



GEOPLANET

*Geologia Applicata, Geotecnica, Idrogeologia, Geologia Ambientale,
Pianificazione Territoriale, Percorsi geologico-storico naturalistici*

Via Edison 18/A; 23875 Osnago (Lc)

Via Olgiasca n.8; 23823 Colico (Lc) tel/Fax 0341-931962 tel cell 338-2195909

E – Mail studiogeoplanet@libero.it

C.F. e P.IVA: 02594240133



**STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA
PER REALIZZAZIONE PIANO ATTUATIVO
RELATIVO ALL'AMBITO DI TRASFORMAZIONE
RR01, IN VIA ELIGIO BRIGATTI,
NEL COMUNE DI RONCO BRIANTINO (MB)**



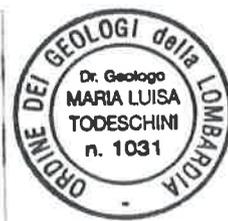
NOVEMBRE 2017

Dott. Geologo Maurizio Penati

Dott.ssa Geologo Maria Luisa Todeschini



COMUNE DI RONCO BRIANTINO
 Prot. n° 9509
20 NOV. 2017
 Cat. 6 Classe 3 Prot.



INDICE

1. PREMESSA	2
RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'	7
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO AI SENSI DELLA L.R. 11.3.2005 N.12 E D.G.R. IX/2616 DEL 30/11/2011	9
RELAZIONE GEOLOGICA	15
3. CRITERI IN ZONE SISMICHE	17
3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	19
3.2 PROCEDURE 1° LIVELLO	21
3.3 PROCEDURE 2° LIVELLO	23
Il metodo MASW	23
3.3.1 Risultati	28
4. CARATTERI GEOLOGICO – MORFOLOGICI – IDROGEOLOGICI	34
5. STRATIGRAFIA	45
5.1 Stratigrafia	45
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	46

1. PREMESSA

Con incarico del **GEOM. ENRICO PENATI**, è stata realizzata la seguente perizia di compatibilità geologica, idrogeologica e sismica per realizzazione Piano Attuativo relativo all'Ambito di Trasformazione **RR01**, in via Eligio Brigatti, nel comune di Ronco Briantino (Mb).

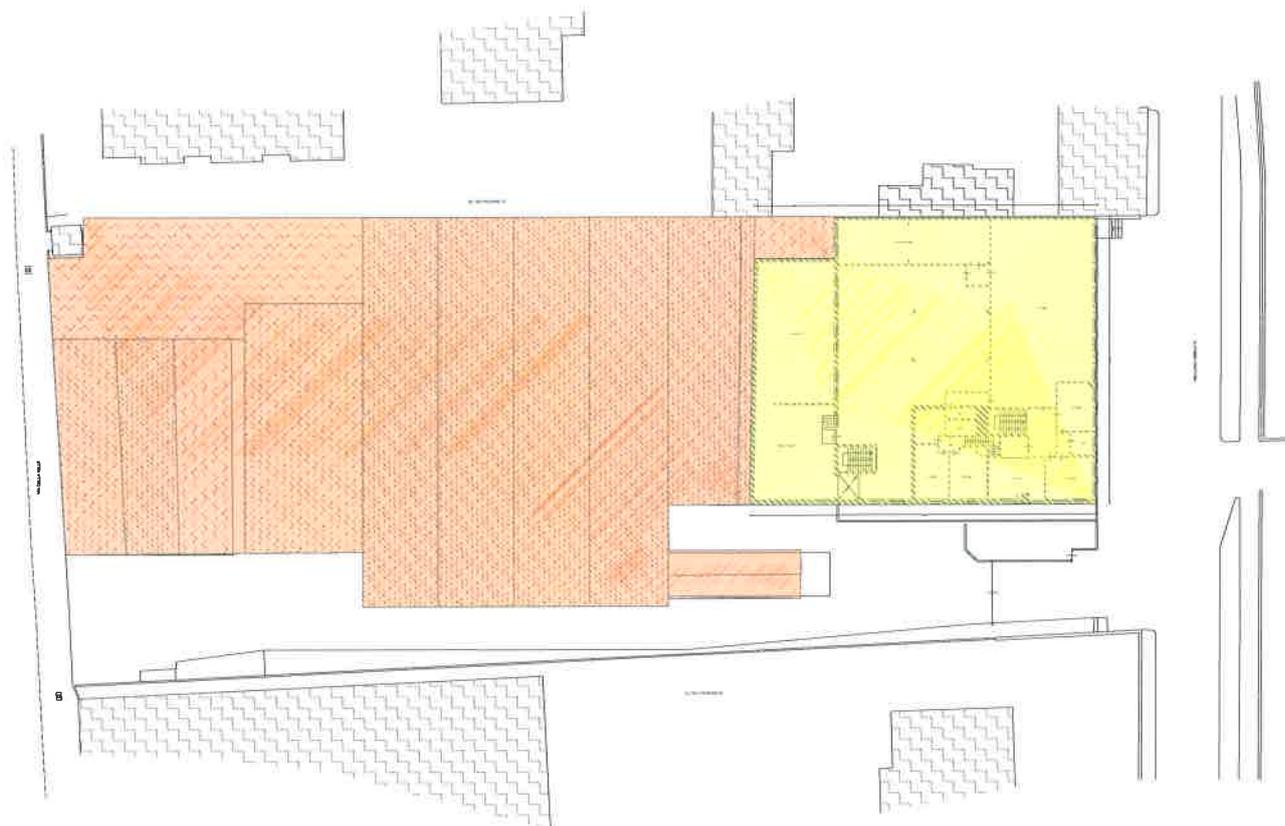
L'area in esame si trova in Via Eligio Brigatti nel territorio comunale di Ronco Briantino (Mb) (cfr. fig. 1), alla quota media di 240.5 m s.l.m.



FIG. 1 Corografia generale - Estratto Carta Tecnica Regionale - Scala 1: 10.000

Una porzione dell'area oggetto di studio verrà convertita da industriale a residenziale, mentre la porzione adiacente a Via Brigatti rimarrà ad uso commerciale/direzionale e non sarà soggetta ad alcuna demolizione e conversione di utilizzo.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico con individuate le due aree.



LEGENDA:

- Area ad uso Uffici/direzionale non soggetta a demolizione
- Area ad uso industriale a destinazione residenziale oggetto di demolizione

FIG. 2 Stralcio planimetria stato di fatto

L'area oggetto di richiesta di conversione da industriale a residenziale presenta una superficie complessiva di copertura pari a circa 2730 m².

L'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- ✎ ricerca e analisi bibliografica (indagini effettuate nelle vicinanze dell'area in esame);
- rilievo geologico-morfologico dell'area di edificazione e circostanti;
- interpretazione dei dati raccolti;
- elaborazione e restituzione.

L'indagine, si prefigge i seguenti obiettivi:

- ✓ valutare la situazione geologico-morfologica locale per verificare la stabilità dell'area;
- ✓ definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- ✓ definire il livello della superficie piezometrica locale;
- ✓ definire la compatibilità geologica, idrogeologica e sismica dell'intervento in progetto.

Di seguito si riporta la fotografia aerea interessante l'area di studio:



FIG.3 Fotografia aerea

Di seguito si riporta stralcio del PGT vigente del Comune di Ronco Briantino

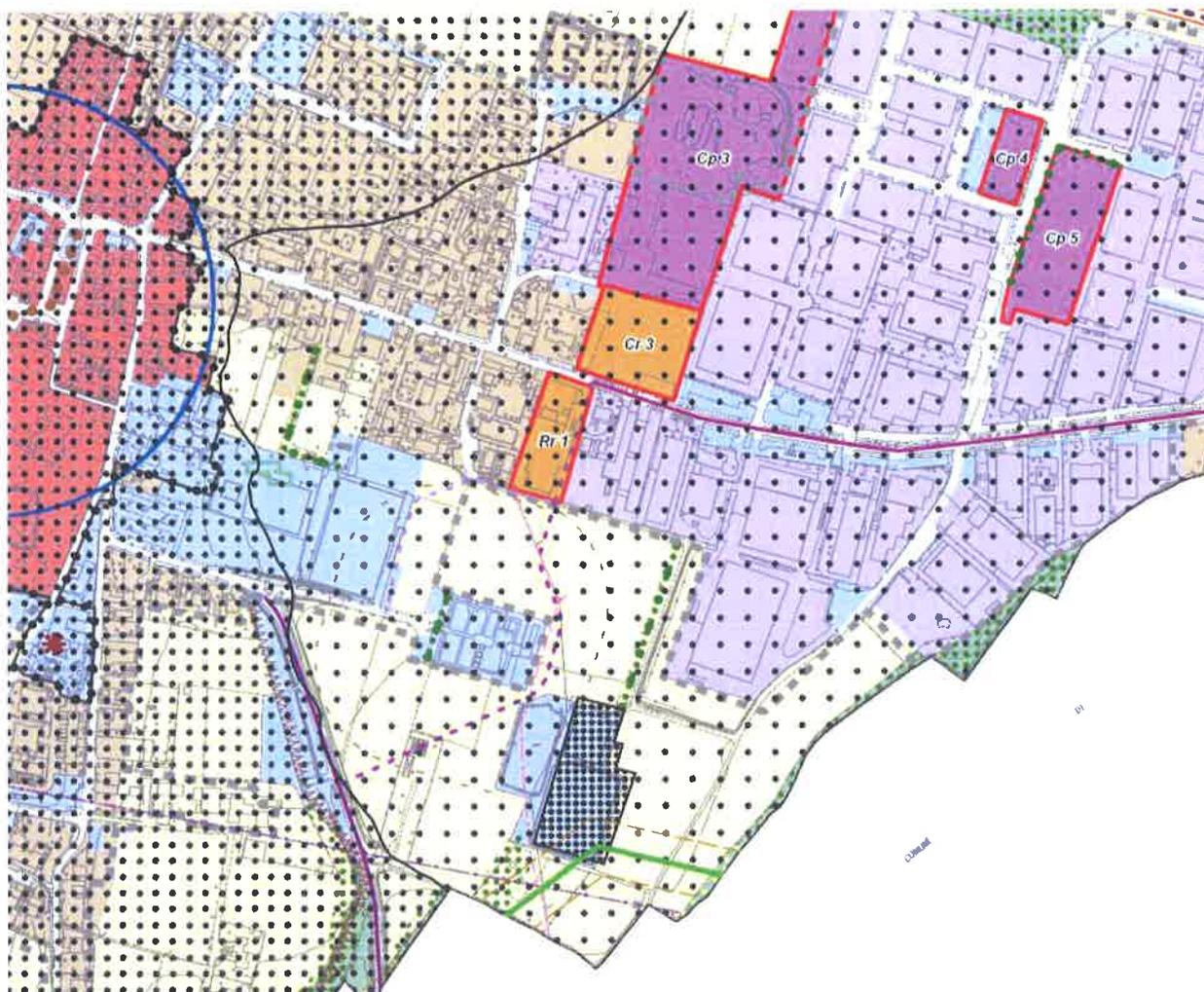


FIG.4 Estratto PGT

Di seguito si riporta l'estratto mappa catastale con identificazione parcella catastale:

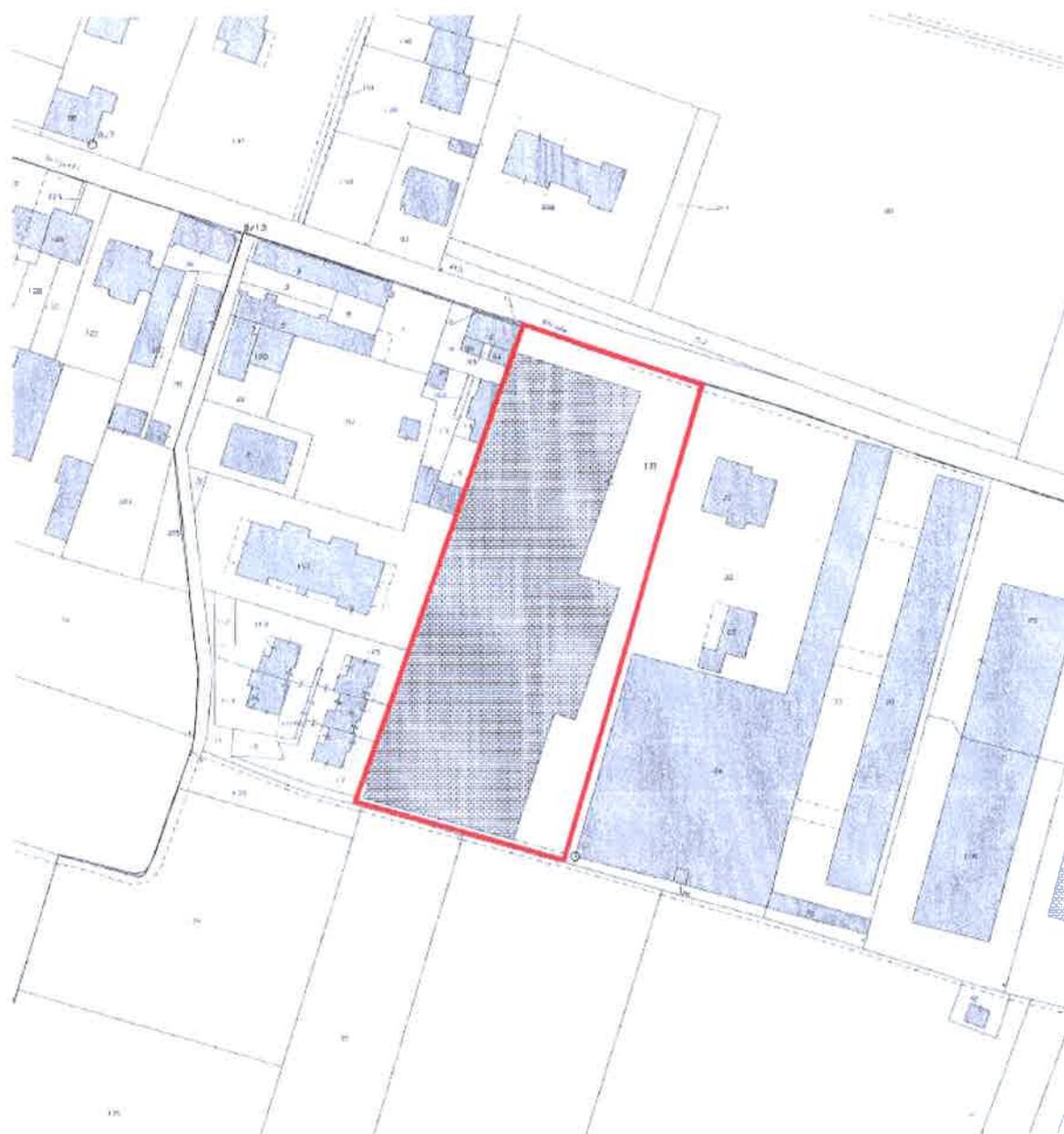


FIG.5 Estratto mappa catastale – Foglio 14 particella n. 18 del Comune di Ronco Briantino

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO AI SENSI DELLA L.R. 11.3.2005 N.12 E D.G.R. IX/2616 DEL 30/11/2011

Il comune di Ronco Briantino è dotato dello componente geologica al PGT a firma dei Dott. Geol. Bruzzi e Corno datata .

CARTA DEI VINCOLI

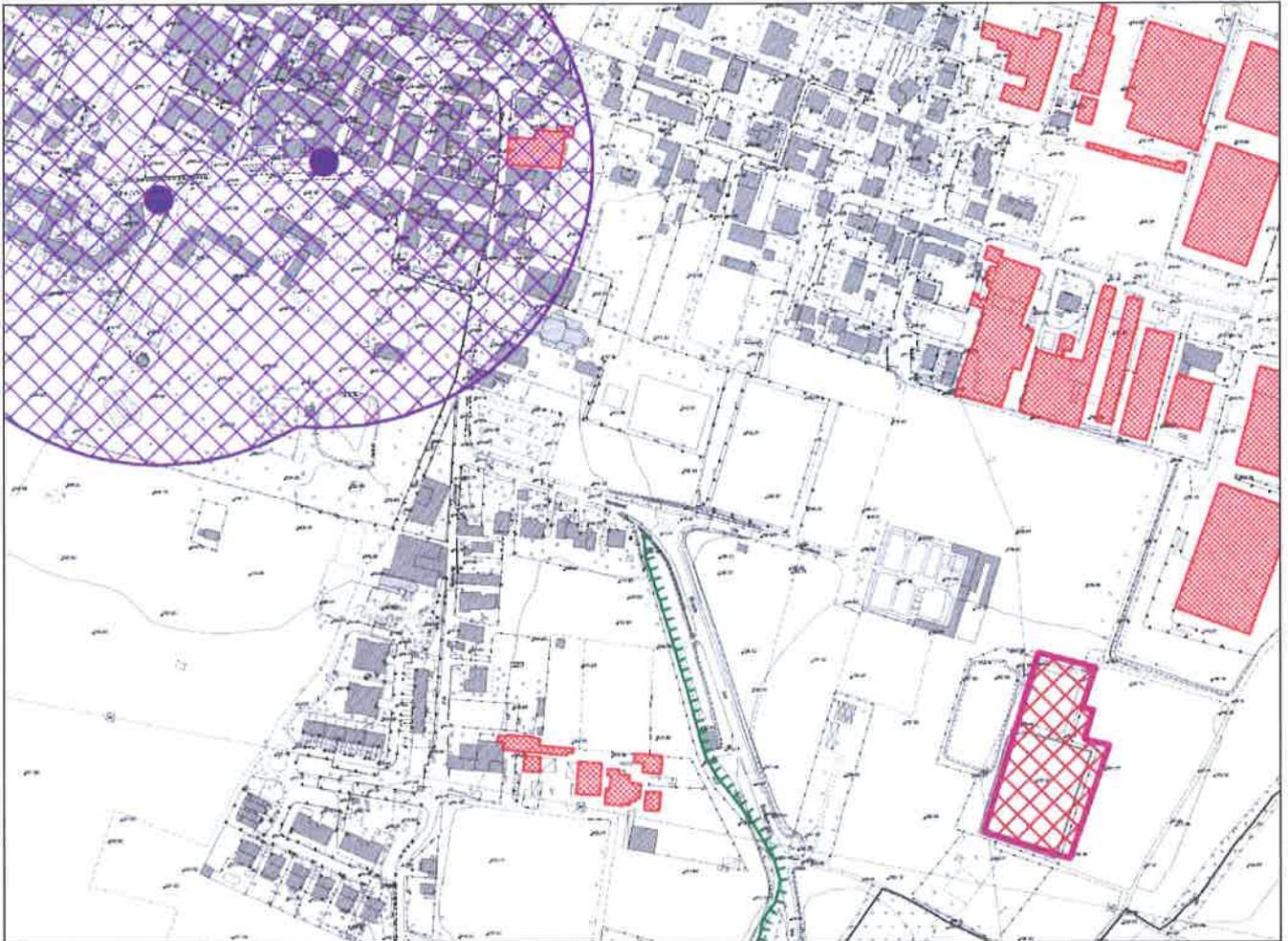
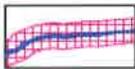


FIG. 6 Estratto della carta dei vincoli – 1: 5.000 – Dott. Geol. Bruzzi & Corno

Vincoli di polizia idraulica - a cura di



Reticolo idrico principale di competenza regionale

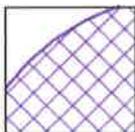


Torrente Molgora (MI020)
fascia di rispetto di 10 metri

Area di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile



Aree di salvaguardia: zona di tutela assoluta (raggio 10 metri)
D.lgs. 258/00 art.5 comma 4
D.G.R. n.7/12693 del 10/04/2003
D.lgs. 152/06 - art. 94



Aree di salvaguardia: zona di rispetto (raggio 200 metri) "criterio geometrico"
D.lgs. 258/00 art.5 comma 5,6,7
D.G.R. n.7/12693 del 10/04/2003
D.lgs. 152/06 - art. 94

Ulteriori Vincoli



Aree industriali per trasformazioni d'uso, verifica secondo D.L. 3/04/06 n. 152 Titolo V - parte Quarta - Siti contaminati. Valori di riferimento: TAB 1 - colonne A e B - Allegato 5 del Titolo V



Aree di escavazione inattive aperte e/o parzialmente ritombate da sottoporre a caratterizzazione come da D.L. n. 152 - Titolo V



Impianti di depurazione reflui fognari da sottoporre a caratterizzazione in fase di trasformazione

Elementi di attenzione - difesa del suolo da P.T.C.P. - Provincia di Milano - Tavola 2b



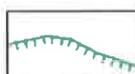
Aree a vincolo idrogeologico (art. 45 comma 3)



Corsi d'acqua
Elenco 2 Reticolo principale



Aree in corso di caratterizzazione



Ori di terrazzo (definiti sulla base cartografica di dettaglio)
Art.51 Elementi Geomorfologici

CARTA DI SINTESI

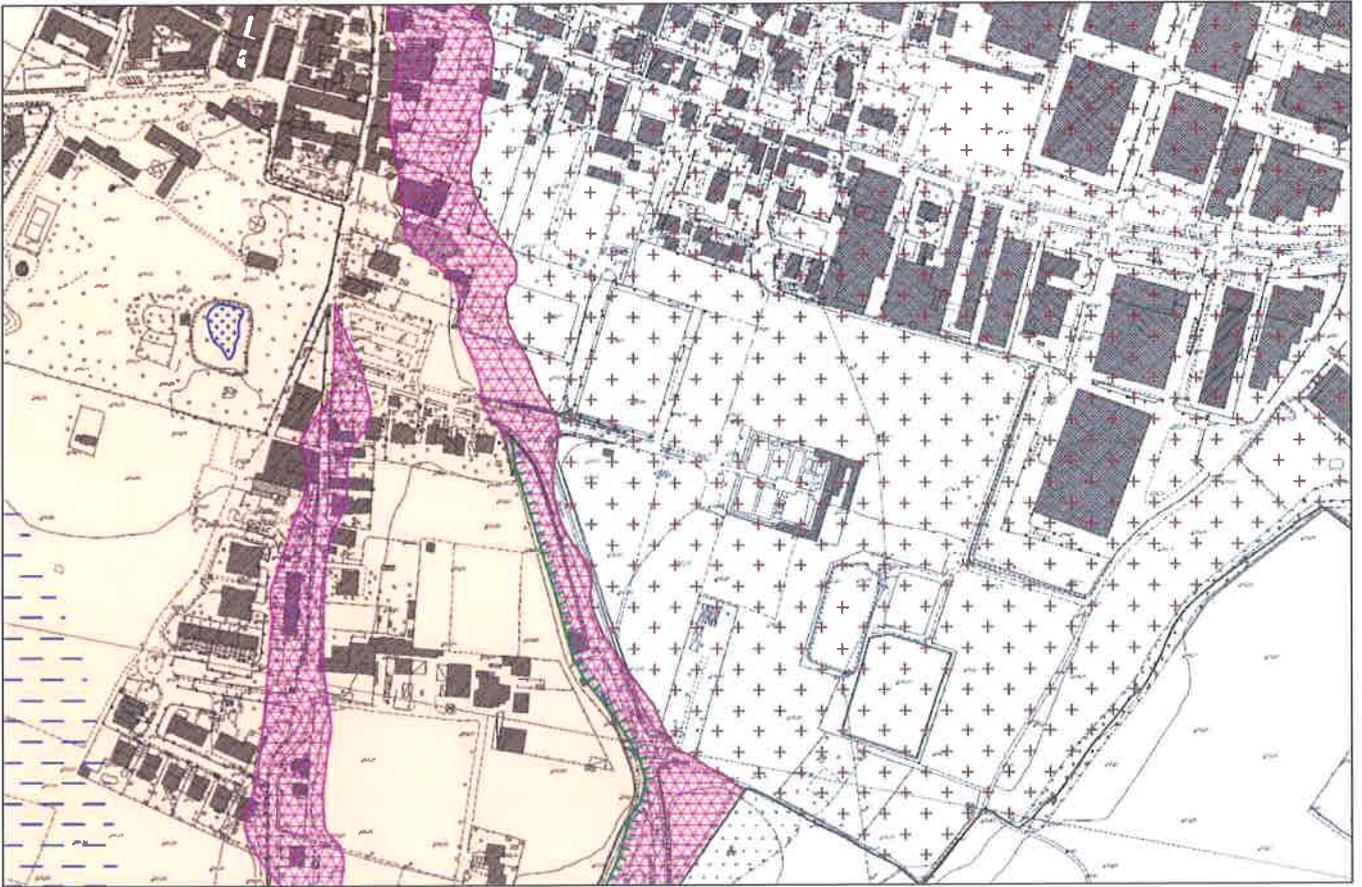
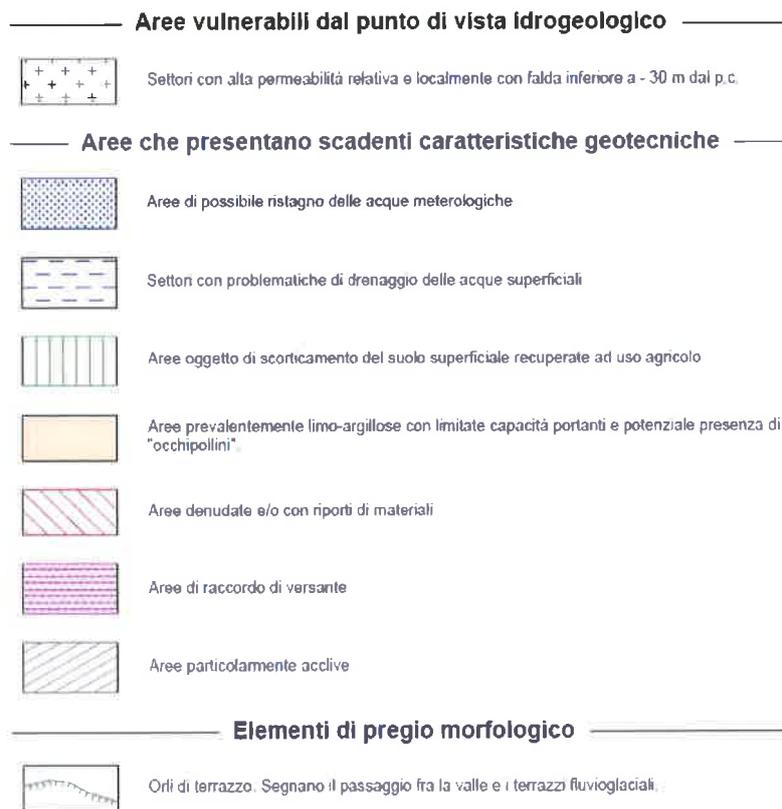


FIG. 7 Estratto della carta di sintesi – 1: 5.000 – Dott. Geol. Bruzzi & Corno



CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

Il comune di Ronco Briantino è dotato dello componente geologica al PGT a firma dei Dott. Geol. Buzzi e Corno che pone l'area in esame in classe di fattibilità 2a.

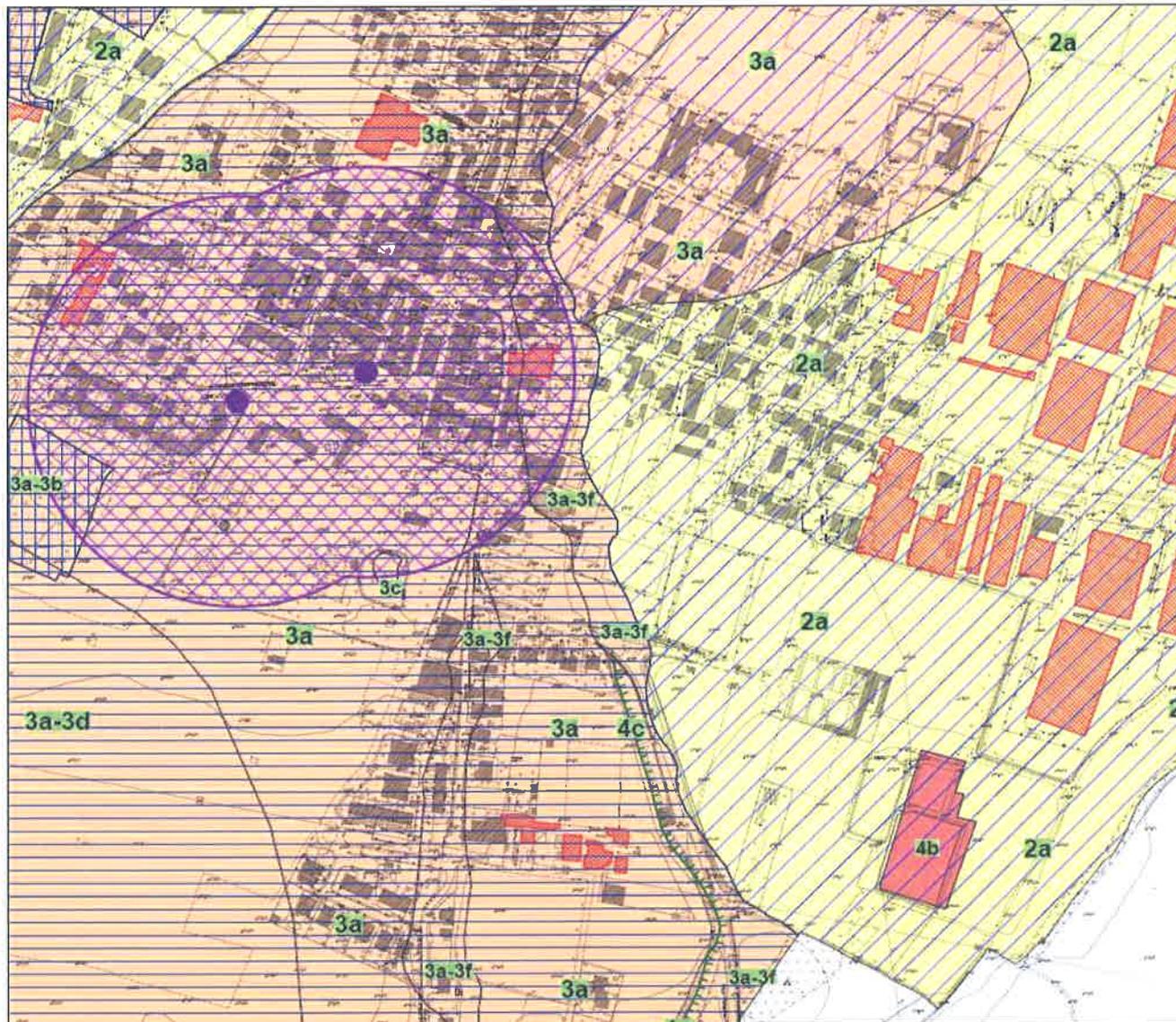
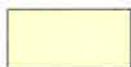


FIG. 8 Estratto della carta di fattibilità geologica– 1: 5.000 – Dott. Geol. Bruzzi & Corno

	Sigla	SCENARIO PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	EFFETTI	CLASSE DI PERICOLOSITÀ SISMICA
	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)	Amplificazioni topografiche	H2 - livello di approfondimento 2'
	Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati)		
	Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	
	Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale		

INDICAZIONI SULLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

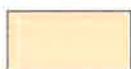
Classe 2 (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni



La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

2a Aree con alta permeabilità e moderata protezione superficiale

Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni



La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

3a Settori con ridotta capacità portante e con presenza di occhi pollini

3b Aree scavate e/o parzialmente riempite ed oggetto di escavazione

3c Settori con possibili ristagni idrici

3d Settori con problematiche di drenaggio delle acque superficiali

3e Aree oggetto di scorticamento e recuperate a scopo agricolo

3f Aree di raccordo di versante

Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni



L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

4a Reticolo idrografico principale di competenza regionale
T.Molgora (MI020) - Fascia di rispetto 10 m

4b Area dell'ex depuratore

4c Orli di terrazzo

4d Aree particolarmente acclive

Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni ”La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d’uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l’esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori”. In questa classe sono comprese le zone ove sono state rilevate condizioni limitative, anche se di lieve entità, all’edificabilità. Si definiscono le aree subpianeggianti o debolmente ondulate caratterizzate da una litologia ghiaioso-sabbiosa con presenza della superficie freatica a profondità dell’ordine di 25/30 metri e più.

Sono, in specifico, aree subpianeggianti e/o debolmente pendenti, ove le informazioni a disposizione indicano la probabile presenza, singola o associata, di un immediato sottosuolo contraddistinto da caratteristiche geotecniche modeste (eterogeneità latero-verticali delle caratteristiche geomeccaniche del substrato di fondazione con locale presenza nell’immediato sottosuolo di orizzonti sabbiosi). In particolare si tratta di aree con alta permeabilità relativa e modesta capacità protettiva. Si localizzano nella porzione orientale del territorio e nel settore nordoccidentale.

Per le aree ricadenti in questa classe, l’edificabilità può comunque essere generalmente attuata con l’adozione di normali accorgimenti costruttivi e/o di preventiva salvaguardia idrogeologica o

geotecnica, opportunamente dimensionati sulla base delle risultanze di indagini geognostiche, idrogeologiche e geotecniche puntuali che dovranno valutare puntualmente le condizioni limitative caratteristiche di questa classe.

In questa classe di fattibilità, preliminarmente ad ogni intervento edificatorio, dovranno essere eseguiti studi che, oltre ottemperare a quanto richiesto in merito dal D.M. 14/01/08, dovranno essere finalizzati alla definizione della profondità, morfologia e consistenza del substrato di fondazione, previa esecuzione di idonee indagini geognostiche (quali sondaggi e prove penetrometriche).

Le indagini geologiche e geotecniche dovranno in ogni caso consentire la definizione della locale situazione idrogeologica e dei parametri geomeccanici caratteristici, da utilizzare per il corretto dimensionamento delle strutture fondazioni, con verifiche geotecniche finalizzate al calcolo della capacità portante e dei cedimenti in relazione ai carichi di progetto.

Sottoclasse 2a

Aree con alta permeabilità e ridotta protezione superficiale

Aree subpianeggianti e con litologie prevalentemente ghiaioso-sabbiose.

CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA				
Classi di Fattibilità Geologica	Principali caratteristiche	Problematiche	Parere di edificabilità	Indagini di approfondimento
CLASSE 4 Generi limitazioni				
Sottoclasse 4a Reticolo idrico	• Aree definite dallo Studio del Reticolo Minore	• Aree di salvaguardia idraulica R.D. 323/904	• Gravi limitazioni all'utilizzo • Esclusa nuova edificazione • Solo opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche specifiche • Verifiche di compatibilità idraulica
Sottoclasse 4b Area dell'ex depuratore	• Terreni da caratterizzare	• Elevato impatto ambientale	• Gravi limitazioni all'utilizzo • Solo opere di sicurezza	• Caratterizzazione e progetto di bonifica D. Lgs. 152/06
Sottoclasse 4c Orli di terrazzo	• Larghezza pari alla scarpata	• Elemento di pregio morfologico	• Gravi limitazioni all'utilizzo • Esclusa nuova edificazione	• Indagini geomorfologiche • Stabilità dei versanti
Sottoclasse 4d Aree particolarmente acclivi	• Settori di scarpata verso il T.Molgiora	• Forti pendenze	• Gravi limitazioni all'utilizzo • Esclusa nuova edificazione	• Indagini geomorfologiche • Stabilità dei versanti
CLASSE 3 Consistenti limitazioni				
Sottoclasse 3a Settori con ridotta capacità portante e con presenza di occhi polini	• Aree comprensive di una coltre superficiale di terreni limo-argillosi dell'ordine di 2-6 metri • Diffusione di cavità a diverse profondità	• Terreni disomogenei con scadenti caratteristiche geotecniche • Cedimenti improvvisi	• Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia • Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi - geofisiche) • Verifiche stabilità di scavo • Verifica opere di smaltimento acque superficiali • Verifica delle opere di sostegno e stabilizzazione
Sottoclasse 3b Aree scavate e /o parzialmente riempite ed aree oggetto di escavazione	• Aree depresse e/o morfologicamente modificate	• Materiali di riempimento non definiti • Scadenti caratteristiche geotecniche	• Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi - geofisiche - misure piezometriche) • Verifiche stabilità di scavo • Verifica opere di smaltimento acque superficiali • Verifica materiali di riempimento - D Lgs n. 152/06
Sottoclasse 3c Settori con possibili ristagni idrici	• Aree morfologicamente depresse con presenza di acque (falde sospese?)	• Drenaggio difficoltoso, scadenti caratteristiche geotecniche	• Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi - geofisiche - misure piezometriche) • Verifiche stabilità di scavo • Verifica opere di smaltimento acque superficiali • Verifica opere di regimazione idraulica
Sottoclasse 3d Settori con problematiche di drenaggio delle acque superficiali	• Aree con suoli limo-argillosi morfologicamente modificate	• Drenaggio difficoltoso, scadenti caratteristiche geotecniche	• Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi - geofisiche - misure piezometriche) • Verifiche stabilità di scavo • Verifica opere di smaltimento acque superficiali • Verifica opere di regimazione idraulica
Sottoclasse 3e Aree oggetto di scorticamento e recuperate a scopo agricolo	• Aree depresse e/o morfologicamente modificate	• Materiali di riempimento non definiti • Scadenti caratteristiche geotecniche	• Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi - geofisiche - misure piezometriche) • Verifiche stabilità di scavo • Verifica opere di smaltimento acque superficiali • Verifica materiali di riempimento
Sottoclasse 3f Aree di raccordi di versante	• Aree leggermente inclinate a volte depresse	• Terreni disomogenei con scadenti caratteristiche geotecniche • Cedimenti improvvisi	• Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia • Consistenti limitazioni con specifiche opere di salvaguardia	• Indagini geognostiche (penetrometrie-sondaggi - geofisiche) • Verifiche stabilità di scavo • Verifica opere di smaltimento acque superficiali • Verifica delle opere di sostegno e stabilizzazione
CLASSE 2 Modeste limitazioni				
Sottoclasse 2a Aree con alta permeabilità e ridotta protezione superficiale	• Aree subpianeggianti e con litologie prevalentemente ghiaioso-sabbiose	• Relativamente ridotte capacità protettive (soggiacenza dell'ordine di 30 metri)	• Con attenzione alle specifiche problematiche	• Indagini geognostiche • Valutazione del grado di protezione dei terreni profondi • Analisi e smaltimento acque superficiali

RELAZIONE GEOLOGICA

3. CRITERI IN ZONE SISMICHE

Analisi del rischio sismico

Secondo le recenti normative ed in particolare il D. M. 14/01/2008 l'intero territorio nazionale è classificato a rischio sismico. Per quanto riguarda la sismicità dell'area attualmente si devono distinguere le fasi di pianificazione rispetto a quelle di progettazione. In fase di pianificazione si fa riferimento a quanto specificato nella **D.G.R. della Regione Lombardia n.8/7374 del 28 maggio 2008 e della D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N.9/2616**, mentre in fase di progettazione come nel nostro caso si fa riferimento al D. M. 14/1/2008. Per quanto concerne la classificazione sismica dei luoghi è definita nel capitolo 3.2.2 del D. M. 14/1/2008.

In seguito all'ordinanza n. 3274 del Presidente del consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, sono stati definiti i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

In particolare sono stati approvati i Criteri per l'individuazione delle zone sismiche-individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone (allegato 1 all'ordinanza), nonché le connesse Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici, Norme tecniche per progetto sismico dei ponti, Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni (allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza). Ogni singola regione deve provvedere all'individuazione, formazione e aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche. In prima applicazione le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale". Le norme tecniche indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare e pertanto il numero delle zone è fissato a 4. Sono state individuate quattro classi che identificano 4 zone a sismicità decrescente partendo da 1 a 4.

Il territorio comunale di RONCO BRIANTINO rientra in zona 3.

Di seguito si riporta una tabella che individua le 4 zone sismiche

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% i 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme Tecniche) (a_g/g)
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale, considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima $a_g \times S$ del terreno che caratterizza il sito, dove S è il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione. I parametri T_B , T_C , T_D di seguito riportati sono periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

CATEGORIA SUOLO	S	T_B	T_C	T_D
A	1.0	0.15	0.40	2.0
B,C, E	1.25	0.154	0.50	2.0
D	1.35	0.20	0.80	2.0

Sono previste 5 classi di terreni (A, B, C, D, E) identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche, rilevate nei primi 30 m e definite dai parametri indicati nell'EC8 e precisamente: velocità delle onde S; numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata. Le caratteristiche salienti delle 5 classi sono:

- A.** Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B.** Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NS_{pt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C.** Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille di media rigidezza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < NS_{pt} < 50$, $70 < c_u < 250$ KPa).
- D.** Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da $V_{s30} < 180$ m/s ($NS_{pt} < 15$, $c_u < 70$ KPa).
- E.** Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido, con $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due (S1 e S2), per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1.** Depositi costituiti da uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ KPa).
- S2.** Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei precedenti tipi.

Nelle definizioni V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

A livello europeo è stato predisposto e già votato favorevolmente da tutti i paesi membri, un sistema integrato di norme per la progettazione antisismica di edifici, ponti, serbatoi, torri, fondazioni ed opere geotecniche e per la valutazione della sicurezza e l'adeguamento di strutture esistenti (Eurocodice 8). I principi e i metodi adottati dall'EC8 sono in completa armonia con quelli contenuti nelle norme nei paesi a più alta sismicità, quali USA, America del Sud, Cina, Giappone ed Asia del Sud-est. In allegato 4 all'ordinanza vengono riportate le norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione e i terreni di fondazione in presenza di tali azioni. Il sito deve essere esente da pericoli di instabilità dei pendii, liquefazione, eccessivo addensamento in caso di terremoto, nonché di rottura di faglia in superficie. Di norma deve essere adottato un tipo unico di fondazioni per una data struttura. Le indicazioni riportate nelle norme

tecniche devono essere applicate per le zone 1, 2 e 3; mentre per la zona 4 è a discrezione della Regione introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica.

I terreni in esame appartengono alla classe C. Si tratta di depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille di media rigidità con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ KPa).

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento è: DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 22 DICEMBRE 2005- N.8/1566, della D.G.R. 28 MAGGIO 2008 N.8/7374 e della D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N.9/2616. 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, n12. Di seguito si sintetizzano i contenuti relativi a tale delibera.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in base al comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area. In funzione quindi delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: ***quelli di sito o di amplificazione sismica e quelli dovuti ad instabilità.***

Gli 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 è la risultante dell'interazione tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto.
- 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 vibrazione 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 talori 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 o 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 affioramenti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed 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.

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.

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 sia di dati esistenti. Questo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale- PSL).

2° LIVELLO: caratterizzazione semi quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità locale che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'amplificazione 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 i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

Il secondo livello è obbligatorio per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle PSL individuate attraverso il primo livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4) ed interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i comuni ricadenti in zone sismiche 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.

3° LIVELLO: è obbligatorio anche 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.

Nella carta di pericolosità sismica locale devono essere riportate con appositi retini trasparenti le aree a pericolosità sismica locale distinguendo quelle con F_a maggiore al valore soglia comunale da quelle con F_a minore.

Il comune di **RONCO BRIANTINO** rientra in **ZONA 3 con $A_{gmax} = 0,069076$** .

3.2 PROCEDURE 1° LIVELLO

Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.). Perciò salvo per quei casi in cui non siano disponibili informazioni geotecniche di alcun tipo, nell'ambito degli studi di primo livello non sono necessarie nuove indagini geotecniche. Lo studio consiste nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologia, ecc.) e nella redazione di un'apposita cartografia (a scala 1: 10.000- 1: 2.000) rappresentata dalla **CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**, derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali.

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	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
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)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle 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

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	
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	
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	
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	H2– livello di approfondimento 3°

La carta della pericolosità sismica locale rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento. La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari.

L'area di studio ricade nella classe di pericolosità Z4a: ZONA DI FONDOVALLE CON PRESENZA DI DEPOSITI ALLUVIONALI E/O FLUVIOGLACIALI GRANULARI E/O COESIVI. In particolare come evidenziato dal paragrafo delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche i terreni in esame sono di natura granulare.

Infatti l'indagine geognostica effettuata e unitamente al rilievo geologico-morfologico eseguito in corrispondenza dell'area in esame, ha evidenziato la presenza di depositi fluvio-glaciali, costituiti in prevalenza da sabbie e ghiaie con subordinati ciottoli immersi in abbondante matrice limoso argillosa. Si tratta di terreni granulari con grado di addensamento gradatamente crescente con la profondità. Si esclude pertanto in questa fase la presenza di zone a rischio caratterizzate da sabbie molto sciolti soggette a possibili fenomeni di liquefazione.

3.3 PROCEDURE 2° LIVELLO

Il secondo livello è obbligatorio per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, e nelle aree a pericolosità sismica locale individuate attraverso il 1° livello suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato nelle aree a pericolosità sismica locale 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 ad altre categorie di edifici.

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

La procedura consiste in un approccio semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di fattore di amplificazione F_a . Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore F_a 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 e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Il metodo MASW

La nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni, la normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 e EC 8 e le più avanzate normative internazionali attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione geotecnica sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere di qualunque natura (edifici residenziali e industriali, opere di sostegno e di stabilizzazione di versanti, rilevati stradali, opere infrastrutturali, argini, dighe, opere idrauliche, gallerie, ponti e opere strutturali di grandi dimensioni, etc.).

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale, richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio V_s degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità di almeno 30 m dal piano campagna, secondo quanto richiesto dalle sopraccitate normative. Il profilo delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità risulta necessario per:

- valutare l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura
- valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito
- valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno
- valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici
- valutare la trasmissione delle vibrazioni generate dai treni, dalle macchine vibranti, dalle esplosioni in superficie o in sotterraneo, dal traffico veicolare

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il sito come suolo di tipo A, B, C, D, E, S1, S2 secondo la nuova normativa sismica italiana o secondo la normativa europea Eurocodice 8.

Classificazione del tipo di suolo secondo la nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3274/2003

Suolo	Descrizione geotecnica	V_{s30} (m/s)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m	>800
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360m/s e 800m/s	360-800
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180m/s e 360m/s	180-360
D	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s	<180
E	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s	
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s	<100
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	



FIG. 9 Panoramica area in esame



FIG. 10 Esecuzione stendimento sismico LSI

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici. L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.



FIG. 11 Particolare strumentazione. Geofono

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Sebbene queste siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Pertanto è possibile determinare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , e quindi il tipo di suolo sismico (A, B, C, D, E, S1, S2), le azioni sismiche con cui progettare e verificare le opere di Ingegneria Civile, il modulo di rigidità del terreno, i cedimenti e gli spostamenti delle opere interagenti con il terreno: edifici, ponti, rilevati arginali, opere di sostegno, etc..

Le prove SASW Multicanale (MASW) forniscono il profilo di velocità delle onde di taglio V_s oltre 30m di profondità, consentendo di individuare il tipo di suolo sismico

A differenza della sismica a rifrazione, si usano in qualunque situazione stratigrafica pseudorizzontale, anche in presenza di falda.

Le prove sono eseguite per mezzo della strumentazione di seguito elencata:

Acquisitore digitale multi – canale

Ricevitori (accelerometri o geofoni) capaci di misurare il campo di moto nella direzione verticale (12+12 ricevitori)

Sorgenti sismiche impulsive costituite da mazza di 5-8 kg e/o massa cadente di 30-50 kg e/o vibrodina a sorgente controllata.



FIG. 12 Particolare stendimento sismico LSI

Sono stati utilizzati i dati ricavati dall'indagine sismica per l'ampliamento del cimitero.

Per definire la V_s è stata effettuata una linea sismica di seguito descritta:

LS1: equidistanza tra i geofoni= 2 m, 1 punto di scoppio a 5 m

L'impiego di un sismografo a 24 canali consente di registrare gli arrivi del treno d'onda provocato dallo scoppio tramite 24 geofoni

ubicati a distanze costanti e crescenti dal punto di energizzazione.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendente dalla

distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

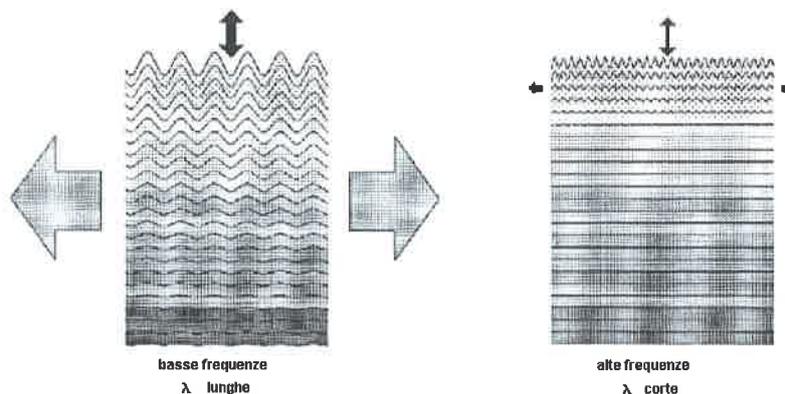


FIG. 13 Particolare stendimento sismico LS1

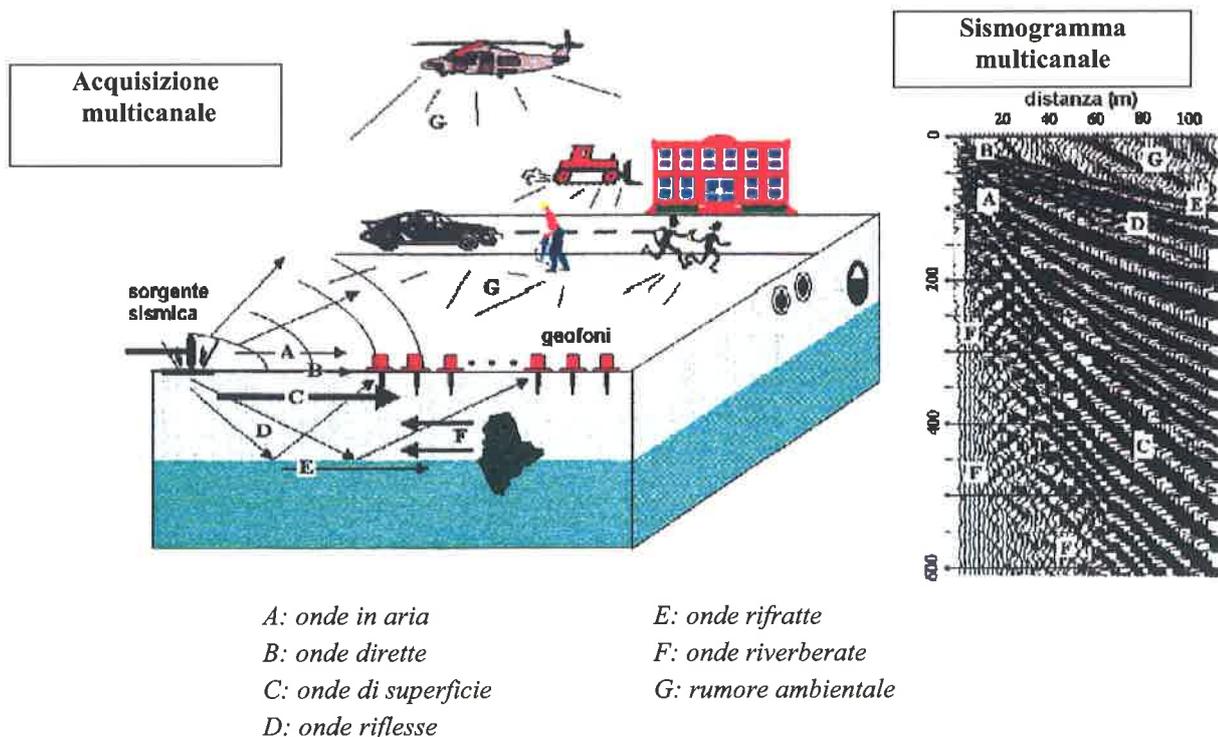
La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili

($x; y$), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.



Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

3.3.1 Risultati

Il valore del parametro Vs30 calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Le indagini eseguite hanno determinato un valore della V_{S30} è di **215-219 m/s**; di seguito si riporta la tabella di classificazione dei siti sulla base del valore di V_{S30} :

Grado	Classe	Velocità sismica (m/s)
Molto buono	A	$V_{S30} > 800$
Buono	B	$360 < V_{S30} < 800$
Discreto	C	$180 < V_{S30} < 360$
Sufficiente	D	$V_{S30} < 180$
Insufficiente	E	Strati sup. all. (5 – 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A
Molto scadente	S1	$V_{S30} < 100$
Pessimo	S2	$V_{S30} < 50$

Pertanto l'indagine sismica conferma che i terreni superficiali appartengono alla classe C. Si tratta di depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille di media rigidezza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ KPa).



FIG. 14 Panoramica area in esame

Nelle pagine seguenti sono riportati i risultati dell'indagine.

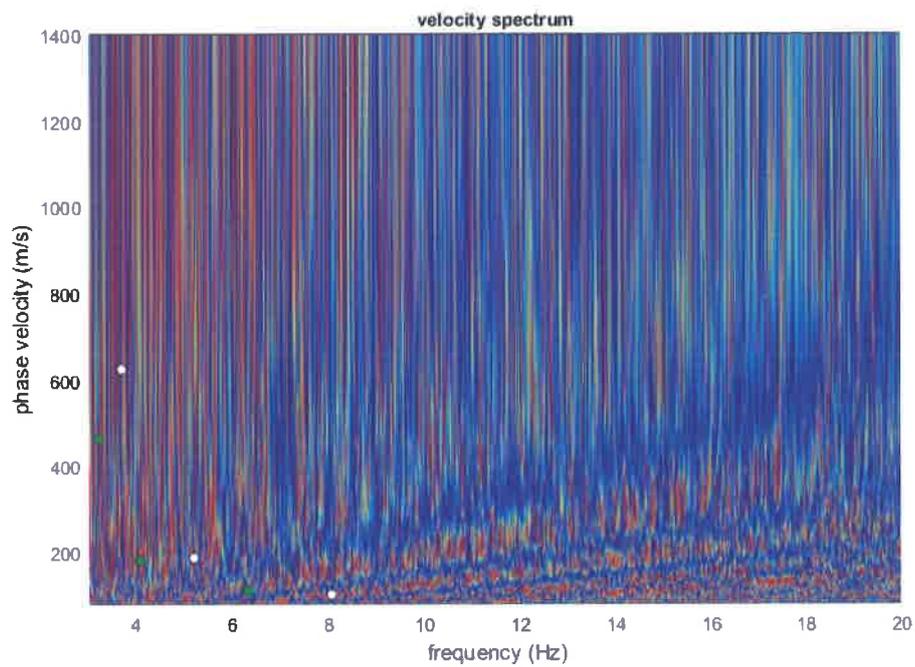
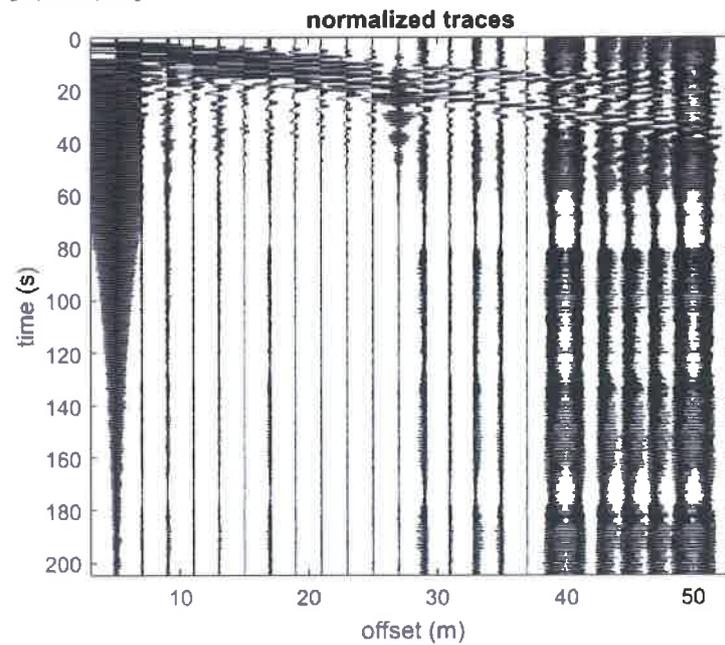
#1: uploading & processing (MASW analyses)

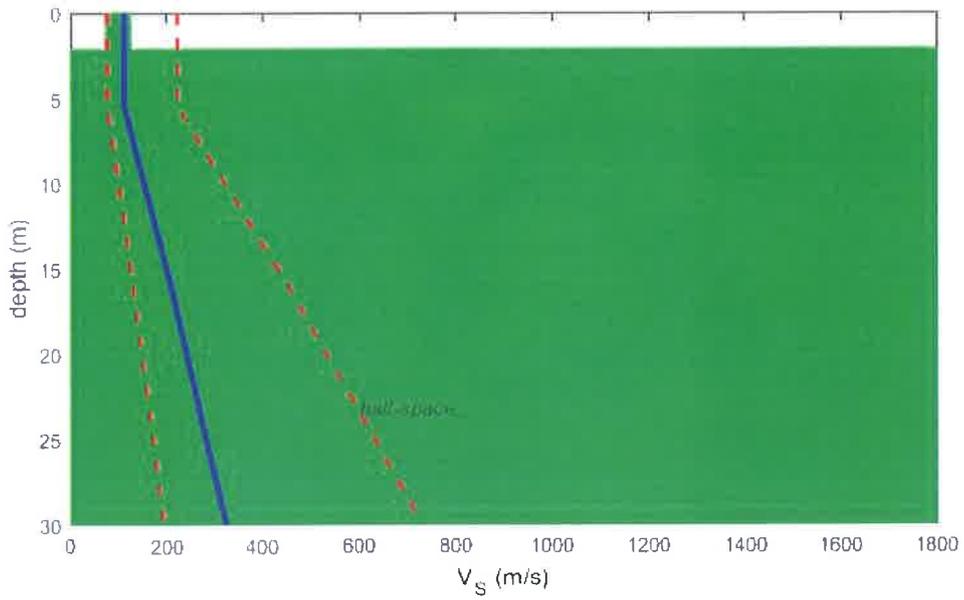
dataset: ronco1#1.DAT

sampling: 25 ms

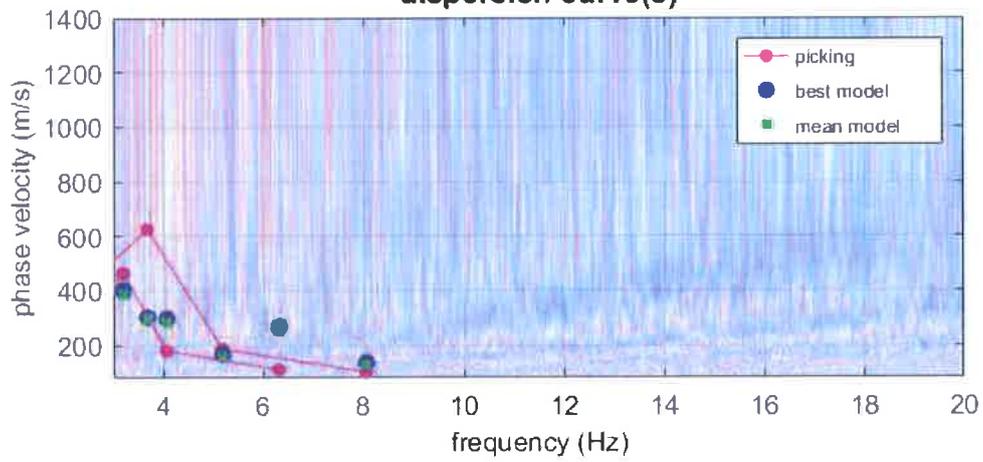
minimum offset: 5 m

geophone spacing: 2 m

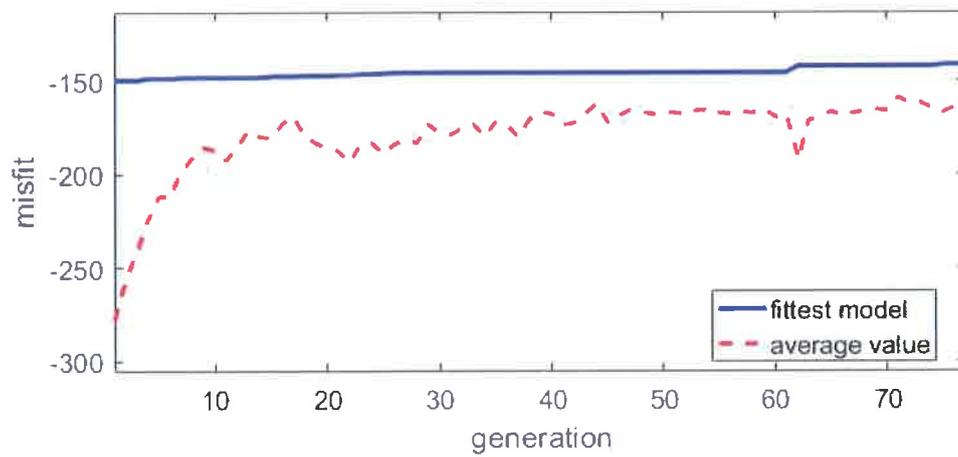


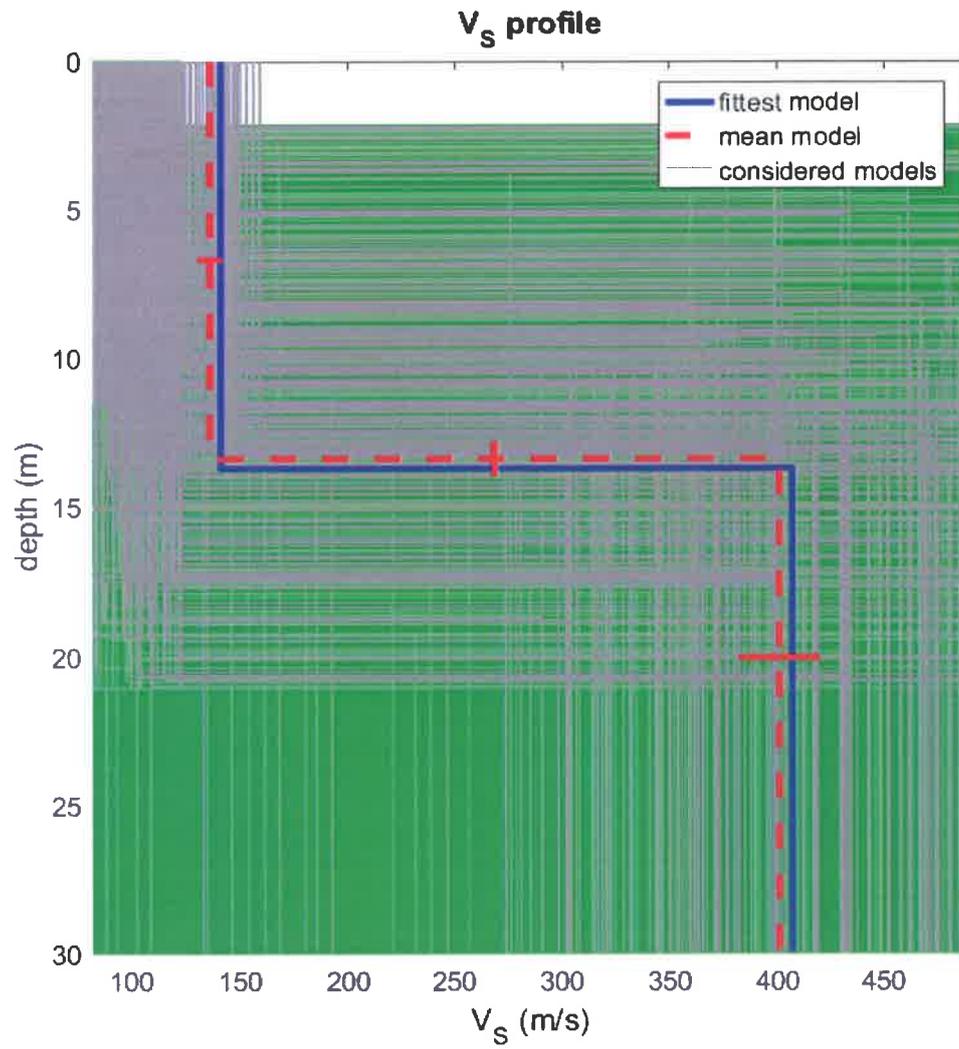


dispersion curve(s)



misfit evolution



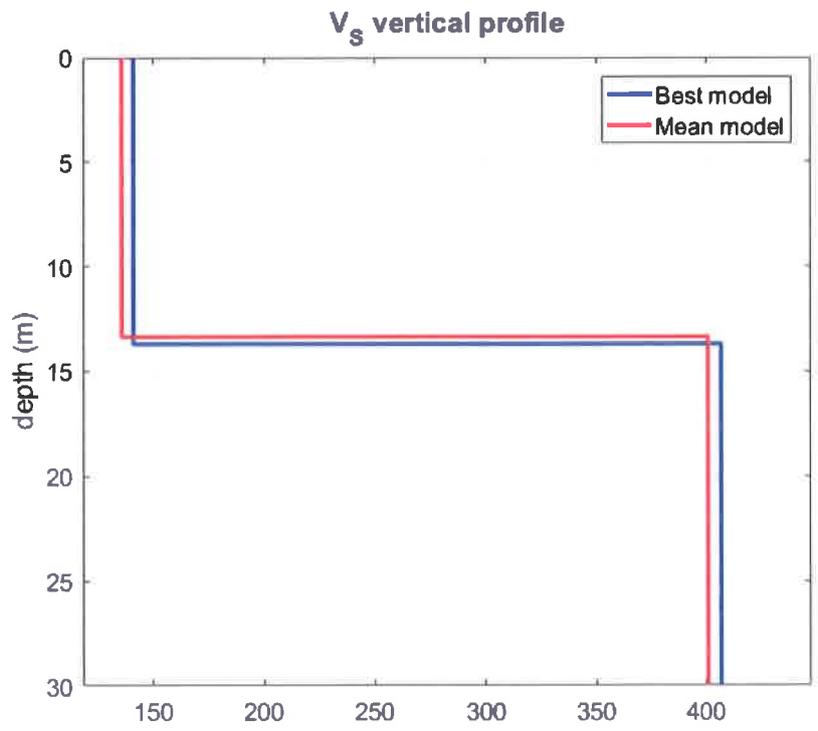
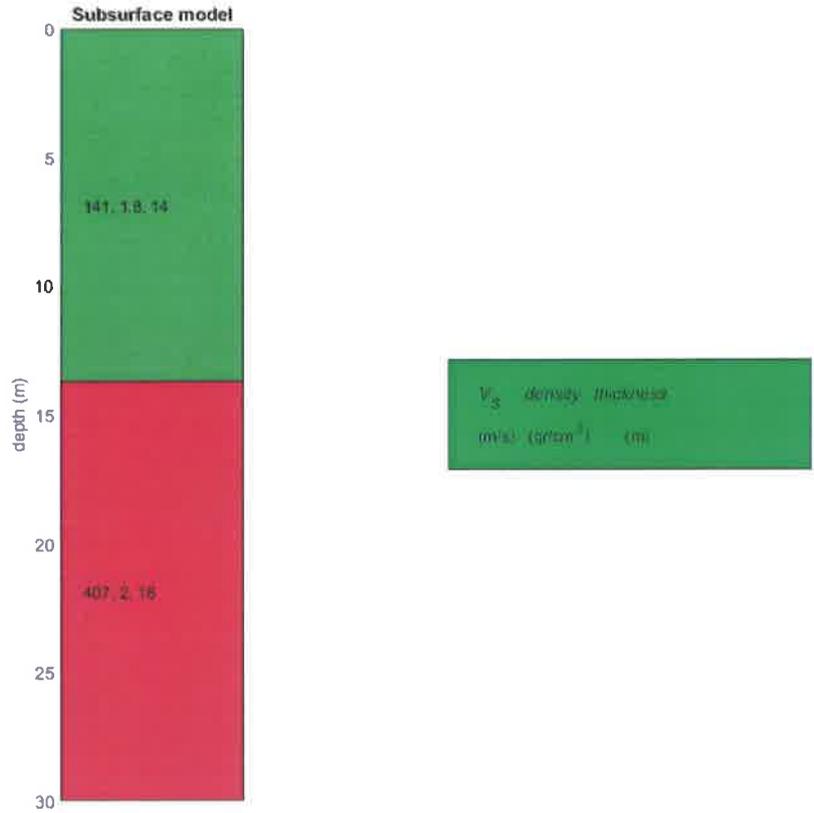


dataset: ronco1#1.DAT

dispersion curve: ronco1.cdp

Vs30 (best model): 219 m/s

Vs30 (mean model): 215 m/s



4. CARATTERI GEOLOGICO – MORFOLOGICI – IDROGEOLOGICI

L'area in oggetto si trova nel territorio comunale di Ronco Briantino, alla quota di circa 240.5 m s.l.m. ed è all'interno di un'area industriale dismessa (ex Ecofast Italia Spa) nella porzione orientale del territorio comunale all'inizio dell'attuale zona industriale.

Morfologicamente la zona in esame è caratterizzata da antichi terrazzi fluvio-glaciali.



FIG. 15 *Panoramica area in oggetto*

Geologicamente i terreni interessati dall'intervento possono essere ricondotti per origine e posizione altimetrica ai depositi alluvionali terrazzati originati dallo smantellamento da parte dei numerosi torrenti degli apparati morenici più recenti (Wurm).

A sud dell'area in esame affiorano i depositi fluvio-glaciali rissiani.

I depositi fluvio-glaciali Riss (Plesitocene) rappresentano nel sistema terrazzato della pianura i livelli a quota intermedia tra quelli più antichi ed elevati e quelli più recenti e più depressi di epoca Wurmiana. La topografia superficiale mostra un aspetto generale pianeggiante con decrescita di quota verso l'asse della valle corrispondente. Nell'apparato del Fiume Adda, tra il Torrente Molgora e il Fiume Adda, si ha un sistema di terrazzi rissiani a partire dall'arco morenico di Merate, mentre più a valle si localizza il terrazzo morenico di Ronco Briantino.

La natura dei terreni è prevalentemente argillosa, simile al ferretto.



FIG. 16 *Panoramica area in oggetto*

I depositi fluvio-glaciali Wurm (Plesitocene superiore 80.000-10.000) sono costituiti da ciottoli arrotondati, ghiaie e sabbie immersi in una matrice sabbiosa-limosa; la porzione superficiale è fortemente pedogenizzata ed alterata per circa -1.50/2.00 m da p.c.. Questi depositi hanno dato

luogo alla zona pianeggiante, riempiendo i canali erosi dalle acque di fusione dei ghiacciai wurmiani (ultima glaciazione).



FIG. 17 *Panoramica terreni in oggetto*

La distribuzione e lo sviluppo dei depositi quaternari caratterizzanti il territorio in esame risultano piuttosto irregolari, come conseguenza della successione di eventi erosivi e deposizionali caratteristici dei cicli quaternari dell'alta pianura lombarda.

In seguito a tali fenomeni si individuano delle superfici modellate dall'azione erosiva che talora si caratterizzano come solchi vallivi più o meno marcati che successivamente sono stati completamente occultati da coltri di depositi fluvioglaciali ed alluvionali. Litologicamente i terreni che caratterizzano l'area in progetto sono costituiti prevalentemente da depositi alluvionali ghiaiosi sabbiosi con matrice limoso-argillosa.

Il substrato litoide è costituito da conglomerati poligenici appartenenti alla nota formazione del Ceppo Lombardo ed è indicato ad una profondità di circa -10/-15 m dal p.c. .

Non si segnalano, in zona, la presenza di processi geomorfici in atto o potenziali che possano compromettere la stabilità dei luoghi.

Nella zona di progetto è stata segnalata la presenza a varie profondità di "vuoti Pollini" – sacche colmate da materiale residuale a densità molto bassa, secondo alcuni, dovuti alla presenza di antiche masse di ghiaccio successivamente disciolte, dopo esser state ricoperte da materiali terrosi, oppure a fenomeni di dilavamento ai danni di orizzonti meno addensati e più fini da parte di acque di infiltrazione sotterranea.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta morfologica regionale:

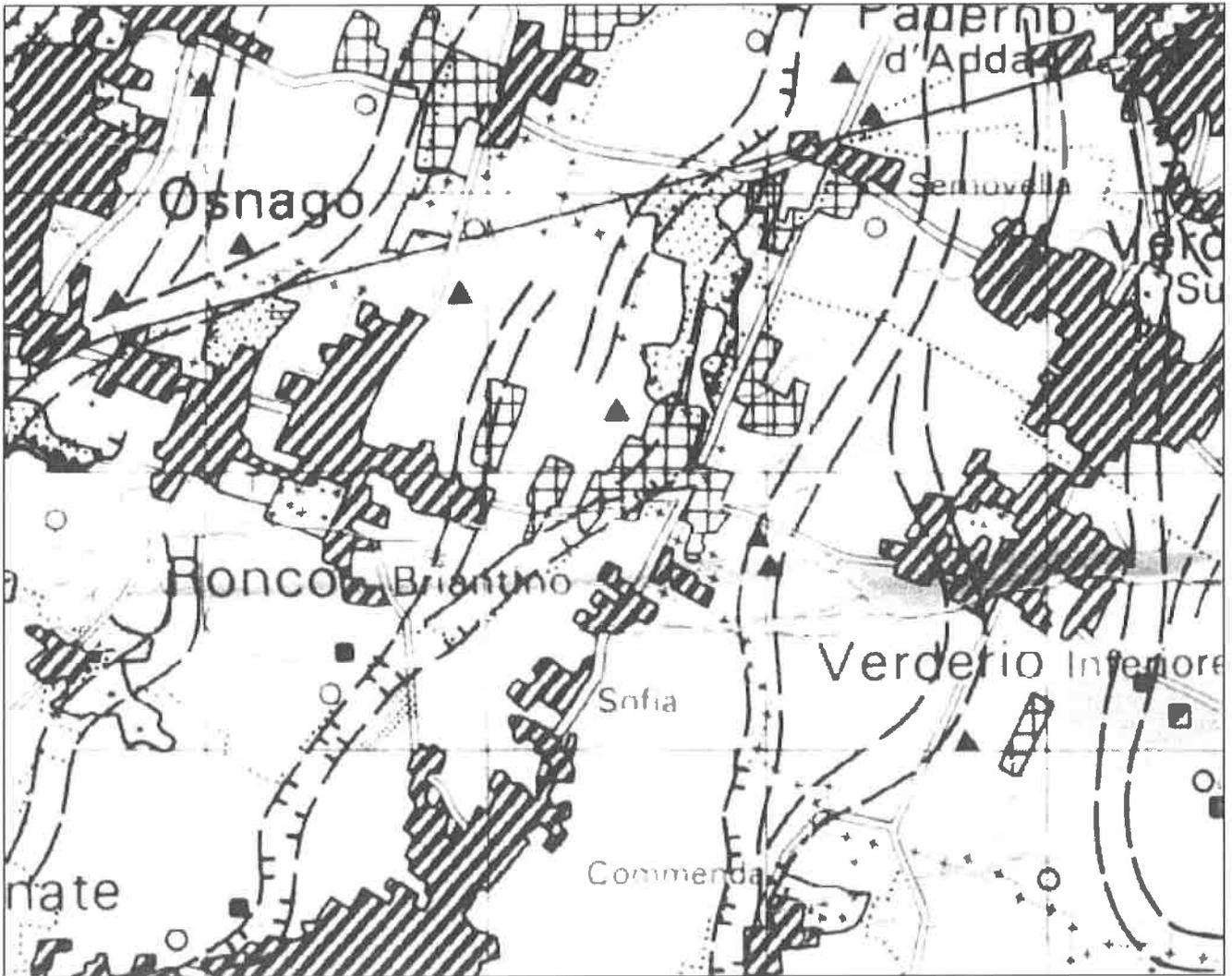


FIG. 18 Ingrandimento della Carta Morfologica Regionale - Scala 1: 25.000

LEGENDA

Area edificata o urbanizzata: residenza, servizi o misto	■ tipologia prev. residenziale, mista e servizi	
Area edificata o urbanizzata: produttivo	● area verde, parco-giardino	
Case sparse		
Area in trasformazione		
Nucleo residenziale	■ Complesso Industriale ▲	
Complesso agro-zootecnico	● Complesso commerciale ▼	
Impianto sportivo	▶ Servizi ★	
Cascine	○ Campeggio △	
Complesso misto residenziale-produttivo		
Area agricola	■ seminativo, pioppeto, prato-pascolo	
	■ legnose agrarie	
Bosco		
Area incolta o sterile		
Scarpata morfologica		
Orlo di terrazzo fluviale		
Circo glaciale		
Cresta di cordone morenico		
Golena		
Alveo abbandonato situato allo stesso livello del p.c.		
Alveo abbandonato incassato rispetto al p.c.		
Erosione di sponda		

Nicchia di frana recente	
Frana recente attiva	
Nicchia di frana antica	
Frana antica stabilizzata	
Area con franosità diffusa	
Frana di dimensioni non cartografabili	
Alveo abbandonato relativo a corsi minori	
Linea di accrescimento fluviale, vecchia linea di costa	
Conoide di delezione	
Deirilli sciolti, "ghlioni"	
Fenomeni carsici	
Erosione diffusa	
Erosione incanalata	
Faglia o frattura principale	
Linea spartiacque	
Linea di scorrimento di valanga	
Opera paravalanga	

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica generale:

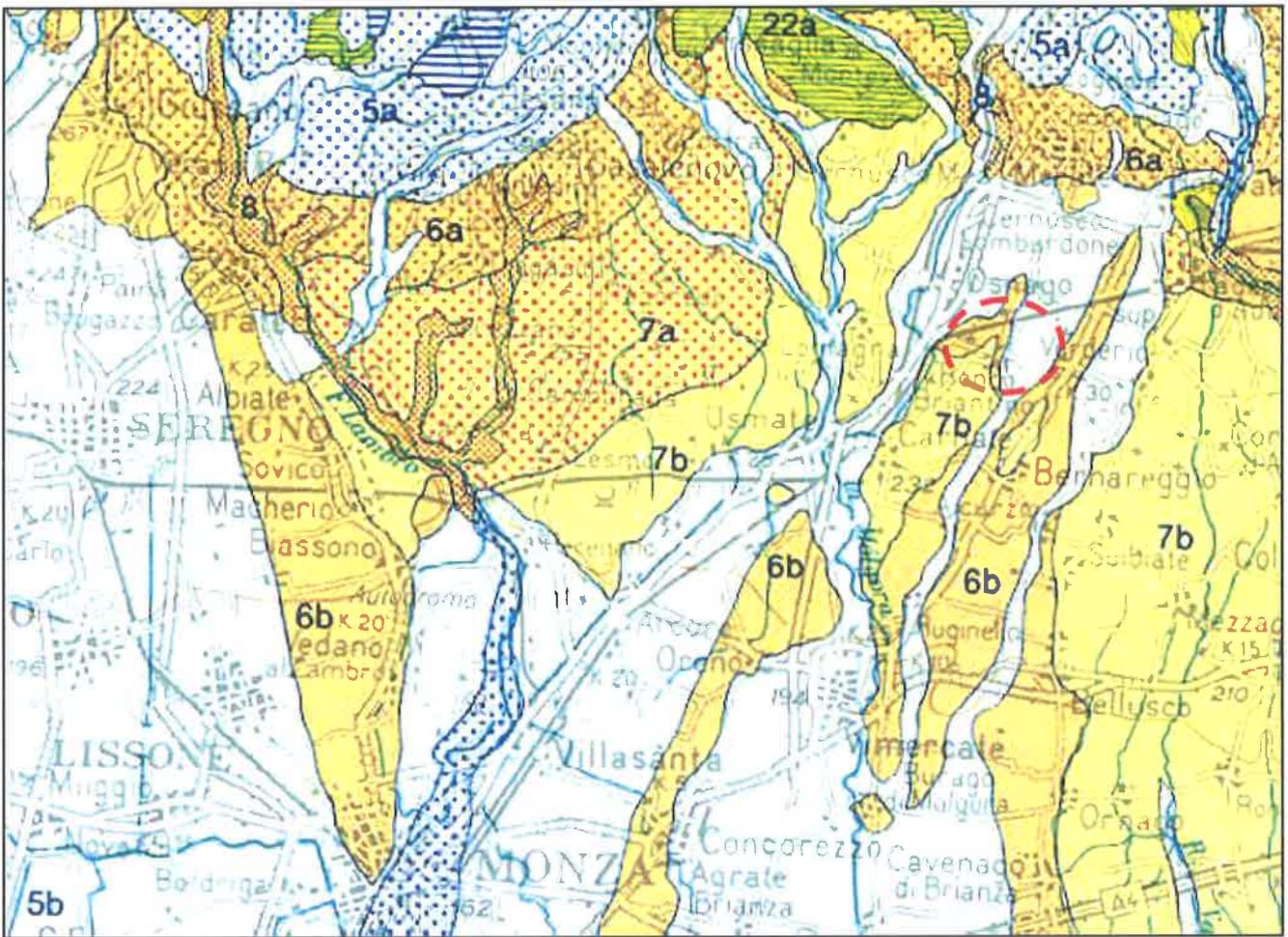
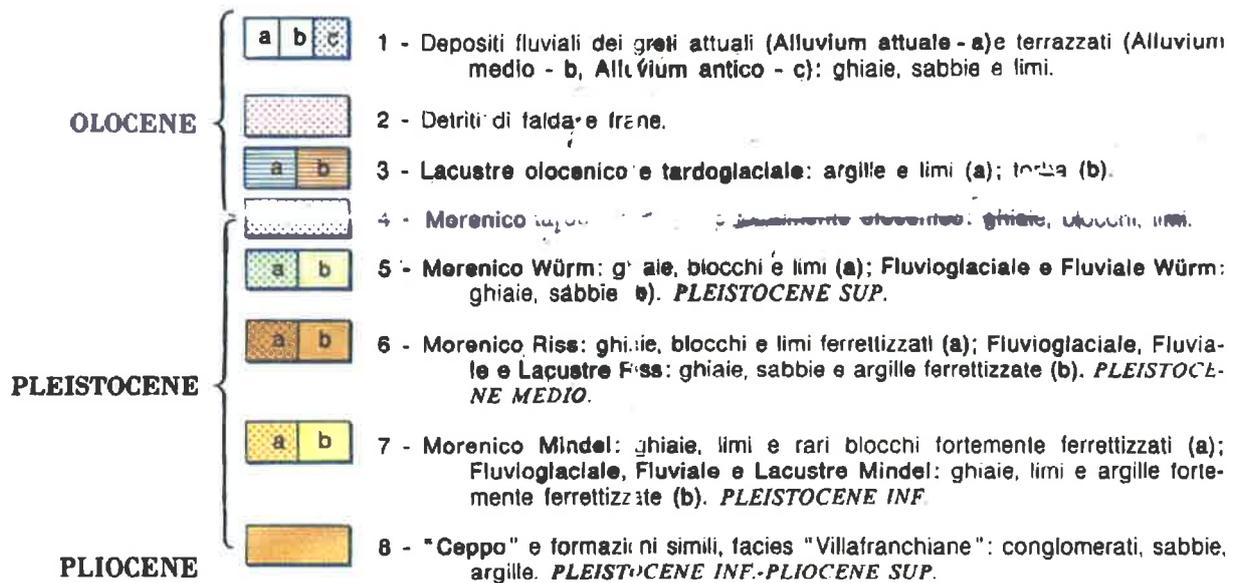
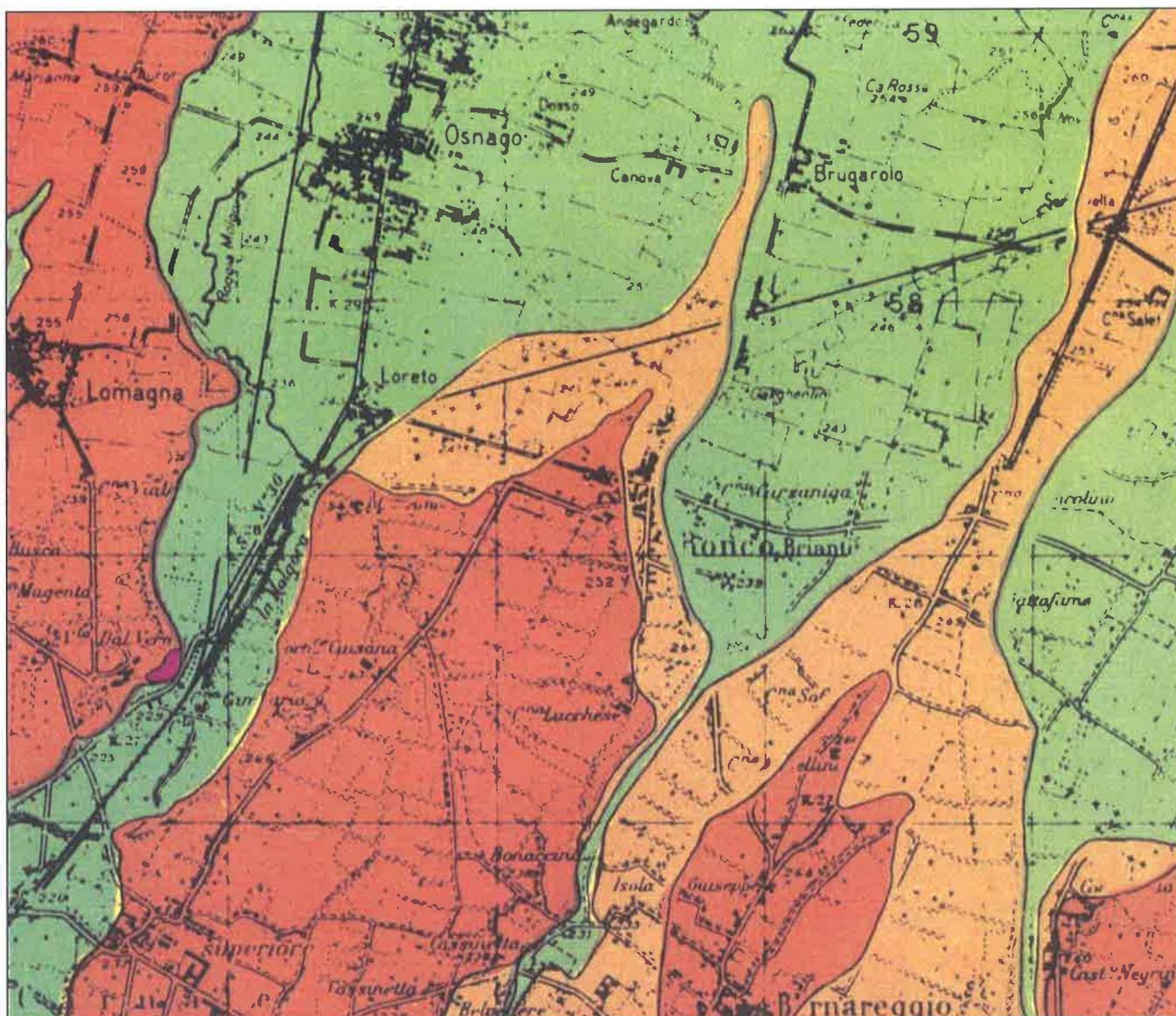


FIG.19 – Ingrandimento della Carta Geologica della Lombardia – Scala 1: 125.000

QUATERNARIO CONTINENTALE - "VILAFRANCIANO"



Di seguito è riportato uno stralcio della carta geologica:

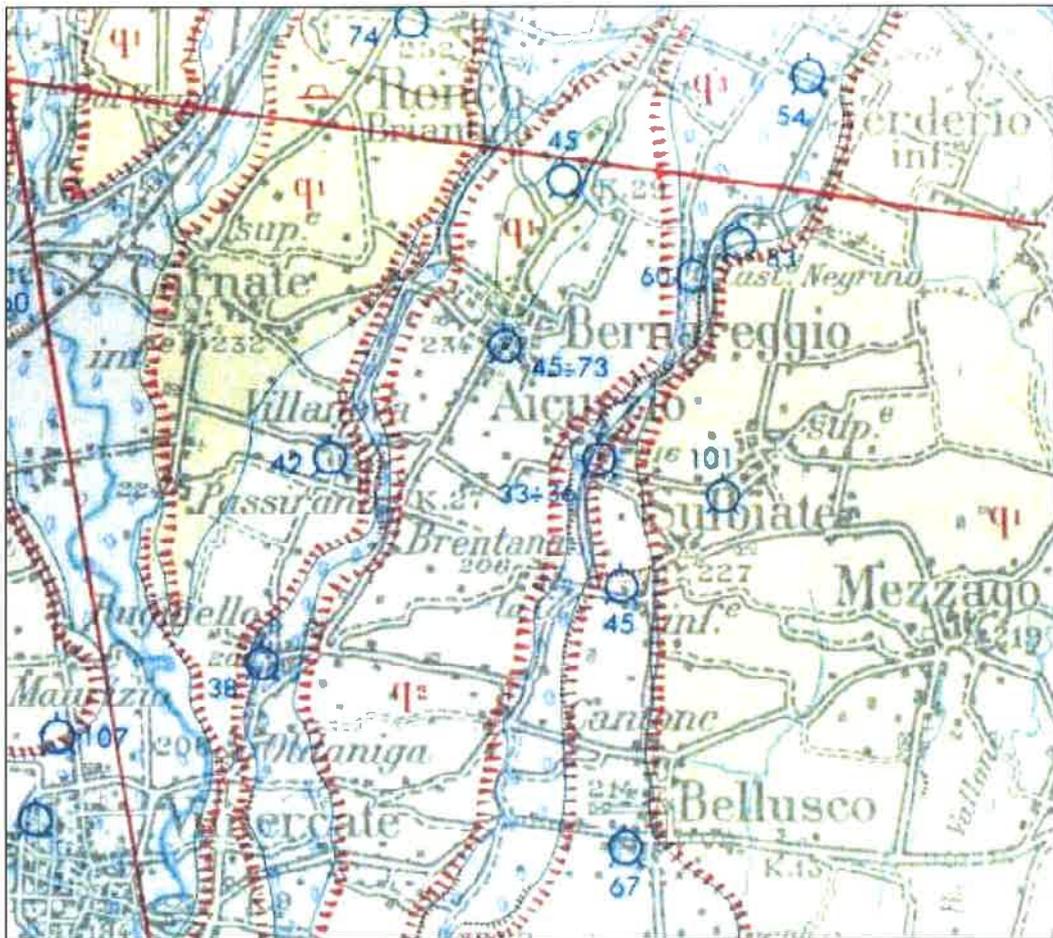


**CARTA GEOLITOLGICA DELLA BRIANZA
TRA IL T. SEVESO E IL T. MOLGORA**



FIG.20 Ingrandimento della Carta Geologica della Brianza- Scala 1: 50.000

Di seguito è riportato uno stralcio della carta geologica:



Olocene



Alluvioni ghiaioso-sabbiose terrazzate. **ALLUVIUM ANTICO.**

Ghiaie e sabbie fresche costituenti il sistema di terrazzi immediatamente sottostanti al livello fondamentale della pianura. **DILUVIUM TARDIVO.**

Ghiaie sabbiose e sabbie (prevalenti a sud) con strato superficiale di alterazione limitato a 40 + 60 cm, generalmente bruno, costituenti il livello fondamentale della pianura. **DILUVIUM RECENTE.**

Ghiaie sabbiose con strato di alterazione superficiale argilloso ocreo (ferretto), potente fino a 200-250 cm. **DILUVIUM MEDIO.**

Pleistocene



Ghiaie sabbiose con strato di alterazione superficiale argilloso ocreo (ferretto), potente fino a 200-250 cm. **DILUVIUM ANTICO.**

Depositi morenici non selezionati formati da ciottoli profondamente alterati e inglobati in una matrice ocrea più abbondante in superficie e relativi cordoni morenici. **MINDEI.**

Conglomerato poligenico in banchi massicci suborizzontali passante frequentemente a ghiaie sciolte per diminuzione del grado di cementazione. Leni sottili di arenarie e sabbie intercalate. **CEPPO.**

terziarie

FIG.21 Ingrandimento della Carta Geologica d'Italia - Foglio Milano- Scala 1: 50.000

Si tratta di terreni dotati di caratteristiche geotecniche scadenti, dovuti all'interdigitazione tra i due tipi di depositi fluvioglaciali del Riss e del Wurm. L'andamento di tale limite ha direzione NNE-SSW e borda solo l'ultima porzione del territorio comunale.

L'unico asse drenante è costituito dalla roggia Molgora che scorre a circa 1500 m verso ovest dalla zona di progetto.

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il territorio comunale di Ronco Briantino rientra nell'ambito del settore della Bassa Brianza, si tratta di una zona di raccordo con la pianura Padana che presenta aspetti già molto più uniformi rispetto alla Brianza Settentrionale, in quanto dal piede delle colline moreniche si hanno verso sud i depositi ferrettizzati del quaternario antico, depositi di alterazione e depositi di rimaneggiamento fluviale dei materiali morenici, alluvioni ghiaioso sabbiose terrazzate di epoca più recente distese in ampie conoidi.

L'area in esame è posta in adiacenza al paleoalveo del T. Molgora, presente ad ovest della strada provinciale n.56, caratterizzato da una depressione localizzata all'incirca lungo l'asse del Torrente stesso nella quale l'acquifero si approfondisce procedendo verso sud.

L'evoluzione geologica risulta caratterizzata da due eventi sedimentari attribuibili a differenti ambienti deposizionali che sinteticamente possono essere così definiti:

evento deposizionale quaternario - ambiente continentale - caratterizzato dalla messa in posto di depositi terrigeni a granulometria prevalentemente grossolana durante le differenti fasi glaciali, e rimobilizzati ed erosi durante le fasi interglaciali, preceduti da un evento deposizionale continentale conseguente all'innalzamento dell'area corrispondente ai depositi dei livelli conglomeratici del cosiddetto "Ceppo Lombardo"; tale evento copre un arco di tempo valutato in circa 500.000 anni dai giorni nostri (Pleistocene medio-superiore).

evento deposizionale Villafranchiano - ambiente marino- caratterizzato dalla messa in posto di depositi marini in ambiente di piana costiera costituiti da materiali a granulometria prevalentemente fine (sabbie fini, limi ed argille, con torbe fossilifere e locali intercalazioni di depositi più grossolani), che costituiscono un orizzonte continuo che si approfondisce oltre i 200 m dal piano campagna; tale evento viene cronologicamente attribuito al Pliocene superiore- Pleistocene inferiore (Villafranchiano).

Queste differenti unità geologiche presentano caratteristiche idrogeologiche distinte, che consentono di definire la struttura idrogeologica di questo settore della Brianza suddividendo la successione sedimentaria secondo le seguenti unità:

UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA E CONGLOMERATICA

Tale unità è costituita da depositi glaciali e fluvioglaciali antichi caratterizzati da ciottoli, ghiaie e sabbie immerse in una matrice argillosa, con spessore variabile che può raggiungere anche i 40 - 50 m .In profondità sono presenti depositi conglomeratici ed arenarie con uno spessore di circa 10 - 15 m che in letteratura viene definito come "Ceppo dell'Adda".

Le caratteristiche di permeabilità e quindi di trasmissività di questa unità sono funzione della percentuale di frazione fine; mediamente si registrano valori pari a circa 10^{-4} - 10^{-5} m/s per quanto riguarda la conducibilità idraulica, e valori di trasmissività compresi tra 10^{-2} - 10^{-3} m²/s. Per

quanto attiene ai livelli conglomeratici le caratteristiche idrauliche sono funzione del grado di cementazione e fratturazione dei litotipi.

Dal punto di vista idrogeologico questa litozona è sede dell'acquifero superficiale a carattere libero.

UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA

I litotipi attribuiti a questa unità sono prevalentemente argille e argille-limose tipicamente marine e depositi argillosi litorali, lagunari e paludosi insieme a torbe. Gli spessori di questa unità vanno aumentando da nord verso sud, presentando anche una progressiva tendenza all'approfondimento con inclinazione media dello 0.5%.

Trattandosi di litotipi a granulometria molto fine, i valori di conducibilità idraulica sono piuttosto bassi e dell'ordine di 10^{-5} - 10^{-6} m/s nei livelli più produttivi, con valori di trasmissività in genere inferiori a 10^{-3} m²/s.

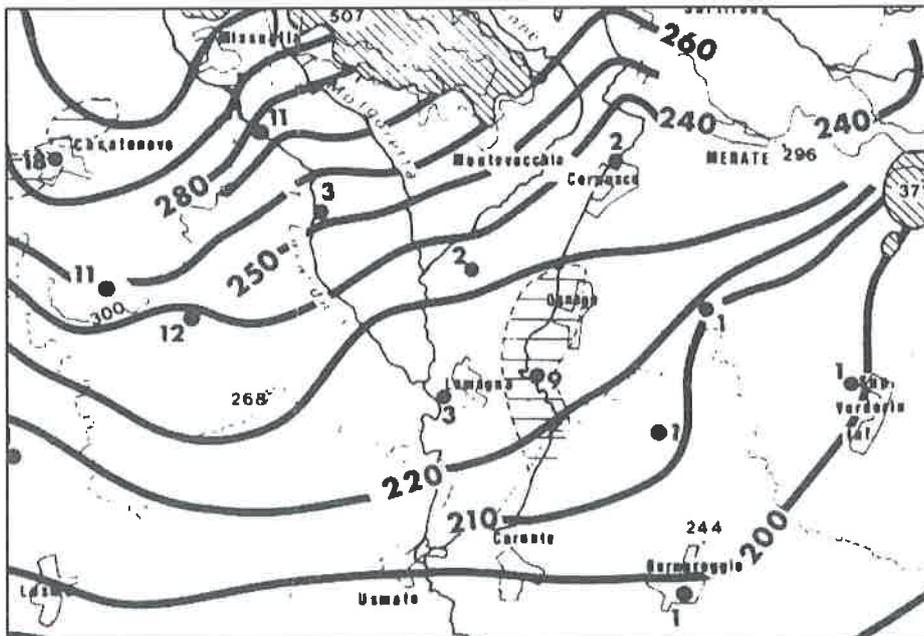


FIG.22—Carta delle Isopiezometriche – Beretta-Francani Scala grafica

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, le prove penetrometriche effettuate all'interno dell'area non hanno indicato presenza di acqua fino alla massima profondità investigata (-15.3 m).

Come si osserva dalla pubblicazione di G. Beretta del 1986, in corrispondenza del territorio comunale di Ronco Briantino sono state individuate linee isopiezometriche

comprese tra 210 e 205 m s.l.m. Pertanto considerando una quota media dei terreni in progetto di circa 240.5 m s.l.m., la superficie libera dell'acqua si dovrebbe trovare oltre una profondità di circa -30.0/-35.0 m dal p.c. esistente.

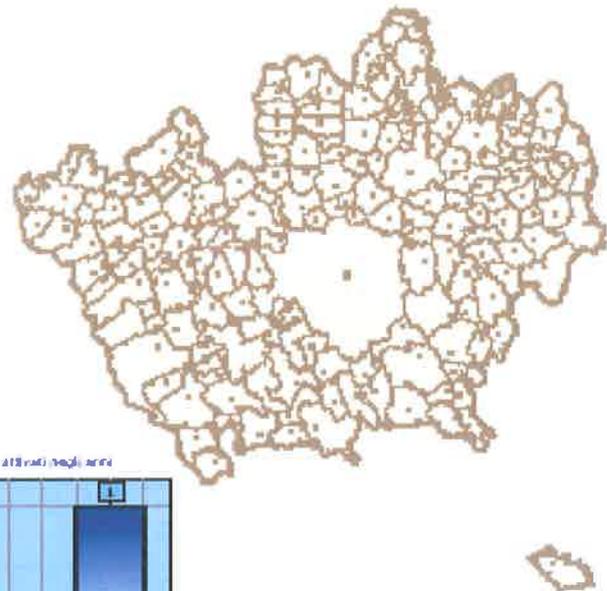
Dai dati rilevati dal Sistema Informativo falda della Provincia di Milano nel territorio comunale di Ronco Briantino sono presenti due pozzi pubblici. La soggiacenza rilevata in uno dei due pozzi è la seguente:

Comune	Pozzo	Data	Sogg.	Lon.	Lat.	P. camp.	Rif.
Ronco Briantino	0151870001	15/03/2003	32,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/12/2002	34,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/03/2002	38,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/02/2002	39,53	1531390	5057041	249,5	249,37

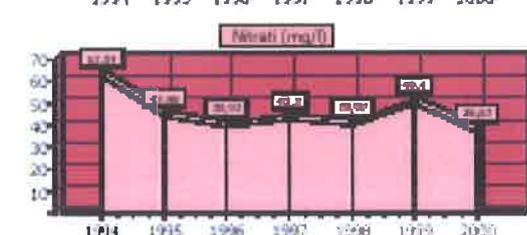
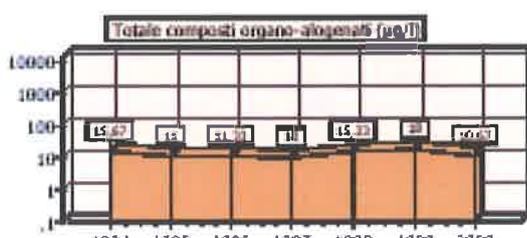
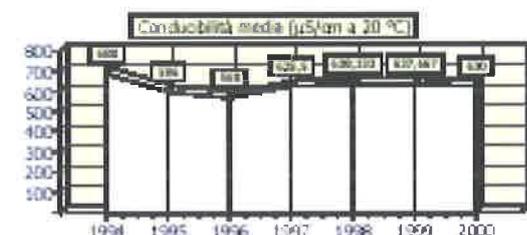
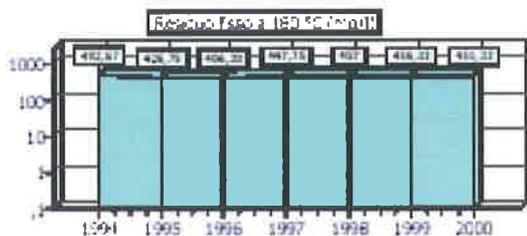
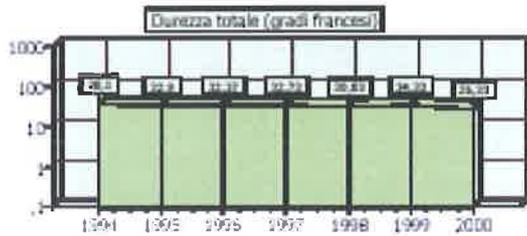
Ronco Briantino	0151870001	15/01/2002	35,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/10/2001	34,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/09/2001	34,23	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/08/2001	33,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/07/2001	33,73	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/06/2001	31,23	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/05/2001	30,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/04/2001	30,13	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/03/2001	30,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/02/2001	29,33	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/01/2001	30,23	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/12/2000	29,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/11/2000	34,73	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/10/2000	38,63	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/09/2000	38,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/07/2000	37,33	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/06/2000	36,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/05/2000	37,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/04/2000	38,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/03/2000	38,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/02/2000	37,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/01/2000	36,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/12/1999	35,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/11/1999	35,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/10/1999	35,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/09/1999	35,83	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/08/1999	35,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/06/1999	34,73	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/05/1999	39,13	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/04/1999	35,03	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/03/1999	35,03	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/02/1999	34,93	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/01/1999	35,63	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/04/1998	38,73	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/03/1998	38,13	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/02/1998	37,33	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/01/1998	37,63	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/12/1997	39,73	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/11/1997	39,73	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/10/1997	39,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/09/1997	38,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/08/1997	38,13	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/06/1997	37,53	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/05/1997	36,13	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/04/1997	35,13	1531390	5057041	249,5	249,37
Ronco Briantino	0151870001	15/03/1997	33,73	1531390	5057041	249,5	249,37

Ronco Briantino

Pozzi pubblici		Pozzi privati	
Attivi	2	Attivi	0
In disuso	2	In disuso	0
Cementati	0	Cementati	1
Stato non definito	0	Stato non definito	0
Totale	4	Totale	1
Attivati nel 2000	0	Attivati nel 2000	0
Posti in disuso nel 2000	1	In disuso nel 2000	0
Cementati nel 2000	0	Cementati nel 2000	0
Piezometri (totali)	2	Piezometri aerei nel 2000	0



MEIE ANNUALI DI ALCUNI DEI PRINCIPALI PARAMETRI IDROCHIMICI

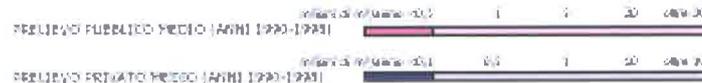
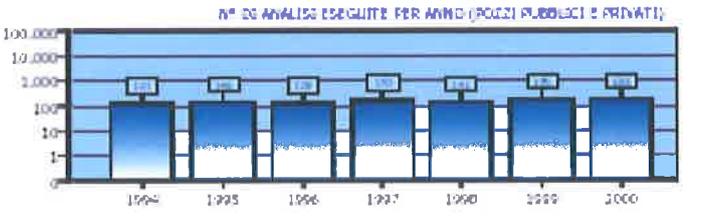


PROFONDITÀ DELLA PALDA DAL PIANO CAMPAGNA, in metri



Valori medi annui (2000) dei principali indicatori. Prelevi da falda, pozzi pubblici.

Alluminio	- mg/l (0,2)	Manganese	0 µg/l (50)
Ammoniaca	0 mg/l (0,5)	Mercurio	0 µg/l (5)
Antimonio	- µg/l (10)	Nitriti	- µg/l (50)
Argento	- µg/l (10)	Nitriti	39,67 mg/l (50)
Arsenico	1,5 µg/l (50)	Nitriti	0 mg/l (0,1)
Bario	- µg/l	Carbenero disciolto	- % di sat.
Berillio	- µg/l	pH	7,4 gr. ion/l
Boro	- µg/l	Piombo	0 µg/l (50)
Cadmio	0 µg/l (5)	Potassio	5 mg/l
Calcio	74,67 mg/l	Rame	- µg/l (1000)
Cianuri	- µg/l (50)	Residuo fisso a 180 °C	451,33 mg/l (1500)
Cloruri	15,33 mg/l	Selenio	- µg/l (10)
Co2 libera	- mg/l	Silice	- mg/l
Conducibilità a 20 °C	630 µS/cm	Sodio	10 mg/l (175)
Cromo esavalente	- µg/l (50)	Solfati	32,33 mg/l (250)
Cromo totale	0 µg/l (50)	Totale antipiretici	5,02 µg/l (0,5)
Durezza totale	26,33 gradi franc. °F	Totale composti organoalogenati	10,67 µg/l (30)
Ferro	0 µg/l (200)	Totale idrocarburi aromatici	- µg/l
Fluoro	- µg/l (1500)	Totale idrocarburi policiclici aromatici	- µg/l (0,2)
Fosforo	0 µg/l (5000)	Zinco	- µg/l (3000)
Magnesio	18,67 mg/l (50)		



I dati presentati non si riferiscono all'acqua potabile distribuita ma ai prelievi da falda. In tabella, tra parentesi, sono indicate le CMA per i singoli parametri (Cp. n. 206 del 24 maggio 1995). Le variazioni delle medie annuali possono essere conseguenza della chiusura, o apertura, di pozzi di prelievo negli anni, o di effettive variazioni della composizione delle acque di falda.

Di seguito si riporta la carta delle Isopiezometriche prodotta dalla Provincia di Milano relativa a marzo 2010:

Risorse Idriche, Cave e Acque Superficiali
 ↳ Acque Sotterranee e Banche Dati Idriche
 ↳ Informativo Falda

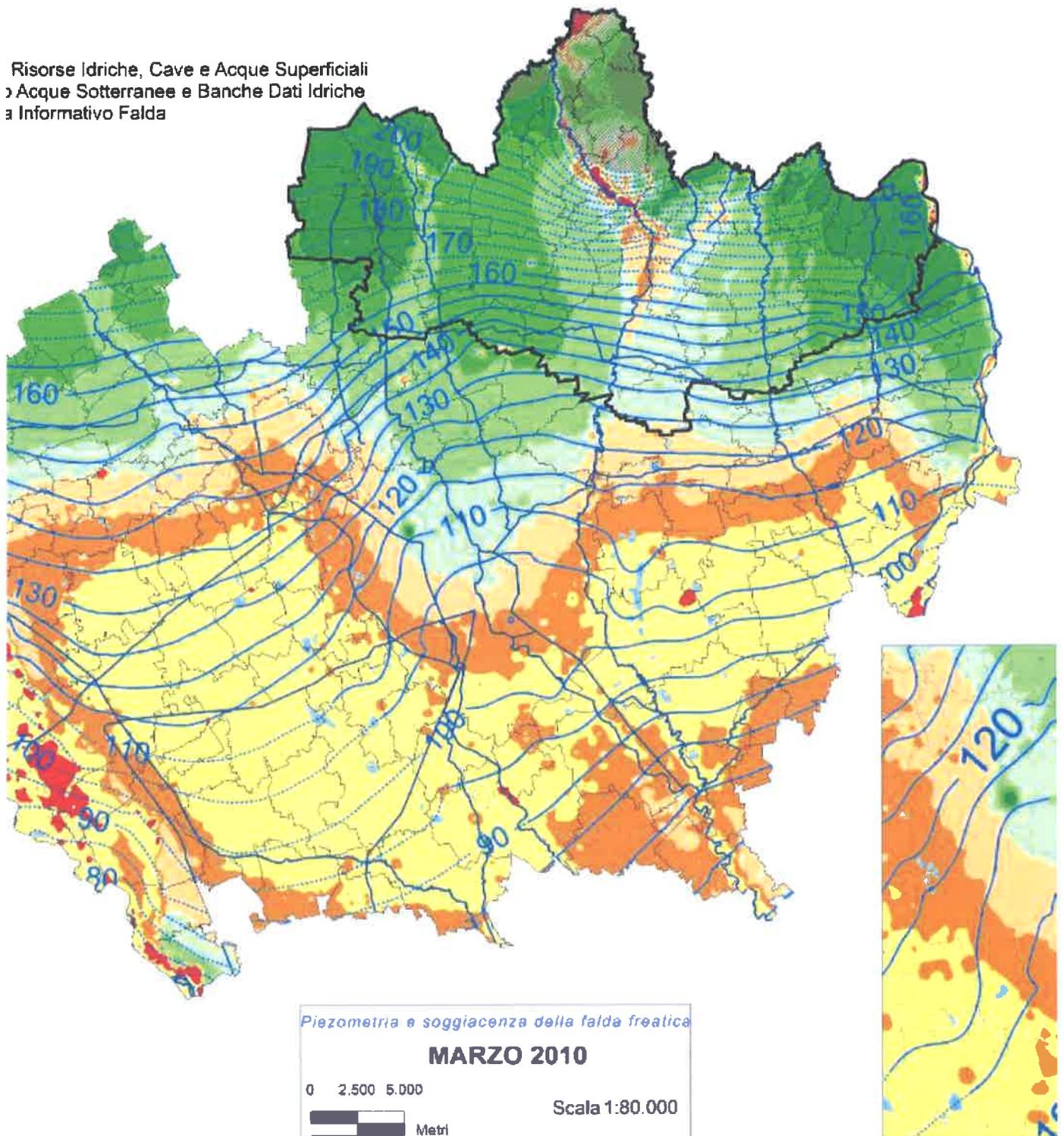


FIG. 23 Carta delle isopiezometriche – Sistema informativo Provincia di Milano – MARZO 2010
 Scala grafica

5. STRATIGRAFIA

5.1 Stratigrafia

Le caratteristiche stratigrafiche dei terreni sono state ricavate direttamente dalla misura dei colpi di infissione delle prove Scpt eseguite nel 2005 e nel 2011 dagli scriventi per l'esecuzione di un'indagine geologico tecnica nell'immediate vicinanze dell'area in esame (Via della Valle).

Lo stato di addensamento dei terreni è stato interpretato direttamente dalla misura dei colpi di infissione delle prove Scpt, mentre la natura dei terreni è stata dedotta dai residui lasciati sulle aste in fase di recupero delle stesse. L'indagine geognostica unitamente al rilievo geologico-morfologico eseguito in corrispondenza dell'area in esame e di quelle limitrofe, ha evidenziato la presenza di depositi fluvio-glaciali, costituiti in prevalenza da sabbie e ghiaie con subordinati ciottoli.

Si tratta di terreni granulari con grado di addensamento gradatamente crescente con la profondità.

Di seguito vengono riportati i risultati di tali deduzioni in un modello stratigrafico individuato dall'indagine geognostica:

Profondità in m dal p.c.	Nspt	Orizzonte	Stato di addensamento / consistenza
da 0.0 a -3.9	3-4	1	Terreno da molto sciolto a sciolto
da -3.9 a -4.8	6-7	2	Terreno da sciolto a poco addensato
da -4.8 a -10.5	2	3	Terreno molto sciolto
da -10.5 a -10.8	8-10	4	Terreno da poco addensato a moderatamente addensato
oltre -10.8	>100	5	Terreno poco addensato

Le prove eseguite hanno indicato la presenza di litotipi essenzialmente incoerenti di natura sabbioso-ghiaiosa a tratti debolmente limosa con grado di addensamento variabile ma crescente con la profondità.

Solo la prova penetrometrica n.1 l'orizzonte 1 molto sciolto si spinge fino a -5.7 m da p.c. esistente e caratterizzato da un numero di colpi al piede Nspt=3.

In corrispondenza della prova penetrometrica n.2 è stata individuata una lente da -4.8 m a -10.5 m caratterizzata da un numero di colpi al piede Nspt=2 (vuoto pollino).

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con incarico del **GEOM. ENRICO PENATI**, è stata realizzata la seguente perizia di compatibilità geologica, idrogeologica e sismica per realizzazione Piano Attuativo relativo all'Ambito di Trasformazione **RR01**, in Via Eligio Brigatti, nel comune di Ronco Briantino (Mb).

L'area in esame si trova in Via Eligio Brigatti nel territorio comunale di Ronco Briantino (Mb) (cfr. fig. 1), alla quota media di 240.5 m s.l.m.

Non si segnala in zona, la presenza di processi geomorfici in atto o potenziali che possano compromettere la stabilità dei luoghi.

Dal punto di vista della classe di fattibilità geologica l'area in esame ricade in Classe 2.

Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni "La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori". In questa classe sono comprese le zone ove sono state rilevate condizioni limitative, anche se di lieve entità, all'edificabilità. Si definiscono le aree subpianeggianti o debolmente ondulate caratterizzate da una litologia ghiaioso-sabbiosa con presenza della superficie freatica a profondità dell'ordine di 25/30 metri e più.

Sono, in specifico, aree subpianeggianti e/o debolmente pendenti, ove le informazioni a disposizione indicano la probabile presenza, singola o associata, di un immediato sottosuolo contraddistinto da caratteristiche geotecniche modeste (eterogeneità latero-verticali delle caratteristiche geomeccaniche del substrato di fondazione con locale presenza nell'immediato sottosuolo di orizzonti sabbiosi). In particolare si tratta di aree con alta permeabilità relativa e modesta capacità protettiva. Si localizzano nella porzione orientale del territorio e nel settore nordoccidentale.

Per le aree ricadenti in questa classe, l'edificabilità può comunque essere generalmente attuata con l'adozione di normali accorgimenti costruttivi e/o di preventiva salvaguardia idrogeologica o geotecnica, opportunamente dimensionati sulla base delle risultanze di indagini geognostiche, idrogeologiche e geotecniche puntuali che dovranno valutare puntualmente le condizioni limitative caratteristiche di questa classe.

In questa classe di fattibilità, preliminarmente ad ogni intervento edificatorio, dovranno essere eseguiti studi che, oltre ottemperare a quanto richiesto in merito dal D.M. 14/01/08, dovranno essere finalizzati alla definizione della profondità, morfologia e consistenza del substrato di fondazione, previa esecuzione di idonee indagini geognostiche (quali sondaggi e prove penetrometriche).

Le indagini geologiche e geotecniche dovranno in ogni caso consentire la definizione della locale situazione idrogeologica e dei parametri geomeccanici caratteristici, da utilizzare per il corretto dimensionamento delle strutture fondazioni, con verifiche geotecniche finalizzate al calcolo della capacità portante e dei cedimenti in relazione ai carichi di progetto.

Sottoclasse 2a

Aree con alta permeabilità e ridotta protezione superficiale

Aree subpianeggianti e con litologie prevalentemente ghiaioso-sabbiose.

L'uso di queste aree necessita di supplementi di indagine e di studi tematici per definire opere di sistemazione e bonifica. Si valuterà la stabilità dei luoghi, l'insieme struttura/terreno, struttura/roccia, la modifica del regime idraulico superficiale, il drenaggio delle acque e le opere necessarie per la messa in sicurezza dei luoghi.

Si precisa inoltre che le indagini geologiche e geotecniche devono essere eseguite secondo i criteri esposti nel D.M.14.01.2008 e s.m.i.

Vista la cartografia dello studio geologico si certifica la compatibilità geologica, idrogeologica e sismica per la realizzazione dell'intervento in progetto.

PERTANTO CONSIDERANDO LO STATO DEI LUOGHI SI RITIENE CHE L'INTERVENTO IN PROGETTO RISULTA COMPATIBILE CON LE INDICAZIONE NORMATIVE DI PIANO.

Si rimane comunque a disposizione per qualsiasi chiarimento.

Osnago, NOVEMBRE2017

Dott. Geol. Maurizio Penati

Dott.ssa Geol. Marialuisa Todeschini

