazione prova

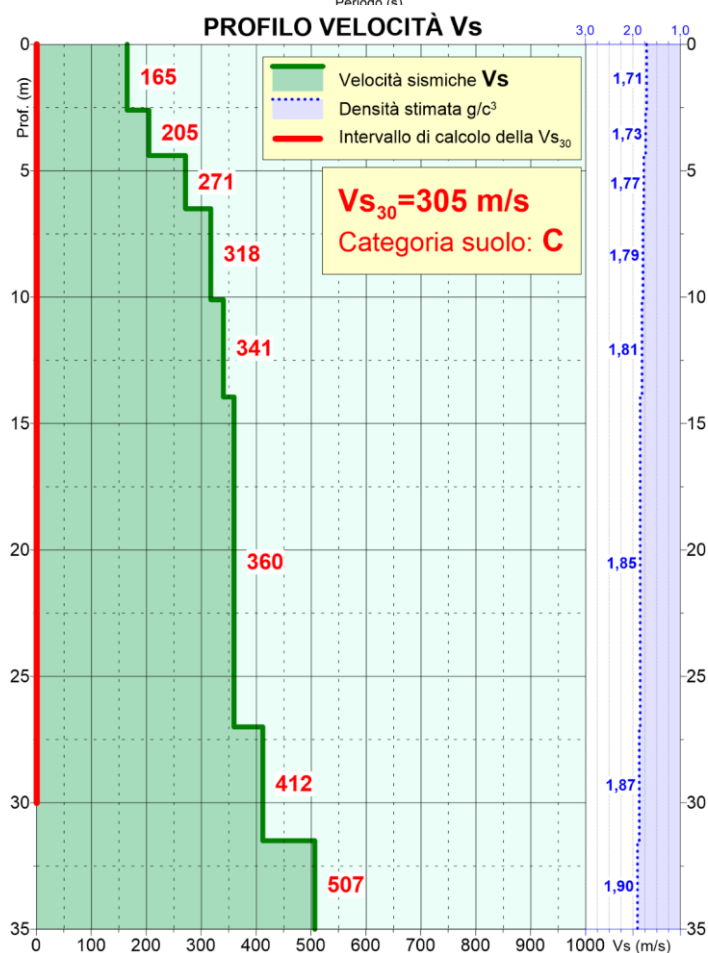
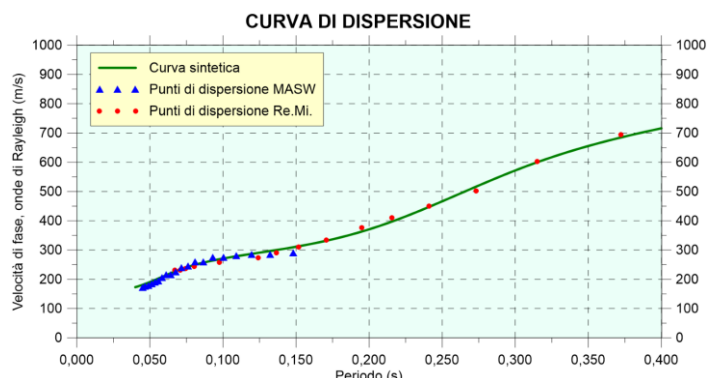


Fig. 40. Scheda prova sismica Remi/MASW R4.



R3710 - Prova HVSR - Loc. Cornaredo (MI) apr-18

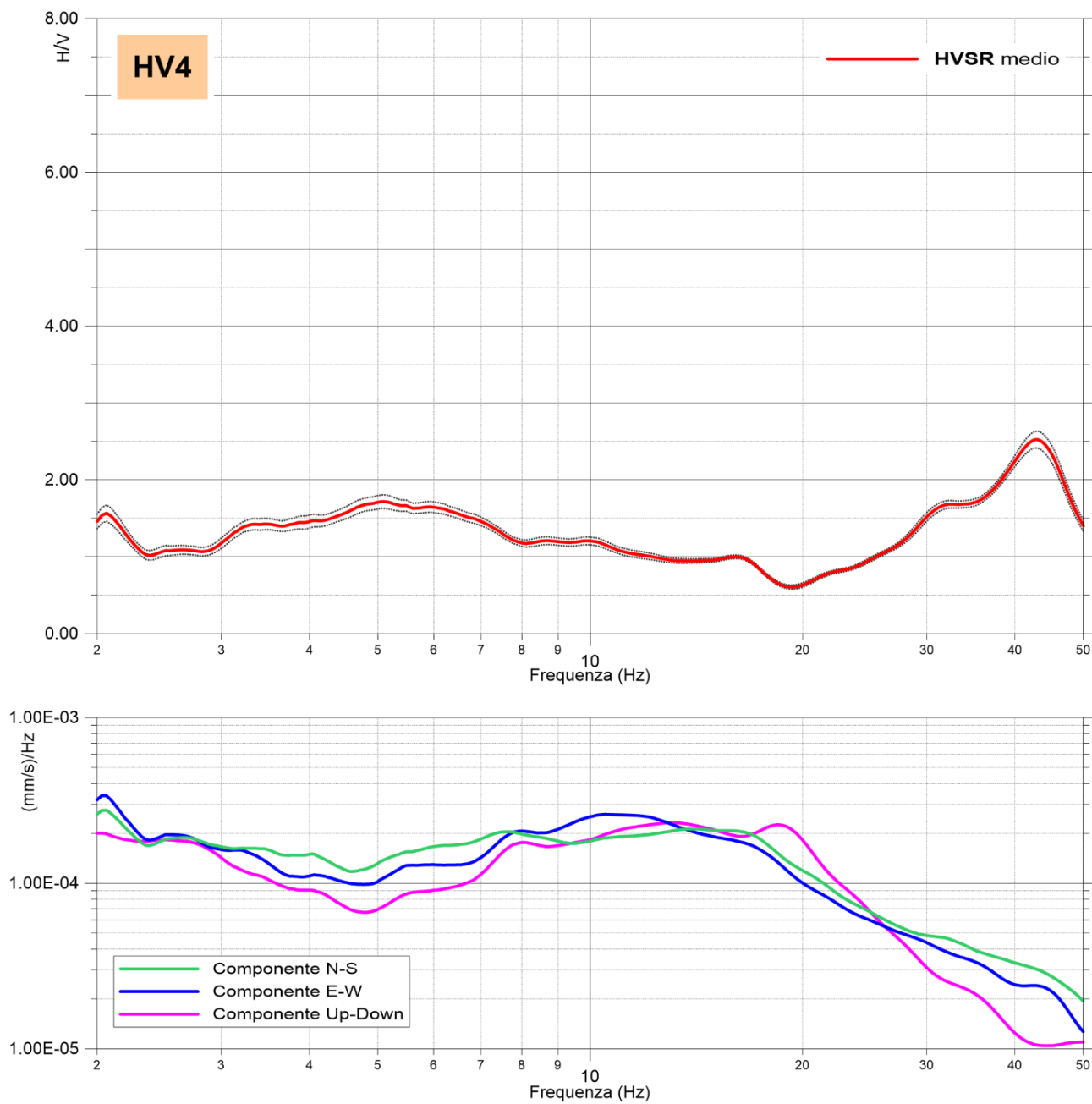
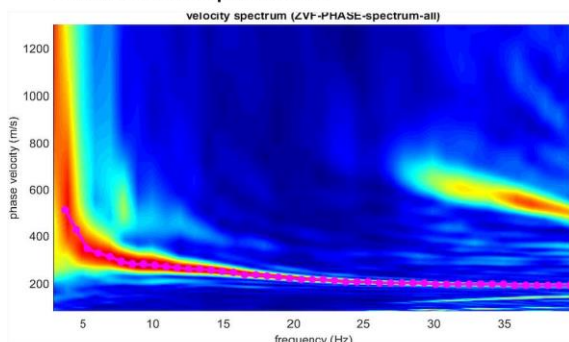


Fig. 41. Prova HVSR eseguita in corrispondenza della prova R4.

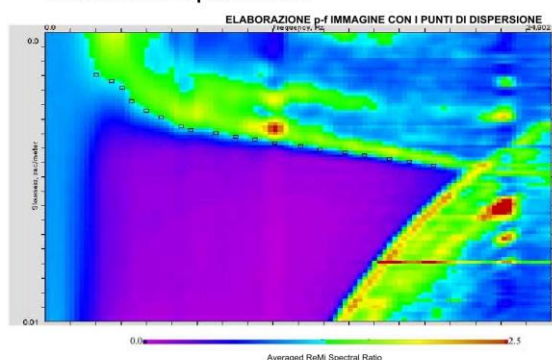


Prova Masw/Re.Mi. – R5

PROVA MASW - Spettro medio



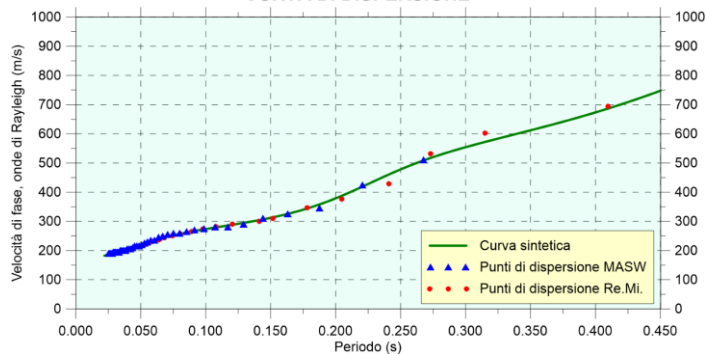
PROVA REMI - Spettro medio



Ubicazione prova



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VELOCITÀ Vs

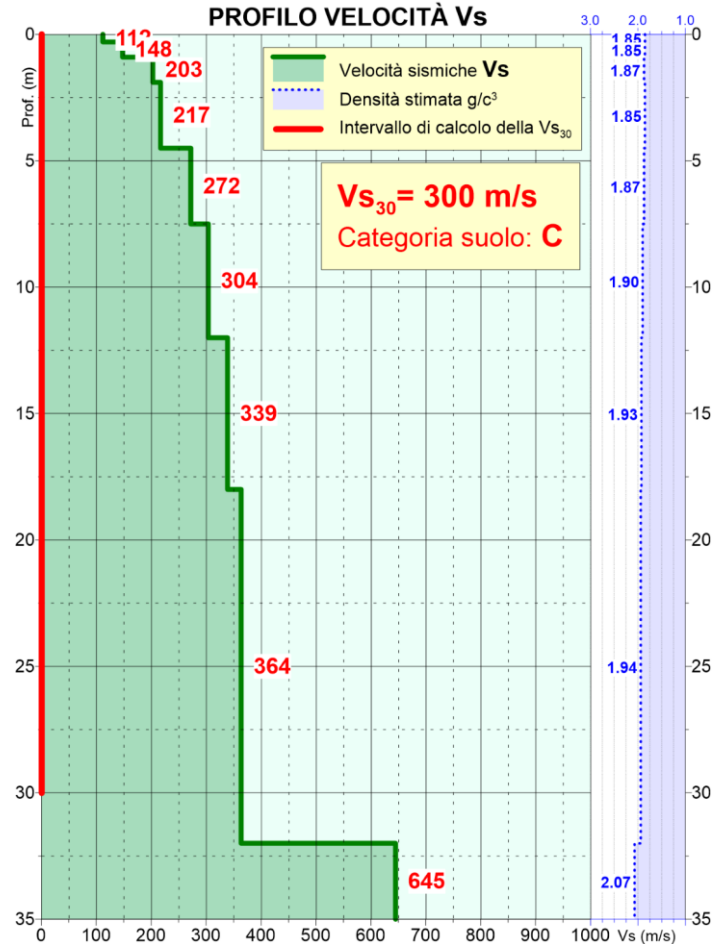


Fig. 42. Scheda prova sismica Remi/MASW R5.



R3710 - Prova HVSR - Loc. Cornaredo mar-19

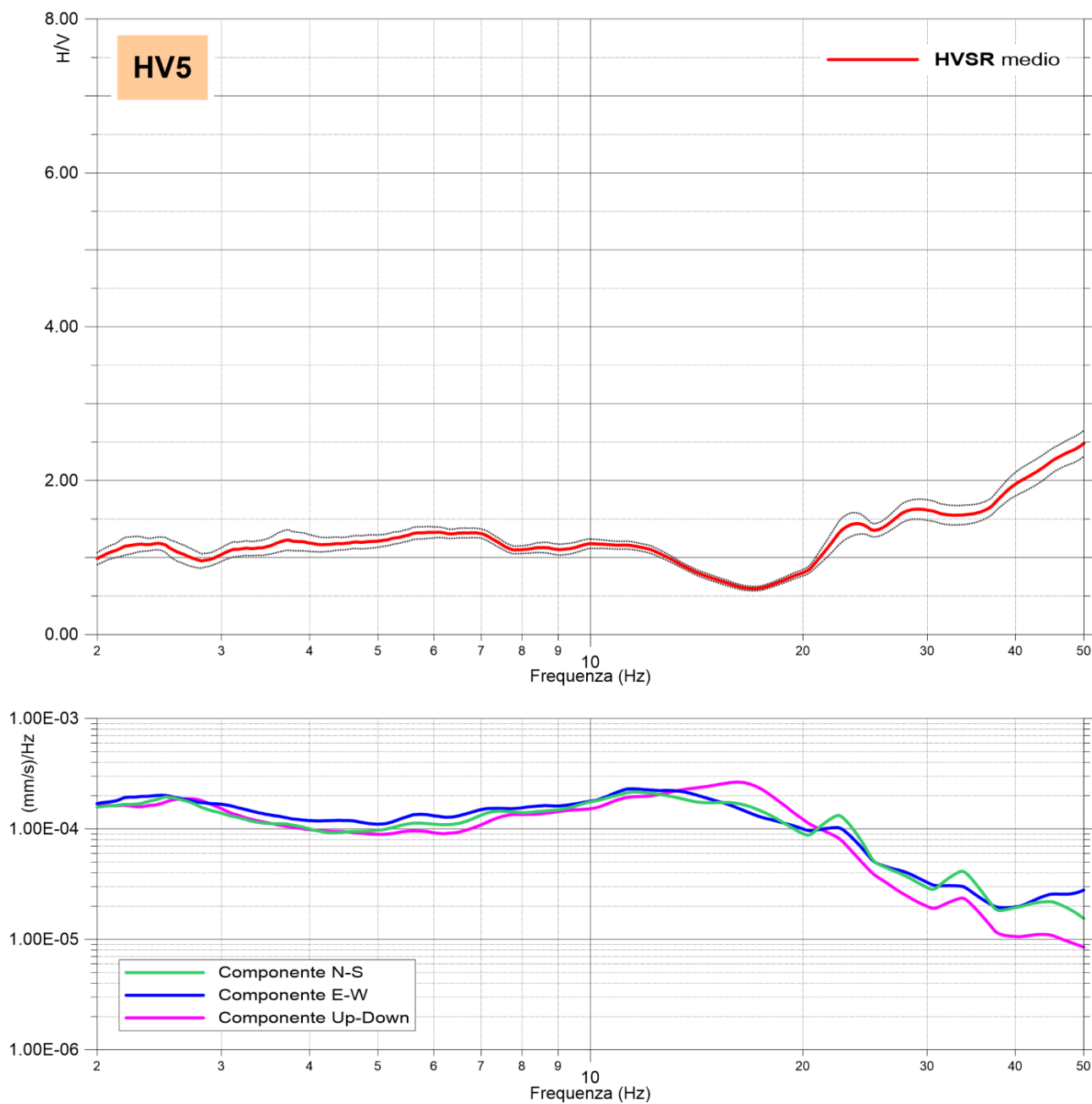


Fig. 43. Prova HVSR eseguita in corrispondenza della prova R5.

In tutte le prove HVSR eseguite non sono osservabili importanti picchi del rapporto H/V. In tutte le prove sono osservabili alcuni picchi minori a valori di circa 2 Hz, a indicazione di un contrasto di impedenza profondo.



7.3.4.2 Stima del fattore di amplificazione

Per valutare il fattore di amplificazione in base alla normativa regionale il profilo di velocità delle “onde S” ottenuto è stato confrontato con quelli relativi alle singole schede litologiche di riferimento (Fig. 44÷Fig. 48).

In base sia a criteri litologici che al profilo di velocità delle “onde S”, per il calcolo dell’amplificazione è stata scelta la scheda sabbiosa, l’unica che ricomprende l’intero profilo Vs nel campo di validità.

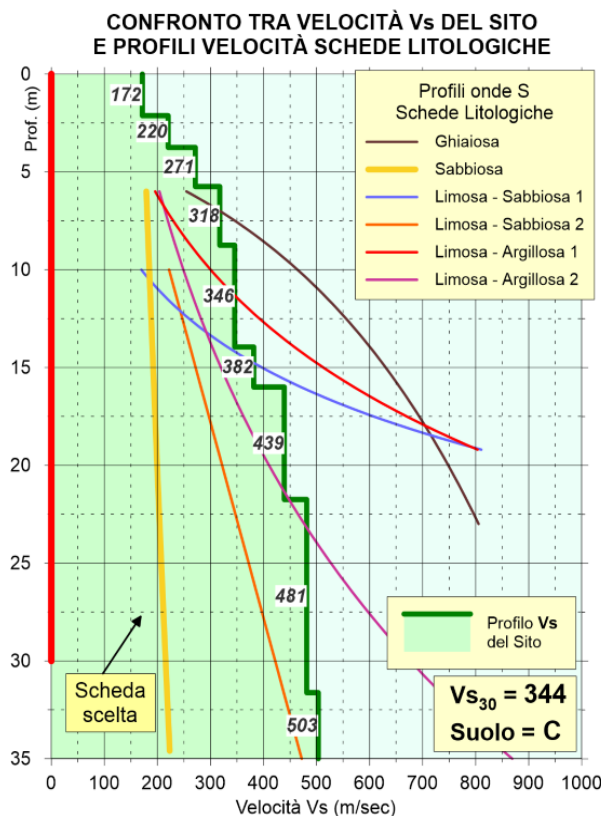
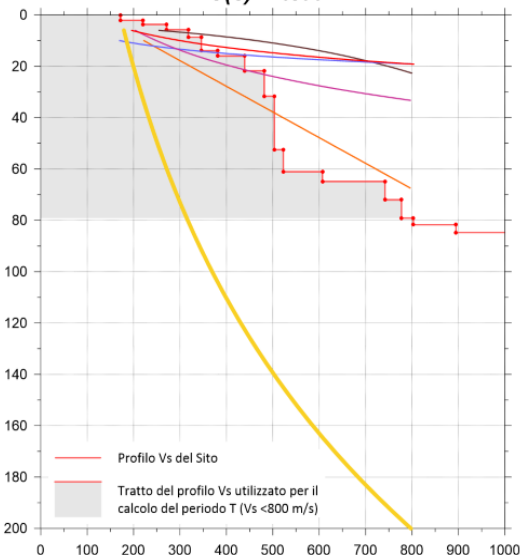
Per ogni punto di misura è stata definita la profondità del Bedrock sismico e assegnata una categoria di suolo da verificare. Il periodo proprio del sito è stato calcolato a partire dal profilo delle velocità V_s ricostruito mediante le prove Remi-MASW.

Punto di misura	Prof. Bedrock sismico	Periodo T di sito	Categoria di suolo assegnata e da verificare
R1	79 m	0.69 s	C
R2	86 m	0.83 s	C
R3	86 m	0.75 s	C
R4	79 m	0.71 s	C
R5	67 m	0.55 s	C

All’interno delle schede di valutazione, in base alla velocità degli strati superficiali, per tutti i punti è stata scelta la curva 2 e in seguito sono stati calcolati i fattori di amplificazione. I fattori di amplificazione ottenuti sono stati confrontati con i valori soglia calcolati per il Comune dalla Regione Lombardia.

Punto di misura	Suolo da verificare	Periodo tra 0.1 e 0.5 s		Periodo tra 0.5 e 1.5 s	
		Calcolato	Soglia	Calcolato	Soglia
R1	C	1.15	1.85 (+0.1)	1.98	2.41 (+0.1)
R2	C	1.00	1.85 (+0.1)	1.85	2.41 (+0.1)
R3	C	1.08	1.85 (+0.1)	1.94	2.41 (+0.1)
R4	C	1.13	1.85 (+0.1)	1.97	2.41 (+0.1)
R5	C	1.36	1.85 (+0.1)	1.90	2.41 (+0.1)

Dai risultati delle elaborazioni si può evidenziare che il valore del fattore di amplificazione calcolato è sempre inferiore al valore soglia in tutti i punti di verifica e che quindi nei casi in esame la normativa nazionale è da ritenersi applicabile senza operare un declassamento della categoria di suolo.

**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**Comune di Riferimento: **CORNAREDO****R1****SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA****CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**
 $T(s) = 0.69$ **SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**
(In funzione della profondità e velocità V_s dello strato superficiale)
Profondità primo strato (m)**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA $F_a 0.1$ e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a 0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a 0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a 0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a 0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a 0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.00$

CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA $F_a 0.5$ e 1.5

Curva	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a 0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
1	
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{a 0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a 0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

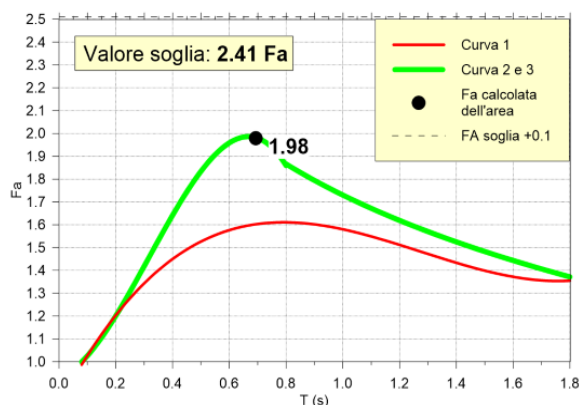
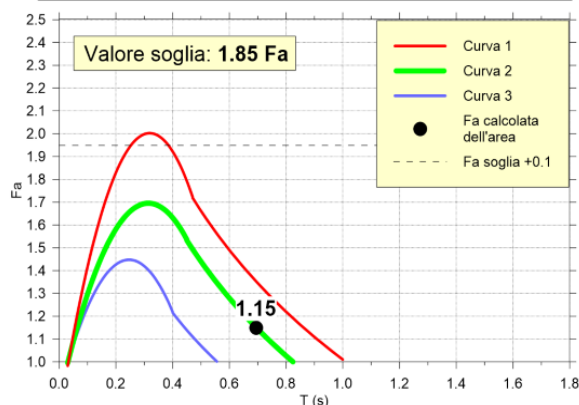
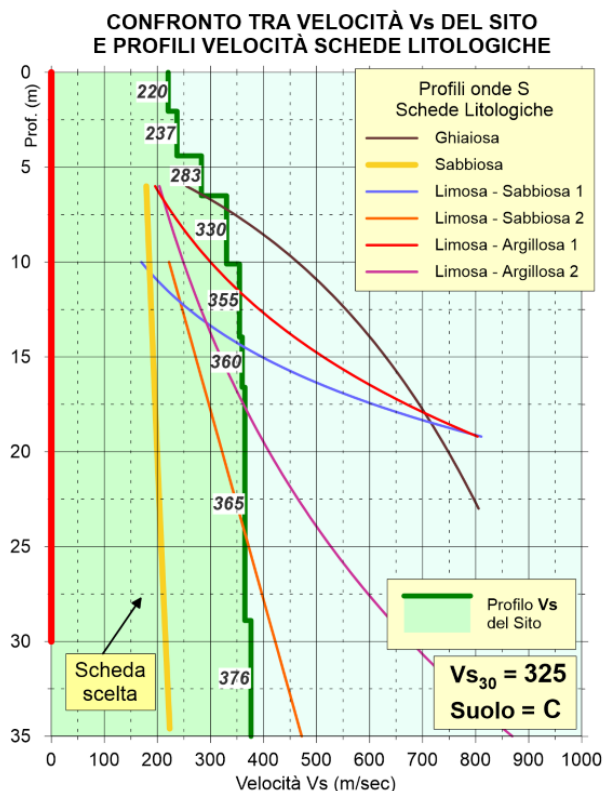
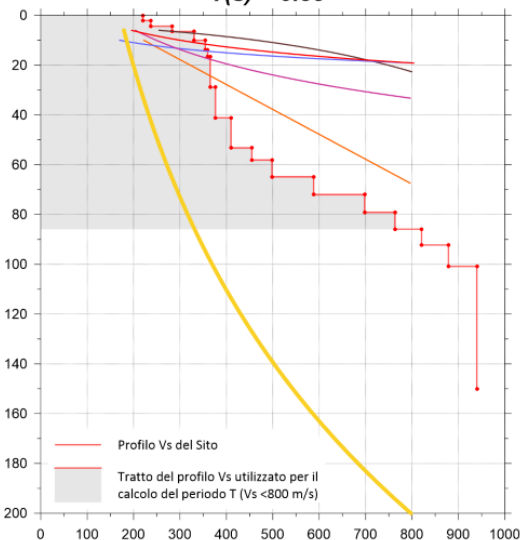


Fig. 44. Scheda litologica per il punto di prova R1.



**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**Comune di Riferimento: **CORNAREDO****R2****SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA****CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**
 $T(s) = 0.83$ **SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**(In funzione della profondità e velocità V_s dello strato superficiale)

Profondità primo strato (m)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
250	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
300	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
350	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
400	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
450	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
500	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
600	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
700	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.1 e 0.5

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$

CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.5 e 1.5

Curva	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
1	
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{a0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

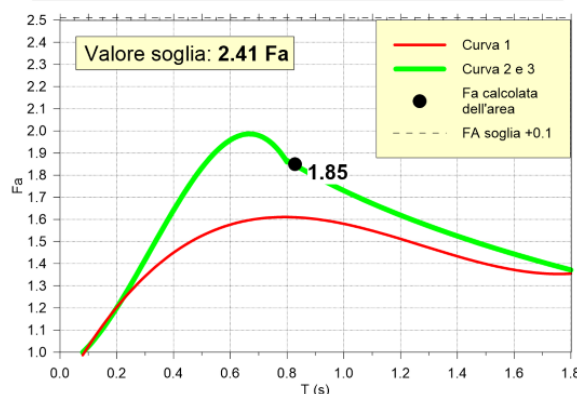
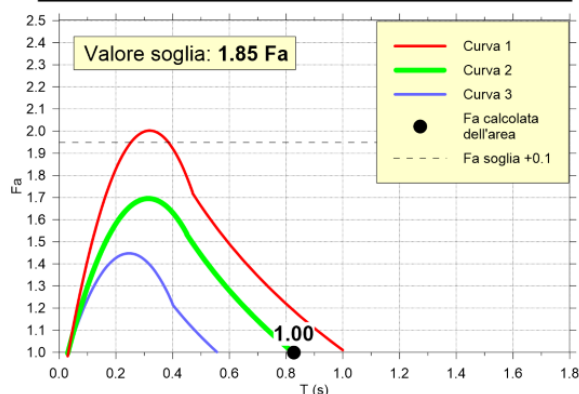
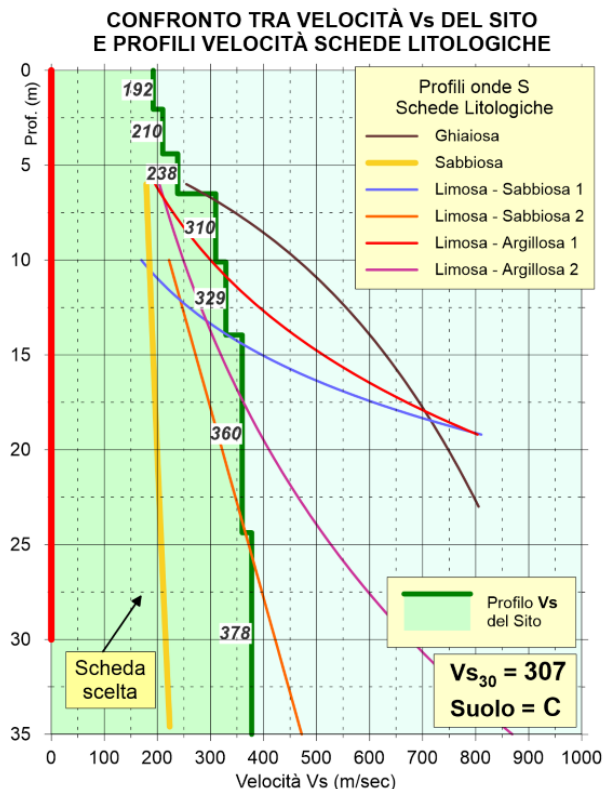
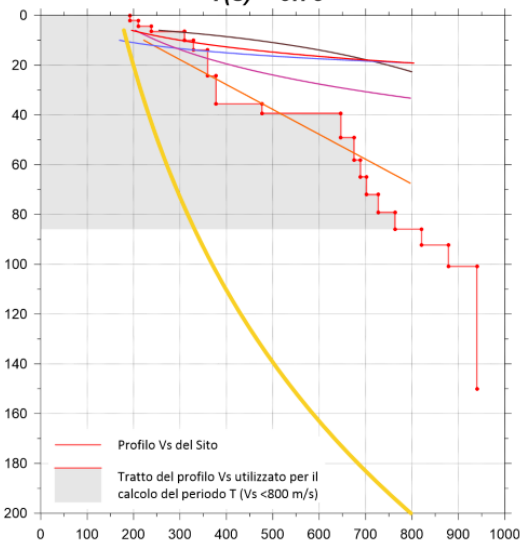


Fig. 45. Scheda litologica per il punto di prova R2.

**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**Comune di Riferimento: **CORNAREDO****R3****SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA****CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**
 $T(s) = 0.75$ **SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**(In funzione della profondità e velocità V_s dello strato superficiale)

Profondità primo strato (m)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
250	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
300	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
350	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
400	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
450	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
500	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
600	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
700	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.1 e 1.5**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.1 e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$

CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.5 e 1.5

Curva	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
1	
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{a0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

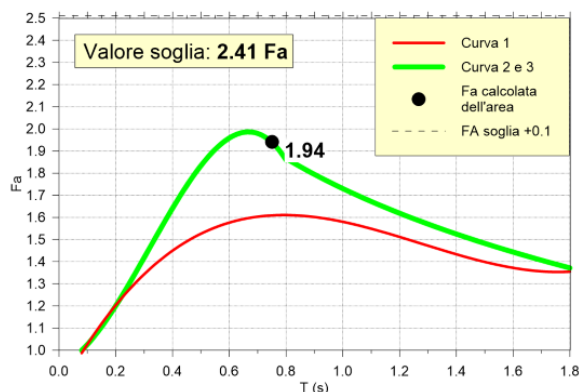
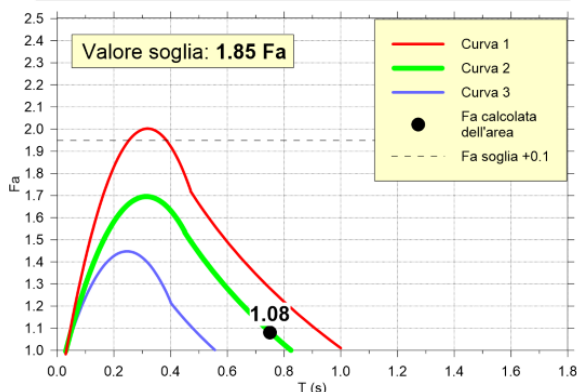
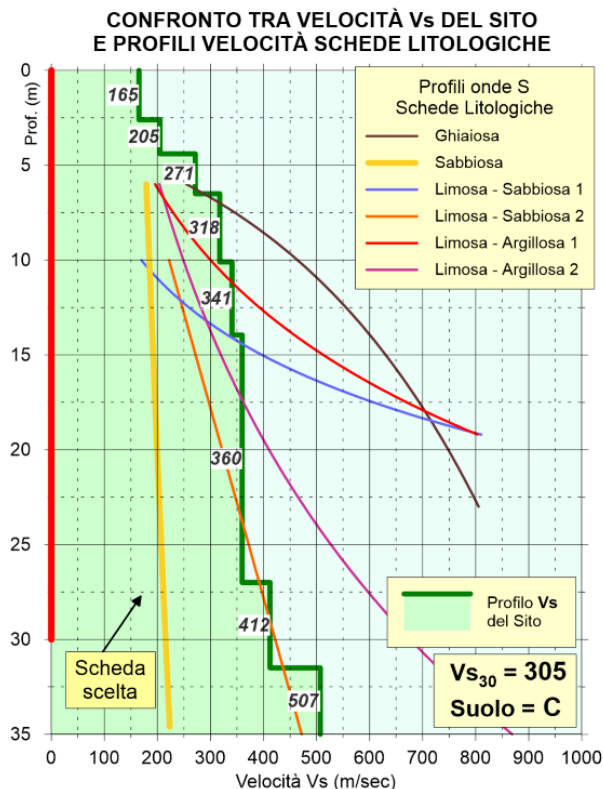
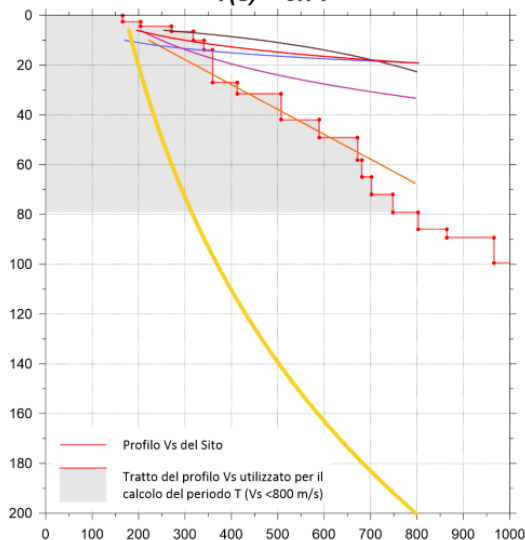
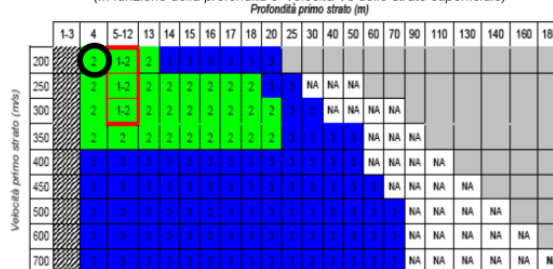
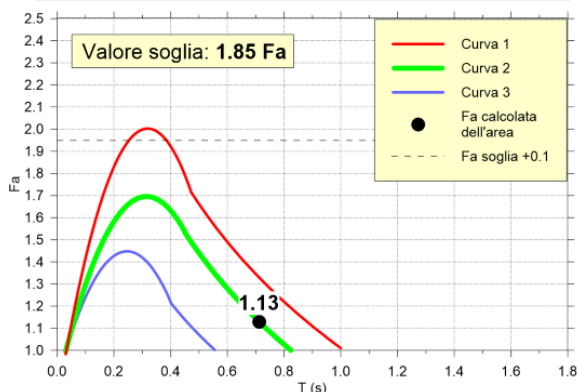


Fig. 46. Scheda litologica per il punto di prova R3.



**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**Comune di Riferimento: **CORNAREDO****R4****SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA****CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**
 $T(s) = 0.71$ **SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**(In funzione della profondità e velocità V_s dello strato superficiale)**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA $F_a 0.1$ e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a 0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a 0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a 0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a 0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a 0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a 0.1-0.5} = 1.00$

**CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA $F_a 0.5$ e 1.5**

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a 0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{a 0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a 0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

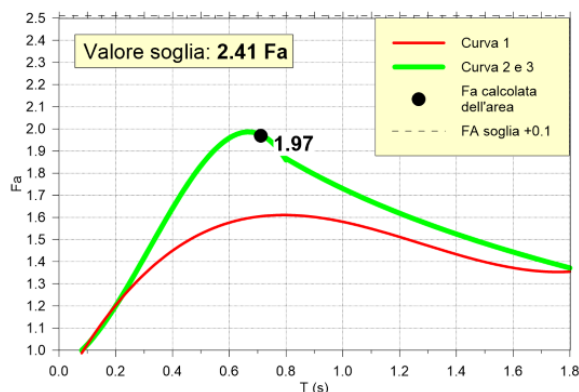
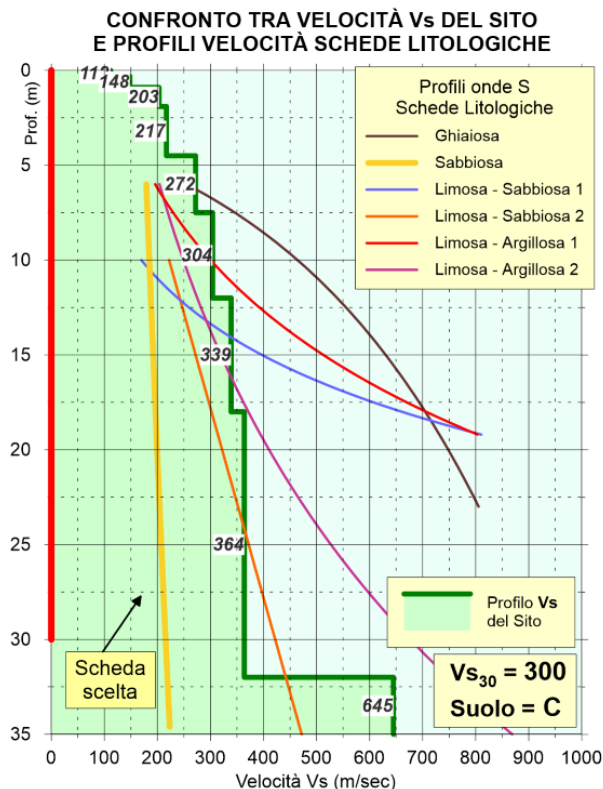
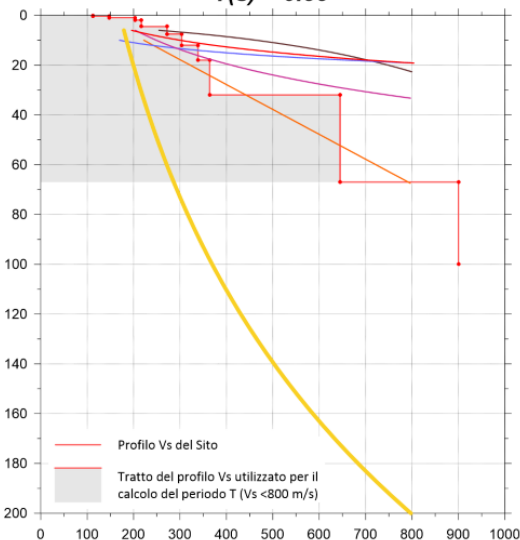
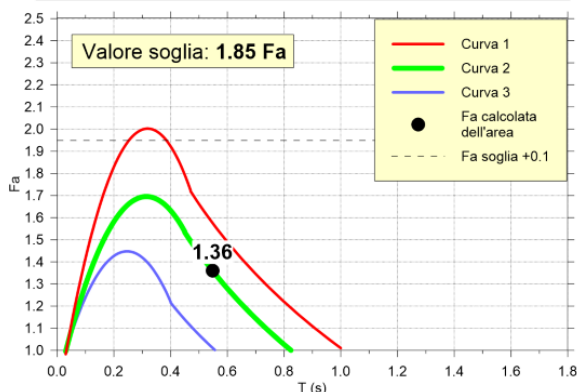


Fig. 47. Scheda litologica per il punto di prova R4.

**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**Comune di Riferimento: **CORNAREDO****R5****SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA****CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**
 $T(s) = 0.55$ **SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**
(In funzione della profondità e velocità V_s dello strato superficiale)**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.1 e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a0.1-0.5} = 1.00$

**CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA F_a 0.5 e 1.5**

Curva	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $F_{a0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

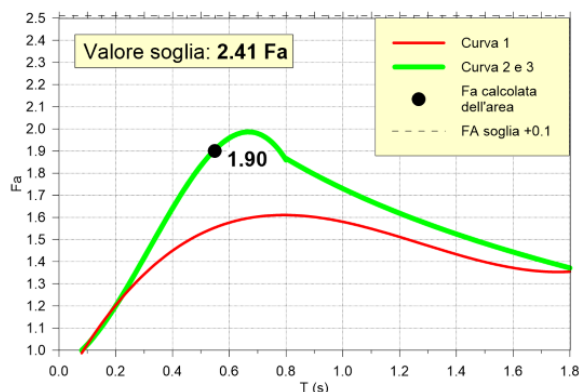


Fig. 48. Scheda litologica per il punto di prova R5.





7.4 Valutazione dell'azione sismica di progetto (NTC 2018)

7.4.1 Descrizione del moto sismico

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta in superficie;
- storia temporale del moto del terreno.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale. In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Ai fini della normativa NTC 2018 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vg} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n. 29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle **NTC**, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente



presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche definiscono la risposta sismica locale.

7.4.2 Azione sismica di progetto e spettro di risposta del sito

Nel presente lavoro l'azione sismica è descritta in termini di *“accelerazione massima e relativo spettro di risposta atteso in superficie”*.

Una volta determinati i parametri del sito (accelerazione massima in superficie, suolo di fondazione e categoria topografica) è possibile calcolare con appositi programmi di calcolo, lo spettro di risposta del sito d'interesse.

Per il calcolo dell'azione sismica e degli spettri di risposta del sito (Fig. 49 e seguenti), è stato utilizzato il programma di calcolo fornito dal Ministero dei Lavori Pubblici *“Spettri di Risposta”* versione 1.0.3.

Le prove sismiche realizzate e la conseguente verifica del fattore di amplificazione come da norma di Regione Lombardia hanno consentito di osservare un comportamento sismico abbastanza omogeneo a livello comunale e di confermare il suolo di fondazione nella categoria *“C”*.

I parametri di input relativi alle aree in cui sono state realizzate le prove, riferiti allo stato limite **SLV** ($T_R = 475$ anni), sono:

<i>Accelerazione massima in superficie</i>	0.043 g
<i>F₀, valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale</i>	2.669
<i>T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale</i>	0.284 s

Gli ulteriori parametri selezionati sono:

<i>V_N vita nominale della costruzione</i>	50 anni
<i>c_u coefficiente d'uso della costruzione</i>	1
<i>Categoria topografica</i>	T1
<i>S_t Coefficiente di amplificazione topografica</i>	1.00

Di seguito sono riportate le elaborazioni effettuate per la categoria di suolo C individuata nel territorio comunale nei punti presi in esame.

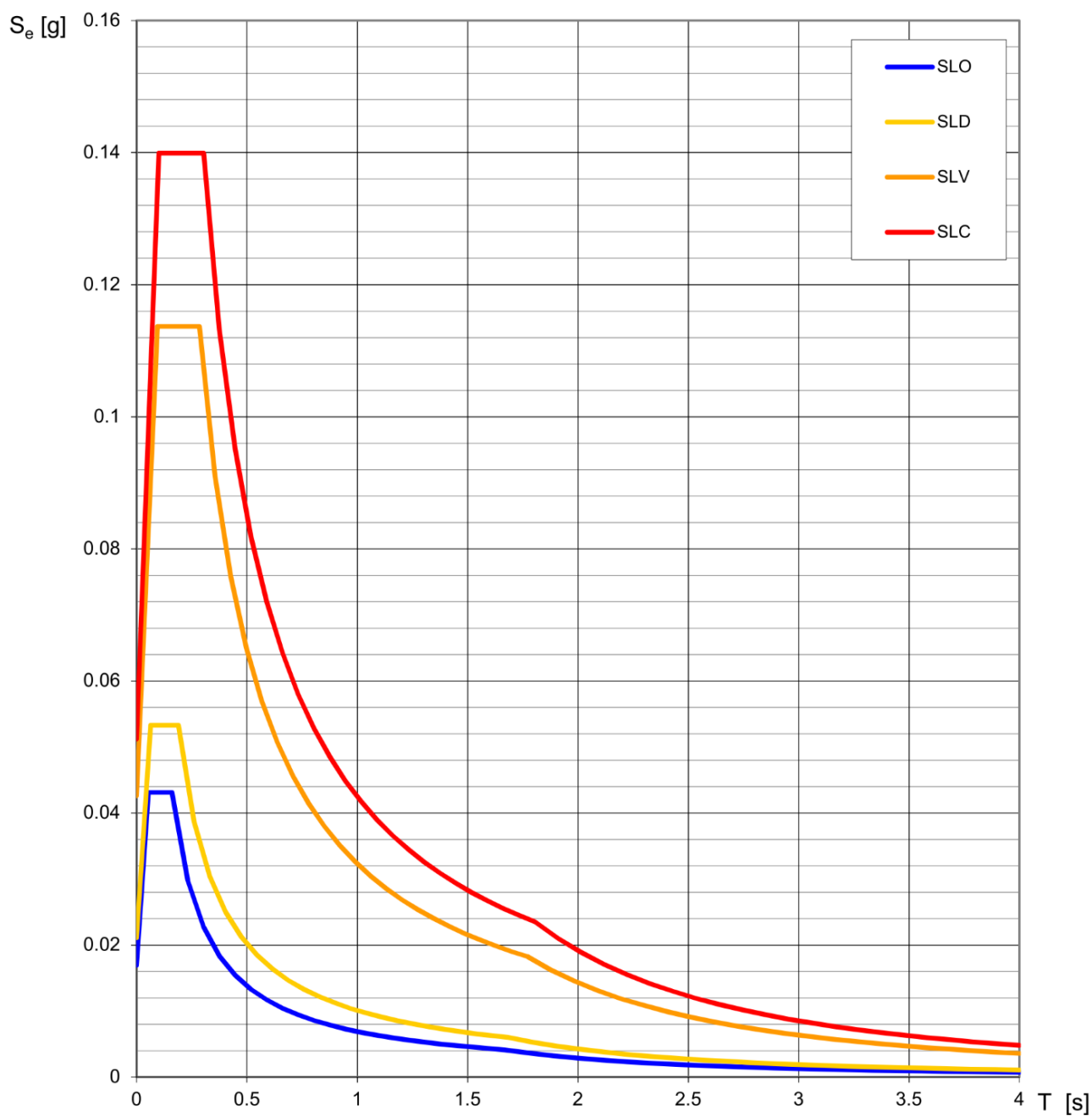
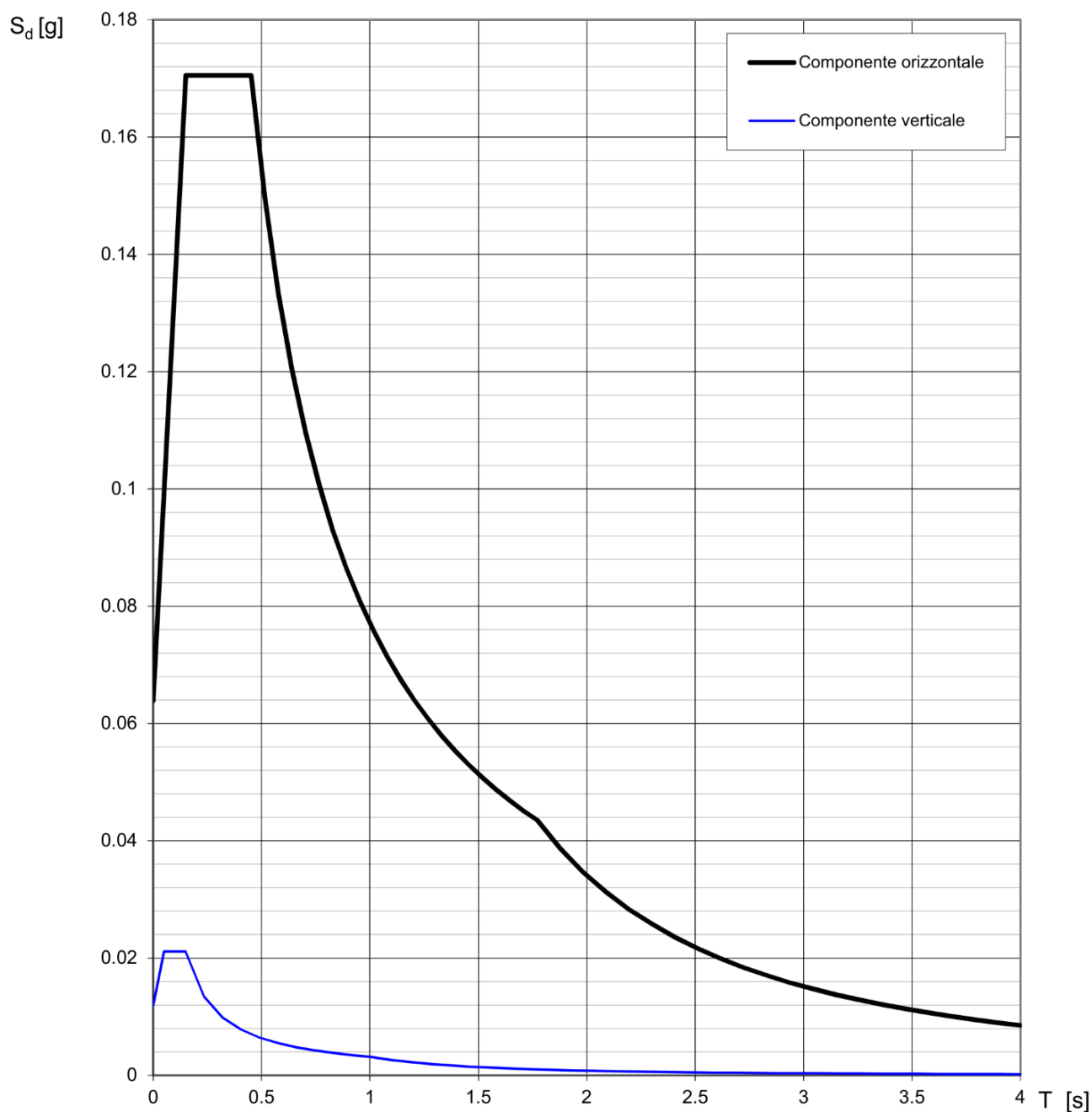
**Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**

Fig. 49. Spettri di risposta elastici di input dei diversi Stati Limite (componenti orizzontali) per il Comune di Cornaredo.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.043 g
F_o	2.669
T_C	0.284 s
S_S	1.500
C_C	1.590
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.151 s
T_C	0.452 s
T_D	1.770 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.064
$T_B \leftarrow$	0.151	0.171
$T_C \leftarrow$	0.452	0.171
	0.515	0.150
	0.578	0.133
	0.640	0.120
	0.703	0.110
	0.766	0.101
	0.829	0.093
	0.891	0.086
	0.954	0.081
	1.017	0.076
	1.080	0.071
	1.143	0.067
	1.205	0.064
	1.268	0.061
	1.331	0.058
	1.394	0.055
	1.456	0.053
	1.519	0.051
	1.582	0.049
	1.645	0.047
	1.708	0.045
$T_D \leftarrow$	1.770	0.044
	1.877	0.039
	1.983	0.035
	2.089	0.031
	2.195	0.028
	2.301	0.026
	2.407	0.024
	2.514	0.022
	2.620	0.020
	2.726	0.018
	2.832	0.017
	2.938	0.016
	3.044	0.015
	3.151	0.014
	3.257	0.013
	3.363	0.012
	3.469	0.011
	3.575	0.011
	3.681	0.010
	3.788	0.010
	3.894	0.009
	4.000	0.009

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.012 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.744
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.012
$T_B \leftarrow$	0.050	0.021
$T_C \leftarrow$	0.150	0.021
	0.235	0.013
	0.320	0.010
	0.405	0.008
	0.490	0.006
	0.575	0.006
	0.660	0.005
	0.745	0.004
	0.830	0.004
	0.915	0.003
$T_D \leftarrow$	1.000	0.003
	1.094	0.003
	1.188	0.002
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.001
	1.563	0.001
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.000
	2.688	0.000
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000



8 CARTA DEI VINCOLI

L'elaborazione della Carta dei Vincoli (**Al. 5**) prende atto degli elementi di vincolo territoriale presenti sul territorio (Fig. 50), essi si suddividono in:

- **Vincoli determinati nell'ambito del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)**

Sono riassunti in questa dicitura i vincoli connessi al Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), che per Cornaredo prevede una piccola area in Ambito RP a pericolosità P1/L al confine con il limitrofo Comune di Rho, oltre il Canale Scolmatore (si veda la Carta PAI-PGRA nello specifico capitolo).

- **Vincoli di Polizia Idraulica**

Sono riassunti in questa dicitura gli elementi relativi al sistema del Reticolo Idrico definito dallo studio redatto dal Comune di Cornaredo e recepito dal Comune in occasione della presente Variante.

- **Reticolo Idrico Principale** di competenza regionale (Canale Scolmatore di Nord Ovest – MI032) con pertinente fascia di rispetto di 10 metri – Art. 96 R.D. n. 523/1904;
- **Reticolo di Bonifica** di competenza del Consorzio di Bonifica Est-Ticino Villorese, con pertinente fascia di rispetto di 5 e 6 metri (art. 4 del Regolamento di Gestione della Polizia Idraulica del Consorzio di Bonifica Est Ticino Villorese – d.g.r. 19 dicembre 2016 – n. X/6037);
- **Reticolo Idrico Minore** di competenza comunale relativo ai corsi d'acqua definiti dallo studio allegato con pertinente fascia di rispetto di 10 metri definita dal citato studio del RIM.

Lo studio riporta inoltre i tratti tombinati dei corsi d'acqua alla data di estensione della cartografia. Per la mappatura ed i relativi regolamenti, si rimanda allo studio.

- **Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:**

- **zone di tutela assoluta (10 metri)** – D.Lgs. n. 258/00 art. 5 comma 4, d.g.r. n. 7/12693 del 10/04/03, D.Lgs. n. 152/06 – art. 94;
- **zona di rispetto (200 m) secondo il criterio geometrico** - D.Lgs. n. 258/00 art. 5 comma 5, 6 e 7 – d.g.r. n. 7/12693 del 10/04/03 – D.Lgs. n. 152/06 – art. 94;
- **zona di rispetto secondo il criterio temporale** – pozzo CAP di Via Manzoni – cod. SIF 0150870171.

In merito al campo pozzo previsto in Via Pastrengo, si specifica che sono state applicate le sole zone di tutela assoluta (10 metri).

**Vincoli territoriali – PTCP della Città Metropolitana di Milano**

- Art. 24 - Corsi d'acqua
- Art. 38 – Ciclo delle acque
- Art. 39 – Aree dismesse e aree di bonifica

Gli elementi evidenziati in Tavola 3-PTCP sono stati inseriti nell'allegata Tav. 5 (Carta dei Vincoli), previa verifica di nuovi siti sulla banca dati dei siti bonificati/contaminati di Regione Lombardia, database ARPA Lombardia e banca dati di Città Metropolitana di Milano, oltre che con l'Uff. Tecnico comunale.

Dal confronto è emerso che al momento della redazione del presente elaborato, risultano i seguenti siti:

Sito	Situazione
Stabilimento BP Italia – Via edison	Analisi di Rischio conclusa
Stabilimento Lubra Spa	Analisi di Rischio conclusa
Punto Vendita AGIP 57560 – Via Garibaldi	Analisi di Rischio conclusa
Linea AC TO-MI – pk 117+066	Analisi di Rischio conclusa
Linea AC TO-MI – pk 117+300	Messa in sicurezza permanente
Ex discarica di Cornaredo (AC pk 117+300)	Settore nord da bonificare
Ex-IRCON, settore sud -	Analisi di Rischio conclusa
Manomissione oleodotto ENI	Progetto di bonifica approvato
Ex-ICOMA - Via tonale / Via dello Sport	Eseguita l'indagine preliminare, da bonificare
Impianto ST - Via Tolomeo	Analisi di Rischio in corso

Le aree dismesse in fase di modifica dovranno essere sottoposte alle analisi di caratterizzazione secondo le procedure del D.Lgs. n. 152/06 “Norme in materia ambientale” – Titolo V parte quarta – siti contaminati – valori di riferimento: Tab. 1 – colonne A e B – Allegato 5 del Titolo V; l'individuazione è basata sul censimento appositamente effettuato dall'Urbanista.

Vincoli territoriali – PTC del Parco Agricolo Sud Milano

- artt. 16, 18, 41, 42;

Il limite del Parco Agricolo Sud Milano sono stati scaricati dal Geoportale di Regione Lombardia.

In merito alla L.R. 7/2017, non essendo stata definita la **Carta delle “Aree escluse dal recupero dei vani e locali seminterrati esistenti”**, tutto il territorio comunale è da considerarsi idoneo al recupero dei seminterrati.

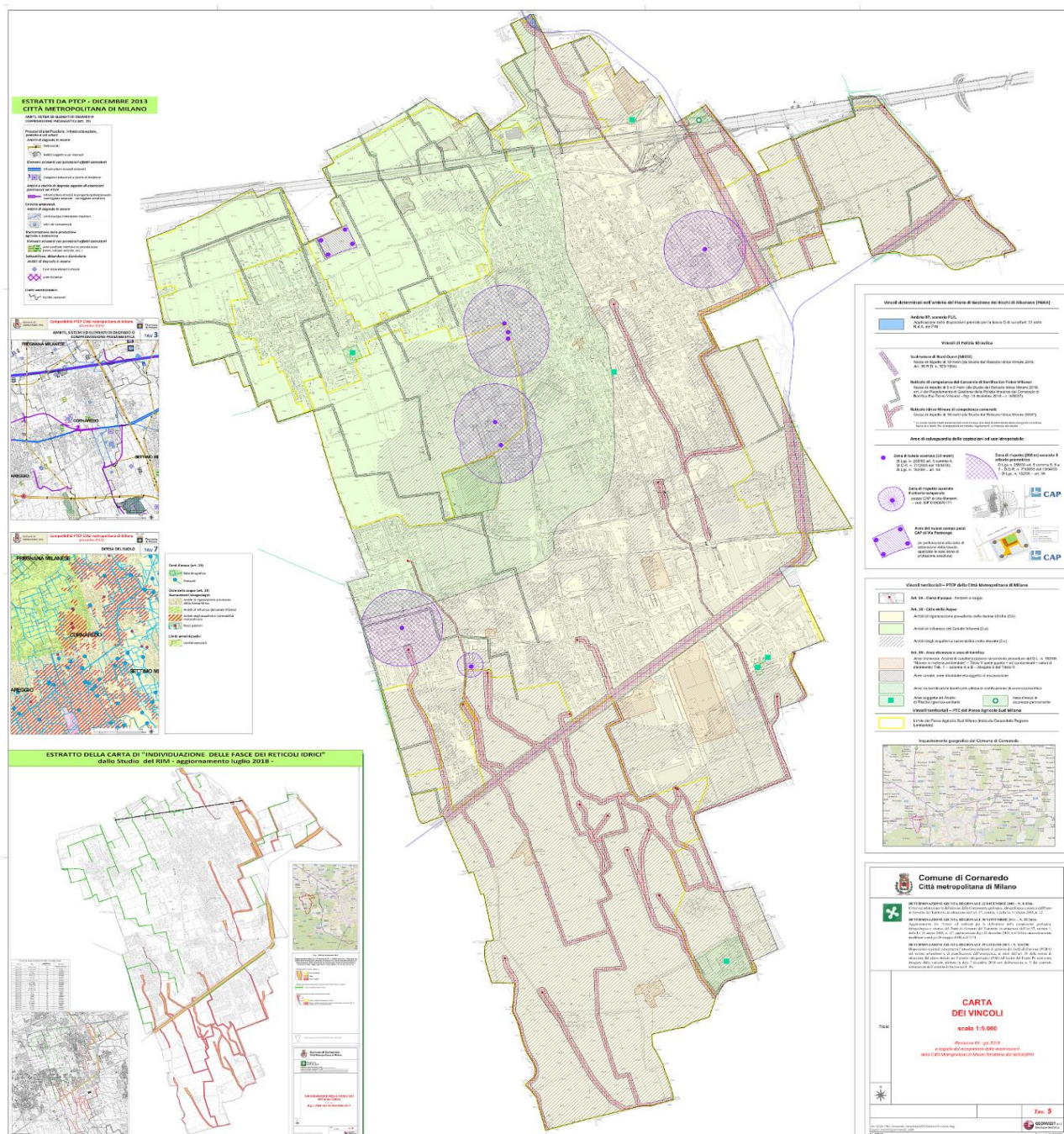


Fig. 50. Carta dei Vincoli (Tav. 5, miniatura fuori scala).



9 CARTA DI SINTESI DELLE PROBLEMATICHE GEOAMBIENTALI

La sintesi proposta evidenzia e riorganizza gli elementi conoscitivi raccolti in funzione del loro significato rispetto alle scelte di utilizzo del territorio e, in particolare, alle destinazioni e trasformazioni d'uso definibili in sede di pianificazione locale.

L'elaborato cartografico di Sintesi (Tav. 6, miniatura in Fig. 51) è stato redatto a partire dalle indagini di base condotte sul territorio comunale, per le quali si rimanda ai capitoli precedenti.

A tal fine, sono stati individuati differenti ordini principali di problematiche, di seguito brevemente descritti:

- **AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO**

Il problema della salvaguardia delle acque sotterranee può essere affrontato sia considerando la litologia dei complessi idrogeologici e le caratteristiche della loro copertura pedogenizzata (vulnerabilità intrinseca degli acquiferi) sia da quello delle possibili fonti di rischio presenti sul territorio.

Un'elevata vulnerabilità idrogeologica, o la prossimità di punti di captazione idrica ad uso idropotabile, richiedono forme crescenti di salvaguardia del territorio e la limitazione o l'esclusione di forme di uso del suolo che possano costituire una fonte di rischio - inquinamento - per le acque sotterranee o che possano interferire in senso fisico con gli acquiferi sotterranei e con la loro ricarica.

L'analisi delle situazioni di possibile rischio per le falde idriche sotterranee non può essere considerata esaustiva, non prendendo in considerazione una serie di elementi di grande rilevanza (quali le fonti di rischio industriale) non contemplati nell'ambito del presente studio.

Sono definiti:

- Settori con permeabilità relativamente più elevata con valori di soggiacenza dell'ordine di 4 m dal p.c.,
- Settori con materiali riportati, ritombamento di cave, aree colmate e/o oggetto di escavazione
- Settori interessati da piani di caratterizzazione e/o bonifica (in atto) e/o Analisi di Rischio igienico-sanitario.





- **AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

In funzione dell'analisi delle situazioni di possibile rischio idraulico, espresse nella presente relazione e nel collegato Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale (a cui si rimanda), sono definite:

- Aree potenzialmente allagabili per piena catastofica (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 200 anni).

Sono riferite ai settori di pianura del Fiume Olona, al confine con il limitrofo Comune di Rho al di là del Canale Scolmatore di Nord Ovest. Attesi modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche.

- Aree allagabili estemporaneamente

Sono riferite a specifici settori limitrofi al Canale Scolmatore di Nord Ovest, ove in caso di eventi imprevedibili e non dipendenti dalla pianificazione comunale, si sono verificate nel passato modesti allagamenti dallo Scolmatore verso canalizzazioni limitrofe e quindi in alcune proprietà private.

- **AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

Si tratta praticamente di circa il 30% del territorio comunale, sulla base dei dati geognostici disponibili sono stati distinti specifici settori:

- settori con limi/argille superficiali con spessori dell'ordine dei 3 metri con caratteristiche geotecniche scadenti;
- settori con materiali riportati, ritombamento di cave, aree colmate e/o oggetto di escavazione.

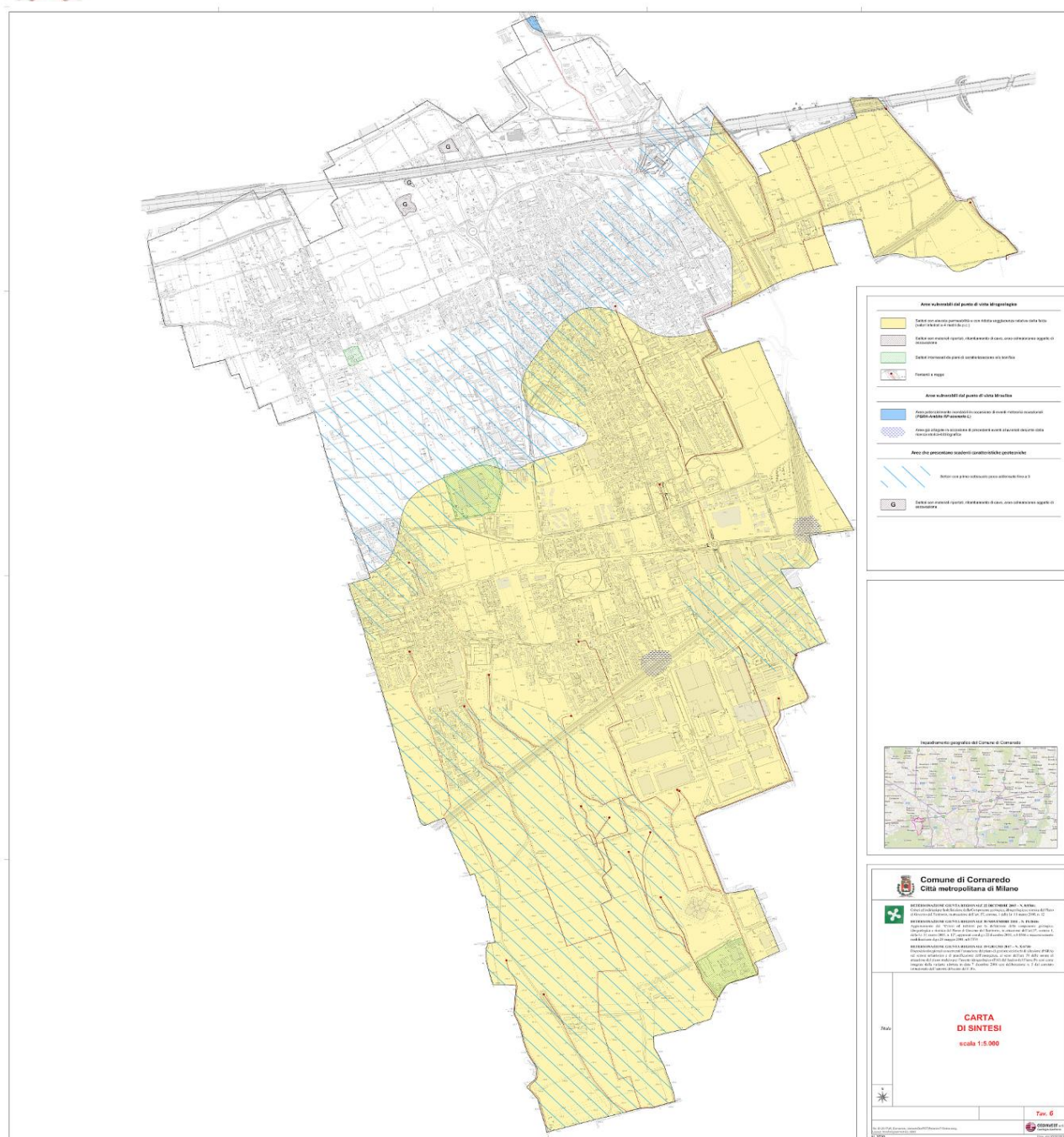


Fig. 51. Carta di Sintesi (Tav. 6, miniatura fuori scala).