



Comune di  
**Cassina Rizzardi**  
Provincia di Como



# **PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA**

ai sensi della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008

## **Relazione tecnica**

*modificata a seguito delle osservazioni accolte*

rev. dicembre 2012

delibera di adozione C. C. n° 11 del 3 luglio 2012

allegata alla delibera di approvazione C. C. n° del . .

il tecnico

il sindaco

il segretario



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**dr geol. Marco Cattaneo**

Rovello Porro (Co) via Pagani, 65 - tel. 031/564933 - email:marco.cattaneo@v-ger.it



## INDICE

<b>INDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1 FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA .....	4
1.2 RICERCA STORICA.....	5
<b>2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO .....</b>	<b>6</b>
2.1 DESCRIZIONE DEL TERRITORIO .....	6
<b>3 GEOLOGIA .....</b>	<b>8</b>
3.1 DESCRIZIONE DELLE UNITÀ PRESENTI.....	9
3.2 DESCRIZIONE DELLE UNITÀ DI PAESAGGIO .....	11
<b>4 GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
4.1 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI .....	12
4.1.1 <i>Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali</i> .....	12
4.1.2 <i>Forme e depositi glaciali</i> .....	13
4.1.3 <i>Forme, processi e depositi di versante</i> .....	13
4.1.4 <i>Forme, processi e depositi antropici</i> .....	13
<b>5 INQUADRAMENTO GEOPEDOLOGICO .....</b>	<b>14</b>
<b>6 IDROGRAFIA .....</b>	<b>20</b>
6.1 CALCOLO PORTATE DI PIENA .....	21
6.2 VERIFICA IDRAULICHE SUL TORRENTE LIVESCIA .....	23
<b>7 IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
7.1 CARATTERI GENERALI DELL'AREA .....	24
7.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO .....	27
7.3 OPERE DI CAPTAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE CAPTATE NEL TERRITORIO COMUNALE .....	28
7.3.1 <i>Utilizzo delle acque captate</i> .....	28
7.3.2 <i>Pozzi presenti sul territorio comunale</i> .....	29
7.4 ANDAMENTO DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO .....	30
7.5 OSCILLAZIONI DELLA FALDA .....	30
7.6 PERMEABILITÀ .....	32
7.7 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO .....	32
7.7.1 <i>Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento</i> .....	32
7.8 PARAMETRI IDROGEOLOGICI.....	34
7.9 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	35
<b>8 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO .....</b>	<b>39</b>
8.1 METODOLOGIA DI ANALISI SISMICA.....	40
8.1.1 <i>Primo livello di approfondimento – Carta PSL</i> .....	43
8.1.2 <i>Valori del grado di sismicità da adottare nella progettazione</i> .....	45



<b>9</b>	<b>INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....</b>	<b>47</b>
9.1	TEMPERATURA .....	47
9.2	PRECIPITAZIONI .....	48
9.3	PRECIPITAZIONI INTENSE .....	49
9.4	VENTO .....	50
<b>10</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRITORIO .....</b>	<b>52</b>
<b>11</b>	<b>CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI.....</b>	<b>55</b>
11.1	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE .....	55
11.1.1	<i>Delimitazione delle zone di rispetto</i> .....	58
11.2	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA .....	59
11.3	PAI.....	59
<b>12</b>	<b>CARTA DI SINTESI.....</b>	<b>60</b>
<b>13</b>	<b>FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO .....</b>	<b>61</b>
<b>14</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>63</b>
<b>15</b>	<b>AUTORI .....</b>	<b>64</b>
<b>16</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>65</b>



## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda la “Componente geologica, idrogeologica e sismica” del Piano di Governo del Territorio del Comune di Cassina Rizzardi (CO) e costituisce una parziale aggiornamento dello studio effettuato dallo scrivente nell’anno 2007 e redatto ai sensi della L.R. 12/05 seguendo gli standard di lavoro contenuti nella D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005; pertanto, lo studio geologico risulta già completo per quanto concerne la componente sismica e l’aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità ed è stato già stato ritenuto conforme dai competenti uffici regionali ai criteri di attuazione in campo geologico della l.r. 12/05 e ai contenuti di verifica di compatibilità di cui all’art. 18 del PAI.

La presente revisione si è resa necessaria in modo particolare per adeguare le perimetrazioni delle classi di fattibilità, riportate nel citato studio geologico redatto nel 2007, all’andamento dei confini comunali che nel frattempo sono stati ridefiniti in accordo con i comuni contermini; pertanto, non sono state apportate variazioni sostanziali bensì, principalmente, adeguamenti grafici nei settori prossimi ai limiti amministrativi.

È stata tuttavia colta l’occasione per effettuare una verifica complessiva dello studio, prendendo in particolare in considerazione l’indicazione contenuta nel citato parere regionale relativa ad una integrazione degli scenari di pericolosità sismica; nel dettaglio è stato attribuito lo scenario Z4A in corrispondenza dei settori di affioramento dei depositi fluvioglaciali oltre ad avere introdotto gli scenari Z2, Z3a e Z3b in corrispondenza dei settori acclivi di origine morenica.

Inoltre, in recepimento di una specifica osservazione contenuta nel parere provinciale sulla VAS (prot. 17015 del 16.04.2012 della Provincia di Como – Settore Pianificazione Territoriale) è stato classificato come pubblico (ad uso del comune di Fino Mornasco) il pozzo denominato Fiorete, recepito nel precedente elaborato come di proprietà privata; inoltre, pur essendo tale pozzo sostanzialmente inutilizzato almeno dal 2005, sono state riportate le relative aree di salvaguardia che rimarranno vigenti sino ad una eventuale richiesta di chiusura e revoca della concessione.

Vengono, altresì, recepiti alcuni interventi di sistemazione idraulica effettuati nell’ambito dei lavori di ampliamento della sede autostradale (3<sup>a</sup> corsia), posti in essere lungo il corso del torrente Livescia, nel tratto immediatamente a monte dell’attraversamento di via Guanzasca.

In riferimento alle classi di fattibilità geologica, per una maggiore congruenza con le indicazioni previste nella D.G.R. 9/2616/2011, le perimetrazioni relative alle aree di salvaguardia delle opere di captazione (zone di tutela assoluta e zone di rispetto) sono state riportate unicamente nella carta dei vincoli stralciando le specifiche classi di fattibilità individuate in precedenza.

Infine, si evidenzia come, ai fini di un migliore inserimento degli elaborati relativi alla componente geologica nell’ambito dello strumento urbanistico, i capitoli relativi alle norme di derivazione geologica, sia a scala comunale che derivata da strumenti di pianificazione sovraordinata, sono state riportate in uno specifico e distinto elaborato che costituirà parte integrante del Piano delle Regole, unitamente alle tavole rappresentative della cartografia di sintesi, dei vincoli e della fattibilità geologica.

Nell’ambito delle norme sono stati, inoltre, aggiornati i riferimenti alle prescrizioni previste dal D.M. 14/01/2008 – Norme tecniche per le Costruzioni.

Fatti salvi gli aggiornamenti sopra descritti i contenuti dei capitoli seguenti sono ripresi integralmente dal precedente studio.



## 1.1 Fasi di lavoro per la realizzazione della componente geologica

La metodologia di lavoro utilizzata per lo studio della componente geologica del PGT si basa, anche in riferimento alle indicazioni della citata DGR, su tre fasi distinte (fase di analisi, fase di sintesi e valutazione e fase di proposta).

La prima fase di analisi ha previsto la consultazione di tutti gli studi e banche dati di carattere sovracomunale e comunale esistenti e disponibili sul rilievo diretto in sito dei dissesti e delle varie aree a diversa connotazione geologica, su ispezioni presso i corsi d'acqua per valutarne il grado di pericolosità, ecc.

In questa fase è stata realizzata la Carta di pericolosità sismica locale (PSL), su tutto il territorio comunale. Il Comune di Cassina Rizzardi è inserito in zona sismica 4 ai sensi della OPCM 3274 citata; è stato pertanto realizzato il primo livello di approfondimento, obbligatorio per tutti i comuni. Questo livello si basa sull'analisi del territorio e sull'individuazione delle aree in cui potenzialmente possono verificarsi effetti di amplificazione sismica locale.

Alla zonazione sismica è stata associata una specifica normativa valida, in accordo con le disposizioni regionali, per alcune categorie di edifici e infrastrutture.

Sulla base dei dati geoambientali così raccolti, sono state elaborate le carte di Inquadramento (*tavole 1.a÷1.e* in scala 1:10.000 con evidenziati rispettivamente i temi geologico-litologici, geomorfologici, idrologici, idrogeologici e geotecnici), la Carta della Pericolosità Sismica Locale (*Tavola 2* in scala 1:5.000).

La fase di sintesi e valutazione ha previsto la realizzazione delle carte dei vincoli di carattere geologico (*tavola 3* in scala 1:5.000) e di sintesi (*tavola 4* in scala 1:5.000).

La cartografia dei vincoli contiene la perimetrazione delle aree sottoposte a vincoli particolari:

- Vincoli di polizia idraulica derivati dall'applicazione dello studio sul reticolo idrico del territorio comunale, realizzato ai sensi della DGR n.7/13950 del 01 agosto 2003 e s.m.i., approvato dallo STER competente.
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (pozzi);

La carta di sintesi rappresenta un documento fondamentale, in quanto in essa sono condensati i risultati di tutta la fase analitica in merito all'individuazione della pericolosità geologica.

Questo elaborato contiene pertanto una serie di poligoni che delimitano:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

La fase di proposta costituisce la sintesi finale del lavoro; è stata realizzata mediante la trasposizione dei poligoni della carta di sintesi, integrata con la sovrapposizione di un'apposita retinatura che descrive la pericolosità sismica locale.

In quest'ultima fase l'ambito areale del comune di Cassina Rizzardi è stato suddiviso in classi di fattibilità geologica per le azioni di piano; tali classificazioni sono state raffigurate sia nella *Tavola 5.1*, redatta in scala 1:5000 relativa all'intero comunale.

Anche nelle aree non urbanizzate sono state delimitate le classi di fattibilità, come previsto dalla D.G.R. citata nell'introduzione.

Come accennato in precedenza, la normativa geologica e quella sismica sono riportate in un fascicolo separato, parte integrante del Piano delle Regole.



Si specifica inoltre che gli studi quivi illustrati *non devono in alcun modo essere considerati sostituiti* delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

## 1.2 Ricerca storica

Non esistono per il territorio comunali studi specifici sugli eventi di natura franosa o alluvionale a cui fare riferimento. Tuttavia, non sono segnalati eventi rilevanti sia nell'ambito delle banche dati regionali relative al dissesto idrogeologico (banche dati del SIT) che nell'inventario regionale frane e dissesti (GEOIFFI).

Pur in assenza di elementi di dissesto significativi, in base alla memoria storica si possono evidenziare alcune seguenti tipologie di eventi da monitorare nell'ambito del territorio comunale:

1. Gli eventi maggiormente probabili nel territorio comunale sono riconducibili a fenomeni di espansione delle piene del T. Livescia che potrebbero provocare allagamenti progressivi dando luogo ad esondazioni in occasione di piene con elevati tempi di ritorno, qualora l'alveo non risultasse sufficiente in alcuni punti del percorso; in particolare, nel recente passato sono stati segnalati alcuni episodici allagamenti della sede stradale in corrispondenza dell'attraversamento di Via Guanzasca. Tuttavia la recente realizzazione di un by-pass a monte dell'attraversamento di via Guanzasca, effettuato nell'ambito dei lavori di ampliamento della terza corsia autostradale, ha sostanzialmente risolto tale problematica, aumentando in modo significativo la capacità di deflusso in corrispondenza di tale settore.
2. Nel territorio comunale, come descritto nel precedente paragrafo non sono evidenti settori in cui siano presenti movimenti franosi significativi. È tuttavia possibile che le aree delle scarpate morfologiche presso i cordoni morenici possano dare luogo a dissesti, se pur di dimensioni modeste, come ad esempio nel settore in sponda idrografica destra del T. Livescia nei pressi della località Ca' del Bosco.



## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il territorio del comune di Cassina Rizzardi si estende nella parte Sud-Occidentale della provincia di Como su una superficie di 3,45 km<sup>2</sup> e confina con i seguenti comuni:

- a Nord: Villa Guardia e Luisago;
- a Est e Sud: Fino Mornasco;
- ad Ovest: Bulgarograsso

Topograficamente il territorio è compreso nelle seguenti tavolette I.G.M. 1:25.000 della Carta d'Italia:

- F 32 III NE (Como)
- F 32 III SE (Cantù)

e nella tavoletta della Carta Tecnica Regionale 1:10.000 B5a1.

Il territorio possiede una forma prossima a quella di un triangolo isoscele orientato secondo una direzione NO-SE e si estende, lungo tale asse per circa 2.800 m; il dislivello tra le quote minime e massime è di circa 50 metri, passando dai circa 350 m s.l.m. dei rilievi morenici collinari ai circa 300 m s.l.m. del settore SE in cui scorre il T. Livescia presso i confini con Fino Mornasco.

I settori topograficamente più elevati si riscontrano dunque in corrispondenza dei rilievi morenici, i principali dei quali sono posti rispettivamente a NE del centro abitato (loc. Boffalora con quota massima di 330,7 m s.l.m.) e nell'estremità SE del territorio comunale (Moncuoco con quota massima di 349,7 m s.l.m. e Martelletto con 325 m s.l.m.).

Anche i settori urbanizzati sono comunque posti in corrispondenza di settori rilevati; il centro paese è posto mediamente a ca. 322 m s.l.m. con i settori più rilevati che si individuano nelle località Ronco Nuovo (zona serbatoio pensile) con 337 m s.l.m. e nel nucleo antico di Monticello che raggiunge i 331 m s.l.m..

Il settore topograficamente più depresso si riscontra viceversa in corrispondenza dell'alveo del T. Livescia che corre incassato nelle proprie alluvioni nel settore settentrionale e orientale del territorio comunale delimitando per alcuni tratti i limiti amministrativi con i comuni contermini; le quote del fondovalle del T. Livescia nell'ambito del territorio comunale risultano comprese all'incirca tra 320 e 300 m s.l.m.

### 2.1 Descrizione del territorio

Il territorio comunale si pone nell'area delle brughiere occidentali comasche in un contesto pianeggiante con deboli rilievi di natura morenica.

Il territorio è fortemente caratterizzato dalla presenza di alcune direttrici viarie su gomma che delimitano il territorio sia in senso longitudinale che in direzione Nord-Sud.

In particolare la struttura territoriale si sviluppa lungo la direttrice Est-Ovest rappresentata dalla S.P. 27 (via Risorgimento - via Vittorio Emanuele - viale Roma) mentre le direttrici Nord-Sud si sviluppano ad Ovest lungo la S.P. 19 (via Manzoni - via Milano) e ad Est lungo via Guanzasca.





L'asse autostradale A9 Milano Como - Lugano - Gottardo, rappresenta l'arteria principale presente sul territorio comunale. La posizione decentrata ad Est della stessa, condiziona in misura ridotta la viabilità cittadina.

A livello comunale citiamo il collegamento secondario tra la S.P. 27 e la S.P. 19 dato dalla Piazza S. Pellico e via Lambertenghi e le direttici Nord - Sud rappresentate da via Monti e Nava (direzione Ronco Vecchio) e da via Verdi; infine, è di recente attivazione un cavalcaferrovia ubicato a Nord-Est del territorio comunale, in località Briccoletta di Fino Mornasco, che tramite via Guanzasca consente il collegamento tra la S.P. 27 (viale Roma) e la S.S. 35 "dei Giovi" (Milano-Como).

Oltre all'abitato principale che si sviluppa ai margini di Via Vittorio Emanuele si distinguono due principali frazioni quali Monticello nel settore Ovest e Ronco Vecchio nel settore meridionale in posizione decentrata rispetto alla viabilità principale.

Le realtà produttive si pongono sia ai margini delle vie di collegamento principali che in settori più decentrati raggiungibili mediante la viabilità minore. Non esiste quindi un'unica vera e propria zona industriale ma si ha per contro una distribuzione a macchia di leopardo in ragione della superata destinazione d'uso "mista".

L'ampio settore pianeggiante che occupa la parte Nord-Ovest del territorio comunale è destinato ad una struttura sportivo-residenziale con ben due campi da golf a 18 buche.





### 3 GEOLOGIA

Nell'ambito del territorio comunale sono presenti esclusivamente formazioni attribuibili al quaternario (la più recente delle ere geologiche) aventi per lo più litologia incoerente (*cfr. Tavola 1a - elementi litologici*).

Si tratta di depositi morenici e sedimenti di origine fluvioglaciali o fluviolacustre messi in posto durante le numerose e successive fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai; questi depositi sono stati limitatamente interessati dall'apporto di materiale di origine eolica (loess) mentre in tempi più recenti è stata particolarmente attiva la deposizione di alluvioni lungo le principali aste fluviali, oltre all'impaludamento di estesi tratti di aree retromoreniche.

La genesi di questi depositi è legata ai ghiacciai e alla relativa azione di esarazione delle rocce e del conseguente trasporto dei detriti lungo le valli alpine. Giunti nella zona di ablazione, i detriti si disposero a formare i rilievi degli archi morenici che caratterizzano il paesaggio della parte occidentale e meridionale della provincia comasca, mentre parte del materiale morenico fu preso in carico dai torrenti uscenti dalle fronti glaciali che risedimentarono le ghiaie e le sabbie formando la piana fluvioglaciale (outwash plain).

Gran parte del territorio comunale è costituito in affioramento proprio da depositi di origine fluvioglaciali e/o fluviolacustre che costituiscono le aree subpianeggianti del settore nord-occidentale (zona Golf Monticello) e centro-meridionale (ad es. Ronco Vecchio e Prati di Ronco) oltre ad alcuni lembi compresi tra i settori rilevati; questi ultimi, come visto in precedenza, sono particolarmente evidenti sia nei settori orientali del territorio comunale dove non sono urbanizzati (ad es. Moncucco e Martelletto) sia in corrispondenza dei settori antropizzati su cui sorge la gran parte dell'abitato.

Oltre ai depositi di origine propriamente glaciale sono inoltre presenti depositi più recenti, datati all'Olocene, costituiti dalle alluvioni che bordano il corso del Torrente Livescia il quale più a valle, all'altezza di Cadorago, confluisce nel T. Lura.

Le unità geologiche presenti possono essere distinte sia su base morfologica che litologica, operando innanzitutto una suddivisione genetica nell'ambito dei depositi glaciali che possono essere differenziati tra depositi morenici e fluvioglaciali/fluviolacustri.

Infatti, per quanto riguarda l'aspetto morfologico d'insieme, i depositi morenici costituiscono i settori maggiormente rilevati ed ondulati mentre i depositi fluvioglaciali danno luogo a terrazzi aventi morfologie pressoché pianeggianti o a debole inclinazione.

Anche i caratteri litologici consentono di differenziare i depositi morenici, che si presentano come accumuli caotici di blocchi, ciottoli e ghiaia immersi in una matrice in prevalenza limosa, rispetto ai depositi di origine fluvioglaciale che risultano viceversa costituiti in prevalenza da depositi ghiaioso-sabbiosi con contenuto variabile di terreni fini limosi; i caratteri litologici consentono altresì di distinguere le età dei depositi glaciali in quanto quelli più antichi presentano un maggiore grado e un maggiore spessore di alterazione, consistente nella formazione di strati superficiali più alterati con elevata percentuale di argilla.

Per la ricostruzione degli elementi litologici sono state prese in esame diverse informazioni desunte dalla letteratura scientifica e dalle banche dati della Regione Lombardia disponibili nel portale dell'informazione territoriale (S.IT.) della Regione Lombardia. In particolare si è fatto riferimento allo studio più aggiornato e di maggior dettaglio disponibile in letteratura riferito allo Studio dell'apparato glaciale Würmiano di Como (Bini, 1987).

Tale studio comprende, tra l'altro, una analisi storica degli studi degli autori precedenti, un rilevamento geomorfologico di dettaglio integrato anche dall'osservazione di carte topografiche antecedenti la



forte antropizzazione dei luoghi (carta I.G.M. del 1988) e utilizza i nuovi criteri stratigrafici per il Quaternario continentale e i termini formazionali definiti dal Gruppo Quaternario - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano (Bini, 1987).

Tali informazioni sono state successivamente integrate con quelle a maggiore scala relative all'analisi pedologica e litologica effettuate e rese disponibili dall'ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste).

Tali recenti criteri superano la tradizionale corrispondenza tra morfologia e cronostratigrafia (ad es. Riss = Pleistocene medio e Würm = Pleistocene superiore) analizzando i depositi utilizzando contemporaneamente vari criteri (litologico e morfologico in primis) arrivando a definire unità diacroniche e morfo-stratigrafiche dette "complessi glaciali"; questi ultimi sono costituiti dai sedimenti depositi durante un singolo episodio di ritiro dei ghiacciai e possono dare luogo a depositi di vario tipo:

- till di ablazione e di laminazione che sono ascrivibili a grandi linee ai depositi comunemente definiti "morenici";
- depositi fluvioglaciali;
- depositi di contatto glaciale;
- depositi lacustri proglaciali

Il complesso glaciale è suddivisibile, a sua volta, in sottocomplessi corrispondenti alle varie fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai, all'interno delle quali sono individuabili a grande scala e dal punto di vista morfologico dei "lobi" (con la tradizionale forma ad anfiteatro); all'interno di ciascun lobo sono individuabili le singole morene.

Una sintesi schematica dei sedimenti e delle attribuzioni affioranti nel territorio di Cassina Rizzardi sono riassunte, secondo i differenti criteri, nella tabella riportata nell'*Allegato 1* e descritte nel successivo paragrafo.

9/78

### 3.1 Descrizione delle unità presenti

I sedimenti presenti in affioramento sono tutti attribuibili al Complesso glaciale di Cantù ed in particolare al sottocomplesso di Cantù, che costituisce il massimo avanzamento raggiunto dai ghiacciai, con l'eccezione delle morene più recenti poste in corrispondenze del confine con Luisago, in località Ca' del Bosco, ascrivibili invece al più recente sottocomplesso di Cucciago. Tutte le morene presenti sono riconducibili, morfologicamente, al Lobo di Fino Mornasco.

Nell'ambito di tali depositi si possono distinguere facies glaciali, facies fluvioglaciali e facies lacustri.

Il Complesso glaciale di Cantù corrisponde per gran parte della propria estensione al Würm descritto dal Riva (1957) mentre per alcune parti marginali, verosimilmente ricadenti anche nel territorio comunale di Cassina Rizzardi, corrisponde al precedente episodio rissiano.

I sedimenti di tale complesso ricoprono in discordanza i depositi dei complessi glaciali più antichi (Complessi di Muselle e della Specola) piuttosto che il substrato roccioso presente nel sottosuolo e costituito dai conglomerati Oligo-Miocenici della Gonfolite. In alcuni settori tali depositi poggiano direttamente anche sulle argille note in letteratura come Villafranchiane (Pleistocene inferiore – Pliocene superiore).

I depositi di questo complesso presentano una morfologia ben conservata con una copertura loessica assente o molto ridotta (nell'ordine di pochi centimetri). Il profilo di alterazione di tutti i depositi è poco



evoluto con spessore massimo di ca. 2 m; tale caratteristica costituisce spesso l'elemento discriminante che consente di distinguere i depositi appartenenti a tale complesso.

I suoli sviluppati su tali depositi sono caratterizzati da in fronte di decarbonatazione abbastanza profondo che contrasta con gli orizzonti B poco o nulla argillitici e non rubefatti.

Lo scheletro dei suoli è costituito da ciottoli di rocce cristalline che si alterano maggiormente con la profondità e da ciottoli di origine carbonatica alterati o decarbonatati.

La ulteriore suddivisione in sottocomplessi è stata effettuata in base a criteri essenzialmente geomorfologici, integrata con osservazioni litologiche e stratigrafiche.

In particolare, i depositi del sottocomplesso di Cucciago e del più antico sottocomplesso di Cantù sono stati distinti unicamente in base alla loro posizione reciproca.

I depositi del sottocomplesso di Cantù, che rappresentano la massima espansione raggiunta dai ghiacciai durante il wurmiano, sono separati dai complessi precedenti (Complesso di Muselle e della Specola) e dal successivo sottocomplesso di Cucciago mediante superfici di erosione.

Come già detto in precedenza, sotto l'aspetto litologico, sono costituite da depositi di till, fluvioglaciali, proglaciali, di contatto glaciale e di versante; in generale la distinzione tra le diverse facies non si presenta agevole dato che si è in presenza di una notevole variabilità che dipende, oltre che dalle già complesse dinamiche dei ghiacciai, anche dalla presenza a breve profondità del substrato lapideo come nel settore di Cassina Rizzardi.

Nei settori di lobo prevalgono comunque le facies basali rispetto a quelle sopraglaciali.

Le morene presenti sul territorio comunale sono comunque meno evidenti rispetto a quelle di altri settori limitrofi, presentandosi discontinue e frequentemente interrotte e cancellate dei depositi fluvio-glaciali; tale aspetto è dovuto principalmente alla ridotta energia posseduta dal ghiacciaio in questo settore, marginale rispetto alle principali direzioni di flusso.

La presenza di numerosi dossi gonfolitici nei settori di monte (ad es. Grandate e Casnate) ha contribuito a rendere quasi stagnante e sottoalimentato il ghiacciaio in questo settore; pertanto, le morene già poco sviluppate hanno risentito in misura relativamente maggiore dell'attività erosiva dei torrenti glaciali.

Inoltre, oltre ai dossi di monte a cui si è fatto cenno sopra, nel settore di Cassina Rizzardi è stata verificata la presenza di ulteriori rilievi conglomeratici ascrivibili sia alla Gonfolite (Runcaia di Bulgarograsso, Moncucco, Martelletto) che al Ceppo (Portichetto) che hanno contribuito alla costituzione di morene aventi limitate dimensioni tra l'altro difficilmente correlabili tra loro.

La scarsa energia dei ghiacciai è dunque una delle principali cause della formazione di ampi settori interessati da laghi proglaciali e di kame addossati ai settori interni delle morene o compresi tra esse, come ad es. nel settore occidentale di Cassina Rizzardi; tutto il territorio compreso tra Bulgarograsso, Portichetto, Fino Mornasco e Grandate è rimasto a forma di "cuvetta" ed è stato occupato da ampi bacini lacustri.

Infine, occorre evidenziare come diverse morene della fase di Cantù siano state successivamente cancellate da quelle più recenti della fase di Cucciago; di norma queste ultime sono più evidenti essendo state meno ostacolate dalla presenza dei dossi gonfolitici ed avendo avuto un maggiore apporto di till basale.

Importanti piane fluvioglaciali si sono sviluppate lungo i principali corsi d'acqua, come nel caso del T. Livescia, mentre una piana ormai inattiva si è sviluppata tra Ronco Nuovo, Ronco Vecchio e Prati di Ronco il cui fondo è inserito tra i terrazzi dei complessi precedenti e che ha sommerso completamente le morene precedenti.



Riguardo l'origine delle valli, tra cui quelle del Livescia, è ritenuta precedente agli episodi glaciali più recenti.

L'osservazione di alcune carte relative alla ricostruzione paleogeografica del settore di Cassina Rizzardi in due distinte fasi glaciali, rispettivamente la fase di Cucciago e la successiva e più recente fase della Ca' Morta nelle quali è possibile osservare come il settore del Livescia fosse occupato da un bacino lacustre che nel tempo è andato progressivamente colmandosi.

### 3.2 Descrizione delle unità di paesaggio

Dal confronto di tale ricostruzione, con la rappresentazione dei cosiddetti "pedopaesaggi" che caratterizzano il territorio delle province di Varese, Como e Lecco effettuata dall'ERSAF sono stati individuate le principali unità pedologiche presenti, appartenenti a loro volta, secondo un grado di dettaglio crescente, ad un insieme di Sistemi – Sottosistemi -Unità di paesaggio, secondo le descrizioni di seguito riportate:

Il territorio di Cassina Rizzardi è interessato da depositi appartenenti a due diversi sistemi:

- Sistema M: anfiteatri morenici
- Sistema V: valli alluvionali dei corsi d'acqua olocenici

All'interno del sistema M si individuano i seguenti sottosistemi, descritti dal più antico al più recente:

- Sottosistema MI: depositi morenici intermedi ("rissiani") costituiti da materiale di origine glaciale e fluvioglaciali mediamente alterati e associabili ai depositi del sottocomplesso di Cantù:
  - Unità di paesaggio MI1: cordoni morenici principali e secondari a morfologia collinosa con versanti che generalmente hanno basse pendenze
  - Unità di paesaggio MI2: superfici di raccordo con le piane fluvioglaciali limitrofe mediante scarpate erosive a bassa pendenza costituite anche da sedimenti di origine colluviale;
  - Unità di paesaggio MI3: valli, scaricatori e piane in cui prevalgono depositi fluvioglaciali;
- Sottosistema MR: depositi morenici recenti ("wurmiani") costituiti da materiale di origine glaciale e subordinatamente fluvioglaciali e fluvio-lacustre generalmente poco alterati con diffusa presenza di pietrosità in superficie e di scheletro nei suoli, associabili ai depositi del sottocomplesso di Cucciago:
  - Unità di paesaggio MR1: cordoni morenici principali e secondari a morfologia collinosa generalmente netta, costituiti da depositi grossolani poco classati immersi in matrice fine (sabbie e limi)
  - Unità di paesaggio MR6: aree in cui l'idromorfia è dovuta alla falda subaffiorante, riscontrabile sia in corrispondenza di conche lacustri che di corsi d'acqua

All'interno del sistema V si individua nel territorio il seguente sottosistema:

- Sottosistema VA: dinamica prevalentemente deposizionale con sedimenti recenti o attuali relativa ai depositi alluvionali del T. Livescia.

Le caratteristiche pedologiche di dettaglio delle unità pedologiche presenti sono riportate nel successivo capitolo 5.



## 4 GEOMORFOLOGIA

I processi esogeni che hanno configurato l'attuale morfologia del territorio comunale sono legati in gran parte al citato glacialismo quaternario. Intorno a 20.000 anni fa, l'area di Cassina Rizzardi era interessata dai processi morfogenetici determinati dai ghiacciai che discendevano dalla Val Chiavenna, Valtellina e dalla Val Masino-Bregaglia a formare i lobi pedemontani di cui restano ora testimonianza gli arcuati rilievi degli anfiteatri morenici posti tra l'Adda e il Ticino.

I principali elementi complessivi del paesaggio stati descritti nel paragrafo precedente, mentre l'unico elemento tuttora attivo quale agente morfodinamico è il torrente Livescia. L'alveo del torrente Livescia risulta incassato mediamente di circa 0.5÷1.5 m rispetto al piano campagna circostante e la valle in cui esso scorre appare articolata in diversi ordini di terrazzi morfologici solamente nel settore in cui attraversa depositi di tipo morenico (settore NE località Briccoletta). La genesi di questa incisione è da ricondursi ai movimenti eustatici dei bacini marini hanno influenzano più a valle il corso del T. Lura del quale è affluente in sponda sinistra.

### 4.1 Descrizione dei principali elementi geomorfologici

Nella compilazione della "Carta di inquadramento: elementi geomorfologici" alla scala 1:10.000 (*Tavola 1b*) si sono utilizzati come base i simboli riportati nell'allegato 11 della D.G.R. 8/1566 del 22.12.2005, evidenziando i seguenti fenomeni morfologici:

- *attivi*: morfotematismi in via di evoluzione segnalati in colore **rosso**;
- *quiescenti*: forme per le quali si hanno evidenza di evoluzione in tempi storici che hanno la possibilità di riattivarsi segnalati in colore **blu**;
- *stabilizzati*: forme riferibili a condizioni morfogenetiche diverse dalle attuali segnalati in colore **verde**.

12/78

#### 4.1.1 Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali

Nell'ambito dei versanti dei rilievi morenici a maggiore acclività si possono avere fenomeni di creep e piccoli smottamenti oltre a fenomeni puntuali di *erosione accelerata*; *tali eventi* sono favoriti da prolungati periodi di precipitazione che vanno a saturare i terreni facendone diminuire la coesione della frazione fine.

I fenomeni sono **attivi** e possibili sul territorio comunale unicamente nell'ambito delle rotture di pendenza e dei settori maggiormente acclivi, tuttavia la manifestazione sono di ridotto impatto sul territorio stesso e di ridotta estensione areale, sì da non rendere cartografabile il tematismo stesso se non nel settore di Ca' del Bosco dove vi sono alcune evidenze (alberi inclinati lungo il pendio).

Inoltre, sono presenti due tipologie principali di orli di scarpata di erosione fluviale: i terrazzi morfologicamente superiori rispetto al corso attuale del T. Livescia si possono considerare non più attivi in quanto originati da un contesto morfogenetico diverso dall'attuale, mentre quelli inferiori delimitano il percorso attuale del corso d'acqua con chiari segni di evoluzione in atto.

Nella tavola sono inoltre stati riportati i tracciati di alcuni terrazzi morfologici presenti nelle cartografie IGM del 1888 nel settore NordOvest del territorio, in un settore fortemente antropizzato nel quale sono state ormai quasi del tutto cancellate tali evidenze.



#### 4.1.2 Forme e depositi glaciali

Le tracce dell'azione morfologica delle glaciazioni pleistoceniche si riscontrano in tutto il territorio comunale.

Si possono osservare diversi cordoni morenici aventi gli assi maggiori diretti lungo varie direzioni (NO-SE, NE-SO, N-S). In questi rilievi allungati possiamo distinguere un'area di cresta e gli orli di scarpata di erosione (ad opera dei fiumi proglaciali) o gradini di valli glaciali (per quanto riguarda gli episodi würmiani). Ricordiamo, tra gli altri, i cordoni ben conservati delle località Boffalora e Moncucco.

Il processo geomorfologico che ha originato i cordoni e le scarpate di erosione è ormai **stabilizzato**.

#### 4.1.3 Forme, processi e depositi di versante

Al fine di evidenziare i settori maggiormente acclivi del territorio, e quindi maggiormente potenzialmente maggiormente interessati da fenomeni gravitativi dei quali non vi sono ad oggi evidenze, è stata redatta, con l'ausilio di programmi GIS, una tematismo che ha consentito di evidenziare i settori con pendenza  $>20^\circ$ .

Tali settori, evidentemente, sono riscontrati in limitate parti del territorio, presso i versanti dei rilievi morenici ed in particolare nei lati Nord ed Est del rilievo della Boffalora, nel lato settentrionale del Moncucco e nel lato orientale del Martelletto peraltro ricadente nel territorio di Fino Mornasco.

#### 4.1.4 Forme, processi e depositi antropici

L'area comunale si caratterizza per la presenza di ex cave di sabbia e ghiaia desunte sia dalla letteratura, come nel settore in località Martelletto posto nei pressi dello svincolo autostradale, sia da evidenze toponomastiche, ad es. località denominata "le cave", nell'estremità meridionale del territorio comunale proprio in corrispondenza della futura attività estrattiva prevista dal Piano Cave provinciale.

Si sottolinea come in corrispondenza della cava di Martelletto sono stati rinvenuti fossili di origine marina che, alla fine del secolo XIX, hanno dato luogo ad un intenso dibattito nella comunità scientifica del tempo; i depositi contenenti tali rinvenimenti fossiliferi sono stati comunque attribuiti a depositi fluvioglaciali.

Come accennato sopra, ricade nel territorio comunale di Cassina Rizzardi l'ambito territoriale estrattivo ATEg11 previsto dal Piano Cave Provinciale posto in località Ronco Vecchio – Prati di Ronco nell'estremità meridionale del territorio comunale; l'attività estrattiva, tuttora in corso, prevede, per una durata di cinque anni comprensiva del recupero morfologico, l'estrazione di ghiaia e sabbia per un volume complessivo di  $600.000 \text{ m}^3$ .



## 5 INQUADRAMENTO GEOPEDOLOGICO

Definiamo il suolo come lo strato più superficiale della crosta terrestre la cui genesi è legata attualmente ad un concorso di fattori naturali e antropici; nel territorio si alternano i terreni agricoli e quelli vegetali con relativa modifica dell'orizzonte O nel senso di un arricchimento in sostanza organica e fosfati nel caso di coltivazioni.

In estrema sintesi possiamo individuare tre fattori principali che favoriscono la formazione dei suoli:

- la decomposizione delle rocce ad opera degli agenti morfodinamici;
- l'aumento in materia organica;
- la migrazione di alcuni elementi nel profilo dei terreni ad opera principalmente dell'acqua.

Come visto nel precedente paragrafo 3.2 sono state individuate le unità pedologiche presenti nel territorio comunale che vengono di seguito descritte in dettaglio mediante le informazioni tratte dalla Carta pedologica dell'ERSAF.

Le correlazioni con le unità litologiche presenti sono le seguenti:

Unità di paesaggio	Unità pedologica	Complesso glaciale
MI1	ASI1/ALP1	Morenico sottocomplesso di Cantù
MI2	CIM1/VRT1	Fluvioglaciali sottocomplesso di Cantù
MI3	LRT1	Fluvioglaciali sottocomplesso di Cantù
MR1	PEG1/CSS1	Morenico sottocomplesso di Cucciago
MR6	AUT1/RDA1	Fluviolacustre
VA8	LUR1/LOM1	Alluvioni attuali T. Livescia

14/78

Nell'ambito delle unità di paesaggio costituenti il territorio di Cassina Rizzardi, si possono distinguere le seguenti unità pedologiche le cui descrizioni sintetiche sono di seguito riportate, a partire dalla più antica:

- Unità paesaggio MI1 – unità pedologica ASI1/ALP1:

	ASI	ALP
Descrizione	I suoli ASI presentano orizzonti superficiali dello spessore medio di 40 cm con colore bruno giallastro scuro, scheletro scarso, tessitura franca, non calcareo, a reazione acida. Il subsoil è costituito da orizzonti profondi spessi mediamente 100 cm, a tessitura franco-argillosa o franco-limosa; scheletro da comune a frequente, colore da bruno a bruno forte; non calcareo, a reazione subacida. Substrato a partire da 250 cm.	I suoli ALP presentano topsoil spesso 30 cm di colore bruno scuro, con scheletro comune, tessitura franca o franco limosa, reazione subacida, non calcareo. Gli orizzonti profondi hanno spessori medi di circa 35 cm, colori bruno forti, scheletro frequente, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione subacida; substrato a partire da 200 cm, caratterizzato da scheletro abbondante, non calcareo (sommità di cordone morenico)





	ASI	ALP
Drenaggio	Buono	Buono
Permeabilità	Moderata	Moderatamente basso
Classificazioni dei suoli	USDA: Typic Paleudults fine silty, mixed, active, mesic FAO: Haplic Alisols	USDA: Typic Paleudalfs loamy skeletal, mixed, superactive, mesic FAO: Haplic Luvisols
Proprietà applicative	I suoli ASI1 sono adatti all'agricoltura (IIIes), presentando tuttavia severe limitazioni, legate al rischio di erosione e a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S3t), con moderate limitazioni dovute alla pendenza, e presentano problemi gestionali legati alla tessitura; non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse al pH; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al runoff, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è medio (M).	I suoli ALP1 sono adatti all'agricoltura (IIIes), presentando tuttavia severe limitazioni, legate al rischio di erosione e a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S3), con moderate limitazioni dovute alla pendenza; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse alla granulometria, al pH, alla CSC e alla pendenza; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al comportamento idrologico e al runoff, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è medio (M).

- Unità paesaggio MI2– unità pedologica CIM1/VRT1:

	CIM	VRT
Descrizione	I suoli CIM presentano orizzonti superficiali con spessore medio da 40 a 50 cm, colore da bruno a bruno scuro, scheletro da scarso a comune, tessitura generalmente franco-limosa (franca), non calcareo, a reazione acida o subacida. Il subsoil comprende orizzonti profondi, spessi da 35-60 cm, a tessitura franco-limosa; schele-	I suoli VRT presentano un topsoil dello spessore medio di 40 cm, con colore bruno grigiastro molto scuro, scheletro scarso, tessitura franco-sabbiosa, non calcareo, a reazione subacida. Il subsoil è costituito da orizzonti profondi spessi mediamente 30-40 cm, a tessitura franco-sabbiosa, scheletro comune, colore bruno giallastro, non calcareo, a reazione neutra. Substrato a



	CIM	VRT
	tro assente o scarso, colore bruno scuro; non calcareo, a reazione subacida. Substrato a partire mediamente da 200-250 cm ma con possibilità di incontrarlo a profondità maggiori, a seconda della potenza degli orizzonti soprastanti.	partire mediamente da 120-130cm non calcareo.
Drenaggio	Buono	Buono
Permeabilità	Moderata	Moderatamente elevata
Classificazioni dei suoli	USDA: Typic Haplohumults coarse silty, mixed, superactive, mesic FAO: Haplic Alisols	USDA: Ultic Hapludalfs coarse loamy, mixed, superactive, mesic FAO: Haplic Luvisols
Proprietà applicative	I suoli CIM1 sono adatti all'agricoltura (IIIsc), presentando tuttavia severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo e alle sfavorevoli condizioni climatiche, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti senza limitazioni allo spandimento dei reflui zootecnici (S1); non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse al pH; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al runoff, e moderata (M) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è medio (M).	I suoli VRT1 sono adatti all'agricoltura (IIIc), presentando tuttavia severe limitazioni, legate alle sfavorevoli condizioni climatiche, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S2), con lievi limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S2), con lievi limitazioni connesse alla granulometria e al pH; hanno capacità protettiva elevata (E) nei confronti delle acque superficiali, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è basso (B).

- Unità paesaggio MI3 unità pedologica LRT1

	LRT
Descrizione	I suoli LRT presentano topsoil con uno spessore medio di 30cm, colori da bruno a bruno scuro, scheletro scarso, tessitura franco-sabbiosa, non calcareo, a reazione subacida. Il subsoil comprende orizzonti profondi spessi 60 cm, a tessitura franco-sabbiosa, colori bruno giallastro, scheletro scarso; non calcareo, a reazione subacida. Substrato a partire da 140cm. di natura grossolana, sabbioso-ghiaioso.
Drenaggio	Buono



	LRT
Permeabilità	Moderatamente elevata
Classificazioni dei suoli	USDA: Humic Hapludults coarse loamy, mixed, superactive, mesic FAO: Haplic Alisols
Proprietà applicative	I suoli LRT1 sono adatti all'agricoltura (IIIsc), presentando tuttavia severe limitazioni, legate a caratteristiche negative del suolo e alle sfavorevoli condizioni climatiche, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S2), con lievi limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse al pH; hanno capacità protettiva elevata (E) nei confronti delle acque superficiali, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è medio (M).

- Unità paesaggio MR1 – unità pedologica PEG1/CSS1:

	PEG	CSS
Descrizione	I suoli PEG presentano topsoil con una profondità media di 20 cm e comprende un orizzonte A con colori grigio molto scuro, scheletro da scarso a comune molto piccolo, tessitura franco sabbiosa, non calcareo, reazione neutra. Il subsoil è costituito da un orizzonte cambico dello spessore medio di 40 cm, colore bruno giallastro scuro, scheletro frequente piccolo, tessitura franco sabbiosa, non calcareo o debolmente calcareo, reazione subalcalina. Substrato a partire da 60-70cm.	I suoli CSS presentano topsoil con uno spessore medio di 35 cm, colore bruno scuro e corrisponde allo strato lavorato, con scheletro scarso molto piccolo, tessitura franco sabbiosa, reazione acida. Il subsoil comprende invece orizzonti profondi caratterizzati da un'alternanza di orizzonti A sepolti e orizzonti cambici, con indizi di più cicli pedogenetici, i colori sono da bruno a bruno a giallastri scuri, scheletro scarso molto piccolo, tessitura franco-sabbiosa, reazione acida, non calcareo. Substrato a partire da 200cm.
Drenaggio	Moderatamente rapido	da buono a mediocre
Permeabilità	Moderatamente elevata	Moderata o moderatamente elevata
Classificazioni dei suoli	USDA: Typic Eutrudepts sandy skeletal, mixed, mesic FAO: Eutric Regosols	USDA: Fluventic Dystrudepts coarse loamy, mixed, superactive, mesic FAO: Dystric Cambisols
Proprietà applicative	I suoli PEG1 sono adatti all'agricoltura (IIIes), presentando tuttavia severe limitazioni, legate al rischio di erosione e a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta del-	I suoli CSS1 sono adatti all'agricoltura (IIIes), presentando tuttavia severe limitazioni, legate al rischio di erosione e a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere



	PEG	CSS
	le colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S3), con moderate limitazioni dovute alla granulometria e alla pendenza; non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse alla granulometria; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al runoff, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è basso (B).	speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S3), con moderate limitazioni dovute alla pendenza; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse al pH, alla CSC e alla pendenza; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate al runoff, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è basso (B).

- Unità paesaggio MR6 – unità pedologica AUT1/RDA1:

	AUT	RDA
Descrizione	Suoli poco profondi limitati da falda, con scheletro scarso in superficie ed assente in profondità, tessitura media, reazione neutra in superficie e subacida in profondità, saturazione alta, AWC moderata	Aree caratterizzate da difficoltà di deflusso idrico superficiale interessate da oscillazione della falda; sono poco profondi, limitati da gley sabbiosi, con scheletro scarso, tessitura da media a moderatamente grossolana in superficie
Drenaggio	Mediocre	-
Permeabilità	Moderata	-
Classificazioni dei suoli	USDA: Fluvaquentic, Eutrudeps coarse loamy, mixed superacitve, mesic	
Proprietà applicative		

- Unità paesaggio VA8 – unità pedologica LUR1/LOM1:

	LUR	LOM
Descrizione	I suoli LUR presentano topsoil dello spessore medio di 40 cm e comprende l'intero strato lavorato, con colori da bruno a bruno giallastro scuro, scheletro frequente molto piccolo e piccolo, tessitura franca o franca sabbio-	I suoli LOM presentano topsoil costituito da un orizzonte A con spessore medio di 30 cm, colore bruno scuro, scheletro comune molto piccolo, tessitura franco-sabbiosa, non calcareo, reazione subacida. Il subsoil comprende gli orizzonti del substrato, caratterizzati da deposizioni recenti sovrapposte, con tessitura franca o sab-



	LUR	LOM
	sa, non calcareo, reazione subacida. Il subsoil comprende una serie di orizzonti di transizione al substrato, di spessore variabile, con scarsa evoluzione, scheletro assente o scarso piccolo, colori bruno giallastri, tessitura franco-sabbiosa o sabbiosa-franca, non calcarei, reazione subacida. Substrato a partire da 100cm di natura ciottolosa-sabbiosa.	biosa e scheletro abbondante piccolo e medio, reazione subalcalina, non calcarei.
Drenaggio	Buono	Moderatamente rapido
Permeabilità	Moderatamente elevata	Moderatamente elevata
Classificazioni dei suoli	USDA: Typic Udifluvents coarse loamy, mixed, superactive, non-acid, mesic FAO: Dystric Fluvisols	USDA: Fluventic Hapludolls sandy skeletal, mixed, mesic FAO: Mollic Fluvisols
Proprietà applicative	I suoli LUR1 sono adatti all'agricoltura (IIIws), presentando tuttavia severe limitazioni, legate alla presenza di acqua nel profilo e a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S2), con lievi limitazioni dovute alla permeabilità, alla granulometria e all'inondabilità; sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (S3), con moderate limitazioni connesse all'inondabilità e alla CSC; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate all'inondabilità, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità; il loro valore naturalistico è basso (B).	I suoli LOM1 sono adatti all'agricoltura (IVs), presentando tuttavia limitazioni molto severe, legate a caratteristiche negative del suolo, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione; sono adatti allo spandimento dei reflui zootecnici (S3), con moderate limitazioni dovute alla granulometria; non sono adatti allo spandimento dei fanghi di depurazione (N), per limitazioni connesse alla granulometria; hanno capacità protettiva moderata (M) nei confronti delle acque superficiali per limitazioni legate all'inondabilità, e bassa (B) nei confronti di quelle sotterranee per limitazioni dovute alla permeabilità e alla granulometria; il loro valore naturalistico è basso (B).

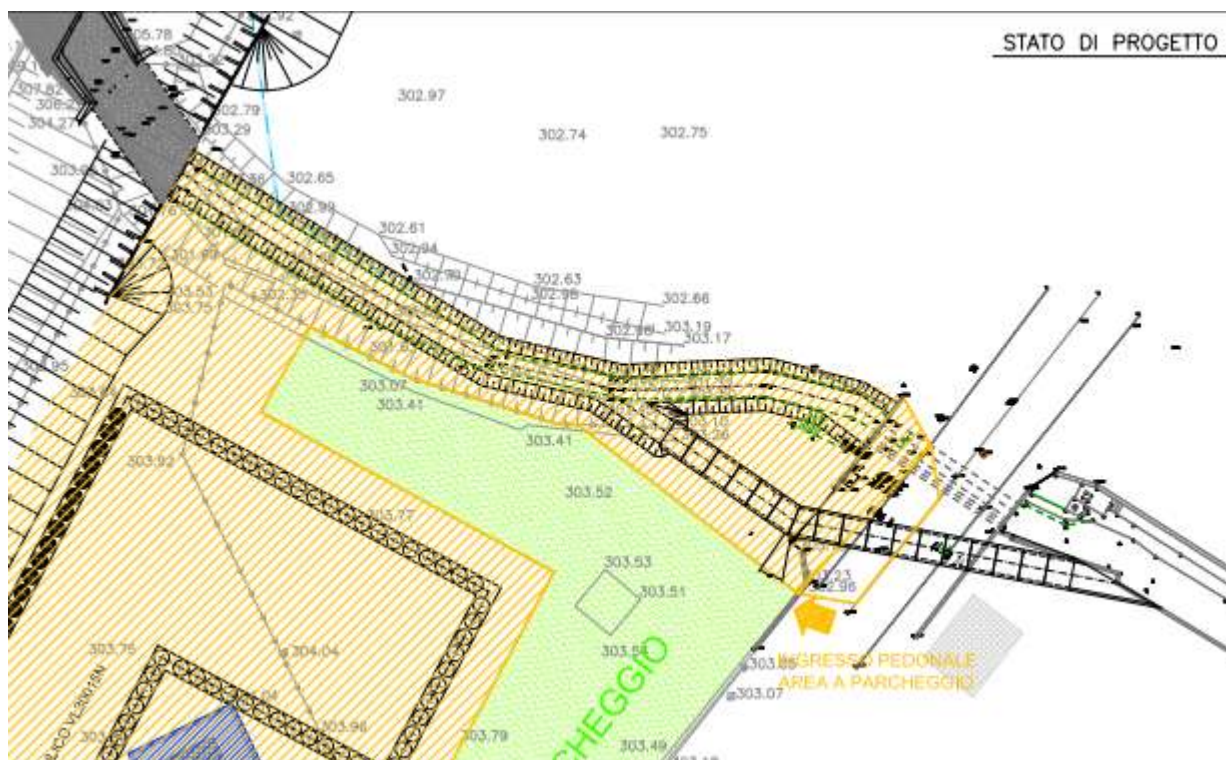


## 6 IDROGRAFIA

L'idrografia superficiale naturale è caratterizzata dalla presenza di un unico corso d'acqua rilevante, il Torrente Livescia, che ha origine nel settore settentrionale del comune al confine con i territori di Luisago e Villaguardia in seguito alla venuta a giorno della falda superficiale. Nel tratto iniziale interno al Golf Monticello scorre con direzione ONO-ESE e successivamente Ovest-Est venendo a coincidere con i limiti amministrativi (confine con Luisago) per poi assumere, pur con un percorso sinuoso, una direzione prevalente Nord-Sud a partire dall'altezza di Cà del Bosco; dopo avere sottopassato l'autostrada A9 il corso del T. Livescia risulta per larghi tratti "antropizzato", con fondo alveo cementato, ed in alcuni settori viene tombinato attraversando la zona dello svincolo autostradale.

In corrispondenza dell'attraversamento di via Guanzasca, nell'ambito dei lavori di realizzazione della terza corsia autostradale, sono stati effettuati alcuni lavori di sistemazione idraulica e difesa spondale dell'alveo del T. Livescia riassumibili in :

- riqualificazione delle sponde nel tratto a monte del sottopasso di via Guanzasca mediante scogliera in pietrame;
- realizzazione di un by-pass con elementi scatolari aventi sezione 0.75\*2.00 m e pendenza dello 0.6% (la planimetria di progetto è raffigurata di seguito)



Guerra Mondiale, consente di osservare alcuni mutamenti subiti dal reticolo idrografico nel corso della seconda metà del secolo scorso; in particolare, si notano trasformazioni nel settore attualmente ricadente nel Golf Monticello in cui vi era la presenza di una fitta rete di cavi e fossi che alimentavano la roggia Livescia ora occupati dai campi gara.

Ad oggi, oltre alla Roggia Livescia è rimasto attivo il tracciato della Roggia Gorgonella, i cui tracciati sono stati profondamente modificato dall'intervento antropico; quat'ultima trae origine più a nord rispetto l'area del Golf Club, e si immette nella Roggia Livescia un centinaio di metri a monte dell'attraversamento dell'S.P. 19.

Sono inoltre da segnalare, all'interno dell'area del Golf Monticello, tre diversi bacini artificiali aventi sia una funzione estetica e di arredo per il camp da golf, sia una funzione di serbatoio che alimenta il sistema irriguo dei campi da golf; è interessante evidenziare come il livello dell'acqua nei laghetti è da porre in relazione sia con quello della falda freatica che li interseca sia con il regime dei prelievi effettuati dal citato sistema irriguo.

Analogamente, dall'osservazione della suddetta cartografia, confortata dalla descrizione testuale del tracciato della roggia Livescia riportato nella delibera regionale di rubricazione dei corsi d'acqua pubblici (D.G.R. del 25.07.1986 n. 4/12028) si può supporre che il tracciato di quello che ad oggi viene definito Torrente Fossato e costituisce uno dei principali affluenti in sinistra idrografica del T. Lura (con confluenza immediatamente ad Ovest del territorio comunale di Cassina Rizzardi all'altezza dei limiti amministrativi con Lurate Caccivio e Bulgarograsso) fosse in qualche modo idraulicamente collegato con quello della roggia Livescia attraverso un tratto rettilineo posto lungo il confine tra Cassina Rizzardi e Villa Guardia.

Inoltre, sempre dall'osservazione del foglio Lurate Caccivio, si evidenzia la presenza, a partire dalla località Cà del Bosco, del tracciato di un canale secondario derivato in sponda sinistra della roggia Livescia, ad oggi asciutto; l'esistenza di tale canale è testimoniata inoltre anche dalla carta catastale, dove è evidente la presenza di tale tracciato che, in base anche a testimonianze storiche, era funzionale all'alimentazione dell'attività del Molino Gervaso posto ad Est del tracciato autostradale. Si può infatti notare, circa 50 m a Nord dell'asse principale della roggia, la presenza di un manufatto di attraversamento dell'asse autostradale in corrispondenza del corso, ormai cessato, del canale.

Sempre sulla mappa catastale è riportato il tracciato di un ulteriore canale, circa parallelo al precedente ma in destra idrografica che terminava nei pressi dell'attuale svincolo autostradale.

I tracciati di tali canali sono evidenziati nelle mappe catastali come demaniali ma attualmente non assolvono alcuna funzione idraulica.

Infine, si evidenzia come nel settore occidentale del territorio comunale sono presenti, e raffigurati nella tavoletta I.G.M. Appiano Gentile (non sono, viceversa visibili sulla CTR), alcuni fossi di scolo che, pur avendo una limitata funzione idraulica e non risultando sulle carte catastali, sono stati inseriti nell'elenco dei corsi d'acqua ascrivibili al reticolo idrico minore.

## 6.1 *Calcolo portate di piena*

Nel territorio in esame non sono presenti stazioni di misura idrometriche e per tale motivo le analisi delle portate idriche dei corsi d'acqua possono essere effettuate unicamente utilizzando metodologie di tipo indiretto che consentono di stimare le portate al colmo di piena conoscendo a priori le caratteristiche pluviometriche, i principali parametri morfometrici ed il coefficiente di deflusso del bacino esaminato.

Le valutazioni quantitative descritte nei successivi paragrafi sono da considerarsi con finalità orientative riguardo alle probabili sezioni di deflusso di piena in occasione di periodi particolarmente piovosi;





tali valutazioni di massima non sono evidentemente sostitutive di calcoli di dettaglio aventi fini progettuali da allegarsi alle eventuali domande per interventi sul reticolo idrico comunale.

Di seguito è riportata l'elaborazione compiuta sulla porzione di territorio pertinente al bacino della Roggia Livescia, la cui sezione di chiusura è stata ubicata in corrispondenza della tombinatura presente in corrispondenza dell'attraversamento di via Guanzasca, ritenuta la più gravosa del tracciato, in quanto si sono verificati in passato fenomeni di allagamento della sede stradale e degli insediamenti circostanti.

Le caratteristiche idrologiche del bacino di riferimento, tratte dall'analisi della cartografia regionale a scala 1:10.000, sono riassunte nella seguente tabella:

<b>Bacino Livescia (sezione di chiusura)</b>	<b>Area bacino</b>	<b>Lunghezza asta</b>	<b>Quota massima asta principale</b>	<b>Quota massima bacino</b>	<b>Quota sezione di chiusura</b>
attraversamento via Guanzasca	3.0 km <sup>2</sup>	2.08 km	320 m s.l.m.	356 m s.l.m.	302 m s.l.m.

Per il calcolo del tempo di corrivazione  $T_c$ , su cui esiste un'ampia letteratura, viene proposto il valore medio ottenuto utilizzando tre diversi algoritmi, precisamente mediante le formule di Giandotti – Visentini, Kirpich e Pezzoli; nella tabella successiva i valori calcolati.

<b>Corso d'acqua</b>	<b><math>T_c</math> (Giandotti-Visentini)</b>	<b><math>T_c</math> (Kirpich)</b>	<b><math>T_c</math> (Pezzoli)</b>	<b><math>T_c</math> medio</b>
Livescia	2,4 ore	0,5 ore	1,2 ore	1,3 ore

22/78

A partire da tale “tempo di corrivazione” è possibile determinare le altezze di precipitazione aventi durata pari al tempo di corrivazione (“pioggia critica”) e di assegnato tempo di ritorno mediante l'analisi delle precipitazioni di massima intensità oraria e giornaliera registrati presso la stazione pluviografica di Venegono Inferiore.

Pur esistendo in letteratura differenti formule empiriche (ad es. la cosiddetta *Formula razionale*) atte ad individuare la relazione intercorrente tra portate di piena al colmo e piogge intense con determinati tempi di ritorno, in questo caso specifico si è ritenuto maggiormente attendibile l'utilizzo dei valori della “portata areale specifica” propria del bacino del T. Lura, in cui ricade la Roggia Livescia, espressi in m<sup>3</sup>/s km<sup>2</sup>, calcolati mediante l'utilizzo di un modello matematico nell'ambito di uno specifico studio idraulico (Di Zeta Ingegneria, 1997 – Progettazione di massima delle opere di sistemazione idraulica dell'asta del torrente Lura).

Nella tabelle sottostante sono indicati i valori di portata al variare del tempo di ritorno per la porzione di bacino considerata:

Tabelle: valori di portata (m<sup>3</sup>/s) al variare del tempo di ritorno

<b>Bacino Livescia</b>	<b>Tempi di ritorno (anni)</b>				
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
Portata areale specifica - $Q_s$ (m <sup>3</sup> /s km <sup>2</sup> )	0,66	0,86	1,11	1,32	1,53
Portata massima piena $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6

Considerando i medesimi contributi areali unitari della portata e una ridotta estensione del bacino idrografico di contribuzione si possono approssimativamente stimare per la parte iniziale del tracciato



della Roggia Livescia, nel tratto posto a valle della zona Golf Monticello, delle portate ridotte all'incirca del 50÷70%.

## 6.2 Verifica idrauliche sul Torrente Livescia

Le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando la legge del moto uniforme di Chèzy, nella quale la velocità media della corrente idrica è funzione delle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza e geometria trasversale) e del corpo d'acqua (profondità, area bagnata e raggio idraulico):

$$Vm = \chi * \sqrt{R} * i$$

dove:

i = pendenza dell'alveo

R = raggio idraulico

$\chi$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler ( $C * R$ )

e dove:

C = è un coefficiente che varia tra 15 e 60 per alvei naturali e tra 30 e 125 per alvei artificiali.

Da cui si ricava la portata:

$$Q = A * C * \sqrt{R} * i$$

La relazione sopra scritta è legata in modo univoco all'altezza idrometrica (h) in condizioni di moto uniforme e determina la "scala delle portate" della sezione.

Sono stati utilizzati come riferimenti dalla letteratura valori dei coefficienti di scabrezza caratteristici dei differenti tipi di alveo presenti:

C=30 per piccoli corsi d'acqua di pianura con alveo naturale;

C=45÷50 per i tratti con pareti artificiali;

C=70 per i tratti di alveo che scorrono in tubazioni.

23/78

Dall'applicazione della precedente relazione è possibile ricostruire l'entità del battente idrico per diversi tempi di ritorno e differenti geometrie delle sezioni di misura, verificando in tal modo la compatibilità idraulica della sezione di chiusura considerata con le portate al colmo calcolate in precedenza.

Nel presente studio, le portate di piena sono state confrontate per tempi di ritorno decennali e centenari con i parametri dimensionali delle sezioni di deflusso di riferimento calcolate per i differenti corsi d'acqua.

Tali verifiche sono state effettuate in corrispondenza dei principali attraversamenti della Roggia Livescia assumendo in tutto il settore a valle dell'attraversamento autostradale le medesime portate di progetto, pari rispettivamente a 2 e 4 m<sup>3</sup>/s per tempi di ritorno decennali e centenari mentre per le sezioni a monte dell'A9 sono state considerate portate ridotte del 50%.

Le sezioni di verifica considerate sono di seguito elencate:

Tratto interessato	Dimensioni sezione (larghezza * altezza)	Altezza idrica prevista(m)		Franco idraulico previsto (m)	
		Tr=10 anni	Tr=100 anni	Tr=10 anni	Tr=100 anni
Attraversamento strada interno Golf	n. 2 tubazioni cls Ø100 mm	10% riempimento	20% riempimento	90% riempimento	80% riempimento
Attraversamento	2,0 * 1,8 m	0,3 m	0,5 m	1,5 m	1,3 m



Tratto interessato	Dimensioni sezione (larghezza * altezza)	Altezza idrica prevista(m)		Franco idraulico previsto (m)	
		Tr=10 anni	Tr=100 anni	Tr=10 anni	Tr=100 anni
SP21					
Attraversamento autostrada A9	4,0 * 5,0 m	0,3 m	0,45 m	4,7 m	4,55 m
Attraversamento Via Guanzasca	By-pass sezione rettangolare 0,75 * 2,00 m (*)	39.8 m	0.64 m	0.352 m	0.11 m
Attraversamento SP27	4,0 * 1,5 m	0,3 m	0,45 m	1,2 m	1,05 m
Trivio Via Martelletto – Via Scalabrini	3,0 * 2,0 m	0,5 m	0,75 m	1,5 m	1,25 m

(\*) a tale sezione occorre aggiungere il contributo dell'attraversamento semicircolare esistente calcolato in ca. 3 mc/s.

Sulla base delle valutazioni sopra esposte si può evidenziare come i valori di portata massima attesi, in caso di piena della Roggia Livescia, non dovrebbero determinare in pratica evidenti problemi di esondazione nel tratto iniziale del percorso, in quanto la morfologia del territorio consente al torrente di scorrere in un alveo ben definito nel quale saranno invece possibili ridotti e puntuali fenomeni di dissesto e di erosione spondale; tali valutazioni presuppongono, tuttavia, che la sezione di deflusso non venga significativamente ridotta in conseguenza di ostruzioni dovute alla presenza di materiale detritico, di rifiuti o della vegetazione.

In merito all'attraversamento di via Guanzasca, si evidenzia come la realizzazione dello specifico by-pass avente sezione rettangolare 0.75\*2.00 m, sulla base delle valutazioni idrauliche sopra riassunte, appare in grado di smaltire le portate di piena previste con tempi di ritorno centennali e quindi risolutiva in merito al verificarsi di esondazioni in grado di interessare la sede stradale; infatti, le sezioni pre-esistente a tale interventi erano risultate insufficienti, seppure con tiranti idrici attesi nell'ordine dei 30 cm.

Rimane, comunque, opportuno sottolineare come, anche in ragione dei limitati franchi idraulici presenti, sia necessario mettere in atto una costante manutenzione degli alvei anche per limitare la presenza di vegetazione e detriti che, in caso di trasporto, potrebbero ostruire, anche parzialmente, la sezione del manufatto di attraversamento amplificando gli effetti di una eventuale esondazione.

## 7 IDROGEOLOGIA

### 7.1 Caratteri generali dell'area

Come sottolineato in precedenza la bassa provincia comasca risulta costituita in affioramento da depositi quaternari di origine glaciale (morenica e fluvioglaciale), lacustre o alluvionale il cui andamento nel sottosuolo si riflette sui caratteri e la distribuzione areale delle risorse idriche sotterranee.

La maggior parte di tali depositi è costituito da sedimenti sciolti (ghiaie e sabbie) contraddistinti da una porosità di tipo interstiziale che si differenziano dai conglomerati (tipo "Ceppo") nei quali la circola-



zione idrica può essere anche di tipo fissurale ed è concentrata nei settori nei quali si è verificata in origine una ridotta cementazione oppure sono intercorsi in un secondo momento fenomeni di fratturazione o dissoluzione.

In base a tali caratteri si può ritenere che nell'area esaminata le condizioni più favorevoli all'immagazzinamento di acque sotterranee si riscontrano nei depositi fluvioglaciali o alluvionali ghiaioso-sabbiosi e nei settori meno cementati e/o più fratturati dei conglomerati tipo Ceppo; risultano viceversa privi di una significativa circolazione idrica sotterranea i depositi quaternari morenici e quelli fluviolacustri, nell'ambito dei quali prevalgono terreni limoso-argillosi che determinano perciò una scarsa o nulla produttività.

Nell'ambito della bassa provincia comasca l'assetto idrogeologico si caratterizza, in linea generale, per la presenza di tre acquiferi principali i cui rapporti reciproci sono alquanto complessi in ragione dei molteplici fenomeni geologico - tettonici (subsidenza o sollevamento) e climatici (glaciazioni, variazioni del livello eustatico dei mari) che hanno originato i caratteri sedimentologici dell'area nella quale le intercomunicazioni tra i vari acquiferi, qualora si verificano, avvengono principalmente in corrispondenza di superfici erosive.

La circolazione idrica sotterranea in esame risulta, inoltre, fortemente condizionata dalla presenza nel sottosuolo sia dei cosiddetti "paleoalvei" o "alvei sepolti", in corrispondenza dei quali si identificano le zone ad elevata produttività, sia di "alti morfologici" del substrato roccioso e/o impermeabile che possono viceversa originare zone di spartiacque sotterraneo a bassa o nulla produttività.

I "paleoalvei" sono il risultato dell'opera erosiva esercitata dai corsi d'acqua in corrispondenza degli antichi tracciati e in parte dei ghiacciai; in tali settori, contraddistinti dalla presenza di consistenti spessori di depositi permeabili ghiaioso-sabbiosi, si individuano pertanto le aree maggiormente produttive. L'area in esame è compresa tra i sistemi di paleoalvei del T. Lura e del T. Seveso.

Come visto nel precedente capitolo relativo all'inquadramento geologico, il sottosuolo di Cassina Rizzardi è interessato dalla presenza di innalzamenti del substrato roccioso sepolto che hanno condizionato la distribuzione dei differenti tipi di depositi glaciali e si riflettono direttamente anche sull'assetto idrogeologico del sottosuolo.

In particolare il substrato impermeabile, costituito dai conglomerati della Gonfolite piuttosto che dai soprastanti depositi argillosi del Villafranchiano, si trova a limitate profondità in corrispondenza del settore settentrionale del territorio comunale (ad es. a meno di 40 m dal p.c. in località Villette autostrade) mentre muovendosi verso Sud tale substrato tende ad approfondirsi repentinamente dando così luogo a due distinti contesti idrogeologici.

#### Settore Nord

L'area corrisponde al settore meridionale dell'ampia piana di origine alluvionale/fluvioglaciali/fluviolacustre posta tra i rilievi morenici o gonfolitici su cui sorgono gli abitati di Cassina Rizzardi, Luisago e Villa Guardia (Civello).

Il settore è contraddistinto nel sottosuolo da due distinte unità idrogeologiche, la più superficiale delle quali è costituita in prevalenza da materiali grossolani, di natura ghiaioso - sabbiosa, quindi idonei ad essere sede della falda acquifera superficiale ed appartenenti alle unità di origine fluvioglaciale-fluviolacustre o alluvionale.

Tali depositi costituiscono l'acquifero captato dai numerosi pozzi presenti nell'area del Golf Club a servizio degli acquedotti comunali di Cassina Rizzardi, Lurate Caccivio e Villaguardia.

L'alimentazione avviene per infiltrazione diretta dalla superficie di acque di origine meteorica o dalle perdite dei corsi d'acqua superficiali.

Il grado di protezione della falda contenuta in tali acquiferi risulta limitato ed è connesso alla eventuale presenza di orizzonti superficiali a bassa permeabilità.



La profondità di questa prima unità è posta alla profondità media di 15-20m dal p.c..

La seconda unità, più profonda, non affiora in superficie e esercita sostanzialmente la funzione di acquicludo nei confronti della falda superficiale essendo costruita da limi argillosi varvati di colore grigio con occasionali intercalazioni sabbioso-ghiaiose, noti in letteratura geologica come “Villafranchiano” (Pliocene Superiore –Pleistocene Inferiore); la funzione di substrato impermeabile è localmente esercitata nei dintorni nell’area (nei pressi di Civello) direttamente dal substrato roccioso gonfolitico che affiora poi in corrispondenza di Villa Guardia.

È possibile che le lenti ghiaiose sabbiose contenute nell’unità villafranchiana possano essere sede di falde acquifere originando un secondo acquifero confinato (acquifero profondo); tuttavia essendo tutti i pozzi limitati alla prima falda non si è in grado di confermare o meno tale ipotesi.

L’alimentazione di tale acquifero può avvenire in massima parte per interscambio con le falde contenute negli acquiferi soprastanti con le quali può risultare talora in comunicazione, consentendo perciò locali episodi di commistione; le intercomunicazioni risultano comunque limitate in ragione del notevole grado di confinamento che garantisce inoltre una considerevole protezione nei confronti della migrazione di eventuali sostanze inquinanti provenienti dalla superficie.

In ragione di questi ultimi aspetti questo acquifero possiede minori capacità di rialimentazione rispetto a quelli soprastanti, il che gli attribuisce una minore potenzialità idrica.

#### Settore Sud

Muovendosi idrogeologicamente verso valle rispetto al settore del Golf Monticello, si nota un sostanziale cambiamento nelle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, che divengono più articolate, anche per la probabile presenza di unità geologiche diverse da quelle caratterizzanti il sottosuolo dell’area di Monticello, limitate ai depositi alluvionali/fluvioglaciali e al “Villafranchiano”.

Si riscontra una situazione più simile a quella di altri settori della bassa comasca con la presenza di tra unità sovrapposte, descritte di seguito a partire dalla più recenti e superficiale:

Il *primo acquifero* è costituito in prevalenza da depositi ghiaioso-sabbiosi di origine alluvionale e fluvioglaciale delimitati alla base dai conglomerati del Ceppo; in corrispondenza di settori particolarmente incisi del paleoalveo del Lura tali depositi potrebbero venire a diretto contatto con le argille villafranchiane (Pleistocene inferiore).

L’alimentazione avviene per infiltrazione diretta dalla superficie di acque di origine meteorica o dalle perdite dei corsi d’acqua superficiali.

Il grado di protezione della falda contenuta in tali acquiferi risulta limitato ed è connesso alla presenza di orizzonti superficiali a bassa permeabilità.

Il *secondo acquifero* è costituito dai livelli più fratturati e meno cementati presenti nella parte inferiore dei conglomerati tipo Ceppo e dagli orizzonti ghiaioso-sabbiosi ad essi sottostanti che vengono definiti “Acquifero sotto il Ceppo” e risulta delimitato alla base dalle argille “Villafranchiane”.

L’alimentazione può avvenire sia tramite intercomunicazioni con il primo acquifero, con il quale viene in contatto principalmente nelle strutture di paleoalveo, sia direttamente dalla superficie nei settori nei quali i terreni costituenti tale acquifero risultano affioranti.

Nell’ambito di tale acquifero possono ritrovarsi setti impermeabili limoso-argillosi di spessore ed estensione areale limitati.

Il grado di protezione della falda contenuta nel secondo acquifero è condizionato dal grado di cementazione degli orizzonti conglomeratici del Ceppo il quale, pur essendo generalmente buono, presenta tuttavia dei settori fratturati o poco cementati; lungo tali settori potrebbero essere veicolate verso le falde profonde le acque qualitativamente più scadenti o contaminate provenienti dalla superficie.



Va evidenziato come la conservazione di caratteristiche quali-quantitative idonee all'approvvigionamento idropotabile delle falde contenute in tale acquifero risulti indispensabile dato che esso risulta captato da tutti i pozzi pubblici comunali collegati alla rete acquedottistica.

Il *terzo acquifero* è costituito dalle lenti sabbioso - ghiaioso comprese nei depositi villafranchiani ("Argille sotto il Ceppo") prevalentemente impermeabili e risulta delimitato inferiormente dal substrato roccioso (Gonfolite - Scaglia).

L'alimentazione di tale acquifero proviene in massima parte per interscambio con le falde contenute negli acquiferi soprastanti con le quali può risultare talora in comunicazione consentendo perciò locali episodi di commistione; le intercomunicazioni risultano comunque limitate in ragione del notevole grado di confinamento che garantisce inoltre una considerevole protezione nei confronti della migrazione di eventuali sostanze inquinanti provenienti dalla superficie.

In ragione di questi ultimi aspetti questo acquifero possiede minori capacità di rialimentazione rispetto a quelli soprastanti.

Si sottolinea come il primo acquifero non sia sostanzialmente sfruttato, mentre il c.d. secondo acquifero è captato dai pozzi presenti, con tratti filtranti a partire da oltre 30 m dal p.c. e tratti cementati di circa 20m che isolano le acque utilizzate da quelle della prima falda.

Oltre alla cementazione il livello statico di questi pozzi (- 20m dal p.c.) rende improbabile ogni interconnessione con la prima falda.

Data la carenza di informazioni stratigrafiche disponibili, il settore intermedio di passaggio tra le due settori sopra descritti rimane incognito relativamente alle modalità con cui avviene il cambiamento nella struttura idrogeologica del sottosuolo.

La ricostruzione della circolazione idrica e delle modalità di alimentazione degli acquiferi presenti in tali depositi presuppone pertanto una dettagliata conoscenza del loro andamento nel sottosuolo e dei loro rapporti geometrici; a tale scopo sono stati presi in esame i dati stratigrafici resi disponibili dall'archivio della Provincia di Como – Settore Acque, quelli contenuti in alcune pubblicazioni relative al settore studiato integrandoli con i dati stratigrafici relativi ad una perforazione eseguite di recente nel territorio comunale presso il Golf di Monticello che hanno permesso la ricostruzione di tre sezioni idrogeologiche di dettaglio (*cfr. Allegato 2*).

## 7.2 Struttura idrogeologica di dettaglio

Per fornire un quadro di maggiore dettaglio circa le caratteristiche geometriche degli acquiferi, di seguito vengono descritte le sezioni idrogeologiche realizzate a tale scopo; in esse sono riportate, oltre alla litologia del sottosuolo, i pozzi utilizzati per la loro stesura e il posizionamento dei filtri (ove noto).

L'esame delle sezioni idrogeologiche elaborate consente di osservare l'andamento nel sottosuolo del comune di Cassina Rizzardi degli acquiferi descritti in precedenza; in particolare si possono evidenziare i seguenti aspetti principali:

- si evidenzia innanzitutto come la litologia superficiale risulti variabile lateralmente alternando settori in cui prevalgono terreni fini poco permeabili ad altri in cui prevalgono litologie ghiaioso-sabbiose;
- il settore del Golf Monticello è caratterizzato da un unico acquifero superficiale, spesso interessato in superficie da depositi fini, delimitato inferiormente da depositi poco permeabili argillosi (come visto in precedenza le cosiddette argille villafranchiane); lo spessore dell'orizzonte acquifero è mediamente di ca. 15-20 m



- le argille poggiano su un orizzonte conglomeratico avente spessore di almeno 30 m riconducibile con probabilità al sottostante substrato gonfolitico
- il settore Villette presenta un aspetto analogo in quanto è presente un unico acquifero costituito da orizzonti permeabili compresi nell'ambito di ingenti spessori argillosi e delimitato alla base dalla presenza del substrato Gonfolitico che si ritrova ad una profondità di ca. 40 m dal p.c.
- muovendosi verso Sud nel settore occidentale del territorio comunale non si ritrova più il substrato in profondità (entro i primi 90 m dal p.c.) e si osserva un aumento dello spessore dei depositi permeabili; al loro interno una distinzione tra primo (non captato) e secondo acquifero (captato) è possibile unicamente dalla presenza di livelli meno permeabili e conglomeratici
- tuttavia in tale settore gli acquiferi presenti, data la discontinuità geometrica degli orizzonti fini e il grado di fatturazione dei conglomerati ascrivibili al Ceppo sono verosimilmente idraulicamente interconnessi.

### **7.3 Opere di captazione e utilizzazione delle acque captate nel territorio comunale**

Nell'ambito del territorio comunale ricadono n. 2 pozzi di proprietà comunale, n. 2 pozzi appartenenti alla rete idrica integrata del Consorzio intercomunale delle Colline Comasche, n. 1 pozzo a servizio della rete idrica del Comune di Fino Mornasco oltre a n.2 pozzi privati a servizio rispettivamente di un'industria e del Golf Club di Monticello.

I dati stratigrafici e costruttivi dei pozzi sono stati reperiti presso l'archivio fornito dall'Amministrazione Provinciale di Como, integrato con alcune informazioni reperite presso l'ufficio tecnico del Consorzio intercomunale delle Colline Comasche e del Golf Club Monticello.

28/78

#### **7.3.1 Utilizzo delle acque captate**

L'approvvigionamento idrico degli abitanti di Cassina Rizzardi è garantito, oltre che dai n. 2 pozzi citati presenti all'interno dell'area Golf Club da un terzo pozzo, posto sempre nelle vicinanze ma ricadente nel territorio comunale di Villa Guardia; la gestione del servizio è effettuata dalla società Colline Comasche S.p.A..

Schematicamente la rete di alimentazione dell'acquedotto civico può essere riassunta come segue:

- le acque sollevate dai n. 3 pozzi comunali posti all'interno del Golf Club sono convogliate presso una cameretta da dove vengono rilanciate, attraverso una tubazione Ø200, verso una vasca posta nei pressi del serbatoio pensile di via Pascoli; dalla vasca, avente capacità di ca. 400 mc l'acqua viene pompata verso il pensile, la cui capacità è di ca. 120 mc, che a caduta alimenta l'intera rete di distribuzione;
- le acque sollevate presso il pozzo consortile di Ronco Vecchio vengono pompate direttamente alla vasca di via Pascoli, anche se il funzionamento è limitato a poche ore al giorno per sopprimere ai pozzi comunali durante agli orari di punta.
- gli unici trattamenti subiti prima dell'immissione in rete sono costituiti da interventi di clorazione presso la vasca.
- è da sottolineare come un prelievo significativo sia legato all'esigenza di irrigazione dei campi da golf che vengono soddisfatte mediante un ciclo delle acque riassumibile come segue:

Viene utilizzata l'acqua contenuta nei due laghetti presenti all'interno dell'area Golf i cui livelli sono tra loro in collegamento mediante idonea tubazione in pressione (il flusso è regolato da pompe) e funzio-





nante in modo da compensare i livelli nei due specchi d'acqua che, a loro volta sono in funzione dall'entità dei prelievi irrigui e dai tempi di ricarica dei laghetti stessi.

Il pozzo previsto all'interno dell'area Golf alimenterà direttamente la tubazione collegante i due bacini artificiali; nel punto di raccordo è presente un'elettrovalvola per regolamentare le direzioni di flusso. Nelle intenzioni è previsto anche un allacciamento alla rete antincendio mediante interposizione di opportuna valvola deviatrice del flusso. Il metodo di irrigazione è quello normalmente utilizzato nei prati dei campi da golf: dai due laghetti l'acqua, mediante pompe, viene inviata alla rete di distribuzione e da questa agli irroratori presenti a livello del suolo.

Nel territorio comunale le aziende sono servite dall'acquedotto industriale che capta direttamente le acque del lago di Como poi distribuite mediante un sistema di stazioni di ripompaggio e di serbatoi di accumulo tra cui quello posto nel territorio di Cassina Rizzardi alla sommità del rilievo di Boffalora.

### 7.3.2 Pozzi presenti sul territorio comunale

Pozzi pubblici ad uso dell'acquedotto di Cassina Rizzardi, dell'acquedotto consortile gestito dalla società Colline Comasche S.p.A. e dell'acquedotto di Fino Mornasco.

num. Pozzo (cod. provincia)	proprietario	denominazione	Diametro colonna (mm)	profondità pozzo (m)	filtro 1	filtro 2
13055/1	Comune di Cassina Rizzardi	Pozzo Golf 1	350	18	10÷17	
13055/2	Comune di Cassina Rizzardi	Pozzo Golf 2	400	25	15÷20	
13245/5	Comune di Cassina Rizzardi	Pozzo Golf 3	350	25	4.5÷16	
13055/4	Colline Comasche S.p.A.	Pozzo Ronco Vecchio 17	550	82	40.5÷42	49÷58
13055/3	Colline Comasche S.p.A.	Pozzo Gervasio 10	450	45.5	22÷25	32÷36.5
13055/5	Comune Fino Mornasco	Pozzo Fiorete	300	30	6÷13	22÷26

29/78

Sono inoltre presenti n. 2 pozzi privati a utilizzo industriale e irriguo (pozzo Golf):

num. pozzo	proprietario	Denominazione	diametro (mm)	anno di perforazione	profondità (m)	filtro 1	Ultimo filtro
13055/9	Stamperia di Cassina Rizzardi	-	300	1971	36	17÷32	-
-	Golf Club Monticello	-	-	-	25	14÷20	-

È stata inoltre predisposta (cfr. *Allegato 3*) per ciascuna opera di captazione pubblica una apposita scheda tecnica alla quale sono allegate le stratigrafie.



#### 7.4 Andamento del flusso idrico sotterraneo

Il settore specifico in esame è posto in una zona di transizione tra i sistemi acquiferi principali del T. Lura e del Fiume Seveso, i cui rispettivi paleoalvei oltre a governare con evidente effetto drenante l'andamento complessivo della superficie piezometrica rappresentano le aree a maggiore produttività idrica del settore, conformemente a quanto evidenziato in precedenza.

La ricostruzione della superficie piezometrica, da ritenersi rappresentativa dell'andamento medio della falda, è stata effettuata utilizzando dati di misurazioni tratte dai dati del monitoraggio delle acque sotterranee effettuato dall'ARPA nell'ambito del Programma di Tutela e Uso delle Acque e sono, nello specifico, relative al mese di Marzo del 2003 (*cfr. Tavola 1c*); tali informazioni sono state integrate con quelle reperite direttamente nel corso di un sopralluogo effettuato presso i pozzi situati nel territorio comunale.

L'osservazione della superficie piezometrica consente di evidenziare come la direzione prevalente del deflusso idrico nel settore occidentale e meridionale del territorio comunale assuma un orientamento principale in senso Nord-Sud e NNO-SSE, mentre nel settore NordOvest si assiste ad una evidente deviazione della direzione principale del deflusso idrico sotterraneo che si dispone secondo una direzione ONO-ESE.

Tale variazione è presumibilmente da ricondursi alla sovrapposizione di diversi fattori tra cui in particolare la presenza a limitata profondità del substrato impermeabile sepolto oltre che, anche se a maggiore distanza, dell'effetto drenante del paleoalveo del T. Seveso che ben si delinea ad Ovest di Fino Mornasco.

Le quote piezometriche nel territorio comunale risultano all'incirca comprese tra valori massimi di ca. 320 m s.l.m. nel settore settentrionale e valori minimi di ca. 280 m s.l.m. nel settore meridionale.

L'inclinazione della superficie piezometrica (gradiente idraulico) tende ad aumentare muovendosi verso Sud e verso Est, in quanto nel settore del Golf risulta pari circa al 3‰ mentre negli altri settori risulta compresa all'incirca tra valori di 8 e 12‰.

Occorre specificare che i livelli piezometrici relativi al settore del Golf sono indicativi della prima falda superficiale mentre nei restanti settori ed in particolare in quello Sud sono indicativi dell'andamento della falda contenuta nel secondo acquifero, captato dai pozzi presenti.

La soggiacenza è variabile tra circa 2 m dal p.c., presso il settore del Golf Monticello e gli oltre 40 m dal p.c. all'altezza del Moncucco; oltre all'area Golf si evidenzia un altro ambito con limitata soggiacenza della falda (ca. 5 m dal p.c.) nel settore compreso tra l'incrocio di Via Guanzasca con la S.P. 27, lo svincolo autostradale e il settore di Martelletto.

Si evidenzia comunque, mediamente, un aumento della soggiacenza muovendosi verso Sud in ragione di un gradiente piezometrico maggiore di quello topografico.

Va sottolineato, infine, come in base a informazioni storiche, gran parte del territorio comunale sia stato interessato sino alla prima metà del '900 da diverse emergenze idriche ("polle") alimentanti canali e rogge conseguenza della limitata soggiacenza della falda superficiale.

#### 7.5 Oscillazioni della falda

L'analisi delle variazioni annuali e pluriennali della profondità del livello piezometrico consente di determinare, qualora confrontata con i fattori di afflusso e deflusso delle falde, gli elementi preponderanti nel bilancio idrico degli acquiferi.

Nel settore esaminato tra i fattori di ricarica degli acquiferi, oltre agli afflussi della falda da monte, predominano gli effetti di rialimentazione dovuti alle precipitazioni mentre i fattori di uscita sono ascrivibili essenzialmente ai prelievi dei pozzi.



I dati dei livelli statici resisi disponibili sono estremamente limitati e saltuari e pertanto non rendono realizzabile una ricostruzione continua dell'evoluzione nel tempo delle oscillazioni dei livelli piezometrici e non rendono confrontabili tali dati con serie di dati meteorologici.

Per quanto riguarda il pozzo consortile di Cassina Rizzardi sono disponibili unicamente n. 3 rilevamenti del livello statico di cui si conosca la data della misura:

pozzo Ronco Vecchio	
data	Quota piezometrica (m s.l.m.)
Aprile 1994	300.43
Novembre 1996	300.00
Marzo 2003	301.13

Sono inoltre state reperite alcune misure effettuate saltuariamente nei pozzi contigui al limite comunale che di seguito sono riassunti:

pozzo Livescia (comune di Villa Guardia)	
data	Quota piezometrica (m s.l.m.)
Aprile 1994	319.80
Novembre 1996	320.00
Marzo 2003	320.00

Inoltre, si è resa disponibile una serie di misure nell'ambito di un monitoraggio interno effettuato dalla società Colline Comasche relativo ad alcuni pozzi posti all'interno del Golf Monticello; di seguito si riportano i dati della serie più completa relativa al pozzo Golf del Comune di Luisago.

pozzo Golf 5 (comune di Villa Guardia)	
data	Livello statico (m dal p.c.)
Giugno 2006	- 3.8
Agosto 2006	-4.7
Settembre 2006	-5.5
Ottobre 2006	-5.5
Giugno 2007	-1.8
Luglio 2007	-1.9

Un'analisi speditiva di questi dati che si presentano comunque disomogenei e di affidabilità non determinabile (potendo essere tra l'altro differenti i sistemi di misurazione, gli addetti alla misurazione, i riferimenti assunti per la misura e le condizioni al contorno dei pozzi o dei campi-pozzi) consente di evidenziare una sostanziale stabilità nel tempo dei livelli idrici sotterranei anche se nel settore settentrionale (zona Golf) si è osservato nel corso dell'ultimo anno un consistente recupero della quota piezometrica, pari a ca. 3.7 m; tali variazioni, che andrebbero correlate con il regime delle precipitazioni e soprattutto con l'entità dei pompaggi del campo pozzi, testimoniano tuttavia una certa sensibilità della falda rispetto agli elementi che influiscono sul bilancio idrogeologico.



## 7.6 Permeabilità

Riguardo alla permeabilità superficiale dei terreni presenti si può evidenziare come essa in profondità tenda ad aumentare per l'assenza di processi di argillificazione, rubefazione e più in generale di pedogenesi.

Sulla base delle litologie dei depositi superficiali presenti si possono distinguere tre classi principali di permeabilità.

La prima classe è costituita dai depositi glaciali e morenici che in ragione dell'abbondante presenza negli orizzonti superficiali di sedimenti fini hanno valori di permeabilità bassa ( $k < 10^{-4} \text{ cm/s}$ ).

Valori più elevati caratterizzano invece gli orizzonti fluvioglaciali e dei complessi sedimentari postglaciali. In questo caso si hanno valori di permeabilità media, propri delle sabbie ghiaiose con percentuale minima o assente di materiale fine ( $k > 10^{-2} \text{ cm/s}$ ).

Valori di permeabilità molto bassa è, infine, attribuibile ai depositi lacustri e fluviolacustri nei quali l'abbondanza di depositi fini riduce la permeabilità superficiale ( $k < 10^{-6} \text{ cm/s}$ ).

## 7.7 Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

Con il termine di "vulnerabilità" degli acquiferi all'inquinamento si intende, secondo le più recenti definizioni (Civita, 1987), "la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo".

Nella valutazione del grado di vulnerabilità hanno peso preponderante la litologia e la struttura del sistema idrogeologico, la presenza e la natura di una copertura a bassa permeabilità, la soggiacenza della superficie piezometrica e la posizione della falda nei confronti di acque superficiali.

Nell'ambito del territorio comunale di Cassina Rizzardi, i parametri che consentono una effettiva discriminazione tra settori a differente vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono rappresentati dalle differenti caratteristiche di permeabilità possedute dalla parte sommitale della zona non satura e dalla relativa soggiacenza della falda superficiale.

La predisposizione di una cartografia di tale tematismo (*cfr. Tavola 1c*) deve costituire parte integrante di qualsiasi programmazione territoriale in modo da poter rappresentare una zonizzazione secondo aree omogenee per ciascuna delle quali sono prevedibili differenti reazioni alle sollecitazioni indotte dai sistemi insediativi e produttivi.

Nell'ambito di contesti notevolmente antropizzati, quale quello del territorio comunale in esame, risulta inoltre necessario prendere in considerazione la pressione esercitata sull'ambiente dalle attività già in essere che sono in grado di modificare sostanzialmente il quadro che emergerebbe da valutazioni operate unicamente sulla base dei fattori naturali.

La definizione del grado di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento deve perciò scaturire dalla lettura incrociata dai dati relativi alla "vulnerabilità intrinseca" con quelli riferiti ai "fattori antropici".

Va posto in evidenza che sia la caratterizzazione dei differenti utilizzi del suolo, a cui sono associate possibili contaminazioni, sia l'individuazione di "centri di pericolo" potenzialmente pericolosi per le acque sotterranee è finalizzata alla valutazione della compatibilità nei riguardi della presenza delle opere di captazione ad uso idropotabile e delle rispettive aree di salvaguardia.

### 7.7.1 Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento

L'elaborazione di questo tema di analisi è stato approntato facendo riferimento ai criteri di realizzazione delle Carte di vulnerabilità messi a punto dal CNR - GNDICI (Civita, 1990) e tende a rappresentare in modo specifico il grado di protezione delle risorse idriche sotterranee al fine di preservare sia i



punti di captazione che gli acquiferi; nella valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca di un acquifero sono stati individuati i seguenti fattori principali:

- tempo di transito dell'acqua e di un eventuale inquinante fluido attraverso il mezzo non saturo sino a raggiungere la superficie della falda;
- dinamica del deflusso idrico sotterraneo e di un eventuale inquinante nel mezzo saturo;
- capacità di attenuazione dell'impatto delle sostanze inquinanti del mezzo non saturo.

Per la determinazione di tali fattori sono stati dunque presi in esame alcuni parametri fondamentali quali le caratteristiche di permeabilità della zona non satura, la soggiacenza della falda, le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi e la posizione della falda nei confronti di corsi d'acqua superficiali; la lettura sovrapposta di tali parametri ha consentito l'individuazione di quattro classi di vulnerabilità, da medio-bassa a estremamente elevata, rappresentate graficamente in *Tavola 1c*.

Nell'ambito del territorio comunale i parametri che maggiormente consentono una effettiva discriminazione tra settori a differente vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono rappresentati dalle differenti caratteristiche di permeabilità possedute dalla parte sommitale della zona non satura e dalla soggiacenza della superficie della falda freatica.

Sono state così individuate quattro classi di vulnerabilità:

- *Vulnerabilità estremamente elevata (E<sub>E</sub>)*: si ritenuto adeguato attribuire tale classe ai settori caratterizzati da una soggiacenza media contenuta in ca. 5 m dal p.c.
  - in corrispondenza del settore dei campi da gioco del Golf Club;
  - nel settore del centro commerciale di Monticello;
  - nel settore in fregio alla S.P. 19, presso il confine con Luisago;
  - nel settore orientale del territorio comunale presso lo svincolo autostradale e l'insediamento Cognis
- *Vulnerabilità elevata (E)*: tale classe è stata attribuita ai settori caratterizzati da una soggiacenza media compresa tra 5 e 10 m dal p.c. o a settori con soggiacenza di poco superiore ma contraddistinta in superficie da depositi fluvio-glaciali e dalla presenza di un unico acquifero superficiale captato:
  - comprende i settori abitati in fregio alla S.P. 27 compresi tra Cassina centro e Monticello;
  - zona via Guanzasca - Villette
- *Vulnerabilità alta (A)*: in corrispondenza dell'affioramento del complesso sedimentario fluvio-glaciale, contraddistinto dalla presenza di una copertura a con permeabilità da media a ridotta, con falda libera avente soggiacenza media maggiore di 10 metri dal p.c. e la captazione relativa al secondo acquifero;
- *Vulnerabilità media (M)*: in corrispondenza dell'affioramento di terreni morenici, contraddistinto dalla presenza di copertura a permeabilità da ridotta a molto ridotta, con falda avente soggiacenza maggiore di 10 metri.

Va sottolineato che l'asportazione della copertura costituita dai suoli comporterebbe una variazione dei parametri precedentemente esaminati, ed in particolare un aumento della permeabilità superficiale; per tale ragione in caso di sbancamenti e scavi si dovranno attuare le metodologie di lavoro più opportune per evitare di determinare una diminuzione del grado di protezione della falda.

Ai fini della valutazione della vulnerabilità degli acquiferi è stato inoltre utilizzato un approccio definito "parametrico", basato sulla determinazione del valore numerico di alcuni parametri assegnando a



ciascuno di essi un “peso” rispetto alla valutazione complessiva della vulnerabilità che viene rappresentata da un valore numerico.

È stato applicato il sistema D.R.A.S.T.I.C. (Aller et al., 1985), relativo alla fragilità puntuale agli inquinamenti, che tiene conto di sette parametri (soggiacenza, ricarica, caratteristiche acquifero, caratteristiche suolo, topografia, caratteristiche del mezzo non saturo, conducibilità idraulica dell'acquifero).

Per ogni pozzo si determina un indice dato dal rapporto tra il valore D.R.A.S.T.I.C. specifico per quel sito e quello massimo, corrispondente alla massima vulnerabilità.

I risultati dell'applicazione di tale metodo sono di seguito riportati e sono riferiti ad alcuni pozzi ubicati nel territorio comunale di Cassina Rizzardi prescelti in quanto possono essere considerati rappresentativi, in termini generali, delle principali condizioni di vulnerabilità riscontrabili nel territorio comunale:

<b>Nome pozzo</b>	<b>Litologia affiorante</b>	<b>Indice D.R.A.S.T.I.C.</b>	<b>Classificazione</b>
Pozzo Golf	Depositi fluvio-lacustri	75%	Area con vulnerabilità estremamente elevata
Pozzo Fasac	Depositi alluvionali	64%	Area con vulnerabilità elevata
Pozzo Villette	Depositi fluvioglaciali	64%	Area con vulnerabilità elevata
Pozzo Ronco Vecchio	Depositi fluvioglaciali	67%	Area con vulnerabilità elevata

Si può dunque osservare come la determinazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, effettuata con le principali metodologie previste altresì nella parte BIII del Dlgs. 258/2000, conducano a risultati sostanzialmente analoghi.

## **7.8 Parametri idrogeologici**

I parametri idrogeologici degli acquiferi caratterizzano le proprietà dei terreni da cui dipendono la capacità d'infiltrazione, immagazzinamento, trasmissione e filtrazione dell'acqua; la loro conoscenza consente infatti di quantificare la potenzialità delle falde investigate e di comprenderne il comportamento idraulico.

In particolare la potenzialità idrica di un acquifero, espressa attraverso il valore di portata specifica del pozzo, è funzione dei parametri idrogeologici *conducibilità idrica*  $k$  (m/s) e *trasmissività*  $T$  (m<sup>2</sup>/s) della roccia serbatoio; quest'ultimo parametro è dato dal prodotto tra la conducibilità idrica e lo spessore dell'acquifero.

La valutazione accurata dei parametri idrogeologici necessiterebbe l'effettuazione di apposite prove di pompaggio a lunga durata ed esula comunque dagli scopi precipui del presente studio; tuttavia, è possibile effettuare una valutazione di massima di tali parametri avvalendosi dei dati portata/abbassamenti desumibili di norma dalle prove di collaudo delle medesime opere di captazione riportati in calce alle stratigrafie delle medesime.

In prima approssimazione si può infatti ritenere che i valori della trasmissività di un acquifero con falda libera siano numericamente assimilabili a quelli della portata specifica (Di Molfetta, 1992), pur evidenziando che i parametri ricavati in tale modo possono discostarsi anche in modo rilevante rispetto a quelli reali poiché risultano influenzati dalle caratteristiche tipologiche dell'opera di captazione, che incidono sull'efficienza della stessa. In altre parole si determina una sottostima dei parametri idrogeologici calcolati, in quanto l'abbassamento misurato è comprensivo delle perdite di carico che si verificano



all'interno dei pozzi; per avere un valore maggiormente rispondente alle reali caratteristiche dell'acquifero gli abbassamenti misurati andrebbero di conseguenza depurati degli effetti dovuti alle perdite di carico desumibili solo tramite l'effettuazione di prove di portata a gradini.

Nella tabella seguente sono riassunti i dati sperimentali, tratti dalle prove di collaudo, utilizzati per la determinazione dei parametri idrogeologici degli acquiferi:

Numero pozzo	Portata (l/s)	Abbassamento (m)	Portata specifica (l/s·m)	Trasmissività (m <sup>2</sup> /s)	Conducibilità idrica (m/s)
Pozzi zona Golf	16	6.1	2.6	2.6*10 <sup>-3</sup>	3.7*10 <sup>-4</sup>
Pozzo Villette	8	9.8	0.8	8.5*10 <sup>-4</sup>	1.0*10 <sup>-4</sup>
Pozzo Ronco Vecchio	8	17.7	0.45	5.1*10 <sup>-4</sup>	0.5*10 <sup>-5</sup>

I parametri idrogeologici così determinati sono riferiti agli acquiferi realmente captati dai pozzi pur con tutte le approssimazioni e le riserve espresse in precedenza. Si evidenzia come le migliori caratteristiche idrogeologiche si registrino in corrispondenza dei pozzi della zona settentrionale del Golf Monticello. I valori di permeabilità ottenuti sono compatibili con litologia tipo ghiaia e sabbia proprie degli orizzonti acquiferi.

## 7.9 Qualità delle acque sotterranee

Lo studio delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee captate dai pozzi acquedottistici del comune di Cassina Rizzardi è stato condotto sulla base di alcune analisi svolte nel periodo 2003-2005 dalla società Colline Comasche S.p.A. relative ai pozzi ubicati nel Golf Monticello; i dati relativi ai singoli parametri analizzati sono riassunti nella tabella seguente:

		C.M.A.	Pozzo Golf 1			Pozzo Golf 2	Pozzo Golf 3			
	u.d.m.		24/06/03	17/02/04	30/03/05	24/06/06	16/12/2003	30/03/05	24/06/2003	17/02/04
<b>aspetto</b>			Limpido							
<b>colore</b>	mg/l scala Pt/Co	20	<10	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	<10	Incolore
<b>odore</b>	tasso di diluizione	0	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	0	Inodore
<b>sapore</b>	tasso di diluizione	0	Insapore	accettabile	accettabile	accettabile	-	accettabile	0	accettabile
<b>torbidità</b>	Mg/l di SiO <sub>2</sub>	10	<1	accettabile	accettabile	accettabile	-	accettabile	<1	accettabile
<b>pH 20°C</b>		6.0-9.5	7.41	7.31	7.3	7.12	-	7.5	7.33	7.12
<b>conducibilità</b>	µS/cm 20°C	2500	547	635	534	598	-	465	536	598
<b>cloruri</b>	Mg/l	-	12.1	-	-	-	-	-	12.13	-
<b>solfati</b>	mg/l	250	21.87	-	-	-	23.35	-	21.58	-
<b>calcio</b>	mg/l	-	96.6	-	-	-	-	-	98.05	-
<b>cadmio</b>	µg/l	5	<1.0	-	-	-	-	-	<1	-
<b>ferro</b>	µg/l	200	53.2	<b>867</b>	<10	9.0	6.5	<10	76.0	9.0
<b>piombo</b>	µg/l	10	<5.0	<5.0	<5	<5.0	-	<5.0	<5.0	<5.0
<b>durezza totale</b>	°F	27.45	15-50	-	-	-	-	-	29	-
<b>Residuo a 180°C</b>	mg/l	1500	322	-	-	-	-	-	331	-
<b>Solidi in sospensione</b>	mg/l	<1.0	-	-	-	-	-	-	<1.0	-





		C.M.A.	Pozzo Golf 1			Pozzo Golf 2	Pozzo Golf 3			
<b>nitrati</b>	mg/l	50	26.6	39.25	27	38.20	-	22	30.05	38.20
<b>nitriti</b>	mg/l	0.5	<0.02	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.02	<0.05
<b>ammoniaca</b>	mg/l	0.5	<0.01	<0.05	<0.20	<0.05	<0.05	<0.20	0.02	<0.05
<b>ossidabilità</b>	mg/l	5	<0.16	-	-	-	-	-	<0.16	-
<b>fosforo</b>	µg/l	5000	<200	-	-	-	-	-	<200	-
<b>cloro attivo libero</b>	mg/l	0.07	-	-	<0.1	<0.01	-	<0.1	0.04	<0.01
<b>cromo esavalente</b>	µg/l	50	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cromo totale</b>	µg/l	50	3.0	-	-	-	-	-	2.5	-
<b>Composti organo clorurati</b>	µg/l	30	5.3	-	-	-	-	-	-	-
<b>Percloroetilene</b>	µg/l		2.7	-	-	-	-	-	-	3.4
<b>Cloroformio</b>	µg/l		1.4	-	-	-	-	-	-	-
<b>1.1.1 Tricloroetano</b>	µg/l		1.2	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coliformi fecali</b>	UFC/100 mL	0	0	0	-	0	-	0	0	0
<b>Coliformi totali</b>	UFC/100 mL	0	0	0	-	0	-	0	0	0
<b>Streptococchi fecali</b>	UFC/100 mL	0	0	-	-	-	-	-	0	-
<b>Carica batterica totale a 22°C</b>	UFC/mL	-	0	38	<3	61	-	20	2	61
<b>Carica batterica totale a 37°C</b>	UFC/mL	-	0	1	<3	0	-	3	1	0

La caratterizzazione idrochimica può consentire, in linea generale una valutazione dello stato di qualità delle acque sotterranee, anche in relazione all'uso, evidenziando i rapporti eventualmente intercorrenti tra le diverse falde presenti e tra queste ultime e i corsi d'acqua superficiali.

Ai fini di una valutazione dello stato qualitativo delle acque captate a servizio del pubblico acquedotto comunale, si è fatto riferimento alla classificazione dello stato idrochimico di base delle acque sotterranee indicate dal D.Lgs. n. 152/99 (All. 1 Capitolo 4, Paragrafo 4.4.2), che considera le concentrazioni di 7 parametri di base (conducibilità elettrica, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca) e di una serie di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici.

Tale classificazione individua quattro classi chimiche, che esprimono una valutazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definisce le caratteristiche idrochimiche, secondo il seguente schema:

<b>Classe 1</b>	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
<b>Classe 2</b>	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
<b>Classe 3</b>	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
<b>Classe 4</b>	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti



Se gli inquinanti organici e inorganici (cfr. Tab. 21 del citato All. 1 - D.lgs. 152/99) sono assenti o la loro presenza è al di sotto della soglia di rilevabilità, la classificazione idrochimica si basa sui parametri di base secondo lo schema riportato; la presenza di inquinanti organici o inorganici con concentrazioni superiori ai limiti previsti determina una classificazione in classe 4.

Lo stato idrochimico generale delle acque sotterranee può essere desunto dal confronto tra i valori analitici con quelli riportati nel citato allegato e di seguito riportato (cfr. Tab. 20 del citato All. 1 - D.lgs. 152/99); la classificazione è determinata dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base o dei parametri addizionali:

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
<b>Conducibilità elettrica</b>	µS/cm (20°C)	< 400	< 2500	< 2500	>2500	>2500
<b>Cloruri</b>	mg/L	< 25	< 250	< 250	>250	>250
<b>Manganese</b>	µg/L	< 20	< 50	< 50	>50	>50
<b>Ferro</b>	µg/L	<50	<200	< 200	>200	>200
<b>Nitrati</b>	mg/L di NO3	< 5	< 25	< 50	> 50	
<b>Solfati</b>	mg/L di SO4	< 25	< 250	< 250	>250	>250
<b>Ione ammonio</b>	mg/L di NH4	< 0,05	< 0,5	< 0,5	>0,5	>0,5

37/78

Nel caso dei pozzi Golf si ricade, per i diversi parametri, nelle seguenti classi.

	Classe
<b>Conducibilità elettrica</b>	2
<b>Cloruri</b>	1
<b>Manganese</b>	-
<b>Ferro</b>	2



<b>Nitrati</b>	3
<b>Solfati</b>	1
<b>Ione ammonio</b>	1

La tabella evidenzia che lo stato chimico delle acque dei pozzi ricade in classe 3, ad indicare un impatto antropico significativo con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione.

Il parametro che determina l'attribuzione alla classe 3 delle acque si riferisce ai nitrati presenti con concentrazioni abbastanza elevate (compresi tra 22 e 39.25 mg/l) che tuttavia rientrano nel limite di potabilità (50 mg/l ai sensi del D.P.R. 236/88 e del D.Lgs. 31/2001).

Gli altri parametri chimico-fisici rientrano in classe 1 o in classe 2 (impatto antropico nullo o trascurabile e impatto antropico ridotto e sostenibile con buone caratteristiche idrochimiche). In particolare la conducibilità elettrica indica una mineralizzazione media (226÷419  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), i solfati presentano concentrazioni tra 21 e 23 mg/l inferiori al V.G. (25 mg/l), i cloruri registrano generalmente concentrazioni di 12 mg/l inferiori a 25 mg/l (V.G.).

Tra le sostanze indesiderabili, il Ferro presenta mediamente concentrazioni ricadenti in classe 2 mentre la presenza di ammoniaca è trascurabile con concentrazioni di spesso inferiori ai limiti di rilevanza.

Da segnalare nel febbraio 2004 un episodio isolato di ritrovamento di concentrazioni elevatissime di ferro (867  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) ampiamente superiore ai limiti di potabilità; tali valori non erano stati riscontrati in precedenza (perlomeno riguardo i dati presi in esame per il presente studio) e non si sono riproposti in seguito.



## 8 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Ai sensi dei criteri attuativi della L.R. 12/05 si è provveduto ad un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Cassina Rizzardi che ricade, a livello generale, in zona sismica 4 (D.g.r n°14964 del 7 novembre 2003) vale a dire con il minimo valore di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli rigidi – tipo A) fissato in 0.05g che caratterizza le condizioni sismiche di base.

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.

Gli effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e, pertanto, gli studi sono in primo luogo finalizzati all'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area sulla base delle distinzioni descritte nella Tabella 1 dell'Allegato 5.

In particolare si possono distinguere due grandi gruppi di effetti locali:

- effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessa i terreni che mostrano un comportamento stabile rispetto alle sollecitazioni sismiche con effetti rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un "terremoto di riferimento" relativo ad una formazione rocciosa ("bedrock") può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, come con sequenza dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali
- effetti di instabilità: interessano i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile rispetto a 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.

Si riporta in seguito la Tabella 1 tratta dall'Allegato 5 della D.G.R. 9/2616/2011:

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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 compressivi, etc...)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	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



<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
<b>Z3b</b>	<b>Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate</b>	
<b>Z4a</b>	<b>Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi</b>	Amplificazioni litologiche e/o geometriche
<b>Z4b</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
<b>Z4c</b>	<b>Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)</b>	
<b>Z4d</b>	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
<b>Z5</b>	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

## 8.1 Metodologia di analisi sismica

La metodologia proposta dalla Regione Lombardia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza, come meglio specificato nel testo della direttiva) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità e da cedimenti e/o liquefazione.

40/78

Con maggiore dettaglio i livelli di approfondimento sono definiti come segue:

- 1° livello (obbligatorio): riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica in base a osservazioni geologiche e dati esistenti; tale fase ha condotto alla realizzazione della *Carta della pericolosità sismica locale* distinguendo settori areali o lineari in base agli scenari descritti nella Tabella 1 – Allegato 5 sopra riportata.
- 2° livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati durante il 1° livello in modo da ottenere una stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa)
  - in particolare l'applicazione di tale livello consente di individuare i settori nei quali la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare gli effetti dell'amplificazione sismica locale Fa (qualora Fa calcolato risulti maggiore del valore Fa di soglia fornito dal Politecnico di Milano)
  - il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo compresi rispettivamente 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 riferi-



sce 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.

- 3° livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite effettuate anche giovandosi di apposite banche dati predisposte dalla Regione Lombardia e disponibili sul SIT

Di seguito vengono riportati i valori  $F_a$  di riferimento per il comune di Cassina Rizzardi:

CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	
	Intervallo di periodo 0.1-0.5	Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
B	1.4	1.7
C	1.8	2.4
D	2.2	4.2
E	2.0	3.1

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti

41/78

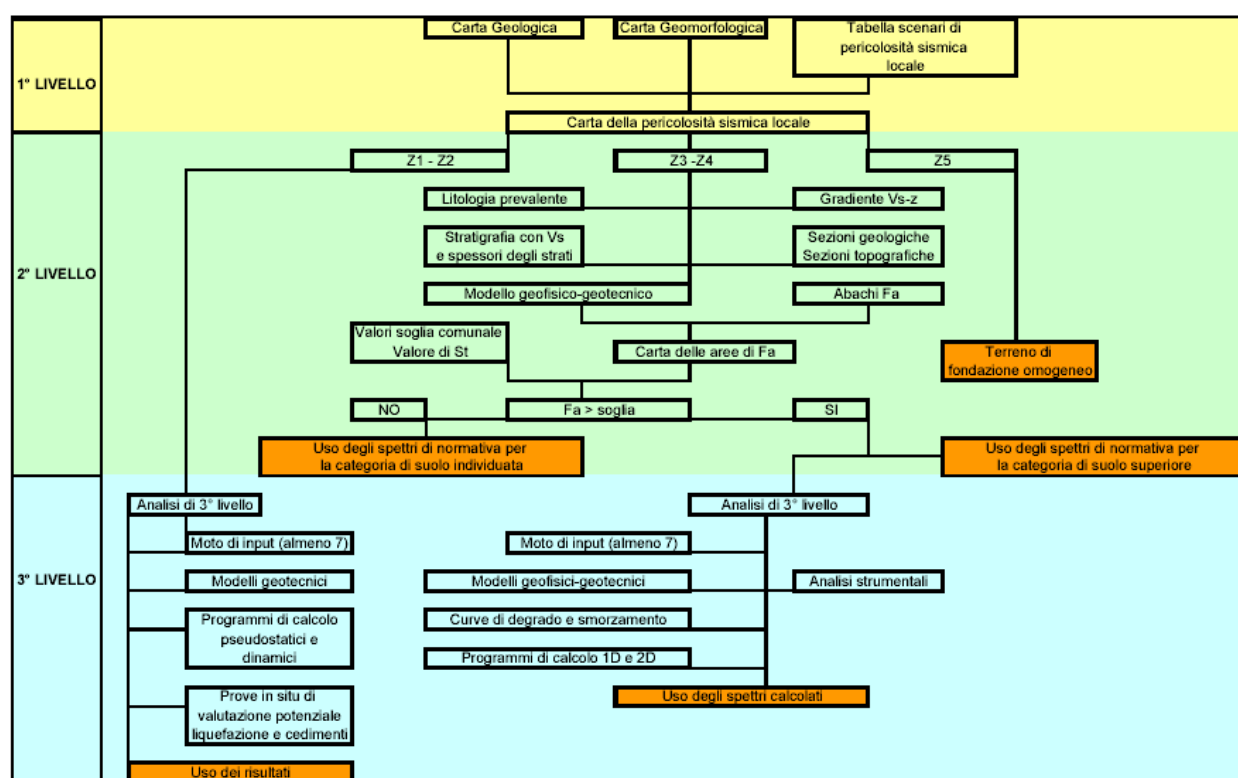
Nei comuni ricadenti in zona 4, come Cassina Rizzardi, il secondo livello deve essere applicato unicamente negli scenari di amplificazione topografiche (Z3), litologiche e geometriche (Z4) nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. della Regione Lombardia n. 19904 del 21.11.2003 ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree caratterizzata da una pericolosità sismica locale caratterizzata da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (Z1 e Z2) è previsto il passaggio diretto all'analisi di 3° livello.

Si precisa, inoltre, che in presenza di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo mentre nei settori considerati inedificabili (per motivi geologici, geomorfologici o sottoposte a vincolo) non devono essere eseguiti gli approfondimenti di 2° e 3° livello.

Di seguito si riporta la figura 1 dell'allegato A alla della D.G.R. 9/2616/2011:





La tabella illustra in modo esemplificativo i dati necessari da inserire, i percorsi da seguire e i risultati attesi nei tre livelli di indagine mentre nella successiva tabella sono sintetizzati gli adempimenti in funzione della zona sismica di appartenenza con evidenziata la casistica relativa a Cassina Rizzardi:

42/78

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

Tabella 8-1



La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

### 8.1.1 Primo livello di approfondimento – Carta PSL

L'applicazione del primo livello di studio ha consentito la realizzazione della carta di Pericolosità Sismica Locale che è stata costruita in base alle osservazioni geologiche dedotte dalla carta geologica e geomorfologica, integrate da valutazioni e rilievi di superficie effettuati nell'ambito del presente studio.

Le superfici del territorio comunale sono state quindi attribuite ad uno scenario di pericolosità sismica locale, i criteri che sono stati seguiti per l'attribuzione della Pericolosità sismica Locale alle varie superfici sono descritti di seguito:

- Ambiti dei versanti morenici con acclività superiore a 20°: sono attribuiti allo scenario Z1c (scenario con effetti di instabilità)
- Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti: nei settori in cui sono presenti depositi di origine fluviolacustre con presenza di falda superficiale: sono attribuiti allo scenario Z2a (scenario con effetti di cedimenti)
- Ciglio di scarpata: si tratta dei settori che delimitano i settori maggiormente acclivi dei dossi morenici; sono attribuiti allo scenario Z3a (scenario con effetti di amplificazione topografica)
- Dossi e cocuzzoli: in corrispondenza dei settori sommitali dei dossi morenici diverse morfologie presentano i caratteri propri dei cocuzzoli; sono attribuiti allo scenario Z3b (scenario con effetti di amplificazione topografica)
- Depositi fluvioglaciali: tali settori sono stati compresi negli scenari Z4a (scenario con effetti di amplificazione litologica e geometrica)
- Depositi morenici: tali settori sono compresi dello scenario Z4c (scenario con effetti di amplificazione litologica e geometrica)

43/78

In base agli schemi procedurali sopra riportati nel territorio comunale di Cassina Rizzardi si renderebbe obbligatoria, in caso di nuovi edifici strategici e rilevanti, un'analisi di 2° livello in corrispondenza della totalità del territorio comunale in presenza degli edifici e delle opere che, ai fini di una maggiore chiarezza sono di seguito riportati, tratti dall'elenco tipologico di cui al D.D.U.O 21 novembre 2003 n. 19904 della Regione Lombardia *“Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui agli Art. 2, commi 3 e 4 dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 in attuazione della DGR n. 14964 del 7 novembre 2003”*





### 1. *Edifici e opere strategiche*

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

Edifici:

- A. Edifici destinate a sedi dell'Amministrazione Regionale (\*);
- B. Edifici destinate a sedi dell'Amministrazione Provinciale (\*);
- C. Edifici destinate a sedi dell'Amministrazione Comunale (\*);
- D. Edifici destinate a sedi di Comunità Montane (\*);
- E. Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc);
- F. Centri funzionali di protezione civile;
- G. Edifici e opere individuate nei Piani d'Emergenza o in altre disposizioni per al gestione dell'emergenza;
- H. Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di pronto soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione.
- I. Sedi di Unità Sanitarie Locali (\*\*);
- J. Centrali operative 118.

### 2. *Edifici e opere rilevanti*

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di eventuale collasso.

Edifici:

- A. Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;
- B. Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;
- C. Edifici aperti al culto, non rientranti tra quelli di cui all'All. 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003;
- D. Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanatrofi, ecc);
- E. Edifici e strutture aperte al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio suscettibili di grande affollamento (\*\*\*).

(\*) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(\*\*) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.

(\*\*\*) Il centro commerciale viene definito (D. lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).



Opere infrastrutturali:

- A. Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali;
- B. Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane);
- C. Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
- D. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;
- E. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);
- F. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;
- G. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione);
- H. Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;
- I. Opere di ritenuta di competenza regionale.

45/78

### 8.1.2 Valori del grado di sismicità da adottare nella progettazione

Occorre evidenziare come, in seguito all'approvazione in data 21.05.2009 della legge di conversione del DL 20.04.2009, n. 39 *“Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile”*, sono stati approvati alcuni specifici emendamenti che hanno disposto **l'annullamento delle proroghe relative all'entrata in vigore delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14.01.2008 che, pertanto, sono vigenti a partire dal 1 Luglio 2009 per tutte le tipologie di edificio.**

Si ricorda, infatti, come dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 doveva entrare in vigore il D.M. 14.01.2008 “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni” pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, in sostituzione del precedente D.M. 14.09.2005; in un primo momento era stato, tuttavia, previsto un periodo di monitoraggio, prorogato sino al 30 Giugno 2010 con DL del 30.12.2008 n. 207 (convertito in legge con Legge 27.02.2009, n. 14), durante il quale era consentita la possibilità di utilizzare per la progettazione sia le norme del D.M. 14.01.2008, sia le norme previgenti, elencate al comma 2 dell'art.20 della legge 28.02.2008 n. 31 (*“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria”*).

Erano esclusi da tale proroga le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003, per le quali si applicano da subito le disposizioni del D.M. 14.01.2008; pertanto, sino al termine previsto per il monitoraggio (30.06.2009) nell'ambito dei comuni ricadenti in zona sismica 4, e quindi nel territorio comunale di Carbonate, ai sensi della D.G.R. n. 14964 del 07.11.2003, la progettazione antisismica era



obbligatoria esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, individuati dal d.d.u.o. della Regione Lombardia n. 19904 del 21.11.2003.

**Si specifica, inoltre, che ai sensi del D.M. 14.01.2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì deve essere definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati**, in termini sia di accelerazione orizzontale massima del suolo  $a_g$  che di forma dello spettro di risposta ( $F_o$  – valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,  $T^*_c$  – periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), in corrispondenza di un reticolo di riferimento con nodi a distanza non superiore ai 10 km.

L'azione sismica così individuata deve essere variata in funzione delle modifiche apportate dalle condizioni sito-specifiche (caratteristiche litologiche e morfologiche locali).

L'Allegato B al decreto fornisce le tabelle contenenti i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_c$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento, consultabile sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.



## 9 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Una completa pianificazione territoriale comprende anche l'osservazione e l'analisi del clima che caratterizza la regione. Molteplici sono infatti gli aspetti ambientali influenzati dalle condizioni stagionali. Ricordiamo la dinamica morfologica del territorio, l'idrografia superficiale, l'alimentazione delle falde acquifere sotterranee, la pedogenesi.

I corsi d'acqua a regime torrentizio riflettono in modo evidente la quantità delle piogge giunte al suolo, alternando portate di magra durante i mesi più secchi a periodi di piena durante i mesi più piovosi.

Si hanno poi numerosi algoritmi che consentono il calcolo del tasso di erosione annuo del suolo, del deflusso superficiale dei corpi idrici superficiali e il tasso di infiltrazione d'acqua nel sottosuolo. La base per queste formule empiriche è la conoscenza di parametri quali la temperatura dell'aria, la quantità e la tipologia delle precipitazioni.

Questi dati si ricavano dalla consultazione delle serie storiche delle stazioni meteorologiche. Si tratta di strutture attrezzate con pluviografi, termografi, igrometri e anemometri. L'insieme di queste informazioni viene elaborato per via statistica ottenendo indicazioni sul clima del comprensorio tanto più attendibili quanto maggiore è stato il periodo di osservazione della stazione meteorologica.

Vari autori hanno sintetizzato le serie delle stazioni presenti nel territorio provinciale ed alle loro pubblicazioni si è fatto riferimento nella stesura del presente paragrafo.

In particolare si è fatto riferimento agli annuali idrologici a cura dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente di Como.

Dall'interpolazione dei dati provenienti da varie stazioni presenti nella zona è stato quindi possibile avere i valori di diversi indici del clima validi per il territorio di Cassina Rizzardi.

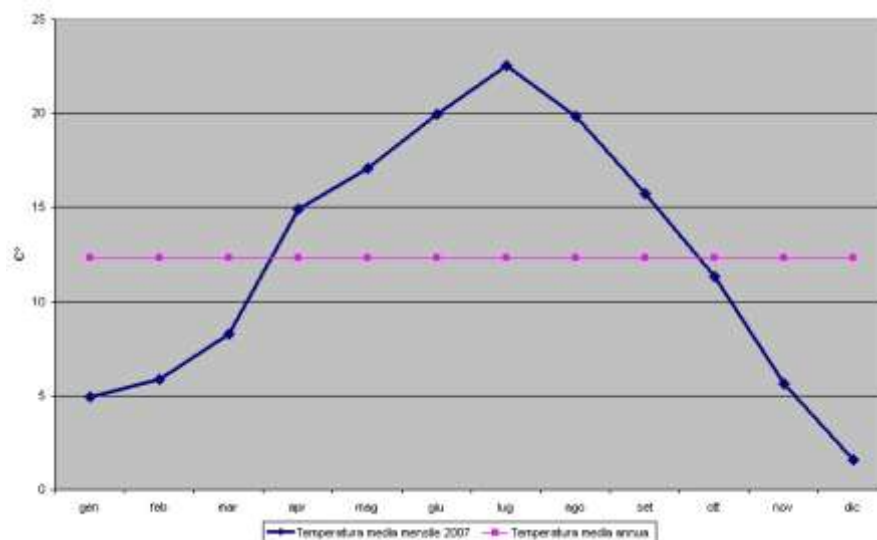
47/78

### 9.1 Temperatura

Per il dato relativo alla temperatura media dell'aria si è fatto riferimento ai dati disponibili della vicina stazione di Vertemate con Minoprio (anno 2007).

La carta delle temperature medie indica un valore relativo al mese più freddo intorno ad 1°C (Dicembre). Dalla dati disponibili ricaviamo che la temperatura media dell'aria nel mese più caldo sia di 22°C (Luglio).

La media annuale ha un valore medio intorno ai 12°C.



Secondo la definizione del clima di Mori (1975), il clima può essere quindi considerato di *tipo continentale* essendo l'escursione termica maggiore di 20°C. In figura si riporta il grafico delle temperatura media mensile presso la stazione di Vertemate con Minoprio significativa anche per il territorio comunale oggetto della presente indagine per la sostanziale omogeneità delle condizioni geomorfologiche.

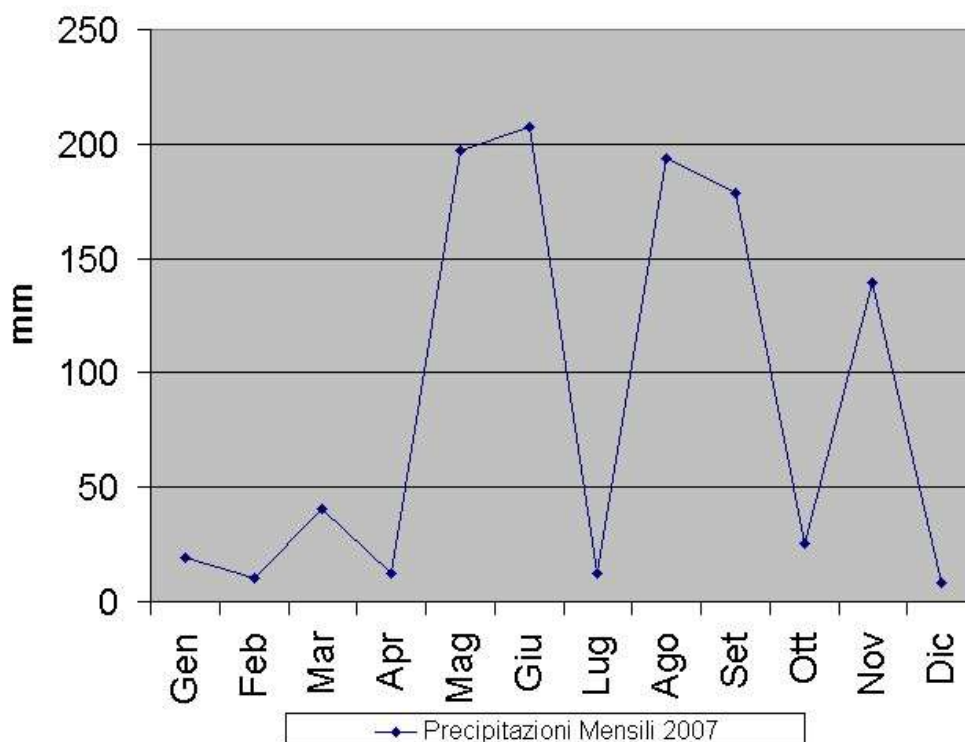
Durante il periodo invernale facendo riferimento alla ultima stazione citata, si hanno 12 giorni in cui la temperatura dell'aria non supera gli 0°C e questo accade per lo più nel mese di Dicembre. I giorni di gelo, quelli con temperatura minima uguale od inferiore a 0°C (Belloni, 1975) sono di media 58 e si concentrano nei mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio. In questo periodo dell'anno i terreni possono essere caratterizzati da rigonfiamenti legati all'azione del gelo e, durante i cicli gelo-disgelo, da una sovrassaturazione non essendo agevole la filtrazione negli strati inferiori ove il sottosuolo è ancora gelato.

## 9.2 Precipitazioni

Per quanto concerne il quantitativo delle precipitazioni meteoriche si sono utilizzati i dati relativi alla vicina stazione di Vertemate con Minoprio.

La precipitazione annua (riferita al 2007) è di 1045,8 mm, la massima precipitazione si ha in Giugno con 207,2 mm ed il periodo meno piovoso è Dicembre con 8,2 mm. Durante l'anno 116 giorni sono piovosi con intensità media della precipitazioni di 9,01 mm/giorno.

Osserviamo due massimi e due minimi di precipitazioni nel corso dell'anno. Il regime pluviometrico è quindi ascrivibile a quello *sublitoraneo alpino* (Ottone e Rossetti, 1980).



### 9.3 Precipitazioni intense

Uno dei metodi più frequentemente utilizzati per la determinazione dei tempi di ritorno delle precipitazioni è la regolarizzazione secondo Gumbel (Benini, 1990). Mediante lo studio statistico delle precipitazioni di breve durata e massima intensità si determinano le cosiddette curve di possibilità climatica, espresse come curve DDF (curve altezza DEPTH, durata DURATION, frequenza FREQUENCY). Rimandando ai testi di Idrologia tecnica per lo studio delle metodologie statistiche, si richiamano qui gli aspetti essenziali di tali elaborazioni.

Per la stazione pluviografica prescelta vengono selezionati, per ciascun anno del periodo esaminato, gli eventi massimi di pioggia intensa (espressi in mm) misurati per (n) anni, considerando in pratica quelli che hanno provocato la massima precipitazione annua di assegnata durata (ad es. 1, 2, 3, 5, 24, 48, 72, 96, 120 ore).

L'elaborazione statistica dei campioni di dati massimi annui così ottenuti conduce a definire l'espressione della curva di possibilità climatica o curva DDF:

$$h = f(\theta, Tr)$$

in cui h è l'altezza di pioggia corrispondente alla durata  $\theta$  e al tempo di ritorno Tr in anni.

A tali curve DDF la tecnica idrologica italiana assegna la forma monomia:

$$h = a (Tr) \theta^{n(Tr)}$$

che risulta molto pratica per le applicazioni essendo definita da due soli parametri, ma che frequentemente presenta l'inconveniente di richiedere l'individuazione di diverse coppie di costanti  $a(Tr)$  e  $n(Tr)$  per diversi campi di durata, al fine di ottenere una buona interpolazione dei dati sperimentali; di seguito vengono evidenziati i coefficienti per la Stazione di Venegono Inferiore:

Tr (anni)	2	5	10	25	50	100	1000
A	31,884	41,635	48,193	56,389	62,504	68,608	88,741
N	0,3101	0,2986	0,2927	0,2877	0,2838	0,2817	0,2753

Il metodo è stato applicato alle serie, comprese tra il 1955 al 1988, delle precipitazioni massime di durata 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 ore misurate presso la stazione pluviografica di Venegono Inferiore ed il risultato dell'elaborazione è rappresentato dal seguente diagramma.



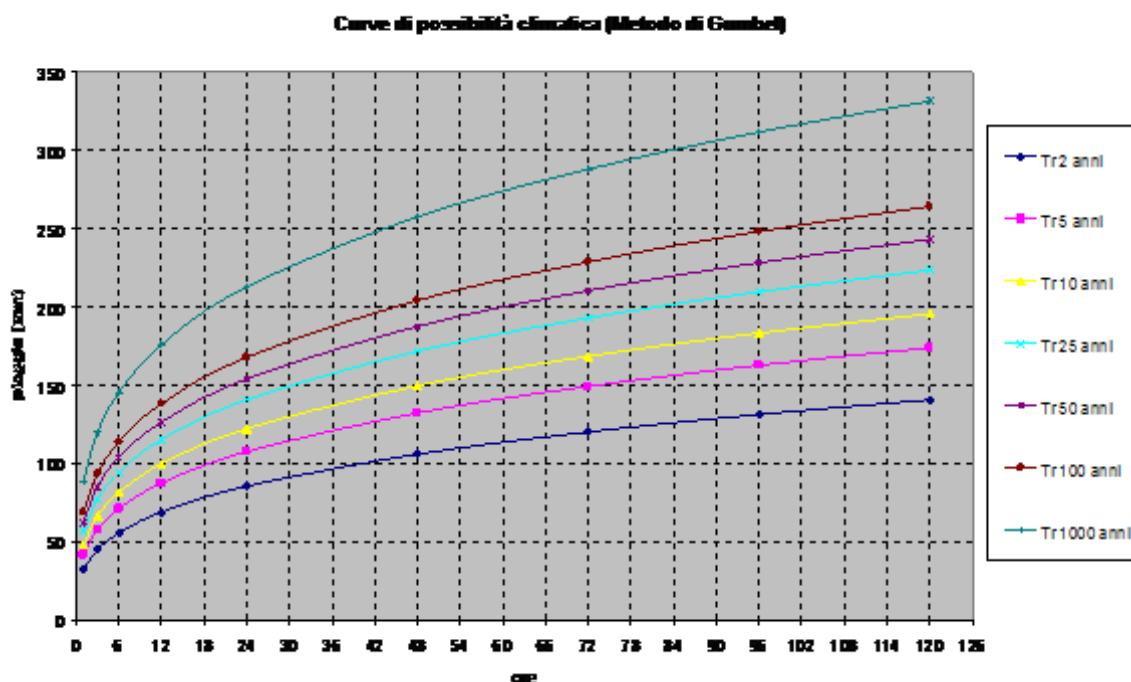


Figura 9.4 Diagramma delle precipitazioni in funzione del tempo di ritorno

In figura 2.5 si osservano le curve di possibilità climatica relative a tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 25, 50, 100, 1000 anni.

Si ricorda che l'incertezza nel determinare il tempo di ritorno di una precipitazione è inversamente proporzionale al numero di serie idrologiche osservate e direttamente proporzionale al tempo di ritorno stesso, quindi per tempi molto lunghi (1000 anni) il metodo non è preciso determinando risultati tutto sommato aleatori.

50/78

## 9.4 Vento

Il vento è un fattore naturale determinante per l'evoluzione del clima sia a scala macroregionale che a livello locale.

Le stazioni meteorologiche meglio attrezzate sono quindi dotate di uno strumento, l'anemografo, che registra direzione, durata e velocità del vento. La direzione è riferita agli otto raggi principali del quadrante della bussola e la provenienza viene indicata per convenzione con la denominazione del punto cardinale dal quale spira il vento. Infine il dato sulla velocità viene usualmente indicato in nodi interi (1852 m/h). Se l'osservazione dà luogo ad una misura inferiore ai 2 nodi il risultato viene considerato come "calma".

I dati analizzatisi riferiscono ad un periodo di osservazione di un quinquennio effettuato nell'ambito territoriale (Stazione di Venegono inferiore). Su questa base sono state effettuate alcune elaborazioni grafiche per agevolare una lettura immediata di questa componente climatica.

Il primo dato che illustriamo è quello relativo alla velocità, i valori massimi sono dati dai venti provenienti da Nord (22,8 km/h) mentre i valori minimi si hanno per i venti meridionali (10,11 km/h).

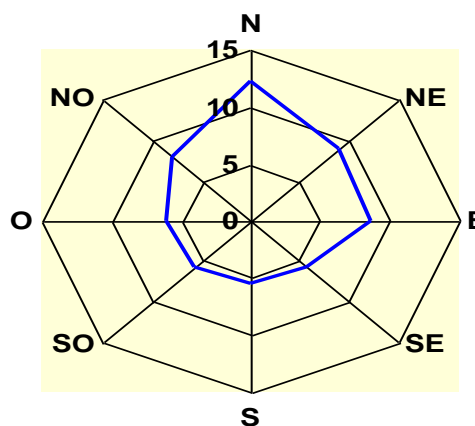
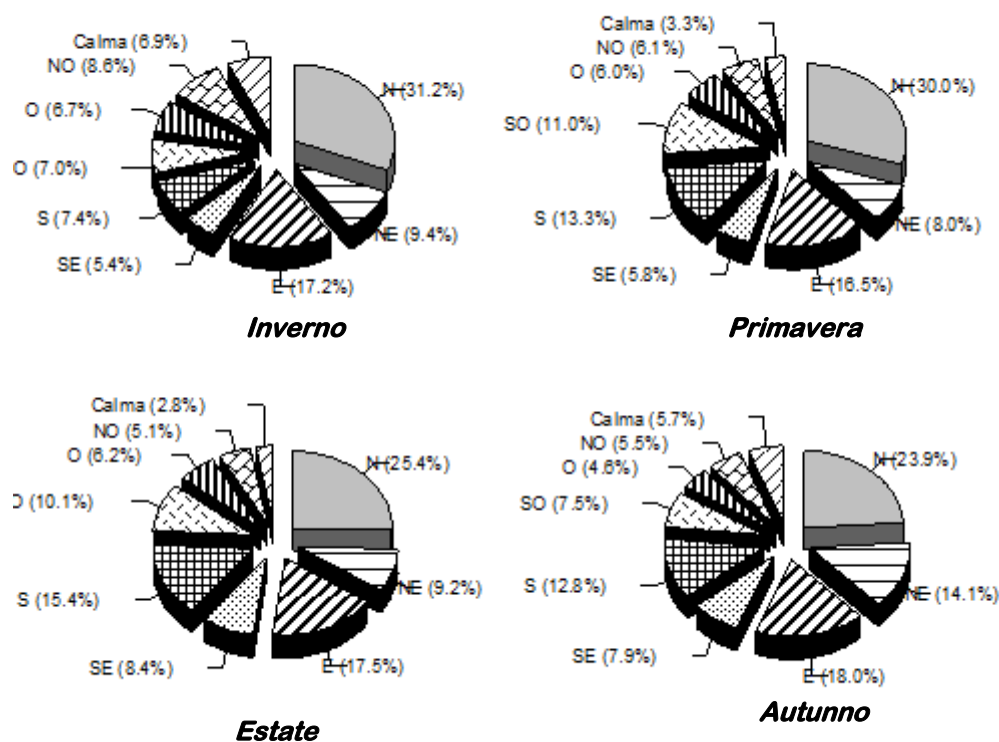


Figura 2.6 Velocità media nei vari quadranti



La figura successiva mostra un dettaglio sulla distribuzione stagionale dei venti:



Frequenza media stagionale dei venti.

Si nota come la direzione prevalente sia da Nord con in massimo in Inverno ed un minimo in Autunno, mentre il vento a minor frequenza sia il Ponente.





## 10 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRITORIO

Il territorio di Cassina Rizzardi si caratterizza per una discreta variabilità sia laterale che verticale delle caratteristiche geotecniche dei terreni. Ragione di questa variabilità è l'azione morfogenetica delle glaciazioni che ha determinato una sovrapposizione di aree con terreni da ghiaiosi a limosi in corrispondenza dei diversi episodi di avanzamento e ritiro dei ghiacciai stessi.

Sulla base degli studi condotti sono state individuate tre gruppi principali in corrispondenza delle principali facies affioranti (cfr. *Tavola 1e*) di seguito descritte con i loro caratteri medi che, in assenza di prove geotecniche dirette, possono essere ipotizzate principalmente su base bibliografica.

La classificazione si riferisce sostanzialmente ai terreni al di sotto dell'orizzonte C del suolo; i terreni superficiali soggetti a pedogenesi sono inquadrabili nella classe ML, vale a dire limi inorganici.

- Depositi di ghiaie limose con sabbia e limi sabbiosi (depositi morenici)

Classificazione USCS:, GC-GM, ML-MH

Caratteristiche geologico-tecniche: terreni dal comportamento in prevalenza incoerente con variabili stati di addensamento.

Nella parte superficiale il comportamento da scadente a discreto è di spessore variabile funzione dello spessore della pedogenizzazione. Le condizioni migliorano con la profondità.

Drenaggio delle acque: drenaggio da medio a scarso

Problematiche geotecniche principali:

- variabilità laterale dello stato di addensamento superficiale e della capacità portante delle opere di fondazione superficiale
- stabilità dei fronti di scavo

Caratteristiche geotecniche :

Ghiaie limose con sabbia

$\gamma = 17,94 \text{ KN/m}^3$

$\varphi = 31^\circ$

$D_r = 80\%$

Limi sabbiosi

$\gamma = 14,80 \text{ KN/m}^3$

$\varphi = 29^\circ$

$C_u = 27,45 \text{ KPa}$

- Ghiaie con sabbia , limo con sabbia e sabbie limose (depositi fluvioglaciali)

Classificazione USCS:, GW-GP, ML-MH, SM SP

Caratteristiche geologico-tecniche: terreni dal comportamento in prevalenza incoerente con variabili stati di addensamento.

Nella parte superficiale il comportamento, da scadente a discreto è di spessore variabile funzione dello spessore della pedogenizzazione. Le condizioni migliorano con la profondità.

Drenaggio delle acque: drenaggio da medio a buono

Problematiche geotecniche principali:

- variabilità laterale dello stato di addensamento superficiale e della capacità portante delle opere di fondazione superficiale
- stabilità dei fronti di scavo

Caratteristiche geotecniche :



Ghiaie sabbiose

$\gamma = 18,65 \text{ KN/m}^3$

$C_u = 10 \text{ KPa}$

$\varphi = 30 \div 35^\circ$

Limi con sabbia

$\gamma = 16,96 \text{ KN/m}^3$

$C_u = 29,41 \text{ KPa}$

$\varphi = 29^\circ$

Sabbia limosa con ghiaia

$\gamma = 16,76 \text{ KN/m}^3$

$\varphi = 30^\circ$

$D_r = 77\%$

- Sabbie limose e sabbie limose con ghiaia (depositi fluviolacustre)

Classificazione USCS:, SM SC

Caratteristiche geologico-tecniche: terreni dal comportamento in prevalenza coesivo con variabili stati di addensamento.

Nella parte superficiale il comportamento, da scadente a discreto è di spessore variabile funzione dello spessore della pedogenizzazione. Le condizioni migliorano con la profondità.

Drenaggio delle acque: drenaggio da scarso a medio

Problematiche geotecniche principali:

- variabilità laterale dello stato di addensamento superficiale e della capacità portante delle opere di fondazione superficiale
- stabilità dei fronti di scavo

Caratteristiche geotecniche :

Sabbie limose con ghiaia

$\gamma = 15 \text{ KN/m}^3$

$\varphi = 29^\circ$

$D_r = 54\%$

Ne consegue che dal punto di vista geotecnico il territorio di Cassina Rizzardi possiede generalmente caratteristiche compatibili con la possibilità edificatoria; non sono infatti presenti situazioni di particolare gravità o problematiche rilevanti dal punto di vista della loro soluzione tecnico-economica.

L'unico fattore limitante, da considerare con attenzione è la presenza in alcuni settori del territorio (depositi fluvillacustri) di materiali argilloso-limosi a scadenti caratteristiche geotecniche (bassa capacità portante, elevati cedimenti, tendenza al rigonfiamento in presenza di acqua, ecc..) con spessori talvolta significativi, almeno alla scala di un edificio (spessori metrici).

Sono quindi da valutare con attenzione soprattutto i piani di posa delle fondazioni i carichi relativi ed i cedimenti prevedibili; si adotteranno comunque i necessari accorgimenti esecutivi, privilegiando la posa su strati granulari, a migliori caratteristiche tecniche, peraltro diffusi nel territorio a profondità generalmente raggiungibili con facilità.

Si specifica, infine, come i limiti delle varie unità siano da considerarsi come indicativi di un trend generale, essendo impossibile semplicemente da un rilievo di superficie, definire i limiti certi fra le unità individuate.



Per questo motivo si ribadisce la necessità, in conformità con il DM 14.01.2008, di eseguire indagini geognostiche di dettaglio alla scala di ogni singolo intervento edificatorio da realizzare.



## 11 CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI

Sono state prese in esame le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati di contenuto prettamente geologico (*cfr. Tavola 3 in scala 1:5.000*).

### 11.1 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

L'esigenza di difendere dall'inquinamento le acque sotterranee in prossimità delle opere di captazione, impone la definizione di "aree di salvaguardia" nelle quali sono applicati vincoli e limitazioni d'uso del territorio, concepiti allo scopo di assicurare nel tempo un approvvigionamento idrico potabile compatibile con le leggi e gli standard sanitari vigenti.

In particolare la difesa dagli inquinamenti in aree notevolmente antropizzate deve privilegiare la tutela delle opere di captazione degli acquedotti e del territorio circostante da effettuarsi mediante un accurato controllo della qualità delle acque sotterranee e degli insediamenti pericolosi potenzialmente fonti di contaminazione.

Tale difesa si attua secondo tre criteri principali:

- la delimitazione di aree nelle quali risultano proibite e/o regolamentate le attività pericolose, da attuarsi in modo da non gravare eccessivamente nei confronti dello sviluppo industriale e urbanistico del territorio;
- la stesura di norme e vincoli a cui attenersi all'interno di queste aree in modo da rendere possibile una gestione in condizioni di sicurezza delle acque sotterranee (la cosiddetta "protezione statica");
- la predisposizione di una rete di monitoraggio locale della qualità delle acque sotterranee in afflusso ai pozzi e l'organizzazione della tipologia e della frequenza delle analisi da effettuare (la cosiddetta "protezione dinamica").

55/78

La normativa statale vigente a cui riferirsi è il D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che ha abrogato il Dlgs 11 maggio 1999 n. 152 modificato e integrato dal Dlgs 18 agosto 2000 n. 258 in base ai quali la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano era stato scorporato dal D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236 che introdusse nella normativa nazionale il concetto di zona di rispetto.

Nell'ambito delle aree di salvaguardia si impongono vincoli e limitazioni d'uso per le attività e gli insediamenti al fine di *assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano*.

In particolare ci si riferisce all'art. 94 del Dlgs D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che riguarda nel dettaglio le tipologie e le prescrizioni da adottarsi per le diverse tipologie di aree di salvaguardia.

**Art. 94.** *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.*

1. *Su proposta delle Autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.*

2. *Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma 1, le Autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione e la tutela della risorsa e per il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.*



3. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

4. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;

b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.

e) aree cimiteriali;

f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;

g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;

h) gestione di rifiuti;

i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;

l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;

m) pozzi perdenti;

n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

5. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

a) fognature;

b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;

c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;

d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.



8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

Si evidenzia inoltre che il Dlgs 152/06 demanda in particolare alle Regioni, entro 180 giorni, il compito di disciplinare, all'interno delle zone di rispetto alcune strutture o attività (fognature, edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazioni), in precedenza non ammesse o comunque oggetto di interpretazioni diverse e talora contrastanti in merito all'ammissibilità.

Per quanto riguarda la Regione Lombardia in attesa dell'emanazione di nuova delibera regionale, si considera la recente D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693 la quale ha fornito le direttive per la disciplina di alcune attività all'interno delle zone di rispetto quali:

- fognature (punto 3.1 della D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693)
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2)
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio (punto 3.3)
- pratiche agricole (punto 3.4)

In particolare ha disposto che qualora gli interventi interessino aree di rispetto delimitate con criterio geometrico, in assenza di una conoscenza idrogeologica approfondita, si renderà necessario uno studio idrogeologico da valutarsi in sede autorizzativa degli interventi.

I criteri utilizzabili per il dimensionamento delle zone di salvaguardia possono essere di tipo:

- a. geometrico
- b. idrogeologico
- c. temporale

Il criterio "geometrico", è riferito alle zone di tutela assoluta e alle zone di rispetto; poiché di semplice applicazione è compatibile con l'esigenza di stabilire provvedimenti urgenti di tutela delle acque, ma può al contempo penalizzare troppo un'area risultando sovradimensionata rispetto alle reali esigenze di protezione delle falde utilizzate per scopi idropotabili.

Il criterio "idrogeologico" (riservato alle zone di protezione) è fondato sulla protezione dell'intero bacino di alimentazione dell'opera di captazione, risultando pertanto difficilmente applicabile, sia per fattori naturali riconducibili alla complessità della struttura idrogeologica, sia per la presenza di territori già urbanizzati.

Il criterio "temporale", recepito dalla Regione Lombardia con la D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996, dimensiona le zone di rispetto in funzione del tempo impiegato da una particella d'acqua per compiere un determinato percorso ("tempo di sicurezza") attraverso il mezzo saturo fino a raggiungere il punto di captazione.

I criteri utilizzabili per la delimitazione della zona di tutela assoluta sono esclusivamente di tipo "geometrico" (estensione di raggio non inferiore a 10 m), mentre per quanto riguarda la zona di rispetto oltre al criterio geometrico (estensione di raggio non inferiore a 200 m) possono essere adottati il criterio "idrogeologico" o "temporale" a seconda che l'acquifero sia o meno protetto; quest'ultima condizione si



verifica qualora l'acquifero captato sia idraulicamente separato dalla superficie o da una falda soprastante da corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica aventi uno spessore di almeno una decina di metri e un'adeguata continuità areale.

#### 11.1.1 Delimitazione delle zone di rispetto

Le zone di rispetto dei pozzi ad uso acquedottistico ubicati all'interno o nelle adiacenze del territorio comunale di Cassina Rizzardi attualmente in vigore sono delimitate mediante il criterio geometrico; su tale base si può dunque osservare come sul territorio di Cassina Rizzardi insistono, oltre alle zone di rispetto dei pozzi Golf 1 e 2 ricadenti nel territorio comunale di Cassina Rizzardi anche quelle dei pozzi posti nel territorio comunale di Villa Guardia nei pressi del confine comunale.

Inoltre sono presenti le zone di salvaguardia dei pozzi consortili Ronco Vecchio e Villette gestiti dalla società Colline Comasche Erogazione S.p.A. e del pozzo Fiorete gestito dal Comune di Fino Mornasco.

Attorno ad ogni pozzo sono dunque individuate una zona di tutela assoluta ed una più estesa zona di rispetto.

Può, infine, risultare utile un confronto tra le zone di tutela assoluta e rispetto individuate con la presenza di centri di pericolo e con l'uso del suolo in modo da verificare l'esistenza di situazioni di difficoltà compatibilità con le opere di captazione:

- **pozzo Golf 1 e 2:**

- Zona di Tutela Assoluta: i pozzi si trovano rispettivamente nell'ambito dei prati dei campi di gara e in corrispondenza di un marciapiedi della viabilità interna al Golf Club; pertanto le aree non sono delimitate e adibite esclusivamente alle opere di presa e alle infrastrutture di servizio;
- la Zona di Rispetto, posta in un settore contraddistinto da vulnerabilità estremamente elevata, insiste su di un'area occupata in massima parte dai campi da golf e in parte dalle abitazioni interne al Golf Club; in tale settore va quindi posta particolare attenzione sia al rispetto dei divieti nell'uso di concimi, fertilizzanti e pesticidi, all'assenza di pozzi perdenti e fognature non idonee sia al divieto di dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali o strade.

- **Pozzo Ronco Vecchio:**

- Zona di Tutela Assoluta: il pozzo è ubicato in una apposita costruzione ed è opportunamente recintato;
- la Zona di Rispetto insiste su di un'area in massima parte a destinazione agricola e boschiva ed è contraddistinta da un grado di vulnerabilità alto/elevato degli acquiferi; pertanto le restrizioni previste dalle normative è necessario che vengano osservate nella loro totalità.

- **Pozzo Villette:**

- Zona di Tutela Assoluta: il pozzo è ubicato in una apposita costruzione ed è opportunamente recintato;
- la Zona di Rispetto comprende settori urbanizzati sia residenziali che produttivi e interessati da importanti assi viabilistici (autostrada A9 e Via Guanzasca) e pertanto andrà posta parti-



colare attenzione alla presenza di pozzi perdenti e alle modalità di smaltimento delle acque meteoriche provenienti da piazzali e strade.

▪ **Pozzo Fiorete:**

- Zona di Tutela Assoluta: il pozzo è ubicato nell'ambito di un parcheggio privato;
- la Zona di Rispetto comprende settori urbanizzati sia residenziali che produttivi e interessati da importanti assi viabilistici (autostrada A9 e Via Guanzasca) e pertanto andrà posta particolare attenzione alla presenza di pozzi perdenti e alle modalità di smaltimento delle acque meteoriche provenienti da piazzali e strade.

## **11.2 Vincoli di polizia idraulica**

Nella carta sono riportate le fasce di rispetto individuate nell'ambito dello studio sul reticolo idrico minore definito ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e s.m.i. il cui iter si è concluso con parere favorevole dello STER di Como (prot. AE04.2011.0000674 del 09.02.2011).

In particolare, sulla base delle verifiche idrauliche effettuate e della tipologia dei tracciati, è stata attribuita una fascia di rispetto di estensione pari a 10 m per il T. Livescia nei tratti a cielo aperto e di 4 m nei tratti tombinati del T. Livescia e in corrispondenza del cavo posto al confine con Bulgarograsso nel settore occidentale del territorio comunale.

Si sottolinea che le attività di "polizia idraulica" riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso stesso.

Le limitazioni d'uso all'interno delle fasce di rispetto sono quelle indicate nel Regolamento comunale di polizia idraulica.

Tali delimitazioni sono state definite nel rispetto delle normative vigenti in seguito a valutazioni geomorfologiche, idrauliche e di rilievi in sito.

## **11.3 PAI**

La pianificazione di bacino è stata effettuata sulla base della Legge n.183 del 18 maggio 1989, dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, con sede a Parma. Il Piano si compone di vari e complessi documenti; quello rilevante per il territorio in esame è il **Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)**.

Questo piano comprende infatti l'Atlante dei Rischi Idraulici e Idrogeologici, con una serie di allegati:

ALLEGATO 1: Elenco dei comuni per classi di rischio (Art. 7 delle norme di attuazione del PAI);

ALLEGATO 2: Quadro di sintesi dei fenomeni di dissesto a livello comunale;

ALLEGATO 3: Inventario dei centri abitati esposti a pericolo;

ALLEGATO 4: Delimitazione delle aree in dissesto (cartografia in scala 1:25.00).

L'analisi della documentazione sopra richiamata non ha evidenziato la presenza di aree perimetrate all'interno del territorio comunale.





## 12 CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi (cfr. *Tavola 4*) rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. La carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.

In particolare per il comune di Cassina Rizzardi sono stati evidenziati:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti
  - Ambito dei versanti dei rilievi morenici che solo localmente presentano acclività superiore a 20°
  - Aree estrattive previste dal Piano Cave provinciale identificata come ATEg11
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
  - Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e zone di rispetto) – *rappresentate nella tavola dei vincoli*
  - Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero: ricadono in queste aree ampie zone del territorio comunale contraddistinte da vulnerabilità elevata o estremamente elevata con bassa soggiacenza della falda superficiale captata dai pozzi acquedottistici e un grado di protezione superficiale non sufficientemente continuo;
  - Aree a bassa soggiacenza della falda: sono i settori nei quali la falda è posta sino a circa 5 m dal p.c. (rispetto alla piezometria assunta come riferimento per il presente studio)
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
  - Aree ricadenti nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua ascrivibili al reticolo idrico minore e principale
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche
  - Aree prevalentemente che in base alle informazioni bibliografiche e alla facies possiedono prevedibilmente limitata capacità portante

Dall'osservazione della carta di sintesi emerge un quadro che evidenzia come nel territorio di Cassina Rizzardi, pur non esistendo particolari gravi limitazioni all'utilizzo del territorio ai fini urbanistici, esistono comunque alcuni aspetti particolarmente importanti da considerare in sede di fattibilità; si tratta di elementi facilmente affrontabili e superabili a patto che ci sia un corretto approccio da parte degli operatori, come meglio verrà specificato nella carta di fattibilità delle azioni di piano e nelle relative Norme Tecniche.



### 13 FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La valutazione incrociata delle precedenti analisi con i fattori ambientali, territoriali e antropici, ha consentito di individuare sulla tavola “Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano” una serie di aree omogenee per complessità geologico-tecnica e idrogeologica. L’elaborato grafico comprende l’intero ambito territoriale sia alla scala 1:5.000 (cfr. *Tavola 5*) che con maggior dettaglio alla scala 1:2.000 (cfr. *Tavole 5.1 e 5.2*).

La zonizzazione è indipendente da altri vincoli quali paesaggistici e legati a beni ambientali, oltre che geologici come quelli costituiti dalle zone di tutela assoluta e di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile e del reticolo idrico minore a cui tuttavia sono state attribuite apposite sottoclassi di fattibilità.

Per ciascuna sottoclasse individuata sono indicate le principali problematiche presenti e gli approfondimenti geologico-tecnici richiesti per procedere alla trasformazione d’uso.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti richiesti per le diverse classi di fattibilità dovranno essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell’intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).

61/78

Le indagini geologiche e geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera; per ottenere la caratterizzazione del sito si potranno utilizzare (si riportano a puro titolo di esempio in quanto la tipologia di indagine è a discrezione del professionista abilitato) alcune tipologie di indagini geognostiche dirette quali penetrometrie o sondaggi con esecuzione di SPT, indagini geofisiche a completamento di quanto emerso con le indagini dirette quali SEV (Sondaggi Elettrici Verticali), sismica a rifrazione, magnetometrie, posa in opera di piezometri e prove di permeabilità in sito oltre a prove geotecniche di laboratorio.

Si precisa inoltre che, in accordo con quanto già ricordato in precedenza, le indagini geotecniche e gli studi geologico-idrogeologici prescritti per i differenti ambiti di pericolosità specificati nelle NTA devono essere effettuati preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

Nel territorio comunale sono state individuate tre classi principali.

Le indicazioni normative relative alle diverse classi di fattibilità geologica sono riportate in un apposito fascicolo “Norme tecniche di attuazione”, parte integrante del Piano delle Regole.

Il testo normativo è stato suddiviso nelle seguenti categorie:

- a) Normativa di fattibilità geologica;



- b) Normativa sismica;
- c) Normativa derivante dai vincoli di carattere geologico;
- d) Aree di salvaguardia di captazioni ad uso idropotabile;
- e) Vincoli di polizia idraulica.

Le indicazioni normative fanno specifico riferimento alle seguenti cartografie:

- Tavola 2                      Carta della pericolosità sismica locale;
- Tavola 3                      Carta dei vincoli;
- Tavola 4                      Carta di sintesi;
- Tavola 5                      Carta di fattibilità e delle azioni di piano;
- Tavola 6                      Confronto tra carta di fattibilità e PSL



## 14..... BIBLIOGRAFIA

- AQUATER, 1985 - *Indagini sull'ambiente fisico della provincia di Como*
- BERETTA G.P. ET AL., 1984 - *Lineamenti idrogeologici del settore sublacuale della provincia di Como*
- BERETTA G.P., 1984 - *Studio idrogeologico del territorio canturino*
- BELLONI S., 1975 - *Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici*
- BINI A., 1987 - *L'apparato würmiano di Como*
- CHIESA G., 1986 - *Inquinamento acque sotterranee*
- CLERICI A. ET AL., 1983 - *Studio idrogeologico della pianura compresa fra l'Adda e il Ticino*
- DESIO A. ET AL., 1973 - *Geologia d'Italia*
- DESIO A. ET AL., 1960 - *Stratigrafia dei pozzi per acqua della pianura padana*
- DI MOLFETTA, 1992 - *la valutazione delle potenzialità degli acquiferi mediante correlazione con la portata specifica, IGEA, n.1, 1992, pagg. 81-86*
- FORGEO SNC - *Studio geologico ambientale del territorio comunale*
- FRANCANI V. - *Caratteri idrogeologici della parte meridionale della provincia di Como*
- MANCINI F., 1966 - *Breve commento alla Carta dei suoli d'Italia*
- ROTONDARO G., 1991 - *Studio idrogeologico per la tutela della falda idrica nei bacini dell'Alto Seveso e Alto Lura*
- RIVA A., 1951 - *Gli anfiteatri morenici a Sud del Lario e le pianure diluviali tra l'Adda e l'Olona*
- VV.AA. , 1990 - *Guide geologiche regionali Alpi e Prealpi lombarde*
- VV.AA. , 1988 - *Proposta di normativa per l'istituzione di fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*



## 15 AUTORI



### **Consulenze geologiche e ambientali**

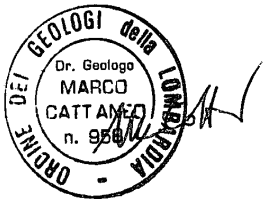
Via Marchese Pagani,65 22070 Rovello Porro (Co);

Tel. (031) 56.49.66 Fax:(02) 700.549.031

E-mail:marco.cattaneo @v-ger.it

**Dr. Geol. Marco Cattaneo**

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 958



**Rovello Porro, 03.12.2012**



## 16 ALLEGATI

- **Allegato 1** - Tabella schematica rappresentativa delle unità presenti nel territorio comunale di Cassina Rizzardi e carta scala 1:20.000
- **Allegato 2** – Sezioni idrogeologiche
- **Allegato 3** - Schede tecnico idrogeologiche pozzi

### Elenco tavole

- Tavola 1a – Carta di inquadramento: elementi litologici (scala 1:10.000)
- Tavola 1b – Carta di inquadramento: elementi geomorfologici (scala 1:10.000)
- Tavola 1c – Carta di inquadramento: elementi idrogeologici (scala 1:10.000)
- Tavola 1d – Carta di inquadramento: elementi geologico-tecnici (scala 1:10.000)
- Tavola 2 - Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000);
- Tavola 3 - Carta dei vincoli (scala 1:5.000);
- Tavola 4 – Carta di sintesi (scala 1:5.000);
- Tavola 5 - Carta di fattibilità e delle azioni di piano (scala 1:5.000);
- Tavola 6 - Carta di fattibilità e delle azioni di piano con sovrapposti i tematismi della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000)



**Allegato 1 - Tabella schematica rappresentativa delle unità presenti nel territorio comunale di Cassina Rizzardi e carta scala 1:20.000**



UNITÀ CRONOSTRATIGRAFICA			UNITÀ DIACRONICHE		COMPLESSI GLACIALI		UNITÀ MORFOSTRATIGRAFICHE		
Olocene							Unità lobo	Unità morene	Ubicazione
SERIE	PIANO	SOTTO PIANO							
Pleistocene superiore	wurmiano	wurmiano superiore	Episodio Cantù (18.000÷20.000 anni)	Fase di Cucciago	Complesso glaciale di Cantù	Sottocomplesso di Cucciago	Lobo di Fino Mornasco	7-11-12	località Ca' del Bosco località Ca' del Bosco
				Fase di Cantù (massimo avanzamento)		Sottocomplesso di Cantù	Lobo di Fino Mornasco	2a 3a 4a 5a 6a 7a 8a 9a 10a 11a 12a	Boffalora Cassina Centro Cassina Centro Cassina Centro – Monticello Cassina Centro Ronco Nuovo Cassina Centro Ronco Vecchio - Moncucco Ronco Vecchio-Martelletto Ronco Vecchio-Martelletto Bulgarograsso

Tabella schematica rappresentativa delle unità presenti nel territorio comunale di Cassina Rizzardi



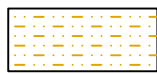
**Allegato 2 – Sezioni idrogeologiche**



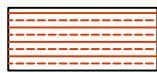
## LEGENDA SEZIONI IDROGEOLOGICHE SCHEMATICHE



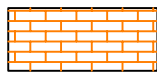
Ghiaia e sabbia  
(elevata permeabilità)



Limo (media  
permeabilità)



Argilla (bassa  
permeabilità)



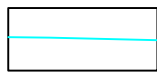
Conglomerato (permeabilità  
secondaria variabile)



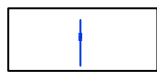
Deposito morenico



Substrato gonfolitico



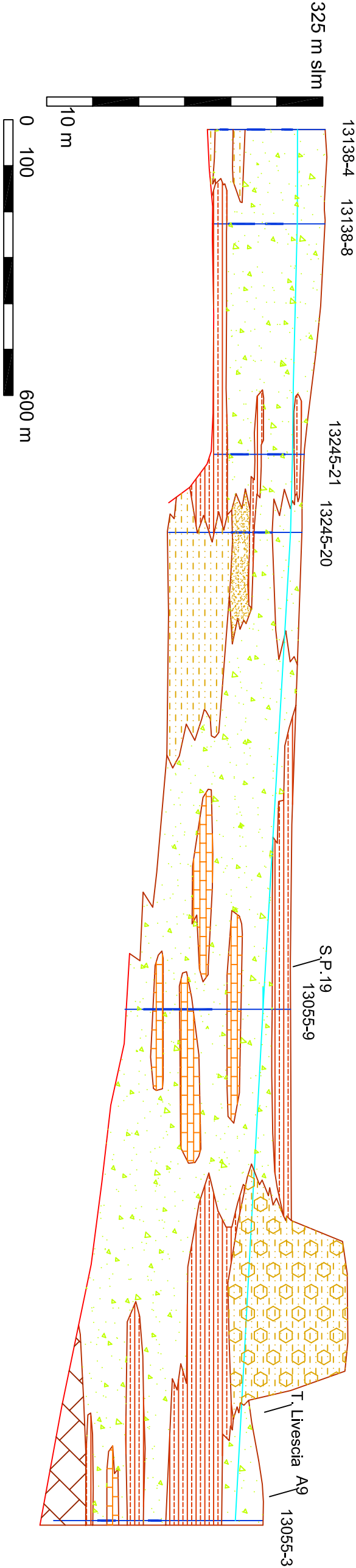
Livello piezometrico



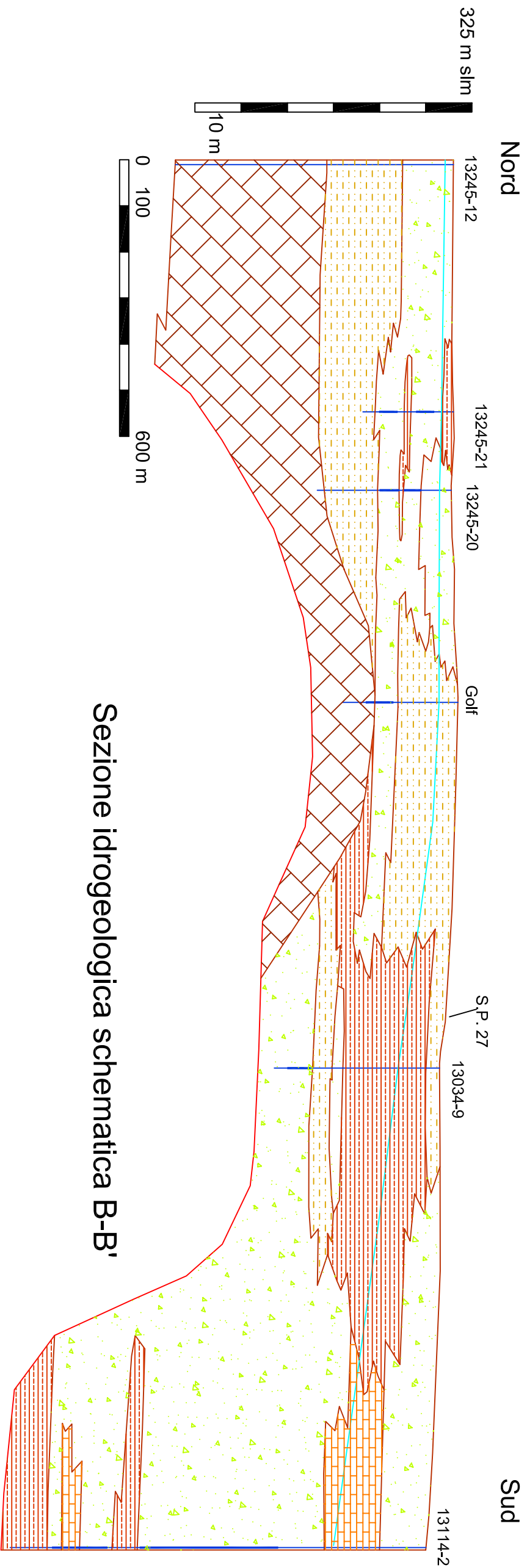
Traccia dei pozzi e filtri

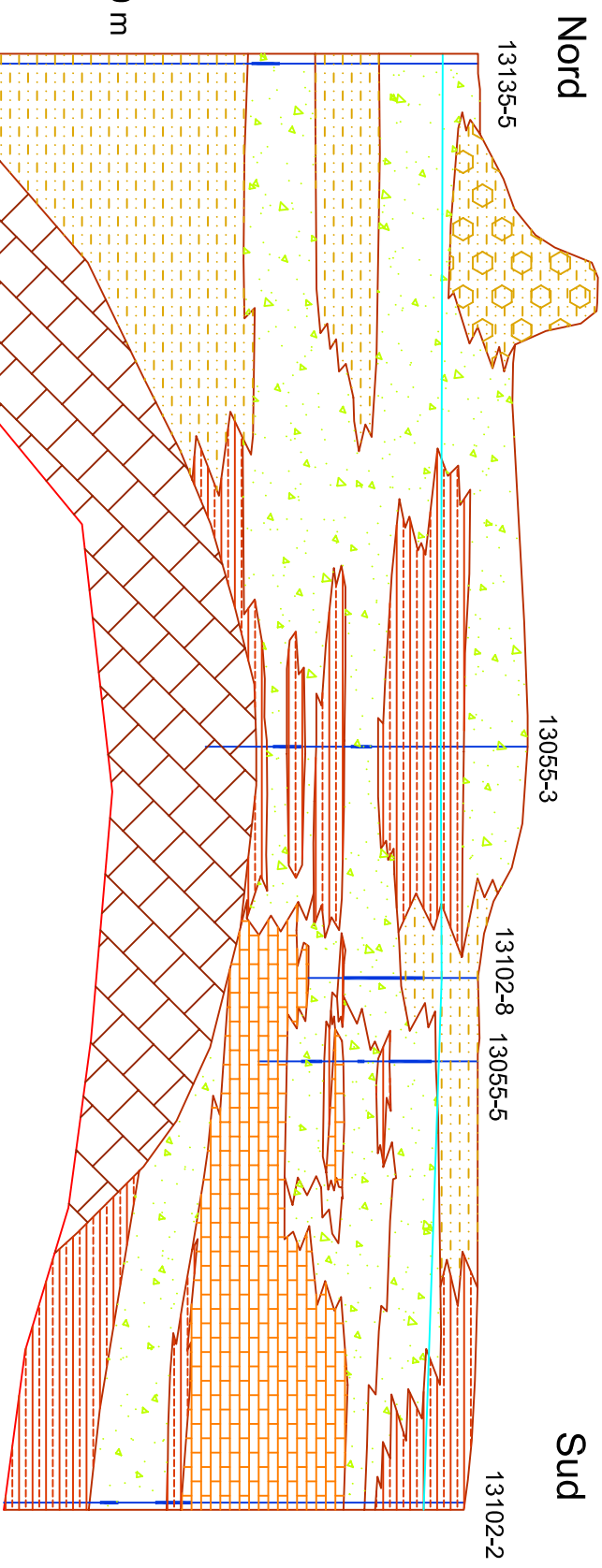
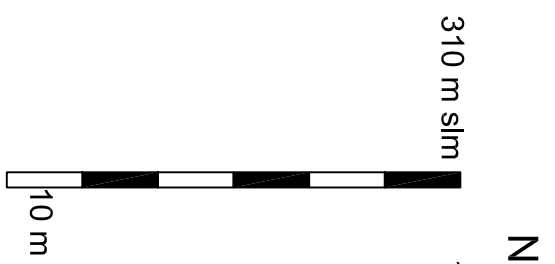
Ovest

Est



Sezione idrogeologica schematica A-A'





## Sezione idrogeologica schematica C-C'



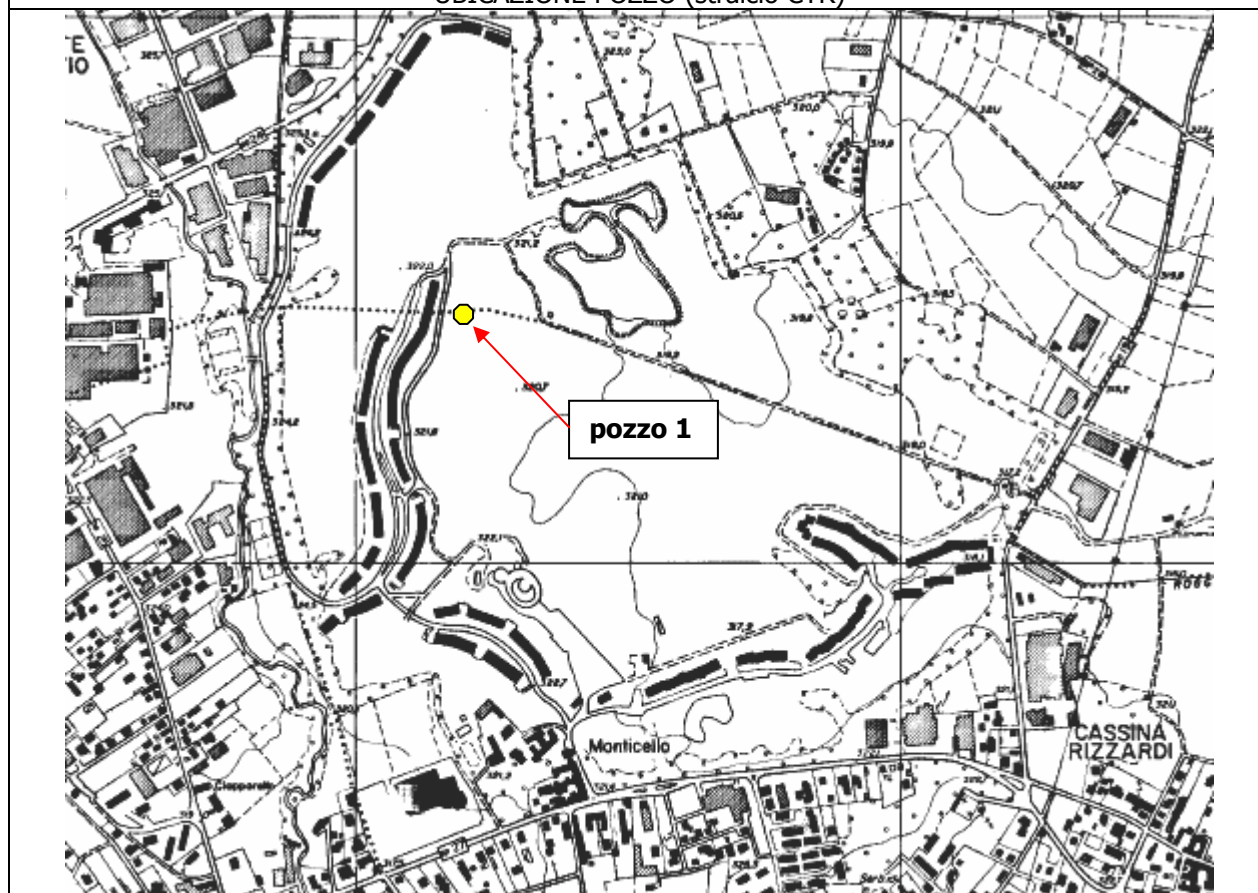
**Allegato 3 - Schede tecnico idrogeologiche pozzi**



## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>1 – CASSINA RIZZARDI (cod. Provincia 0130550001)</b>	
Località	Golf Monticello	
Comune	Cassina Rizzardi	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1501276– 5067430	
Dati catastali	Foglio n. 1	Mappale n. 26
Quota piano campagna (m s.l.m.)	320	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	318.8 (-1,20 da p.c.)	

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



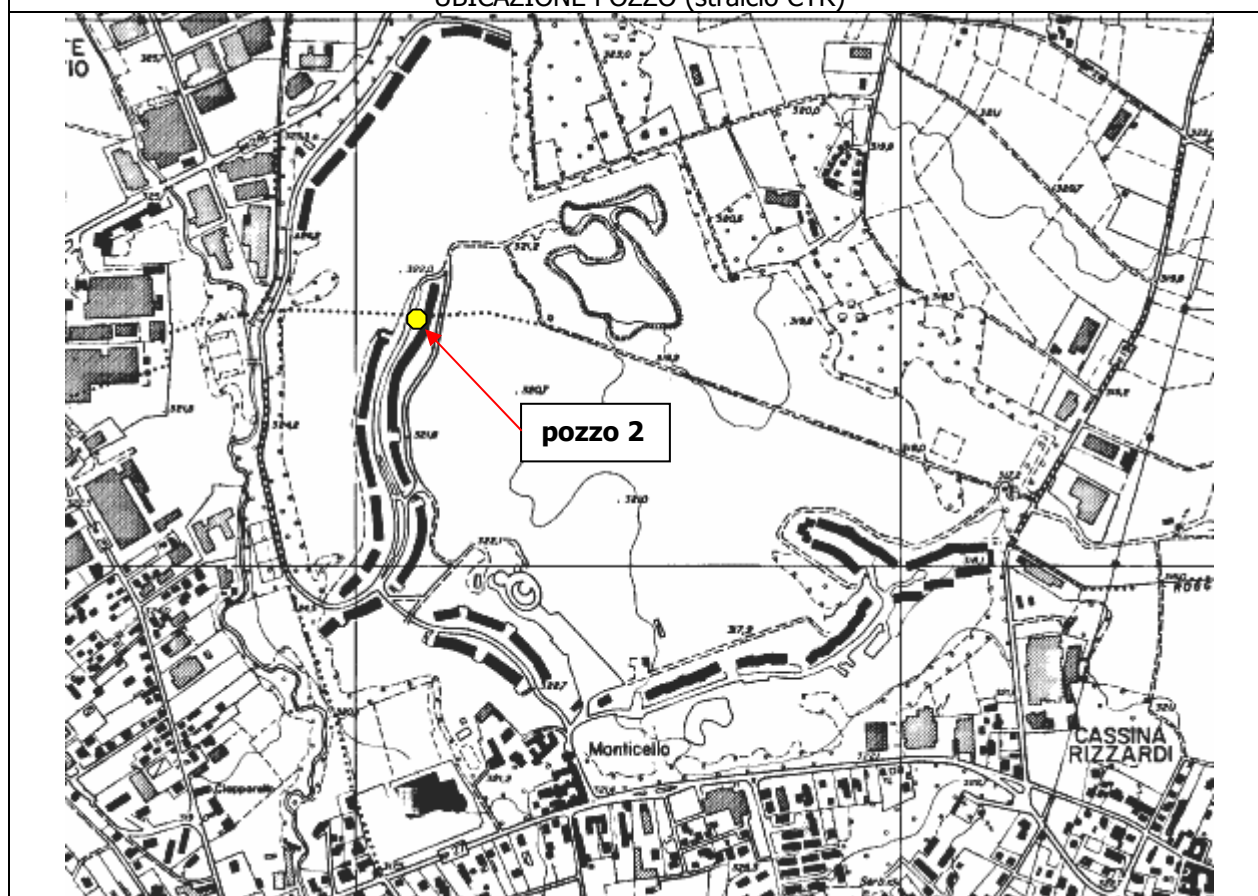
## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Cassina Rizzardi		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono : SI
Tipologia cameretta avampo	Tombino (Φ2 x 1.7) m		
Posizionamento cameretta	Superficie: NO	Locale seminterrato: SI	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	4.5 l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell’anno			

## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>2 – CASSINA RIZZARDI (cod. Provincia 0130550002)</b>	
Località	Golf Monticello	
Comune	Cassina Rizzardi	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1501111 – 5067441	
Dati catastali	Foglio n. 1	Mappale n. 3
Quota piano campagna (m s.l.m.)	321	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	319.5 (-1,50 da p.c.)	

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

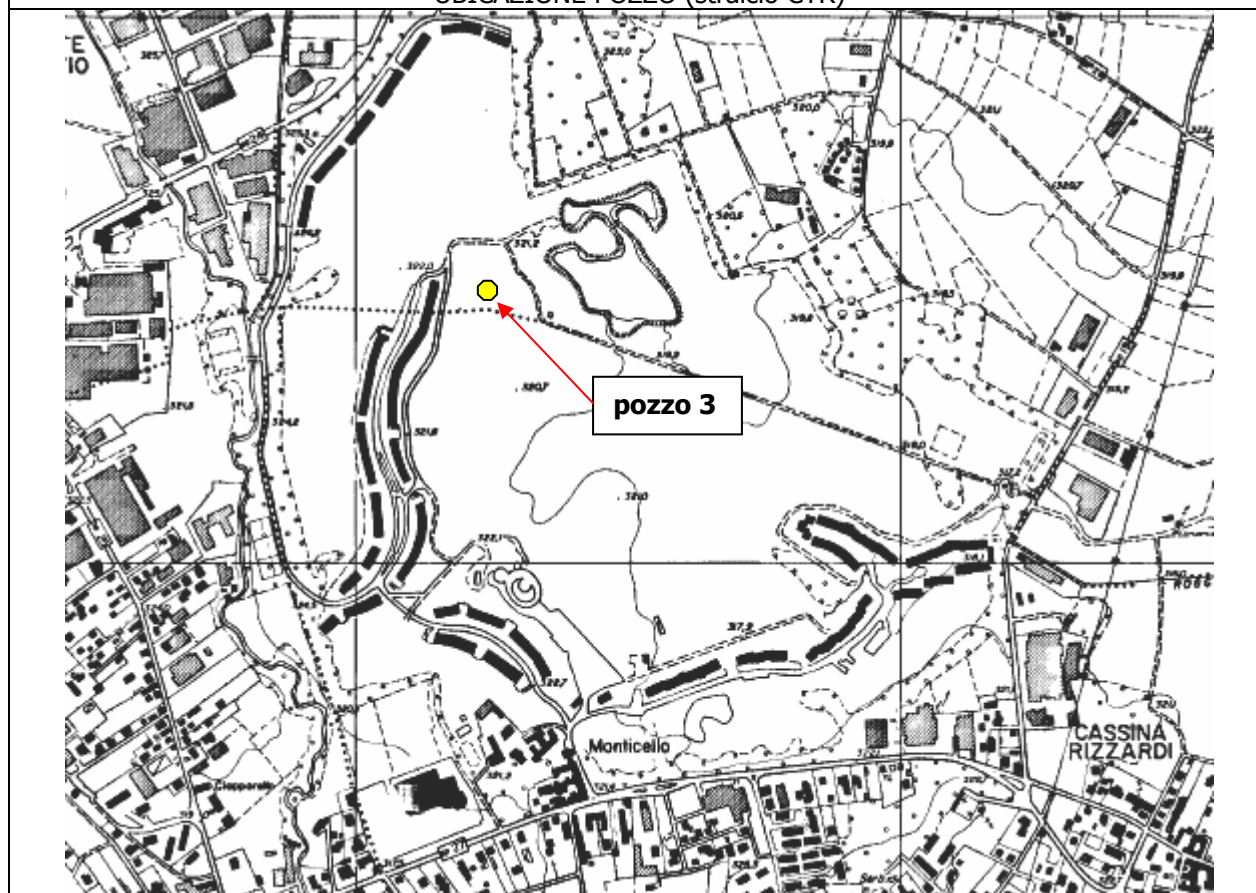
Proprietario	Comune di Cassina Rizzardi		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono : SI
Tipologia cameretta avampo	Tombino (2 x 2 x 2) m		
Posizionamento cameretta	Superficie: NO	Locale seminterrato: SI	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	7 l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell’anno			



## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>3– CASSINA RIZZARDI (cod. Provincia 0132450005)</b>	
Località	Golf Monticello	
Comune	Villa Guardia	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1501220 – 5067504	
Dati catastali	Foglio n.	Mappale n. 482
Quota piano campagna (m s.l.m.)	320	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	320	

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Cassina Rizzardi		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono : SI
Tipologia cameretta avampo	Cameretta cls esterna (1 x 1.9 x 1.6) m		
Posizionamento cameretta	Superficie: SI	Locale seminterrato: NO	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	12 l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell’anno			

## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>17 – CONSORTILE (cod. Provincia 0130550004)</b>	
Località	Ronco Vecchio	
Comune	Cassina Rizzardi	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1501606 – 5065928	
Dati catastali	Foglio n.	Mappale n. 359
Quota piano campagna (m s.l.m.)	319	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	319.8 (+0,80 da p.c.)	

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



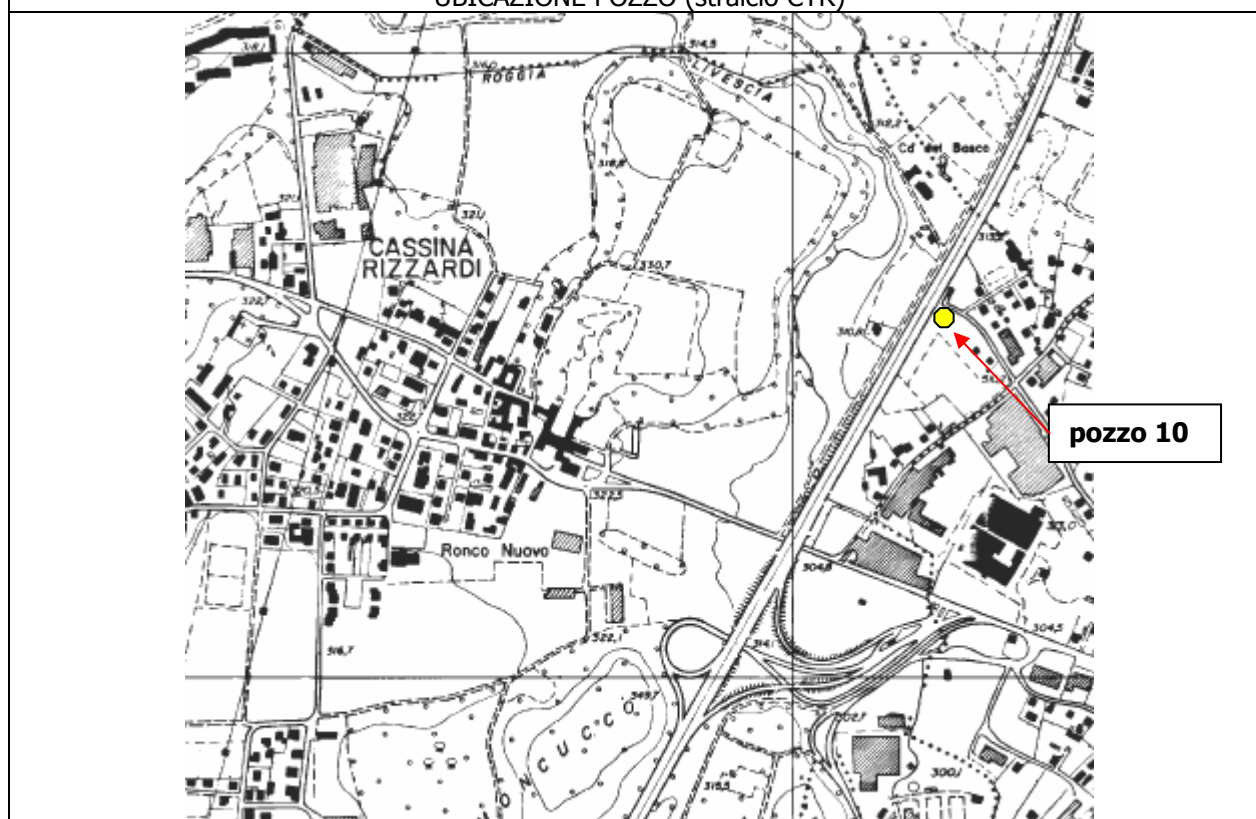
## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Colline Comasche S.p.A.		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono : SI
Tipologia cameretta avampozzo	Cameretta cls esterna		
Posizionamento cameretta	Superficie: SI	Locale seminterrato: NO	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	4.5 l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell’anno			

## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>10 – CONSORTILE (cod. Provincia 0130550003)</b>	
Località	Villette Autostrada	
Comune	Cassina Rizzardi	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1503262 – 5066573	
Dati catastali	Foglio n.	Mappale n. 458
Quota piano campagna (m s.l.m.)	313	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	311.5 (-1,50 da p.c.)	

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

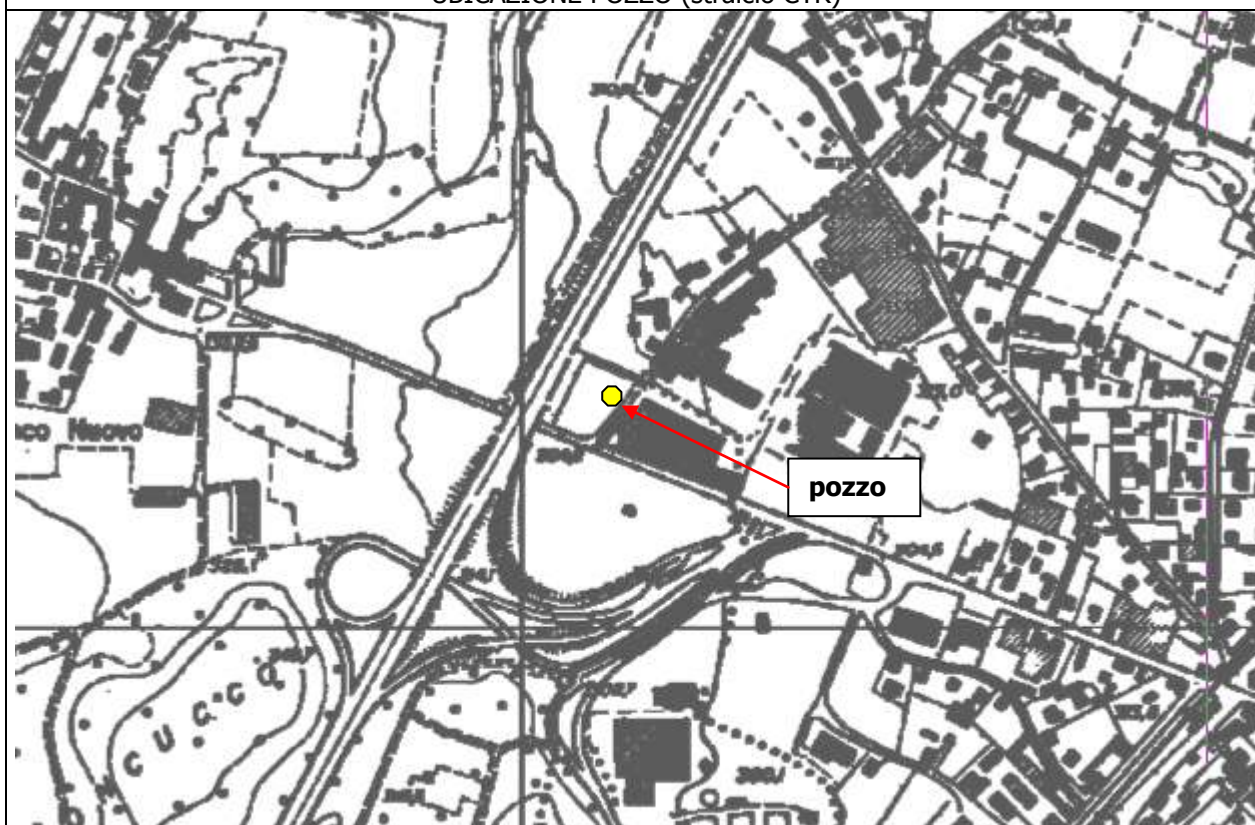
Proprietario	Colline Comasche S.p.A.		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso : NO	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono : SI
Tipologia cameretta avampozzo	Cameretta cls esterna + testa pozzo interrata		
Posizionamento cameretta	Superficie: SI	Locale seminterrato: SI	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	6 l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell’anno			



## 1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	<b>1 – CASSINA RIZZARDI (cod. Provincia 0130550005)</b>	
Località	Via Guanzasca	
Comune	Cassina Rizzardi	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1503102 – 5066245	
Dati catastali	Foglio n.	Mappale n. 66
Quota piano campagna (m s.l.m.)	305	
Quota testa pozzo (m s.l.m.)		

UBICAZIONE POZZO (stralcio CTR)



## 2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Cassina Rizzardi		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : NO	disuso : SI	cementato : NO
Stato di conservazione	insuff. :	suff. : SI	buono :
Tipologia cameretta avampozzo			
Posizionamento cameretta	Superficie: NO	Locale seminterrato: SI	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	Si		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	l/s		
Volume di acqua prelevato nel corso dell’anno			

SCHEMA DI COMPLETAMENTO						
Tubazione						
Tubazione n.	Diametro mm	da m.	a m.	Filtri	da m.	a m.
<b>1</b>	<b>300</b>	<b>0</b>	<b>6.5</b>	<b>1</b>	<b>6.5</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>300</b>	<b>12.5</b>	<b>16.1</b>	<b>2</b>	<b>16.1</b>	<b>17.6</b>
<b>3</b>	<b>300</b>	<b>17.6</b>	<b>21.3</b>	<b>3</b>	<b>21.3</b>	<b>25.8</b>
<b>4</b>	<b>300</b>	<b>25.8</b>	<b>30.0</b>	<b>4</b>	<b>16.1</b>	<b>17.6</b>
Setti impermeabili						
Tipo		da m.		a m.		

### 3 – STRATIGRAFIA

da	a	
	m	
0.00	2.50	terreno vegetale
2.50	5.80	limo sabbioso giallastro
5.80	12.50	ghiaia e sabbia
12.50	13.00	argilla giallastra
13.00	15.00	ghiaia e sabbia limosa
15.00	18.00	sabbia e ghiaia con tracce di limo
18.00	19.50	conglomerato
19.50	20.50	argilla gialla compatta
20.50	26.00	sabbia media con ghiaia e ciottoli
26.00	30.00	conglomerato

### 4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

data		Livello statico (m dal p.c.)	Livello dinamico (m dal p.c.)	Quota piezometrica (m s.l.m.)	
Data	Portata (l/s)	Abbassamento (m)	Portata specifica (l/s·m)	Trammissività (m <sup>2</sup> /s)	Conducibilità idrica (m/s)