

DAIRAGO (MI)



Componente geologica

Ottobre 2009

PREMESSA	5
FASE DI ANALISI.....	6
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
Previsioni urbanistiche	8
Caratteri paesaggistici	8
2. ELEMENTI GEOLOGICI.....	10
Inquadramento geologico	10
Caratteristiche geologiche.....	12
Descrizione unità litologiche	14
3. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI.....	17
4. ELEMENTI PEDOLOGICI.....	20
Caratteristiche generali	20
Profilo pedologico	21
Capacità d'uso dei suoli.....	22
Capacità protettiva dei suoli	23
5. ELEMENTI PLUVIOMETRICI E CLIMATICI	26
CARATTERI CLIMATICI E BIO - CLIMATICI.....	27
Condizioni anemologiche	30
6. ELEMENTI IDROGRAFICI.....	32
Caratteristiche generali	32
Fiume Olona	33
Aspetti geografici e territoriali	33
Aspetti geologici e morfologici.....	34
Descrizione dell'alveo.....	36
Aspetti idraulici	37
Fiume Ticino.....	39
Aspetti geografici e territoriali	39
Aspetti geologici e morfologici.....	41
Aspetti idraulici	42
ELEMENTI IDROGRAFICI.....	43
Introduzione.....	43
7. ELEMENTI IDROGEOLOGICI PROVINCIALI.....	44
Caratteristiche generali	44
ELEMENTI IDROGEOLOGICI	46
Caratteristiche dell'acquifero	46
Elementi geoterritoriali comunali	48
Caratteristiche litostratigrafiche comunali.....	48
Alimentazione del Sistema Idrico Sotterraneo	49
Caratteristiche dell'acquifero	49
Approvvigionamento idrico	51
Elementi litologici	52
Caratteristiche idriche	54
Caratteristiche Qualitative delle Acque Sotterranee.....	55
8. ELEMENTI GEOTECNICI.....	57
Caratteristiche generali	57
Caratteristiche tecniche	59
Prove geotecniche.....	59

9. ELEMENTI ANTROPICI.....	66
ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI SISMICI.....	67
Caratteristiche del comune.....	68
Primo livello.....	69
Considerazioni finali.....	79
FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE.....	80
ELEMENTI IDROGRAFICI.....	81
ELEMENTI IDROGEOLOGICI.....	81
Caratteristiche Locali della Falda.....	81
Alimentazione del Sistema Idrico Sotterraneo.....	82
Protezione delle Acque Potabili.....	83
Aree di Salvaguardia dei Pozzi.....	83
Caratteristiche Qualitative delle Acque Sotterranee.....	84
Scarichi Idrici.....	87
SISMICITÀ DELL'AREA.....	88
VINCOLI ESISTENTI.....	89
FASE DI PROPOSTA.....	100
CLASSI DI FATTIBILITÀ.....	101
Classe I – Fattibilità senza particolari limitazioni (bianco).....	101
Classe II – Fattibilità con modeste limitazioni (giallo).....	101
Classe III – Fattibilità con consistenti limitazioni (arancione).....	103
□ SOTTOCLASSE A: ZONA DI VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA ELEVATA.....	103
□ SOTTOCLASSE B: ZONA DI RISPETTO DEI POZZI.....	104
□ SOTTOCLASSE C : PARCO DELLE ROGGIE.....	106
Classe IV – Fattibilità con gravi limitazioni (Rosso).....	107
□ ZONA DI TUTELA ASSOLUTA DEI POZZI PUBBLICI.....	107
TAVOLA 1: INQUADRAMENTO.....	109
TAVOLA 2: ELEMENTI LITOLOGICI, PEDOLOGICI E GEOTECNICI.....	109
TAVOLA 3: ELEMENTI GEOMORFOLOGICI.....	109
TAVOLA 4: ELEMENTI IDROGRAFICI.....	109
TAVOLA 4: ELEMENTI IDROGEOLOGICI.....	110
TAVOLA 6: ELEMENTI ANTROPICI.....	110
TAVOLA 7: CARTA DI SINTESI.....	110
TAVOLA 8: CARTA DEI VINCOLI.....	111
TAVOLA 9: CARTA DI FATTIBILITÀ.....	111
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	112
Normativa nazionale.....	112
Normativa regionale.....	115
Direttive.....	117
BIBLIOGRAFIA.....	118

PREMESSA

Studio Ambientale sas di Milano è stato incaricato dall'Amministrazione Comunale di Dairago di condurre un'indagine conoscitiva sugli elementi geostutturali, per definire la componente geologica da considerare nell'elaborazione degli strumenti urbanistici nell'ambito del Piano di Governo del Territorio.

Il lavoro è stato svolto dal Dott. Nino Bosco (Ordine dei Geologi della Lombardia n. 246).

Il presente lavoro riporta la fase di analisi con gli elementi conoscitivi e gli aspetti geologici come parte propedeutica.

FASE DI ANALISI

In questa fase è stata eseguita una caratterizzazione del territorio comunale, prendendo in considerazione e analizzando i vari elementi geo-territoriali presenti. La caratterizzazione è avvenuta facendo riferimento sia a informazioni bibliografiche, che a specifiche informazioni e studi trovati presso gli uffici comunali del Comune di Dairago e dei Comuni di Busto Garolfo, Villa Cortese, e del Comune di San Giorgio su Legnano, gli uffici provinciali e presso altri enti o aziende presenti sul territorio.

Sono stati condotti inoltre rilievi speditivi sul territorio per meglio dettagliare la realtà locale. Questa fase di studio preliminare ci ha permesso di inquadrare e caratterizzare il territorio, in base agli aspetti elencati precedentemente e di individuare gli elementi che necessitavano di maggiori approfondimenti. Questa parte è di base e propedeutica per la successiva elaborazione delle fasi di diagnosi e di sintesi. La fase di analisi è svolta per permettere di caratterizzare gli elementi distintivi e strutturali del territorio comunale. Per effettuare questa azione di caratterizzazione, sulla base delle indicazioni del Dgr 8/1566 del 22 dicembre 2005 - n. 8/1566 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", sono stati scelti i seguenti fattori:

- A. Gli aspetti pluviometrici e climatici
- B. Gli elementi pedologici e geotecnici
- C. I caratteri geolitologici e geomorfologici
- D. La struttura idrografica primaria e minore
- E. Le caratteristiche idrogeologiche
- F. Gli elementi antropici
- G. Le caratteristiche legate alla sismicità

Lo studio ha permesso di inquadrare e caratterizzare il territorio in base agli aspetti elencati prima e di individuare i fattori o gli elementi che necessitano maggiori approfondimenti analitici o investigativi oltre che a fornire le indicazioni di fattibilità geologica.

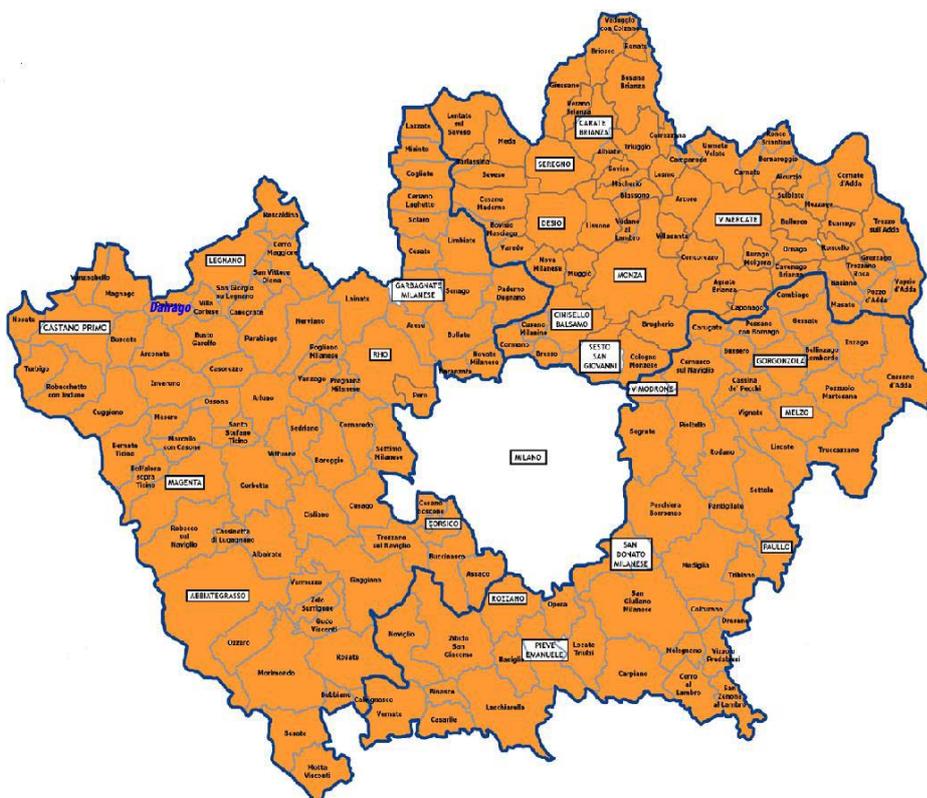
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune è localizzato nella fascia nord-ovest della Provincia di Milano, ad una distanza di circa 32 km ad ovest della città di Milano.

L'area è rappresentata cartograficamente nella tavoletta IGM F. 44 I S.E. scala 1:25.000 e nella Carta Tecnica Regionale tra i fogli A5d5A6 A6d1a scala 1:10.000.

L'altitudine media dell'area comunale è di circa 196 metri s.l.m..

Dairago confina con i comuni di Busto Arsizio, Magnago, Buscate, Arconate, Busto Garolfo, Villa Cortese, Legnano



La superficie complessiva del comune è circa 5,61 Km² con una popolazione residente di circa 5.349 abitanti.

L'utilizzo attuale del territorio compreso tra i due assi stradali e dal fiume Ticino ad ovest è caratterizzato principalmente da attività agricole.

Sono ancor presenti quegli elementi tipici che, unitamente alle buone caratteristiche pedoagronomiche dei suoli, hanno permesso di trasformare la pianura in un sistema agricolo molto produttivo: i nuclei rurali, i filari arborei.

La coltivazione più diffusa in loco è rappresentata dalla coltura di seminativi (foraggio e mais in particolare).

La morfologia predominante è quella di tipo pianeggiante. A circa 10 km verso ovest si rilevano formazioni alluvionali fluviali connesse all'attività del fiume Ticino (Valle del Ticino).

La CT10 (carta tecnica vettorializzata della Regione Lombardia) ha permesso di individuare le strade statali o provinciali (SP12 Inveruno - Legnano, SP128 Magenta - Dairago, SP129 Inveruno - Villa Cortese e SP Borsano - Dairago).

Su queste direttrici s'innestano tracciati stradali di interesse comprensoriale, generalmente strade provinciali, che permettono itinerari tangenziali, concentrici che garantiscono i collegamenti fra i numerosi insediamenti presenti.

Tale strada è di media intensità di traffico, non congestionate tranne brevi tratti urbani.

Previsioni urbanistiche

Il Piano di Governo del Territorio è in fase di elaborazione.

L'argomento sarà integrato nella fase finale.

Caratteri paesaggistici

Il comune è collocato nel contesto di paesaggio agricolo tipico della pianura lombarda impostata sulle formazioni alluvionali del livello fondamentale.

Si tratta di un paesaggio abbastanza omogeneo, privo di rilievi e scandito dalla struttura reticolare dei fondi agricoli.

Nel comune in analisi si possono distinguere due unità paesaggistiche principali:

- La pianura agricola,
- I nuclei urbanizzati.

La pianura agricola

È caratterizzata da campi piuttosto regolari, di forma pressoché quadrata, rettangolare o trapezoidale. La forma dei campi è determinata dalle reti poderali ed interpoderali, dai collegamenti viari e dalla maglia irrigua che da luogo ad un reticolo abbastanza regolare, uniformemente diffuso. Parte di questo reticolo è sottolineato da alberature in filare o di ripa, che interrompono il piatto profilo dei campi dominati dalle coltivazioni cerealicole e foraggere.

Lungo le strade principali sono presenti prevalentemente filari ad alto fusto (pioppi, platani, querce, ontani,...) anche in doppio allineamento. Lungo i tracciati viari interni o sulle sponde della maglia irrigua locale sono diffuse formazioni miste, arboree ed arbustive, o costituite esclusivamente da cespugli ed arbusteti in parte densi; le varietà più diffuse sono le robinie (*Robinia pseudoacacia*) associate a pioppi delle diverse specie e a numerosi esemplari di pado (*Prunus padus*). La presenza di alberatura è legata a funzioni culturali, socio-economiche e paesaggistiche quali barriera frangivento, regolazione termica, contenimento dell'erosione della superficie dei suoli, ombreggiatura dei percorsi, riserva di legname da ardere. Il processo di meccanizzazione agricola e la diffusione di monocoltura su grandi appezzamenti hanno determinato una diffusa pratica di disboscamento dei canali e di taglio della vegetazione arborea, particolarmente all'interno delle singole pertinenze aziendali. Le alberature non risultano quindi omogeneamente diffuse in tutta la zona.

I Nuclei urbanizzati

Nell'area compresa tra il parco del Ticino e le strade statali n°33 e n°11, i nuclei urbanizzati non emergono con particolare evidenza, essendo generalmente costituiti da agglomerati compatti composti di edifici bassi che non interrompono né il profilo del territorio né la continuità delle superfici agricole. Nelle campagne non si ritrovano frequentemente insediamenti produttivi o residenziali sparsi, concentrati in preferenza lungo i percorsi stradali. Nella zona di maggior concentrazione edilizia i caratteri paesaggistici sono essenzialmente urbani e più in particolare costituiti da un tessuto edilizio, dove si distinguono il nucleo rurale originario e le successive espansioni formate da edifici di media dimensione o monofamiliari con frequenti spazi verdi privati.

2. ELEMENTI GEOLOGICI

Inquadramento geologico

Le caratteristiche geomorfologiche del territorio della Provincia di Milano risentono degli avvenimenti geologici succedutisi dal tardo Miocene fino a tutto il Quaternario.

Nel Miocene superiore si produsse una forte fase erosiva su tutto l'arco prealpino, con la conseguente formazione di canyon in corrispondenza degli attuali laghi prealpini.

A partire dal Pliocene superiore – Pleistocene inferiore si verifica una fase di ritiro del mare con sedimentazione di depositi continentali fluvio-lacustri, deltizi e di piana costiera caratterizzati in prevalenza da granulometrie non grossolane (sabbie fini, limi, argille) per il predominare delle condizioni d'acqua tranquilla. Questa unità sedimentaria è stata sottoposta ad un sollevamento dopo la sua deposizione, quindi la sua parte superiore è stata erosa e profondamente incisa. Contemporaneamente alla fase di sollevamento si sono succedute ciclicamente diverse fasi trasgressive, i cui depositi marini e continentali hanno riempito le incisioni precedenti; questi sono poi stati a loro volta incisi.

Nei solchi vallivi così creati si depositarono ghiaie e sabbie anche in grandi spessori, che col tempo hanno subito fenomeni di cementazione.

Attualmente questi depositi affiorano o si rilevano nel sottosuolo in modo discontinuo, soprattutto nella fascia prealpina e nell'alta pianura.

Con il Pleistocene l'area è interessata da episodi glaciali, convenzionalmente raggruppati nelle tre fasi Mindel, Riss e Würm, che hanno dato luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane e alluvionali (fluvioglaciali) nella media e bassa pianura.

Nei periodi interglaciali, alla deposizione dei sedimenti fece seguito la loro erosione; questo ciclo di sedimentazione ed erosione, da parte dei fiumi pleistocenici degli episodi glaciali, ha creato un sistema di terrazzi, che attualmente occupa la porzione più alta della pianura ai piedi degli anfiteatri morenici e la media pianura.

Dal Pleistocene superiore all'Olocene si è avuto il lento innalzamento dell'alta pianura testimoniato dall'affioramento in superficie dei depositi più antichi. Tale

innalzamento non è stato uniforme: nelle aree dove fu consistente, come ad esempio in tutto il settore nord orientale della provincia, si verificò la formazione di “dorsali”; i settori compresi fra queste sopra elevazioni furono interessati da una rilevante deposizione di alluvioni.

Si può notare, quindi, una sostanziale differenza tra il settore orientale, di massimo sollevamento, e quello occidentale in cui si è avuto un maggiore accumulo di depositi recenti.

Caratteristiche geologiche

Il territorio nord occidentale della provincia di Milano fa parte dell'alta pianura fluvio-glaciale, che si è formata in epoche recenti ad opera degli scaricatori dei ghiacciai alpini, ai piedi dei rilievi montuosi delle Prealpi Lombarde, come è rappresentato nella Carta Geologica d'Italia foglio 44 "Novara", scala 1:100.000.

Il sito in oggetto rientra nell'unità denominata Fg^{WR}: Alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, localmente molto grossolane (a monte del limite settentrionale dei fontanili) con paleo suolo argilloso giallo-rossiccio di ridotto spessore, talora ricoperte da limiti più recenti (WURM e RISS p.p.)

Si tratta di depositi sciolti o poco cementati che determinano una morfologia pianeggiante, tipica di depositi fluviali.

Le numerose perforazioni eseguite per il prelievo dell'acqua hanno permesso di individuare delle stratificazioni sovrapposte in giacitura monoclinale, con debole pendenza degli strati (4 ‰ circa) verso sud.

Questo tipo di deposito è molto esteso in quanto occupa tutta la pianura principale che si salda, in direzione ovest, con le alluvioni del Ticino.

La natura litologica della formazione è ghiaiosa- sabbiosa- argillosa, molto fresca e permeabile. Le dimensioni granulometriche decrescono procedendo da nord verso sud.

Le ghiaie sono fresche, di color grigio, con ciottoli e blocchi contenuti in matrice sabbiosa piuttosto grossolana, con sfericità discreta e forte arrotondamento.

La stratificazione è in lenti allungate.

Localmente si hanno lenti più sabbiose, sottili e rare; i livelli cementati sono anch'essi rari e dello spessore di qualche decimetro.

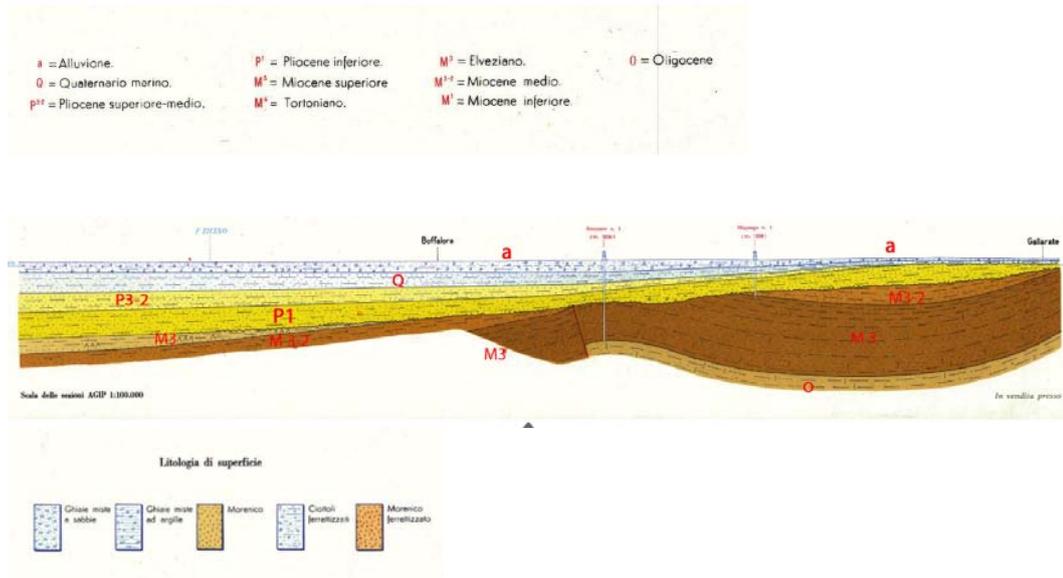
I clasti sono alpini (scisti, porfidi, graniti) e prealpini (calcari, dolomie).

Lo spessore di questi sedimenti raggiunge spessori tra i 30 - 40 m , senza che vi si trovino consistenti lenti argillose, determinando un'abbondanza d'acqua ed una facile infiltrazione delle stesse.

NORD



SUD



Descrizione unità litologiche

Le formazioni geologiche presenti nel comune sono di origine esclusivamente continentale e derivano dall'attività deposizionale degli scaricatori glaciali wurmiani - rissiani.

I depositi fluviali e fluvioglaciali sono così distinti (dai più recenti ai più antichi):

Alluvioni recenti

A questa formazione appartengono esclusivamente i materiali alluvionali depositati durante le piene del corso d'acqua ed i materiali distribuiti negli alvei stessi. Questi materiali sono essenzialmente ghiaie e ghiaie sabbiose non alterate. Localmente si rinvencono lenti di sabbie, limi e argille. Nelle aree golenali, invase periodicamente dalle piene fluviali, aumenta proporzionalmente la componente limosa. Rientrano in questa classe anche i depositi che costituiscono le conoidi di deiezione, allo sbocco dei solchi vallivi, particolarmente frequenti a ridosso delle Prealpi. Le alluvioni vere e proprie sono evidenti lungo i corsi d'acqua principali (fiumi Ticino e Olona).

Lo spessore delle alluvioni recenti varia da qualche metro sino a 20 - 30 m in prossimità delle conoidi di deiezione.

Alluvioni antiche

Appartengono a questa classe depositi ghiaiosi e sabbiosi poco alterati; questi sedimenti costituiscono gli alvei dei corsi d'acqua dell'alta e della media pianura.

Questo deposito è intercalato tra il "livello fondamentale della pianura" in alto ed i depositi alluvionali recenti depositati lungo l'alveo fluviale.

La litologia di queste alluvioni è caratterizzata da ghiaie poligeniche (metamorfiche e sedimentarie), in prevalenza, e da sabbie diffuse intercalate irregolarmente in lenti e strati di vario spessore.

Sia le ghiaie sia le sabbie sono a grana variabile ed hanno un'evidente stratificazione. Localmente formano corpi lenticolari di circa un metro come massimo e passano talora verso i limi argillosi.

Lo strato di alterazione superficiale è di natura limoso - argillosa e presenta uno spessore di circa 30 - 40 cm.

Diluvium recente - fluvioglaciale Wurm

Il Diluvium recente costituisce un deposito d'origine fluvioglaciale indicato anche con il nome di "livello fondamentale della pianura".

Questa unità è la più diffusa nell'area di indagine; questi depositi fluvioglaciali formano, infatti, i terrazzi che si sviluppano dal limite dell'area pedemontana sino al fiume Po.

L'unità in oggetto è litologicamente costituita da ghiaie e sabbie, con frequenti intercalazioni a carattere conglomeratico e, verso la bassa pianura, limoso-argilloso.

I suoli del Diluvium recente sono prevalentemente limosi di color bruno-rossastro, identificati con il termine "ferretto" con spessore variabile da centimetrico a metrico; a volte si identificano anche suoli limoso-argilloso di colore giallo.

Dovunque le ghiaie sono ricoperte da un eluvio variabile che può raggiungere i 70 cm, con locali approfondimenti che si addentrano anche per 2 m.

I passaggi tra questi tipi di sedimenti appaiono gradualmente: le ghiaie prevalgono nella parte superiore mentre le sabbie in quella inferiore.

Le litologie presenti in questa formazione sono molto varie, essendo rappresentate soprattutto da rocce cristalline (graniti, granodioriti e dioriti),

effusive (porfidi quarziferi) e metamorfiche (gneiss, scisti, quarziti, filladi, micascisti), cui si associano rocce sedimentarie (calcari e dolomie), con diametro massimo dell'ordine di 15 cm.

Il grado di arrotondamento è elevato e quello di sfericità medio-elevato.

Il deposito ha una buona stratificazione e, in genere, appare ben classato.

La permeabilità primaria dei sedimenti è elevata e permette una facile infiltrazione delle acque superficiali.

I fattori morfologici naturali sono quasi inesistenti; più evidenti sono quelli antropici, consistenti in sensibili modifiche dell'originale maglia idrografica e in locali alterazioni dell'assetto del territorio.

La pianura si interrompe a circa 10 km verso ovest dall'area considerata, in corrispondenza della Valle del Ticino, dove si rilevano formazioni alluvionali fluviali, connesse all'attività del Ticino.

Queste aree si raccordano alla sovrastante pianura con una scarpata morfologica di 15 - 20 metri di altezza.

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale è rappresentato da un paesaggio pianeggiante digradante omogeneamente verso Sud – Est con una pendenza media dello 0,44 %, situato in prossimità dell'incisione valliva originata dal fiume Olona.

I depositi in loco di origine glaciale sono stati deposti nella fase di scioglimento e ritiro dei ghiacciai che coprivano l'area durante l'ultima fase glaciale (Pleistocene Superiore) e rimodellati poi dall'evoluzione morfologica postglaciale.

La drastica riduzione della portata dei fiumi che si è verificata al termine della fase di fusione delle masse glaciali, ha determinato il prosciugamento di alcune direttrici naturali di drenaggio.

Nell'area in esame l'omogeneità morfologica della pianura è legata alla presenza di un'unica unità fisiografica principale che caratterizza il paesaggio e che prende il nome di Livello Fondamentale della Pianura, essa costituisce gran parte della pianura milanese che si estende a valle del Pianalto Ferrettizzato.

L'ambiente di deposizione è riferibile a corsi d'acqua braided, a basso indice di sinuosità ed elevata energia, di cui non si riconoscono più i tracciati originari. Le depressioni riconosciute presenti anche nel territorio comunale, sono riconducibili alle incisioni operate da antichi corsi d'acqua che hanno divagato su tale superficie (reticolo idrografico fossile) a partire dall'ultima fase glaciale.

Al termine della fase di deglaciazione, le grandi paleofiumare ridussero gradualmente la loro portata liquida e ancora più sensibilmente quella solida, il reticolo fluviale si modifica gradualmente adattandosi quindi al diverso regime climatico e idrico ed in conseguenza di ciò, si determinò:

- la notevole riduzione di ampiezza delle zone d'influenza fluviale e la scomparsa di direttrici di scolo minori;
- l'inizio della fase di erosione con l'incisione della pianura appena abbandonata;
- l'innescò del processo pedogenetico sulle aree non più interessate dall'attività fluviale.

Dal punto di vista geomorfologico in assenza di aste idriche all'interno del territorio comunale, di scarpate morfologiche o fluviali il territorio comunale non mostra alcun processo attivo e quindi non evidenzia alcuna potenziale forma di dissesto.

4. ELEMENTI PEDOLOGICI

Caratteristiche generali

Il suolo è il risultato dell'azione esercitata nel tempo da molti fattori ecologici: roccia madre, morfologia, clima, attività biologica e azione dell'uomo.

Questi fattori influenzano l'evoluzione della pedosfera e la sua graduale differenziazione in orizzonti che possono avere caratteri fisici e chimici anche molto diversi fra loro.

Nell'area in esame, la roccia madre, o substrato pedogenetico, è costituita da depositi d'origine continentale, formati secondo diverse modalità, sempre di notevole spessore. I depositi sono in maggioranza grossolani, costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie in proporzione differente secondo le modalità di deposizione.

Il substrato è privo di carbonati ed è costituito principalmente da minerali provenienti dal disfacimento di rocce acide.

L'area in esame fa parte della pianura fluvio-glaciale del livello fondamentale della pianura ed è caratterizzata da substrati acidi ciottoloso ghiaiosi, con sabbia grossolana e scarsa frazione fine.

Su tale livello si sono sviluppati per lo più suoli bruni acidi (Dystrachrepts). Il clima dell'area d'indagine è caratterizzato da precipitazioni abbastanza elevate e il regime d'umidità dei suoli che ne risulta è udico.

In tale regime la quantità d'acqua immagazzinata nella riserva idrica dei suoli, insieme alle precipitazioni, compensa in genere le perdite per evapotraspirazione. Solo per brevi periodi vi è una riduzione della riserva idrica.

La temperatura media annua è di circa 11°C: il regime di temperatura dei suoli è mesico, caratterizzato da una temperatura media annua compresa tra 8 e 15 °C, e da un'elevata escursione termica annua.

La vegetazione naturale è presente su superfici ridotte; l'azione del clima umido sulla vegetazione naturale porta rapidamente alla formazione dell'epipedon umbrico, un orizzonte superficiale di color scuro e ricco di materia organica, povero in basi.

Questo orizzonte è estremamente diffuso sia nelle aree a vegetazione naturale che sulle superfici meno intensamente coltivate.

Queste ultime conservano un epipedon umbrico evidente e con contenuti considerevoli di materia organica (circa il 3 %). Nelle aree coltivate da più tempo l'epipedon umbrico non è più presente e il contenuto di materia organica dei suoli è molto inferiore a causa delle pratiche agricole.

In sintesi, clima e acidità del substrato favoriscono la lisciviazione dell'argilla e delle basi dagli orizzonti superiori del suolo e la formazione dell'epipedon umbrico. Le considerazioni svolte sugli elementi pedologici servono a fornire indicazioni e modalità di analisi delle caratteristiche dei suoli per orientare sulla loro importanza ed indirizzare le scelte di urbanizzazione.

Profilo pedologico

Per questa caratterizzazione si è fatto riferimento alla carta pedologica prodotta dall'ERSAL a cui si rimanda.

Le unità tassonomiche rilevate più diffusamente nel territorio del comune sono:

- RIO, appartenente alla famiglia "loamy skeletal, mixed, mesic"
- MSN, appartenente alla famiglia "coarse-loamy over sandy-skeletal, mixed, mesic"

I suoli RIO sono profondi o moderatamente profondi, a tessitura moderatamente grossolana, con scheletro scarso; il drenaggio è buono e la permeabilità moderatamente elevata. Sono diffusi nella zona sud e ovest del territorio comunale.

I suoli MSN presentano profondità moderata, tessitura moderatamente grossolana contenuto in scheletro non abbondante nei primi orizzonti; il drenaggio è moderatamente rapido. Sono diffusi soprattutto nella zona nord-est del territorio in esame.

Entrambi i suoli presentano una capacità d'uso di classe III (secondo la Land Capability Classification) con limitazioni dovute soprattutto alla fertilità (il TSB, tasso di saturazione in basi, è generalmente basso) e alla AWC (riserva idrica del suolo).

Questi suoli presentano anche una scarsa capacità di protezione nei confronti delle acque profonde dovuta essenzialmente ad una elevata permeabilità.

Capacità d'uso dei suoli

Allo scopo di fornire una valutazione dell'attitudine e del comportamento dei suoli in relazione a specifici usi e/o funzioni del territorio viene indicata la "Capacità d'uso dei suoli".

Tale aspetto può rappresentare un utile strumento con il quale si può intervenire attivamente nelle scelte urbanistiche, per favorire la conservazione e la valorizzazione delle terre agronomicamente più pregiate.

La Land Capability Classification si presta bene ad una valutazione complessiva del territorio e può fornire indicazioni di carattere generale legate al migliore utilizzo dei suoli.

Lo schema interpretativo, conosciuto internazionalmente, è stato integrato e parzialmente adattato alla situazione lombarda dall'ERSAL (ERSAL, 1999), soprattutto con l'introduzione di nuovi fattori limitanti e la modifica di alcuni valori soglia.

Nella sottostante tabella viene riportato il "Modello interpretativo per l'attribuzione della Capacità d'uso dei suoli".

Il sistema di valutazione è articolato in 8 classi di capacità, caratterizzate da limitazioni d'uso crescenti. Le prime quattro classi sono compatibili con l'uso sia agricolo sia forestale e zootecnico; le classi che vanno dalla quinta alla settima devono ritenersi precluse all'uso agricolo. Nelle aree appartenenti all'ultima classe non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

Vengono poi definite sottoclassi di capacità d'uso legate al tipo di limitazione prevalente: (e) per l'erosione, (w) per l'acqua (drenaggio, rischi di inondazione), (s) per il suolo (tessitura, fertilità e pietrosità degli orizzonti superficiali, scheletro, AWC), (c) per il clima.

Modello per l'attribuzione della Capacità d'Uso dei Suoli

Classi LCC	Prof. Utile (cm)	Tessitura orizzont	Sheletr o orizz. Sup.	Pietrosità	Fertilità orizz. Superficiale	Drenaggio	Rischi o inond.	Limita z. clim.	Pendenza	Erosione	AWC
I	>100	-	<15%	p<0.1 r < 2%	pH 5.6-8.3 TSB >50% CSC	buono	assente	assenti	<2%	assente	>100 mm
II	61-100	A+L>70 A>35%	15-34%	p 0.1-3 r < 2%	pH 4.5-5.5 TSB 35-50% CSC 5-10	moder. Rapido mediocre	lieve	lievi	2.1-8%	assente	idem
III	25-60	A>50 S>85 L>60%	35-70%	idem	pH >8.4 TSB <35% CSC <5mea	rapido lento	moder.	Moder quota 200-	8.1-15%	debole	51-100 mm
IV	25-60	idem	35-70%	p 3-15 r < 2%	idem	molto lento	alto	idem	15.1-25%	moderata	<50 mm
V	<25	idem	>70%	p 5-50 r 2-25%	idem	impedito	molto alto	idem	<2%	assente	idem
VI	idem	idem	idem	idem	idem	idem	idem	forti quota 700-	25.1-45%	moderata	idem
VII	idem	idem	idem	p 15-50 r 25-50%	idem	idem	idem	molto forti quota >	45.1-100%	forte	idem
VIII	idem	idem	idem	p>50 r > 50%	idem	idem	idem	idem	>100%	molto forte	idem

Il territorio comunale è stato inserito nella classe III.

Capacità protettiva dei suoli

Questo parametro indica la capacità che i suoli hanno di agire da filtro e da tampone nei confronti degli agenti inquinanti trasportati dalle acque di infiltrazione, a protezione della prima falda idrica del sottosuolo. Sono presi in considerazione i soli caratteri pedologici intrinseci e la profondità presunta della falda idrica, tralasciando altre caratteristiche stazionali quali la morfologia o il rischio di inondabilità.

La tabella mostra il modello interpretativo della capacità protettiva (CPS: Capacità Protettiva dei Suoli) messo a punto dall'ERSAL (ERSAL 1999).

Modello per l'attribuzione della Capacità Protettiva dei Suoli nei confronti delle acque profonde

Classi di Capacità	Permeabilità	Profondità della falda	Classe granulometrica	Modificatori chimici
Elevata E	Bassa (classi 4, 5, 6)	> 100 cm	fine fine silty fine loamy coarse silty	pH > 5.5 CSC >10 meq/100g
Moderata M	Moderata (classe 3)	50 – 100 cm con permeabilità bassa	coarse loamy loamy skeletal sandy sandy skeletal	pH 4.5 - 5.5 CSC 5-10 meq/100g
Bassa B	Elevata (classi 1, 2)	< 50 cm con perm. Bassa < 100 cm con perm. moderata	sandy sandy skeletal	pH < 4.5 CSC < 5 meq/100g

La corrispondenza tra unità CPS e unità cartografiche della Carta pedologica, è stata studiata da ERSAL (1999) in "I Suoli della Pianura Milanese Settentrionale". L'unità cartografica presente sul territorio comunale, è classificata con CPS moderata. I suoli a moderata capacità protettiva sono, infatti, assai diffusi sui paesaggi tipici dell'alta pianura, in corrispondenza di tipologie podologiche evolute.

Valore naturalistico dei suoli

I suoli di valore naturalistico sono rappresentati da quelle tipologie pedologiche che hanno peculiarità interessanti dal punto di vista della correlazione suolo-paesaggio, della rappresentatività come indicatori di processi pedologici particolari o rari o fossili e da quello più generale dell'interesse scientifico-naturalistico. Anche in questo caso, la scelta dei suoli di valore viene effettuata sulla base di uno schema proposto dall'ERSAL che seleziona alcune categorie tassonomiche (grandi gruppi e sottogruppi) meritevoli di tutela (ERSAL 1999).

Esiste una corrispondenza tra aree protette o di un certo pregio naturalistico e categorie di suoli ritenuti di valore: nella pianura milanese settentrionale, ad esempio, le superfici dei terrazzi antichi, che presentano potenzialità paesaggistiche e naturalistiche notevoli, conservano spesso suoli antichi con morfologie pedologiche fossili.

Modello per l'attribuzione del Valore Naturalistico dei Suoli

Alto	Moderato	Basso
<ul style="list-style-type: none"> - Suoli con orizzonte argillico e classificati nei grandi gruppi FRAG- - Sottogruppi CUMULIC degli UMBREPTS 	<ul style="list-style-type: none"> - Suoli con orizzonte argillico e classificati nei grandi gruppi PALE- o RHOD- - Suoli classificati nei sottordini AQU- - UMBREPTS - HUMULTS 	Altri suoli

La tabella di corrispondenza tra le classi di valore naturalistico dei suoli e le unità cartografiche della carta Pedologica, fornita da ERSAL, mostra che l'unità 41, presente nel territorio comunale, ha valore naturalistico basso. Non c'è pertanto necessità di tutela dei suoli in base alle loro caratteristiche pedologiche.

5. ELEMENTI PLUVIOMETRICI E CLIMATICI

Per quanto riguarda l'aspetto climatico, la temperatura dell'aria ha un valore medio annuo di 11°C.

La temperatura media mensile varia da un valore massimo nel mese di luglio, corrispondente a circa 21°C, ad un valore minimo nel mese di gennaio, corrispondente a circa 1,7°C.

Nell'anno relativamente alle temperature massime, il regime termico è variato da 28°C nel mese di luglio a 6°C in gennaio, mentre le minime sono state di 15°C in luglio e di - 2°C in gennaio.

Le temperature massime e minime sono state prese dalle stazioni di Novara e di Milano Malpensa.

MEDIE CLIMATICHE DI GIUGNO

Temperatura Max	24 °C
Temperatura Min	11 °C
Temperatura media	17.5 °C
Precipitazioni	93 mm
Umidità	74%
Vento	-
Punto di rugiada	14.3

La zona in esame è posta nella fascia delle regioni temperate e quindi corrispondente ad aree di bassa pressione. Questo fatto comporta un movimento della massa atmosferica in senso ascensionale, favorendo pertanto la condensazione del vapore d'acqua e quindi le precipitazioni piovose.

L'analisi delle precipitazioni meteoriche è importante per stabilire il comportamento delle acque superficiali e sotterranee del territorio del comune, dato lo stretto rapporto che esiste tra le stesse a causa della permeabilità dei suoli.

Le precipitazioni avvenute in questa zona non sono molto abbondanti, indicando una media annua di 1000 mm che inoltre può essere considerata una costante caratteristica della zona.

La piovosità presenta una certa variabilità nel tempo, che comunque non si è discostata mediamente dal regime pluviometrico tipico della zona. Essa presenta due massimi, il maggiore in primavera (aprile - maggio) ed il minore in autunno (ottobre). Nel frattempo vi sono due minimi, il più marcato in gennaio, il meno marcato in estate ed all'inizio dell'autunno (agosto-settembre). Il regime pluviometrico è pertanto classificabile come sublitorale. Questo ciclo pluviometrico, data l'elevata permeabilità dei suoli, influenza l'andamento dei valori idrometrici (deflusso superficiale) e piezometrici (livello della falda).

CARATTERI CLIMATICI E BIO - CLIMATICI

Il territorio in cui è ubicato il comune sorge nella regione padana ricadente nel bacino idrografico principale Lambro - Ticino caratterizzata da una spiccata uniformità climatica, che presenta inverni rigidi e nebbiosi ed estati calde ed afose. L'autunno e la primavera sono caratterizzati da una spiccata variabilità e, specie in primavera, da una moderata attività anemologica. Questo insieme di fattori attribuisce a questa zona un notevole carattere di continentalità, in particolare per l'elevato tasso di umidità che si riscontra in tutto l'arco dell'anno e che rende il clima afoso in concomitanza con l'elevata temperatura, mentre in inverno, per le temperature basse, possono riscontrarsi nebbie da irraggiamento quando il cielo è sereno. La temperatura media della zona è di circa 13°C e il mese più caldo è Luglio durante il quale la temperatura media massima registrata a Milano Malpensa nel periodo 1961 – 1990 si aggira attorno ai 29°C. Il regime pluviometrico, pur essendoci una certa variabilità nel tempo, non si discosta mediamente dal regime pluviometrico tipico della zona, di tipo sublitoraneo-alpino, con massimi in primavera ed autunno e

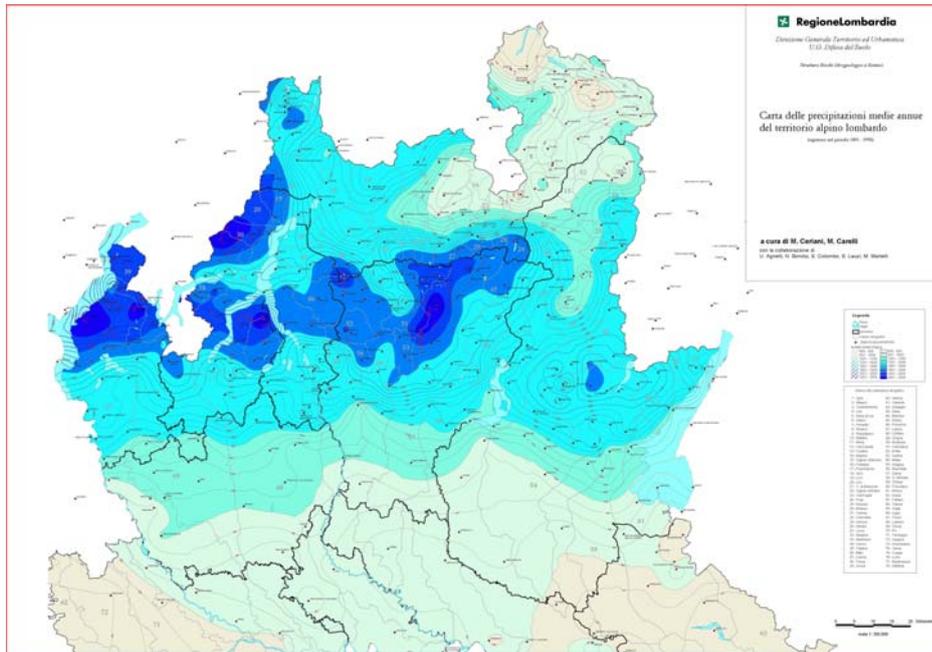


Avvicinamento di un fronte temporalesco

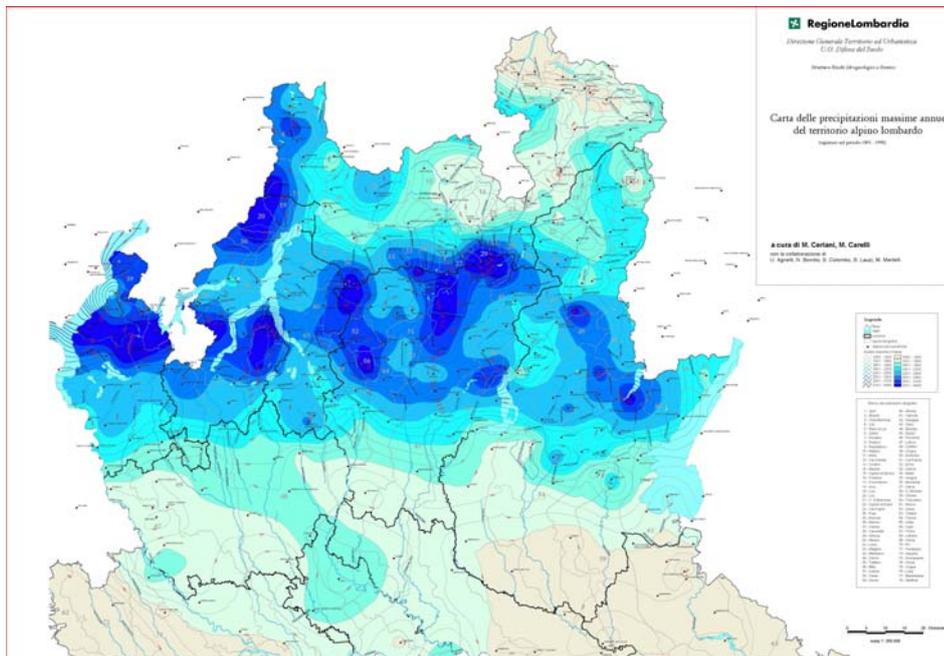
minimi in inverno ed estate. Le precipitazioni nevose sono scarse e solo raramente si hanno valori elevati.

Ceriani Massimo e Carelli Massimo (Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia) riportano che per la stazione pluviometrica di Milano le precipitazioni medie, massime e minime sono rispettivamente 1002.3mm, 1578.6mm e 723.0mm su un orizzonte di 216 anni (rilevazioni dal 1764 al 1981).

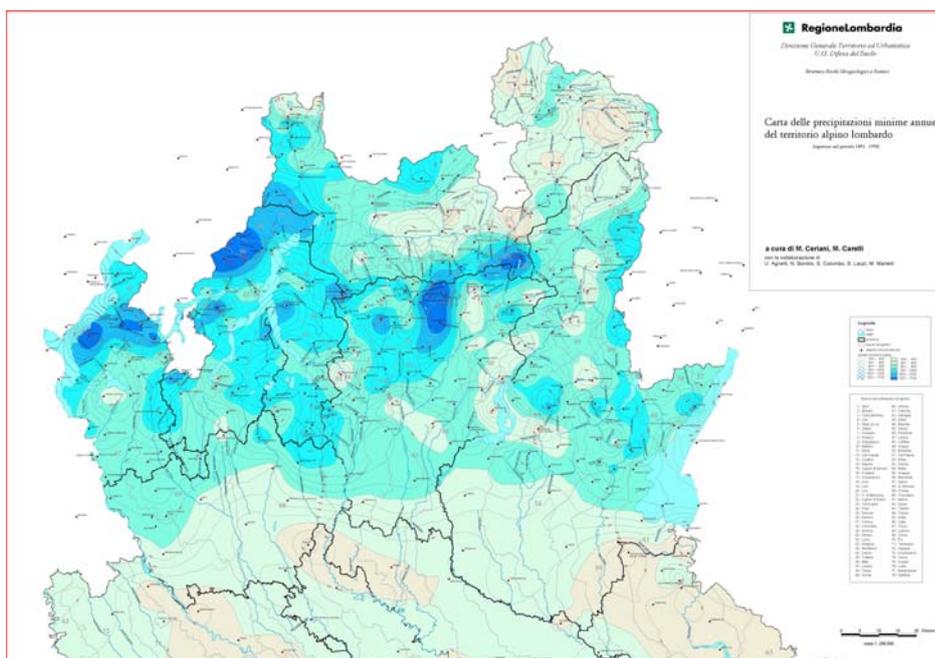
Precipitazioni	mm
Gennaio	68
Febbraio	77
Marzo	100
Aprile	106
Maggio	132
Giugno	93
Luglio	67
Agosto	98
Settembre	73
Ottobre	107
Novembre	106
Dicembre	55



*Carta delle precipitazioni medie annuali della regione Lombardia
(da Ceriani e Carelli).*



*Carta delle precipitazioni massime annuali della regione Lombardia
(da Ceriani e Carelli).*



Carta delle precipitazioni minime annuali della regione Lombardia (da Ceriani e Carelli).

Il regime pluviometrico è classificabile come sublitoraneo, intermedio fra il tipo padano e quello appenninico (OTTONE & ROSSETTI, 1980).

Condizioni anemologiche

La presenza della Catena Alpina ed Appenninica influenzano le condizioni meteorologiche della zona padana: tali sistemi montuosi interferiscono sui flussi a grande scala delle masse d'aria che transitano sul Nord d'Italia.

A causa di questo fatto, la circolazione è debole con elevata frequenza di "calma di vento" e comporta quindi un conseguente ristagno atmosferico soprattutto nei mesi invernali.

Questa caratteristica anemologica favorisce inoltre l'insorgere di fenomeni contrastanti in funzione della stagione e del periodo della giornata.

La calma atmosferica, infatti, nelle giornate estive, favorisce lo sviluppo di instabilità termoconvettiva e quindi il rimescolamento dell'aria, mentre nelle lunghe notti invernali favorisce l'accumulo di aria fredda che consente la formazione di intense inversioni termiche.

Queste ultime quando di giorno si sollevano solo di poche decine di metri dal suolo, possono dare origine ad intensi fenomeni di fumigazione e, con maggiore

gravità in presenza di nebbia, all'accumulo al suolo di tutti gli inquinanti immessi in atmosfera a bassa quota.

Nella zona di studio la velocità del vento al suolo varia da 1 m/s nel periodo invernale a 2,5 m/s nel semestre estivo.

La rosa dei venti, rilevati dalla stazione di Milano Malpensa, è riportata di seguito

Venti Prevalenti	nodi
Gennaio	N-2
Febbraio	WSW-5
Marzo	SSW-5
Aprile	SSW-5
Maggio	SSW-5
Giugno	SSW-5
Luglio	SSW-5
Agosto	SSW-5
Settembre	S-2
Ottobre	S-2
Novembre	SSW-2
Dicembre	N-2

6. ELEMENTI IDROGRAFICI

Caratteristiche generali

L'area che comprende la provincia di Milano è caratterizzata da un reticolo idrografico naturale e da una fitta rete di canalizzazioni artificiali. Il reticolo idrografico naturale ha i suoi elementi principali nei fiumi Ticino, Adda, Lambro, Olona, Seveso, Molgora; una fitta rete di corsi d'acqua secondari è presente su tutto il territorio. Inoltre l'elevato sviluppo agricolo ed industriale di questa parte del territorio lombardo ha favorito la creazione di un fitto reticolato artificiale.

Questa rete di canalizzazione distribuisce ingenti quantitativi d'acqua su tutta l'area milanese ed in particolare nelle zone caratterizzate da un reticolo naturale insufficiente o addirittura inesistente.

I corsi d'acqua naturali si presentano allineati con direzione nord-sud.

Tale allineamento si accorda con la morfologia della media pianura lombarda, con superficie debolmente inclinata verso sud.

In senso ovest-est si allunga invece il fitto reticolato idrografico artificiale, nato per mettere in comunicazione i corsi d'acqua naturali, mitigare le piene, creare vie di comunicazione navigabili ed irrigare i terreni. In funzione dell'utilizzo e dei valori di portata sono classificati come rogge, canali irrigui, canali colatori.

Il comune è inserito nel contesto morfologico compreso tra due corsi d'acqua ovvero tra il fiume Olona e il fiume Ticino a nord del canale irriguo Villoresi.

Viene sviluppata un'ampia descrizione dei due fiumi ed una breve nota sul reticolo idrico minore.

Fiume Olona

Aspetti geografici e territoriali

Ubicazione generale

Il fiume Olona nasce alle pendici dei monti a nord di Varese, precisamente presso la Rasa ai piedi della Madonna del Monte ad una quota di circa 1000 m. Entra in provincia di Milano dopo un percorso di circa 60 km presso il comune di Legnano, attraversa i comuni di Nerviano, Pogliano Milanese, Pero e Rho. Dista dal territorio del comune di circa 6 km; entra in località Cascina Torrazza nell'abitato di Milano e, completamente tombinato, esce con il nome di Lambro Meridionale dopo un percorso di circa 10 km. La lunghezza totale del fiume è stimata intorno ai 104 km.

Affluenti

Durante il suo tragitto, attraversata la città di Varese, riceve da sinistra il contributo del torrente Bevera e, da destra, le acque del Rio Velone; poco più a sud, in località Valle Folla, raccoglie le acque del Rio Ranza, il cui corso ha origine, con il nome di torrente Clivio, dalle pendici del Monte S.Giorgio, in territorio svizzero. A Rho il corso d'acqua viene deviato mediante un'opera di presa che lo scarica nel ramo Olona del Canale Scolmatore, per proseguire nel Colatore del Lambro Meridionale. Nel territorio di Milano, nel fiume Olona, si scaricano il torrente Merlata (nel quartiere QT.8) ed il torrente Mussa (in piazza Stuparich) raccoglitori degli scoli delle Groane. Tra i corsi d'acqua artificiali troviamo il Canale Villaresi, che l'Olona sottopassa a Nerviano, il Naviglio Grande, il Canale Scolmatore delle piene di nord-ovest e il deviatore del fiume Olona, nei pressi di Rho.

Ampiezza del bacino idrografico

Il bacino imbrifero naturale dell'Olona, chiuso in corrispondenza della presa "Olona 1" del Canale Scolmatore di Nord Ovest, a monte di Rho, ha un'estensione pari a 222 km² ed è caratterizzato come altri bacini postlacuali da due zone chiaramente distinte: una prima zona montana che si estende dal limite superiore del bacino fino a Ponte Gurone, di area pari a 97 km² e una seconda

zona, costituita da territorio decisamente più pianeggiante, da Ponte Gurone alla sezione di chiusura (in totale 475 km²). La parte montana del bacino ha una forma a Y, dove il ramo occidentale è rappresentato dal bacino dell'Olona vero e proprio mentre la parte orientale è costituita dal territorio tributario del torrente Bevera, del torrente Clivio e del Rio Ranza. Al ramo occidentale, il più urbanizzato tra i due, appartengono gli abitati di Varese e di Induno Olona, mentre il ramo orientale, salvo alcuni centri abitati di modeste dimensioni, è per la maggior parte costituito da territorio boschivo ed agricolo. A valle di Ponte Gurone, dove ha inizio il territorio più pianeggiante, il bacino assume una forma molto stretta ed allungata in direzione nord-sud, alternando zone densamente urbanizzate ed altre in cui permane una considerevole frazione di terreno agricolo e boschivo.

Complessivamente il bacino idrografico dell'Olona è di 475 km², dei quali 121 in provincia di Milano; la lunghezza del fiume è di 104 km, dei quali 40 in provincia di Milano.

Aspetti geologici e morfologici

Il bacino del fiume Olona si colloca a cavallo tra la zona collinare pedemontana delle province di Varese e Como e la zona dell'alta pianura della provincia di Milano. Da un punto di vista morfologico il bacino del fiume Olona può essere differenziato in tre settori:

- ◆ settentrionale: caratterizzato dalla propaggini del sistema dei rilievi in substrato roccioso e dalla presenza delle creste moreniche principali;
- ◆ centrale: definito dalla serie di terrazzamenti fluvioglaciali che bordano l'incisione principale del corso d'acqua;
- ◆ meridionale: caratterizzato da un unico piano di riferimento dove si confonde anche l'alveo fluviale.

Si possono distinguere all'interno del bacino del fiume Olona diverse Aree Morfologiche:

Aree di affioramento del substrato roccioso in forma di grossi dossi, frequentemente coperti da depositi glaciali con valli spesso incise in forma di forre.

Aree a morfogenesi carsica caratterizzate da versanti e pendii incisi da valli carsiche.

Aree dei cordoni morenici localizzate sui versanti in substrato roccioso, dove prevale la morfologia glaciale d'erosione e d'accumulo.

Aree dei pianalti antichi costituite dai terrazzi glaciali e fluvioglaciali intensamente rimodellati, delimitati da una scarpata morfologica continua e ben evidente, incisi da una rete idrografica molto sviluppata.

Aree dei pianalti intermedi rappresentati da terrazzi fluvioglaciali modernamente rimodellati, anch'essi perimetrati da una scarpata morfologica evidente e continua, solcata spesso da incisioni laterali molto sviluppate; la rete idrografica è costituita da rari corsi d'acqua.

Aree delle morene rissiane che racchiudono le zone dei cordoni morenici così ben rappresentati, soprattutto riferiti a quelli a nord di Varese, quello di Solbiate e quello di Oltrona San Mamette.

Aree dei terrazzi würmiani che comprendono tutta la zona di pianura costituita dal ripiano fondamentale; la rete idrografica è del tutto assente.

Aree delle piane postglaciali rappresentate dal piano alluvionale recente del corso dell'Olona, non solo riferito al settore della pianura, ma anche in quello collinare e pedemontano; la delimitazione di queste aree è sempre piuttosto evidente, essendo costituita da orli di scarpate d'erosione.

Accanto a questi riferimenti di carattere zonale si rinvencono anche elementi di geomorfologia lineari o puntuali: nel settore pedemontano, in substrato roccioso, predominano le culminazioni costituite dalle cime e, in qualche caso, da elementi di carsismo superficiale quali doline o grotte; accanto a queste manifestazioni si rinvencono anche le sorgenti carsiche, per lo più localizzate alla base dei massicci carbonatici. Ancora in questo settore la struttura degli alvei fluviali costituisce un elemento d'indubbio significato, trattandosi per lo più o di strette incisioni delimitate da ripide pareti o da ampie vallate circoscritte da scarpate molto evidenti. I tratti di passaggio tra la parete pedemontana e quella collinare degli affluenti dell'Olona sono contraddistinti da ampie vallate con versanti poco acclivi. Gli elementi puntuali che contraddistinguono in misura evidentissima il settore collinare sono costituiti dalle creste moreniche, rappresentate da dossi

allungati, disposti in forma orientata, che in genere perdono parte della loro fisionomia secondo la loro età.

Nel settore della pianura nei passaggi tra ripiani posti a quote differenti sono marcati gli orli di terrazzo principali, che bordano i margini e raccordano i diversi ripiani tra loro.

Il bacino del fiume Olona è contraddistinto da una varietà notevole di condizioni geolitologiche; procedendo nel senso del suo sviluppo morfo-idrografico, cioè da nord verso sud, si possono incontrare tutti i termini che costituiscono la serie completa delle formazioni geologiche contenute nella successione lombarda. Si passa, infatti, da termini geologicamente più antichi a quelli più recenti: ciò vale soprattutto per le formazioni in substrato roccioso, perché per quelle della copertura questa fisionomia di disposizione non è del tutto rispettata. In corrispondenza del bacino del fiume Olona si possono distinguere, all'interno dell'ammasso roccioso, i vari Complessi Litologici a cui si è fatto riferimento in dettaglio nella parte generale.

Descrizione dell'alveo

Le caratteristiche del territorio attraversato dall'Olona sono notevolmente differenti nelle due porzioni in cui il bacino viene diviso dall'autostrada A8 Milano-Laghi. Nell'area a monte, corrispondente alla vera e propria Valle dell'Olona, il fiume scorre in una valle profondamente incisa con i centri abitati posti in posizione elevata sulle colline. Lungo il suo corso il fiume è contiguo o attraversa una serie d'insediamenti industriali, molti dei quali avevano, o hanno tuttora, la concessione a derivare acqua per uso lavorativo o per la produzione di energia elettrica. La larghezza dell'alveo varia mediamente tra gli 8 e i 12 metri: spesso si osservano notevoli restringimenti della sezione trasversale in corrispondenza dei ponti.

Nell'area a valle, invece, totalmente pianeggiante, l'Olona attraversa i due più grossi centri abitati del bacino, Castellanza e Legnano, scorre poi per un certo sviluppo in aree agricole, taglia nuovamente degli abitati (Nerviano e Pogliano Milanese) e infine defluisce ancora per un breve tratto in aperta campagna. Nelle zone esterne ai centri abitati l'Olona presenta numerose diramazioni e biforcazioni. Le sezioni risultano mediamente di larghezza compresa tra 12 e 16

metri, tranne che in alcuni tratti dove la dimensione trasversale si riduce fino a 6÷8 metri. Come per il tratto precedente, anche in questo caso i ponti creano spesso notevoli restringimenti.

Aspetti idraulici

L'estrema eterogeneità del territorio preso in esame mette in luce la complessità delle geometrie dei corpi sedimentari nel sottosuolo e dei loro reciproci rapporti dal punto di vista della circolazione idrica sotterranea e in relazione alla possibilità di instaurarsi dei corpi acquiferi.

Nel settore settentrionale il flusso idrico sotterraneo è localizzato all'interno delle alluvioni di fondovalle e in una circolazione talora profonda, le cui emergenze si manifestano attraverso sorgenti. Per la porzione centrale del territorio, la circolazione idrica è assai più complessa e caratterizzata da un'estrema frammentazione degli acquiferi. In questo caso la limitata estensione delle falde e la variabilità delle caratteristiche idrauliche della stessa sono da correlare alla natura glaciale e fluvioglaciale dei depositi.

Nel settore meridionale si evidenzia un complesso acquifero di tipo multistrato, nel quale non è sempre possibile individuare dei sottoinsiemi; infatti, i locali e discontinui livelli impermeabili non possono escludere interscambi idrici sia in senso orizzontale sia verticale.

Facendo esplicito riferimento ad alcune situazioni esemplificative riguardo alla tipologia e la disposizione degli acquiferi sotterranei si può osservare che nella porzione sommitale del bacino l'andamento molto irregolare del substrato roccioso condiziona non poco la presenza di spessori della copertura tali per cui si ritrovi l'acquifero sotterraneo; tra i depositi grossolani prevalgono nettamente i conglomerati che presentano spessori raramente considerevoli (tipica è la successione che compare in corrispondenza del torrente Bevera). Al di sopra del basamento roccioso è presente sempre un orizzonte argilloso che, comune in tutte le situazioni di margine pedecollinare, può raggiungere spessori di un certo rilievo e costituisce la base impermeabile di tutta la successione litologica. Nella zona di transizione tra la parte pedemontana e quella collinare la successione sotterranea è caratterizzata dalla presenza di forti spessori di depositi argillosi, collocati soprattutto alla base della successione; a mano a mano che si procede

verso la porzione più meridionale della pianura prende corpo e consistenza la differenziazione della caratteristica di acquifero multistrato, tipica della fisionomia idrogeologica della pianura.

Andamento delle portate

Il regime dell'Olona è tipicamente prealpino, con due periodi di piena in primavera e in autunno e con periodi di magra in inverno e in estate. I dati in possesso della Provincia di Milano non consentono di effettuare, al momento, alcuna elaborazione significativa in merito alle massime portate transitive. Bisogna considerare però che il flusso idrico del fiume risente pesantemente degli afflussi dovuti alle acque di scarico che nel tratto fino a Legnano contribuiscono dal 30% all'80% e da Legnano a Milano dal 77% all'86%. E' possibile dare una stima approssimativa della portata media del fiume di 2.5 m³/s di cui la maggior parte dovuta ad acqua di scarico.

Nel territorio di Rho è posta l'opera di scolmatura delle piene denominata "Olona 1", attraverso la quale possono venire deviati nel Canale Scolmatore di nord-ovest fino a 25 m³/s. Nel tratto tra la presa "Olona 1" e la presa "Olona 2", in sinistra orografica, vi è l'immissione dei torrenti Bozzente e Lura i cui bacini delimitano ad est il bacino dell'Olona. In realtà, durante le piene, la maggior parte della portata del torrente Bozzente entra nell'Olona a monte della presa "Olona 1", attraverso due condotti artificiali che prelevano la portata del Bozzente stesso a nord dell'abitato di Rho. Dalla presa "Olona 2", il fiume percorre un breve tratto (circa 5 km) al termine del quale entra nell'abitato di Milano, al quartiere Gallaratese, da cui prosegue, completamente tombinato, fino all'attraversamento del Naviglio Grande oltre il quale continua, come già accennato, con il nome di Lambro Meridionale.

Fiume Ticino

Durante le piene il Ticino è in grado di esercitare una notevole capacità erosiva. L'azione delle acque e la capacità di trasporto della corrente contribuiscono a modificare la conformazione dell'alveo a tal punto che spesso da un anno con l'altro si può assistere a radicali cambiamenti del tracciato. Nell'arco di un anno, infatti, si verificano facilmente l'abbandono dell'alveo attuale e il ripristino di vecchi alvei abbandonati, ormai ricoperti di vegetazione, oppure l'attivazione di nuovi alvei che la forza della corrente riesce a scavare.

Le esondazioni che accompagnano questa piene spesso riguardano zone rivierasche disabitate o comunque poco abitate: la connotazione agricola del territorio si manifesta con piccoli centri isolati, sorti attorno ad antiche cascine, generalmente a distanza notevole dal corso d'acqua.

A testimonianza di questa situazione c'è la scarsità di opere di protezione spondale. Molto spesso i tratti dove il fiume esonda arrecando danni vengono arginati: la mancanza di argini indica l'assenza o comunque l'irrilevanza dei danni prodotti dalle periodiche alluvioni del fiume.

L'attività erosiva del fiume e il continuo cambiamento d'alveo che spesso ne consegue comportano l'accumulo di materiale ghiaioso lungo le sponde. Questo fenomeno diventa particolarmente pericoloso durante gli eventi di piena, in quanto questo materiale viene rimesso in movimento e trasportato dalla corrente.

Aspetti geografici e territoriali

Ubicazione generale

Il Ticino ha una lunghezza totale di 248 km, nasce nel massiccio del San Gottardo a 2685 m, scorre nel territorio svizzero bagnando Bellinzona ed entra nel lago Maggiore, dal quale esce a Sesto Calende, in provincia di Varese. All'altezza di Nosate entra in provincia di Milano e segna per un buon tratto il confine fra Piemonte e Lombardia, poi il confine fra la provincia di Milano e quella di Pavia; Nosate, Castano Primo, Turbigo, Robecchetto con Induno, Cuggiono, Bernate Ticino, Boffalora sopra Ticino, Magenta, Robecco sul Naviglio, Abbiategrasso, Morimondo, Besate e Motta Visconti sono i comuni segnati dal Ticino, che esce dalla provincia all'altezza del comune di Motta Visconti; a questo

punto entra nella provincia di Pavia, attraversa il capoluogo e sbocca nel Po a circa 5 km a valle della città.

Affluenti

All'interno della complessa rete idrografica che interessa il tratto sublacuale si possono distinguere i componenti naturali da quelli artificiali.

Da nord verso sud in sponda sinistra si trovano il torrente Lenza, che nasce presso il lago di Monate e sfocia nel Ticino presso Sesto Calende; presso Somma Lombardo scorre il torrente Strona che nasce dalle morene a sud del lago di Varese, presso Daverio e Galliate, ed è lungo circa 13 km.

Nel tratto d'interesse provinciale da Vizzolo Ticino a Motta Visconti non si hanno che piccole rogge alimentate da residui d'irrigazione e da emergenze di falda, fra le quali si possono ricordare la Roggia Arno a Turbigo, la Roggia Donda a Bernate, le rogge Bacile, Cornice, Il Riale e Don Antonio a Motta Visconti. Attorno a Pavia confluiscono le rogge Pellegrini Carminati, Carezza, Grande, Vernavola e Borromeo.

In sponda destra l'unico affluente di una certa importanza è il torrente Terdoppio, che nasce a Divignano e sfocia nel Ticino dopo aver attraversato Cerano, oltre 40 km.

Le utilizzazioni a scopo irriguo e idroelettrico hanno determinato la realizzazione di una fitta rete di canali artificiali che si dipartono e confluiscono nel fiume. Dal Ticino prendono origine il canale Villoresi, il Naviglio Grande e il Naviglio di Bereguardo, mentre confluiscono il canale scolmatore del nord-ovest Milano e il Naviglio di Pavia.

Ampiezza del bacino idrografico

Il bacino imbrifero misura 7401 km², dei quali 802 appartengono al tratto sublacuale, e si estende fra la quota massima di 2685 m e quella minima di 62 m. La lunghezza del fiume è di 248 km.

In provincia di Milano la superficie racchiusa dal bacino, che si estende fra la quota di 140 m a Nosate e di 86 m a Motta Visconti, è di 597 km²; la lunghezza complessiva in provincia è di circa 48 km.

Aspetti geologici e morfologici

Allo sbocco dal lago Maggiore il Ticino scorre in una valle d'ampiezza crescente da nord verso sud, incassata rispetto al livello della pianura e delimitata da questa da terrazzi d'altezza variabile. Da Tornavento (appena a nord del confine provinciale) a Boffalora è largo 100 m con pendenza di m 1.60 per km, in piena la larghezza arriva fino a 375 m. Nel tratto da Boffalora a Pavia è invece largo 120 m con pendenze di 0.60 m per km mentre in periodi di piena si arriva fino a 400÷460 m. La profondità media varia da m 1.5 a m 4.0 e la velocità è in genere elevata: si passa da 5.25 m/s allo sbocco del Lago Maggiore fino a 4.4 m/s a Boffalora e da qui a Bereguardo decresca fino a raggiungere 2 m/s. Il dislivello tra il fiume e il piano generale della campagna circostante tende progressivamente a diminuire procedendo da nord verso sud: a Oleggio è di 50 m mentre a Vigevano di 20 m.

Nella zona lacuale e pedemontana è possibile notare affioramenti di "ceppo", in particolare nell'anfiteatro del Verbano. Al di sopra del "ceppo" si trovano depositi per lo più morenici legati alla grande glaciazione del Mindel, che hanno costituito il paesaggio morfologicamente movimentato da colline. Discendendo verso valle, infatti, si incontrano colline moreniche di 300÷500 m di altezza, che degradano fino a 100÷200 m nella media pianura fino a 50÷100 m nella zona della bassa pianura attorno a Pavia.

Nel tratto di pianura è possibile notare la successione di depositi morenici d'origine glaciale e fluvioglaciale (d'epoca Mindel, Riss e Würm), caratterizzati da ciottoli, ghiaia, sabbia e limi che costituiscono il livello fondamentale della pianura. Spesso è possibile trovare strati d'alcuni metri di "ferretto", alternati fra i depositi morenici, formati in seguito a processi d'alterazione delle rocce calcaree e dolomitiche costituenti i depositi.

Durante le fasi interglaciali il fiume scorreva verso il mare, che occupava gran parte dell'attuale pianura, trasportando materiale solido in abbondanza, che depositava al rallentare della velocità.

Al termine dell'ultima glaciazione würmiana il fiume si è scavato il proprio percorso attraverso lo strato pleistocenico della pianura, depositando a valle i materiali erosi a monte e operando un continuo rimodellamento dell'alveo.

L'azione d'erosione e deposito del fiume portano a frequenti cambiamenti di percorso: i terrazzamenti portano alla luce l'Alluvium antico d'epoca olocenica, mentre le alluvioni recenti e attuali costituiscono gli alvei di piena e di magra del fiume.

Il Ticino conserva la tendenza piuttosto marcata a divagare e modificare il proprio percorso, in particolare dopo gli eventi di piena, spesso spostando il proprio corso d'alcune decine di metri. Le opere di protezione spondale, l'attività estrattiva e le opere di derivazione hanno snaturato il comportamento del fiume, limitando in gran parte quelle modifiche nel percorso, i salti di meandro e l'abbandono d'alvei, che possono provocare danni all'attività antropica esistente sul fiume.

Il regime idrologico del fiume è condizionato dal cosiddetto "potere moderatore del Lago Maggiore" sul tratto sublacuale del Ticino, che ha effetti di riduzione d'oscillazione delle portate determinate da eventi meteorici e di aumentare il tempo occorrente a far defluire tali portate.

Aspetti idraulici

Andamento delle portate

La portata del fiume è determinata non solo dal lago Maggiore, ma anche dall'acqua di falda che il fiume drena dalla campagna circostante. La morfologia della valle, così incassata rispetto al livello della pianura, porta alla formazione di fenomeni di "risorgenza" in alveo.

In realtà bisognerebbe parlare di "emergenza di falda" in quanto il termine risorgenza è appropriato in caso di acque fluviali, mentre in questo caso si tratta di acque di falda, drenate dal fiume perché posto a quote inferiori rispetto a quelle della falda.

L'azione drenante raggiunge il massimo in corrispondenza della fascia dei fontanili, ove gli apporti risultano particolarmente importanti, mentre a monte di Turbigo e a valle di Abbiategrasso questi contributi decrescono abbastanza rapidamente. Accanto a questa azione drenante il Ticino esercita durante i periodi di piena un'azione d'alimentazione, ricaricando la falda e portando un

considerevole aumento globale delle risorse idriche, visto l'elevato coefficiente di ritenzione delle alluvioni fini della media e bassa pianura.

E' possibile stimare questi contributi della falda alla portata complessiva del fiume in circa 27 m³/s.

Praticamente ininfluenti sono gli apporti dati dai corsi d'acqua naturali, visto che l'affluente principale, il torrente Strona, è completamente asciutto per gran parte dell'anno. La portata a valle della diga della Miorina, nel tratto sublacuale, può essere stimata in 300 m³/s, con punte massime di 1300 m³/s e minime di 100 m³/s.

ELEMENTI IDROGRAFICI

Introduzione

L'analisi del reticolo idrico è stata svolta in conformità a quanto previsto dalla DGR 7/7868 del 25 gennaio 2002 *“Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica”* e della nuova delibera n. 7/13950 del 28 agosto 2003. Le modalità di analisi sono riportate nell'allegato specifico.

Risultati

La superficie dell'area in esame non è attraversata da nessun reticolo idrografico principale e non è stata individuata la presenza di opere di canalizzazione e reticoli idrici minori.

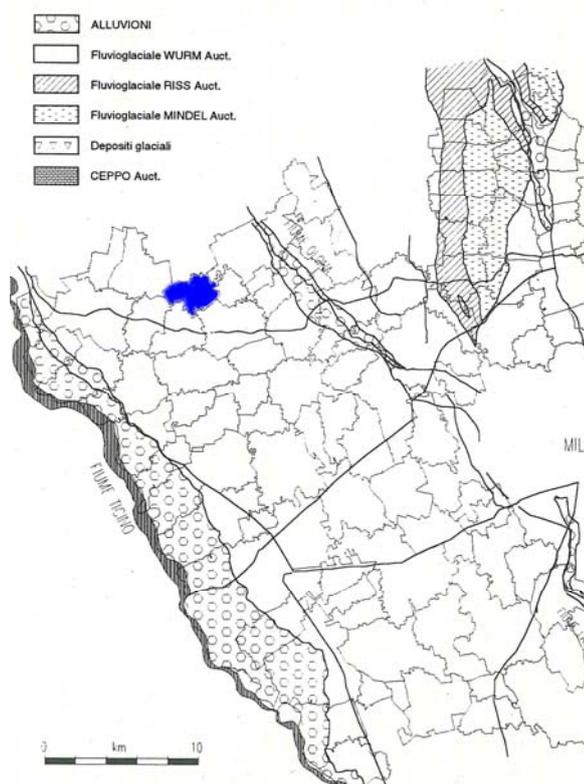
7. ELEMENTI IDROGEOLOGICI PROVINCIALI

Caratteristiche generali

Il settore nord-ovest della Provincia di Milano è caratterizzato dai depositi fluvioglaciali würmiani costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limosa interessati dall'azione erosiva dei fiumi Ticino e Olona e dalle rispettive alluvioni.

La rete idrografica superficiale è modesta, ad eccezione dei sopraccitati fiumi; ciò è da imputare alla maggiore possibilità d'infiltrazione delle acque superficiali, dovuta all'elevata permeabilità dei depositi, che di conseguenza vanno ad alimentare la falda.

Gli innalzamenti sono più contenuti in prossimità del Fiume Ticino, con incrementi via via progressivi spostandosi verso Est, dove si raggiungono valori di escursione positiva di 4 - 5 m



Carta geologica semplificata tratto da lineamenti idrogeologici Provincia Milano

La possibilità di ricostruzione delle geometrie e delle litologie presenti nel sottosuolo si affida alla disponibilità delle stratigrafie dei pozzi per acqua della zona e all'uso dei lineamenti idrogeologici redatto dalla Provincia di Milano Assessorato all'Ambiente (1995).

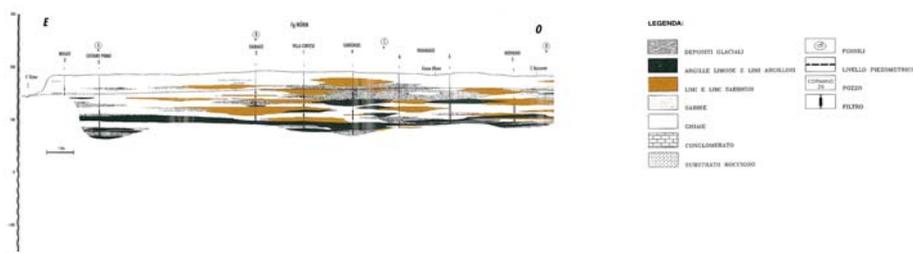
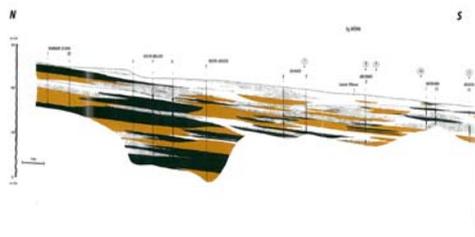
La sezione N-S, descrive la parte occidentale della "dorsale" di Gallarate, che ritroviamo al di sotto di una copertura di circa 40 m di depositi alluvionali a Busto Arsizio.

Il livello piezometrico raggiunge la base dei depositi würmiani, gli acquiferi captabili sono tutti contenuti entro i sedimenti attribuiti al Pleistocene medio e antico, come nel caso di Gallarate.

I sedimenti würmiani vengono ad assumere un più rilevante spessore nel territorio comunali.

Nella parte meridionale il livello della falda si mantiene ad una soggiacenza di circa 40m, in relazione alla struttura idrogeologica.

Nella sezione E-O la dorsale Gallarate risulta presente fra i territori di Dairago e Canegrate, in questa area si riscontra una locale riduzione della trasmissività dell'acquifero.



Provincia di Milano Assessorato all'Ambiente e Politecnico di Milano D.S.I.M. - Geologia Applicata - Le risorse idriche sotterranee nella Provincia di Milano - Vol. I: Lineamenti idrogeologici - 1995

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

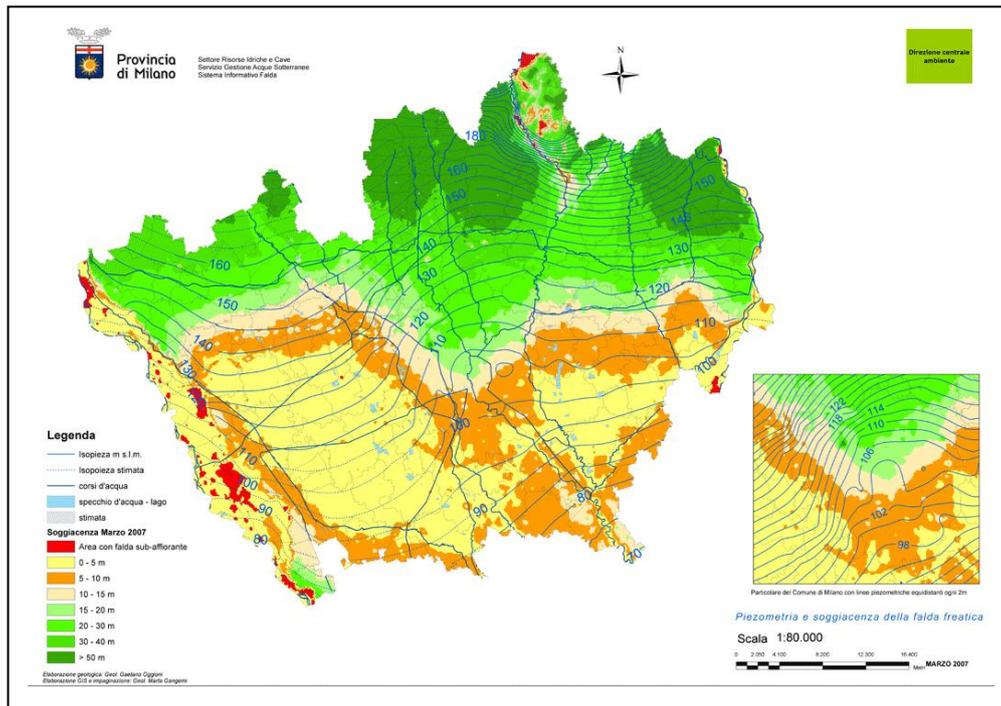
La ricostruzione della struttura idrogeologica ha la finalità di individuare la geometria e la litologia del cosiddetto acquifero tradizionale, cioè di quei sedimenti che ospitano le falde captate da tempo nella pianura milanese.

I diversi approcci seguiti dagli autori hanno portato a diverse suddivisioni che vengono riportate nello schema sottostante.

DENOMINAZIONI UTILIZZATE PER LA DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO							
	UNITA' LITOLOGICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' STRATIGRAFICHE	ETA'	UNITA' IDROGEOLOGICHE
	Mazzarella S. e Martinis B.		Francani V. e Pozzi R.		A.G.I.P.		Avanzini M. et Al.
	LITOZONA GHIAIOSO- SABBIOSA	ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Diluvium recente)	I ACQUIFERO	ALLUVIONE	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA' GHIAIOSO- SABBIOSA
FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL AUCT. (Dil. Medio-Antico)			II ACQUIFERO	PLEISTOCENE MEDIO		UNITA' GHIAIOSO- SABBIOSO- LIMOSA	
CEPPO AUCT.						UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI	
	LITOZONA SABBIOSO- ARGILLOSA	ACQUIFERI PROFONDI	VILLAFRANCHIANO	III ACQUIFERO	SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA' SABBIOSO- ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
	LITOZONA ARGILLOSA					(CALABRIANO)	UNITA' ARGILLOSA (facies marina)

Caratteristiche dell'acquifero

La falda presente nella zona ovest della Provincia di Milano, compresa tra Busto Arsizio, Legnano e Magenta, è indicata come "monostrato" nel senso idraulico. È caratterizzata da una superficie della prima falda a media profondità che passa da valori intorno ai venti metri nella porzione settentrionale, a valori intermedi dell'ordine di una decina di metri verso il fiume Ticino e a valori inferiori a 8 metri nella parte meridionale dell'area, con sensibili escursioni stagionali legate principalmente alle irrigazioni.



Le linee di flusso indicano la direzione di scorrimento delle acque sotterranee. La falda presenta un moto quasi unidirezionale con andamento principale da nord-nord ovest a sud –sud est. Ciò significa che il fiume Ticino esercita un'azione drenante nei confronti della falda e che pertanto le acque del sottosuolo vanno ad alimentare il fiume. La superficie piezometrica risulta avere una soggiacenza media di circa 30 metri rispetto al piano campagna. Le escursioni stagionali sono elevate, dell'ordine di 2-3 metri l'anno, con massima soggiacenza invernale e minima estiva; questo fenomeno è dovuto alla forte irrigazione del territorio a scopo agricolo. Le linee di flusso hanno generalmente un andamento nord – sud, con locali variazioni in prossimità del fiume Ticino dove assumono un andamento est – ovest.

Elementi geoterritoriali comunali

Caratteristiche litostratigrafiche comunali

La stratigrafia del territorio comunale è stata ricostruita utilizzando i dati presenti nelle stratigrafiche dei pozzi esistenti nel territorio comunale e in quelli dei comuni limitrofi di: Busto Garolfo, Villa Cortese, San Giorgio su Legnano, Busto ed altri.

Dai dati raccolti si evidenziano tre litozone al di sotto della copertura superficiale di terreno vegetale:

- Litozona ghiaiosa - sabbiosa: è costituita da sedimenti grossolani ghiaioso-sabbiosi con rare intercalazioni di conglomerati, ghiaie argillose e argille; sono depositi di origine fluvioglaciale o alluvionale.(Riss-Wurm)
- Litozona sabbiosa: è costituita da ghiaie e sabbie alterate con lenti e banchi di argilla talora molto spessi e con frequenza maggiore verso il basso.
- Litozona argillosa: depositi ascrivibili all'Unità Villafranchiana è costituita da argille cineree con sabbia, per lo più medio-fine di prevalente deposizione marina, intercalate con sabbie medio-fini con livelli di torbe e fossili e rare lenti ghiaiose.

La prima unità è la più superficiale e si estende fino ad una profondità di circa 30m a Nord e – aumentando verso Sud fino a circa 45 m, mentre la seconda arriva fino a circa 100-150 m dal piano campagna.

Le stratigrafie dei pozzi della zona evidenziano la presenza di materiali grossolani, ghiaie con ciottoli e poca sabbia, fino ad una profondità media di circa 50 m dal piano campagna; questi sono seguiti poi da sedimenti più fini (Unità Villafranchiana), sabbie con poca ghiaia, fino a 135 - 150 m. I livelli argillosi compaiono con maggior frequenza e una certa ritmicità oltre i 100 m dal piano campagna.

Questo acquifero è di tipo monostrato con interruzioni areali di limitati livelli argillosi. La sua importanza idrogeologica deriva dalla presenza di elevati valori di permeabilità e di trasmissività e da condizioni di intensa e veloce alimentazione per infiltrazione delle acque piovane ed irrigue.

La maggior parte dei pozzi attinge dalla litozona sabbioso-ghiaiosa compresa tra 40 e 60 metri.

Alimentazione del Sistema Idrico Sotterraneo

Le fonti di alimentazione sono:

- infiltrazioni delle precipitazioni;
- alimentazione dalla falda proveniente da monte con deflussi verso valle.

La valutazione quantitativa di questi elementi è certamente complessa poiché agiscono sulla falda diversi fattori tra cui il regime di emungimento dei pozzi.

Infiltrazione superficiale dovuta a precipitazioni

L'infiltrazione superficiale dovuta alle precipitazioni è strettamente legata al periodo di piovosità, alla sua durata temporale e al volume di acqua caduta.

Lo studio dell'andamento meteorologico permette di indicare che il massimo apporto avviene nei mesi di Maggio, Agosto, Ottobre e Novembre mentre il minore afflusso si ha nei mesi invernali (Dati stazione di Milano Malpensa).

Questi apporti sostengono e reintegrano il volume presente in falda.

Alimentazione da falda

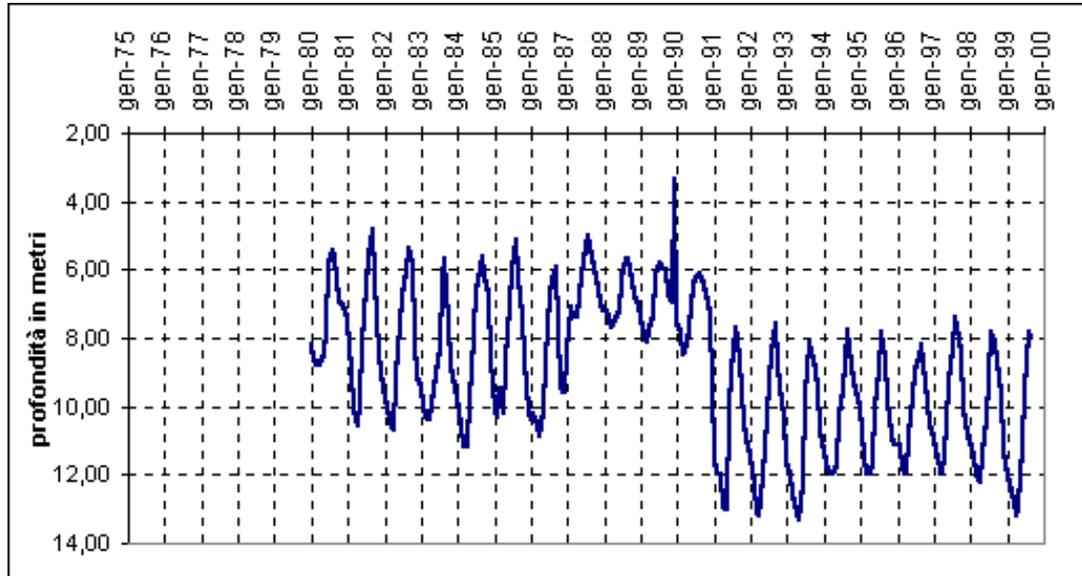
L'alimentazione della falda avviene per infiltrazione e trasmissività dell'acquifero con apporti di acqua da N -O con gradiente idraulico medio di qualche unità per mille.

Caratteristiche dell'acquifero

In linee generale, la falda presente nella zona ovest della Provincia di Milano, nell'area compresa tra Legnano e Magenta, può essere indicata come "monostrato" nel senso idraulico che si dà a questo termine.

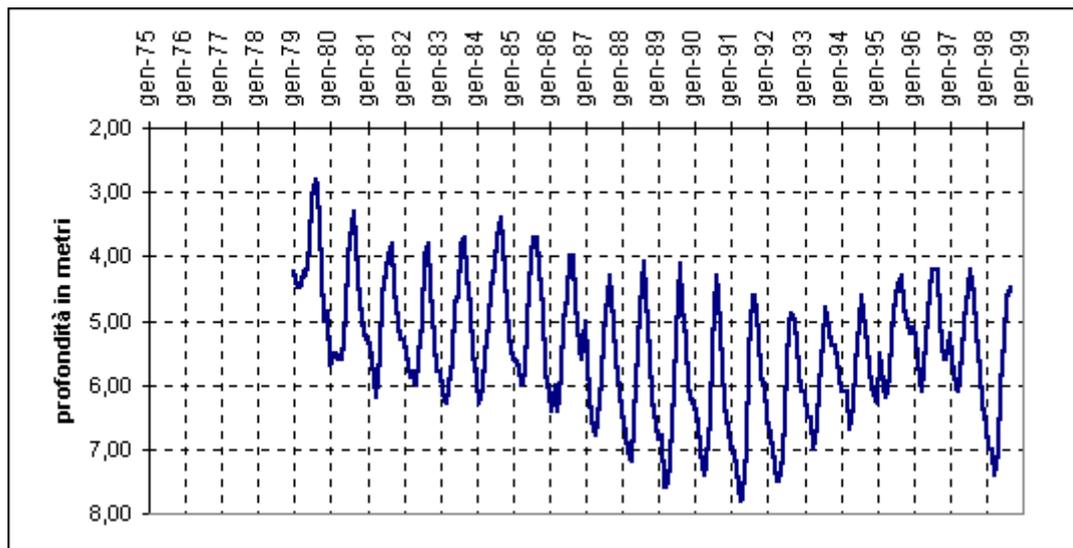
È caratterizzata da una superficie della prima falda a media profondità che passa da valori intorno ai venti metri nella porzione settentrionale, a valori intermedi dell'ordine di una decina di metri verso il fiume Ticino e a valori inferiori a 8 metri nella parte meridionale dell'area, con sensibili escursioni stagionali legate principalmente alle irrigazioni.

Nei grafici storici a livello di area sono riportati le oscillazioni di falda delle aree di Bernate, Cornaredo e Nerviano.

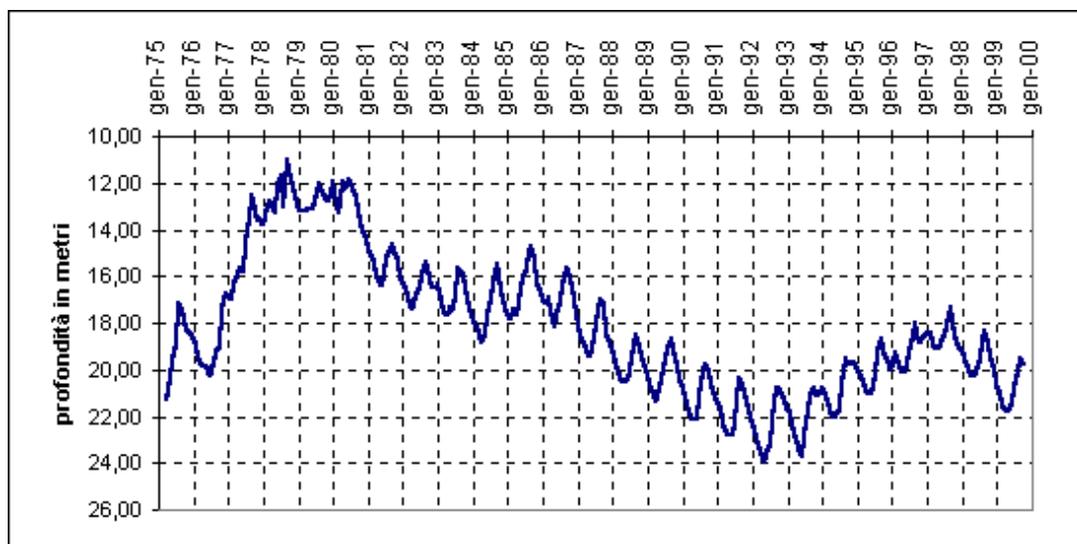


Andamento della falda di Bernate

Sono ben evidenti i cicli pluriennali d'abbassamento e innalzamento dei livelli piezometrici, caratteristica tipica in tutto il territorio milanese.



Andamento della falda di Cornaredo



Andamento della falda di Nerviano

Questi dati sono riportati a livello informativo in quanto nell'area comunale non esiste una scheda ordinata dei dati piezometri rilevati nel tempo.

Approvvigionamento idrico

Sul territorio comunale sono stati eseguiti tre pozzi per l'approvvigionamento idrico comunale, attualmente due sono in esercizio e un pozzo in disuso. **I pozzi attivi sono ubicati in via Battaglia del Don e via D. Chiesa e sono inseriti nell'area urbanizzata.**

Dai dati forniti dall'AGESP risulta che nel 2008 si è avuto un prelievo di 277.683 m³ dal pozzo di via D.Chiesa e di 397.694 m³ dal pozzo di via Battaglia del Don.

Elementi litologici

Le stratigrafie riportano gli elementi costruttivi e le aree finestate che permettono l'emungimento idrico.

La stratigrafia del territorio comunale presenta una successione uniforme di materiale alluvionale di tipo ghiaioso sabbioso che in approfondimento varia verso materiali più argillosi fino ad arrivare a livelli di argilla gialla e azzurrognola compatta. La conoscenza stratigrafica è fornita dalle stratigrafie di diversi pozzi comunali ed extra comunali che sono stati analizzati e allegati alla presente relazione.

A titolo di esempio si riporta la stratigrafia del pozzo sito in via Battaglia del Don , eseguito per l'acquedotto comunale, è stato perforato per una profondità di circa 200 metri dal piano campagna.

Dalla perforazione si è evidenziata una successione stratigrafica composta essenzialmente da ghiaie e sabbie con intercalazioni di livelli argillosi, più precisamente da:

- 0.00 a 0.40 terreno di riporto;
- 0.40 a 1.30 terreno vegetale
- 1.30 a 28.00: ghiaia con ciottoli e sabbia
- 28.00 a 30.00: argille sabbie molto sabbiose;
- 30.00 a 35.00: ghiaie con sabbie ferruginose
- 35.00 a 45.50: argilla giallastra sabbiosa;
- 45.50 a 52.00: ghiaie e sabbia pulita con ciottoli grossi;
- 52.00 a 56.00: sabbia fine argillosa
- 56.00 a 58.00: ghiaia e sabbia leggermente argillosa;
- 58.00 a 65.50: ghiaia e sabbia pulita;
- 65.50 a 69.00: argilla gialla sabbiosa;
- 69.00 a 82.00: sabbia fine argillosa con poco ghiaietto;
- 82.00 a 95.00: ghiaia con sabbia pulita;
- 95.00 a 96.50: argilla gialla;
- 96.50 a 98.00: argille cinerea con torba e lignite;
- 98.00 a 104.80: argilla cinerea compatta;
- 104.80 a 121.50: ghiaia e ghiaietto compatto con argilla;

- 121.50 a 123.60: sabbia grigia medio fine;
- 123.60 a 126.00: argilla grigia sabbiosa;
- 126.00 a 127.00: sabbia fine e media;
- 127.00 a 131.40: ghiaietto con poca sabbia;
- 131.40 a 132.60: argilla compatta grigiastra.
- 132.60 a 138.00: ghiaia e ghiaietto e sabbia con alcuni ciottoli;
- 138.00 a 143.80: argilla sabbiosa azzurra con torba;
- 143.80 a 145.50: argilla gialla compatta;
- 145.50 a 152.50: ghiaia e ghiaietto con poca sabbia;
- 152.50 a 184.10: argilla giallastra e poi azzurra sabbiosa;+
- 184.10 a 185.10: ghiaia e ghiaietto;
- 185.10 a 200.00: argilla con tracce di fossili;

Tabella 1: Schema riassuntivo dei pozzi dell'acquedotto comunale

Denominazione	Profondità (m)*	Fenestatura (prof.)
D. Chiesa	173.00(172.00)	58.0-63.0 75.0-84 104.0-108.0 125.50-127.00 129.50-134.00 142.00-145.50 168.00-169.00
Battaglia del Don	200.00(198.50)	35.00-45.50 46.50-52.00 58.00-65.50 82.00-95.00 128.00-131.00 133.00-137.50 146.00-152.50 184.50-185.10

* Viene indicata sia la profondità raggiunta dal perforo che quella del rivestimento collocato in pozzo (tra parentesi)

L'unità di misura utilizzata è il metro.

Caratteristiche idriche

Il materiale grossolano sciolto, molto permeabile, si spinge fino ad una profondità di almeno 35-40 m dalla superficie ed è sede di un acquifero non saturo superficiale.

Al di sotto di esso la falda è compresa entro livelli meno permeabili costituita dalle unità limi e limi sabbiosi

La presenza di diversi livelli semi permeabili con livelli permeabili, non continui lateralmente, porta alla formazione di piccole falde sospese a poca profondità comunque da verificare localmente .

Si rilevano, infatti, ottime portate specifiche, in genere superiori a 10 l/s con trasmissività di circa 150 cm²/s e oltre, permeabilità di circa 1-3 10⁻⁵ m/s e spessore dell'acquifero di oltre 20 m.

Questi valori sono molto simili a quelli della parte alta della pianura, dove i materiali presenti sono di dimensioni più grossolane. Questo dipende, in larga misura, dalla copiosa alimentazione che la falda riceve dalle precipitazioni,

La valle del Ticino determina un naturale ed attivo drenaggio delle acque sotterranee impinguate dalle irrigazioni con un massimo in corrispondenza della fascia dei fontanili, dove gli apporti risultano particolarmente importanti.

Oltre i 130 - 150 m di profondità si rinvengono livelli acquiferi di minore potenzialità, sino a circa 500 m dal piano campagna; inferiormente compaiono ulteriori falde caratterizzate dalla presenza d'acqua salmastra.

La valutazione del bilancio idrico consiste soprattutto nella determinazione dell'importanza relativa delle diverse modalità d'alimentazione e di deflusso della falda.

6.3 Piezometria

I dati ricavati dal Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano, inerenti la piezometria nel settembre 2007, evidenziano un livello della falda freatica intorno a circa 162-167 m s.l.m. con una soggiacenza di circa 28-38 m da p.c..

Tali valori sono confermati anche dalla carta della soggiacenza del settembre 2008, tratta sempre dal SIF della Provincia di Milano, che evidenzia una soggiacenza compresa tra i 28 e i 38 m da p.c. per il territorio comunale.

L'escursione media della falda freatica è di circa 1-2 m e massima di circa 4-5 m; la soggiacenza massima (falda più lontana a p.c.) si ha nel periodo Aprile-Maggio mentre la soggiacenza minima (falda più vicina da p.c.) nel periodo Settembre - Ottobre.

La direzione di deflusso idrico della falda superficiale varia grosso modo da Nord-Nord-Ovest a Sud-Sud- Est.

Il gradiente idraulico risulta essere relativamente costante e pari a 0.2-0.3 %.

Caratteristiche Qualitative delle Acque Sotterranee

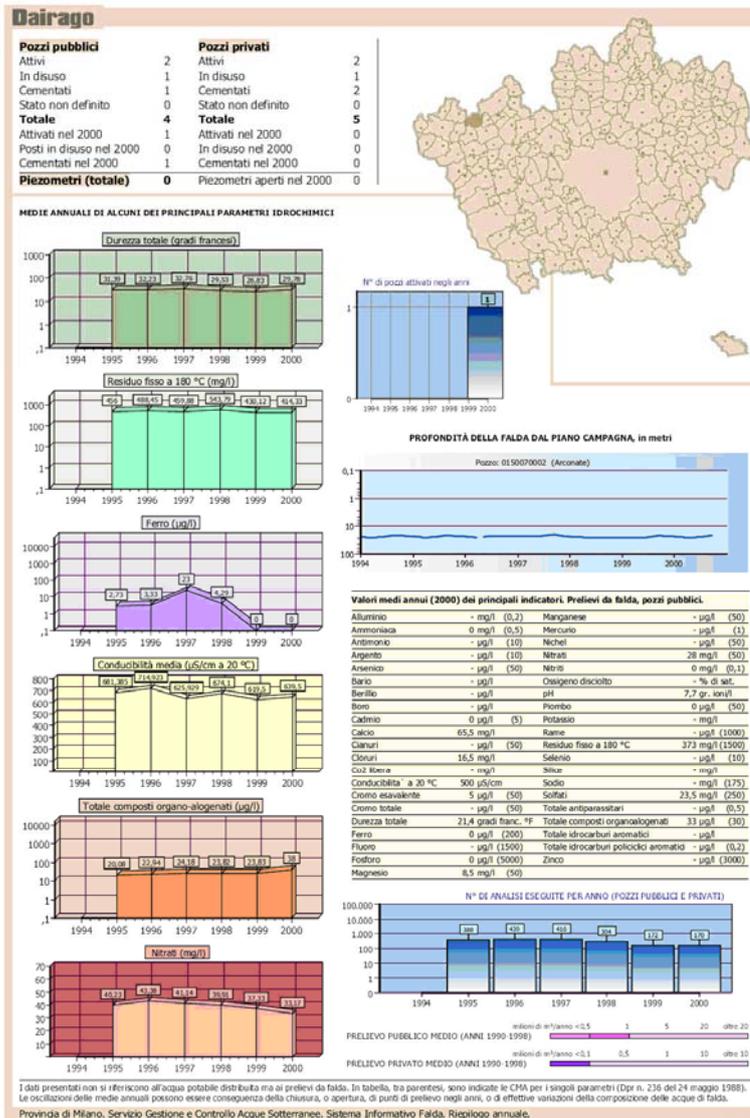
I dati relativi la qualità delle acque sotterranee sono stati forniti dalla Provincia di Milano, sezione Gestione e Controllo delle acque sotterranee.

Le analisi qualitative delle acque sono riferite al 2007 (Allegato 9)

I risultati riportati sono conformi agli standard di qualità fissati dal D.P.R 236/88.

I nitrati sono risultati al di sotto del limite disposto dalla DL 31/01.

La tendenza nel tempo evidenzia valori costanti per i parametri naturali ed alcune oscillazioni per quelli legati all'attività antropica. Il ferro, per esempio, rileva una drastica riduzione a partire dal 1997, per nitrati si osserva una modesta diminuzione nel tempo, mentre i solventi clorurati rimangono pressoché costanti; non si riscontra la presenza di prodotti fitosanitari nelle acque delle falde captate.



8. ELEMENTI GEOTECNICI

Caratteristiche generali

L'area in esame è completamente pianeggiante ed è distante dagli alvei del fiume Ticino e del fiume Olona; in questo contesto, quindi, gli aspetti morfologici sono irrilevanti.

I dati geotecnici riportati fanno parte di prove effettuate nel corso degli anni sui diversi interventi realizzati sul territorio comunale. Nel tempo è consigliabile raccogliere una documentazione che diventi una banca dati. E' utile richiederla per ogni nuovo intervento sul territorio.

Questi aspetti geotecnici se debitamente documentati ed aggiornati costituirebbero una base di riferimento per la progettazione delle fondazioni delle nuove opere e per le ristrutturazioni di edifici nell'ambito comunale. Si ritiene opportuno, in sede di progetto preliminare e definitivo di opere che comportino scavi a profondità superiore allo strato di alterazione superficiale, siano seguite le indicazioni previste dal D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione di Indicazioni in fase di progetto."

Tra i dati geotecnici necessari per il progetto dell'opera devono essere considerati in particolare la stratigrafia, le caratteristiche delle falde idriche, le proprietà geotecniche dei terreni e tutti gli altri elementi significativi del sottosuolo, nonché le proprietà dei materiali da impiegare per la costruzione dei manufatti di materiali sciolti.

Nelle fasi preliminari della progettazione si potrà far riferimento ad informazioni di carattere geologico e ai dati geotecnici deducibili dalla letteratura oppure noti attraverso indagini eseguite precedentemente sulla medesima area.

Per il progetto preliminare dovranno essere effettuate indagini geologiche e geotecniche per valutare la stabilità di insieme della zona prima ed a seguito della costruzione dell'opera in progetto, e per individuare i problemi che la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni

progettuali e dei corrispondenti procedimenti costruttivi anche per confrontare le soluzioni possibili.

Nella fase di progetto definitivo le indagini devono essere dirette ad approfondire la caratterizzazione geotecnica qualitativa e quantitativa del sottosuolo per consentire la scelta della soluzione progettuale, di eseguire i calcoli di verifica e definire i procedimenti costruttivi.

Le indagini nella fase di progettazione e di costruzione devono essere sviluppate secondo gradi di approfondimento e di ampiezza commisurati nelle varie fasi, dal progetto alla costruzione, attraverso le quali si giunge alla realizzazione dell'opera.

Per definire il profilo geotecnico, le proprietà fisico-meccaniche dei terreni, la posizione delle falde idriche e le loro caratteristiche, si raccomanda di eseguire specifiche indagini, in sito ed in laboratorio, secondo un programma definito in base alle caratteristiche del sottosuolo e dell'opera in progetto.

Lo studio geotecnico deve essere esteso alla parte del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il comportamento del manufatto stesso (volume significativo).

L'ampiezza dell'indagine deve perciò essere proporzionata alle dimensioni, al tipo, alle caratteristiche strutturali, all'importanza dell'opera, alla complessità del sottosuolo ed allo stato delle conoscenze sulla zona in esame.

Il programma delle indagini deve essere formulato in base alla prevedibile costituzione del sottosuolo, tenuto conto dei problemi in esame. I mezzi di indagine devono essere scelti caso per caso in relazione alla natura ed alla successione dei terreni nel sottosuolo, alle finalità ed alle caratteristiche dell'opera.

Le indagini geotecniche comprendono tra l'altro perforazioni o scavi di sondaggi, il prelievo di campioni, il rilievo delle falde acquifere, le prove in sito, le prove in laboratorio, le prospezioni geofisiche.

Il programma deve essere sufficientemente flessibile per consentire eventuali modifiche conseguenti alle conoscenze che si otterranno nel corso delle indagini.

Caratteristiche tecniche

Le informazioni di rilievo per la valutazione degli aspetti geotecnici di interesse sono state ricavate dalla geologia locale, dalle prove geotecniche raccolte e dalle stratigrafie dei pozzi presenti nell'ambito del territorio comunale.

Al fine della caratterizzazione dell'area in esame da un punto di vista tecnico, sono state raccolte una serie di indagini geotecniche eseguito sul territorio comunale e nelle zone limitrofe.

Si tratta nello specifico di prove penetrometriche dinamiche SCPT (Standard Cone Penetration Test) che consistono nel misurare la resistenza alla penetrazione nel terreno di una punta conica infissa per caduta di una mazza battente del peso di 73 kg da un'altezza di 75 cm, per tratti consecutivi di 30 cm.

Per ogni tratto si misurano i colpi necessari all'infissione indicati con la sigla N. Valori crescenti di questo numero corrispondono a caratteristiche tecniche progressivamente migliori.

Più specificatamente sono state prese in considerazione indagini penetrometriche in precedenza effettuate nell'area comunale fatte relativamente all'ampliamento cimiteriale in località Madonna di Campagna e all'ampliamento dell'asilo comunale sito in via Suor Chiara Tribolo.

Per quando riguarda i comuni limitrofi si prendono in considerazione le indagini geognostiche della cava di Casorezzo, relative alla costruzione di varie edificazioni quali una cabina di gas metano, la Caserma dei Carabinieri e la residenza sanitaria assistenziale presso il Comune di Busto Garolfo.

Sono state analizzate le prove penetrometriche effettuate nell'ambito del nuovo edificio comunale del Comune sito in via Ferraris di Villa Cortese.

Prove geotecniche

Indagine penetrometrica località Madonna di Campagna

Sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT. Le prove evidenziano la presenza di uno strato superficiale di 60-90 cm con buone caratteristiche geotecniche e costituito da materiale di riporto sovrastante il terreno naturale. Al di sotto si trova del terreno eluviale in posto fino ad una profondità di 2m. inferiormente si rinvencono ghiaie e sabbie, depositi

fluvioglaciali del Riss-Wurm, dove la prova eseguita va a rifiuto (superamento dei 90 colpi) ed è in corrispondenza di livelli meccanicamente resistenti costituiti da ghiaie e ciottoli.

Indagine penetrometrica in via Suor Chiara Tribolo

Sono state effettuate 4 prove fino ad una profondità di - 6.6 m. i parametri fisico – tecnici riportati in tabella sono espressi in termini di “condizioni drenate”

Riportiamo in tabella i parametri geotecnici medi più significativi:

Litologia	Profondità	Media colpi orizzonte N	γ' kN/m ³	φ'	c' KPa
Sabbie ghiaiose sciolte	1-4	Nsct 8	19	29°-30°	0
Sabbia con ghiaia ciottolosa	4-6.2	Nsct 31,2	20	32°-34°	0

Dove:

N = numero colpi penetrometrici.

γ' = peso di volume del terreno

φ' = angolo di attrito interno

C = coesione

Indagine penetrometrica nella cava di Casorezzo (Comune di Busto Garolfo)

Nell'area di proprietà della società “Cave di Casorezzo S.r.l.” sono state eseguite alcune indagini penetrometriche relativamente alle scarpate dei fronti di coltivazione.

I risultati ottenuti sono stati:

- ◆ I terreni sono caratterizzati da un orizzonte superficiale pressoché costante a bassa densità (deposito sciolto) dello spessore di circa 3 metri avente angolo di attrito interno $\varphi' = 30^\circ$ e peso di volume $\gamma = 1,41 \text{ g/cm}^3$.

- ◆ Sotto tale orizzonte il terreno presenta un maggior addensamento e buone caratteristiche fisiche del materiale avente angolo di attrito interno $\varphi' = 45^\circ$ e peso di volume $\gamma = 1,89 \text{ g/cm}^3$.
- ◆ Una verifica della stabilità a lungo termine, utilizzando il metodo su pendio indefinito e considerando $F = 1,3$, ha individuato valori di angolo di scarpata massimi:
 - per il primo strato di 23° ;
 - per il secondo strato di 35° .

Indagine penetrometriche per la cabina gas metano (Comune di Busto Garolfo)

Dalle prove effettuate risulta che per uno spessore medio di 2 – 3 m le caratteristiche del terreno non sono ottimali, indicando la presenza di materiale sciolto a bassa densità; sotto tale orizzonte, invece, gli strati inferiori presentano caratteristiche decisamente migliori.

Indagini geotecniche per la costruzione della caserma dei Carabinieri in via Pascoli (Comune di Busto Garolfo)

Sono state condotte 6 indagini penetrometriche dinamiche continue a punta conica. E' stato utilizzato un penetrometro leggero (tipo "Nordmeyer") con una punta conica di 51 mm di diametro, infissa nel terreno per caduta di una mazza battente di 20 kg da un'altezza di 50 cm.

E' stato rilevato il valore di N, numero dei colpi della mazza battuti per infissione unitaria di 10 cm dell'asta.

Si sono individuati dall'alto verso il basso i seguenti litotipi:

- Litotipo A: superficiale. Profondità media di 1,35 m (min. 1,10 m e max. 1,60) Costituito da sabbie ghiaioso-ciottolose abbastanza addensate. . Valore medi di N = 10-20.
- Litotipo B: intermedio. Profondità media di 2,50 m. Costituito da sabbie ghiaiose sciolte. . Valore medi di N = 4-8.
- Litotipo C: profondo. Fino alla profondità investigata e oltre. Valori medi di N > 15 – 20.

Riportiamo in tabella i parametri geotecnici medi più significativi:

LITOTIPO	N	γ' t/mc	φ'	C Kg/cmq
A	10 - 20	1,9	29° - 30°	0
B	4 - 8	1,8	28° - 30°	0
C	> 15 - 20	1,9	32° - 33°	0

Dove:

N = numero colpi penetrometrici.

γ' = peso di volume del terreno

φ' = angolo di attrito interno

C = coesione

Indagini geotecniche per la costruzione di R.S.A. (Residenza Sanitaria Assistenziale – Busto Garolfo).

Sono state compiute due diverse campagne di rilevamento di dati geotecnici ubicate in due posizioni geografiche differenti e precisamente in:

1. via di Dio,
2. via XXIV maggio angolo via Mazzini.

1. Indagine in via di Dio.

Sono state fatte 8 prove penetrometriche dinamiche continue a punta conica (penetrometro tipo "Nordmeyer").

Sono stati identificati tre diversi litotipi dall'alto verso il basso:

- Litotipo A: Profondità media di 0,95 m (min. 0,60 m, max 1,30 m). Costituito da sabbie ghiaioso ciottolose abbastanza addensate. Valore medi di N = 10 – 20.
- Litotipo B: Profondità media di 2,10 m (min. 1,70 m, max 3,50 m). Costituito da sabbie ghiaiose sciolte. Valore medi di N = 4 – 8.

- Litotipo C: profondo oltre la profondità investigata. Costituito da sabbie e ghiaie con ciottoli molto addensati. Valore medi di $N > 15 - 20$.

Riportiamo in tabella i parametri geotecnici medi più significativi:

LITOTIPO	N	γ_t t/mc	φ'	C Kg/cmq
A	10 - 20	1,9	29° - 30°	0
B	4 - 8	1,8	28°	0
C	> 15 - 20	1,9	32° - 33°	0

Dove:

N = numero colpi penetrometrici.

γ_t = peso di volume del terreno

φ' = angolo di attrito interno

C = coesione

Indagine in via XXIV Maggio. (Comune di Busto Garolfo)

Sono state effettuate 5 prove penetrometriche dinamiche standard S.C.P.T., con un penetrometro tipo MEARDI A.G.I.

I dati riportati nello studio geotecnico sono così riassunti per punto di prova (profondità 3,50 m dal piano di campagna):

Prova	φ'	γ_t t/mc
1	31,5	1,80
2	32	1,80
3	31	1,75
4	22	1,60
5	31,5	1,80

Dall'analisi delle prove (non considerando la prova 4 che era posta in una ex piccola zona di accumulo inerti) e dalle sezioni riportate nello studio si possono identificare 3 differenti litotipi dall'alto verso il basso:

- Litotipo A: profondità di circa 1 m. Costituito da ghiaia e sabbia con valori medi di $N = 5 - 15$.
- Litotipo B: profondità media di circa 2,5 m, costituito prevalentemente da limo e sabbie sciolti, con valori di N medi < 5 .
- Litotipo C: profondità maggiore di 9 m (max. profondità di investigazione), costituito da ghiaia con sabbia prevalente e valori medi di $N > 15$.

Indagine penetrometrica via Ferraris Villa cortese

Le prove hanno permesso di investigare una profondità di circa 8,5 m oltre la quale si è avuto rifiuto strumentale. Si individuano due livelli principali: il primo dal p.c a 3m di profondità, costituito da matrice sabbioso-limoso con ghiaia, risultante nel complesso abbastanza sciolto; e l'altro, da 3m fino a 8,5 risulta molto più compatto con prevalenza di ghiaie e ciottoli.

Litologia	Profondità m	$\gamma'_{kN/mc}$	ϕ'	Dr (densità relativa)
	0-3	18	30°	30%
	3-8.5	20	38°	80%

L'analisi dei differenti aspetti geotecnici fa emergere un quadro di generale omogeneità territoriale; tale quadro è favorevole rispetto alla realizzazione di opere ed interventi di tipo usuale come l'edificazione di strutture abitative e produttive, trincee e scavi a cielo aperto, movimenti di terra. Il risultato delle prove conferma la situazione geolitologica indicata in bibliografia confermando la presenza di terreni di origine alluvionale, costituiti da sabbie e ghiaie con ciottoli.

I risultati di queste differenti osservazioni convergono nell'indicare che, per una fascia di terreno di spessore non inferiore a 30 metri circa, esiste una assoluta preminenza di materiali a granulometria grossolana, ghiaie e sabbie con poca o nessuna matrice fine, e con ciottoli.

Questi materiali sono talvolta intercalati da lenti argillose o limose argillose di modesta potenza. Tali livelli sono limitati nella potenza ed estensione

Il livello della falda si incontra ad una profondità di circa 35 m, profondità La profondità della falda permette quindi l'esecuzione di opere in sotterraneo non molto profonde.

Riferendosi al primo sottosuolo, investigato dalle indagini geotecniche pregresse (circa 4 m), si può constatare che il terreno presenta per i primi 3 - 4 m circa un primo strato con caratteristiche geotecniche per lo più scadenti (tranne il primo metro in alcune zone) dovuto per lo più alla presenza di materiale sciolto e più fine dal punto di vista granulometrico. Sotto tale strato lo stato di addensamento passa da medio a denso in modo graduale con la profondità, con un miglioramento delle caratteristiche tecniche, ma senza dubbio variabile da settore a settore all'interno del territorio comunale; non è possibile, quindi, associare a tutto il territorio caratteristiche tecniche simili.

9. ELEMENTI ANTROPICI

Il territorio è urbanizzato nella parte orientale in modo uniforme ed occupa una superficie di 1,6 km², pari al 28,5% del comune che si estende su un'area di 5,6 km².

La prevalenza dell'edificato è a carattere residenziale, con n 1.297 edifici per una superficie di 284.035 mq.

La parte occupata dal sistema strade è di 239.455 mq pari allo 0,4 % del totale.

Le aree produttive esistenti sono collocate nella parte esterna dell'urbanizzato e si estendono per 91.015 mq.

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI SISMICI

L'analisi del rischio sismico nel territorio comunale ha seguito i criteri e gli indirizzi previsti dalla D.g.r. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12" e alle nuove "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. del 14 gennaio 2008 che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che non zona sismica, che sostituisce il precedente d.m. 14 settembre 2005.

Dal 1^a luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici sarà regolata dal D.M. del 14 gennaio 2008 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.29 il 4/2/2008 supplemento n.30.

Con le nuove Norme Tecniche per le costruzioni è stato abbandonato il concetto di zone sismiche, ovvero la suddivisione del territorio italiano in quattro categorie. La normativa DM 14 gennaio 2008 introduce il concetto dell'**azione sismica**, che interessa la verifica del grado di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi sul sito di costruzione.

La determinazione delle "azioni sismiche" sono descritte dalla norma attraverso gli allegati A e B del D.M. 14 gennaio 2008. Gli allegati storici descrivono la pericolosità sismica di un sito sia in termini geografici che in termini temporali e con un buon grado di precisione.

È necessario che i risultati siano forniti:

- attraverso un reticolo di riferimento geografico i cui nodi esterni siano intervallati da un valore $\leq 0.05^\circ$;
- da un intervallo temporale di riferimento compreso tra i 30 anni e i 2475 anni relativo alle diverse probabilità di superamento in 50 anni e per i diversi periodi di ritorno T_R ;
- da valori di accelerazione massima orizzontali a_g insieme ai parametri che consentono di definire gli spettri di risposta elastici per il sito di riferimento

La suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell' OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

L'allegato dell'OPCM 3274/03 riporta la valutazione dell'**amplificazione sismica locale**, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008, dalla d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003 e dal d.d.u.o n. 19904 del 21 novembre 2003. Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio”.

L'analisi della sismicità locale prevede tre livelli di approfondimento:

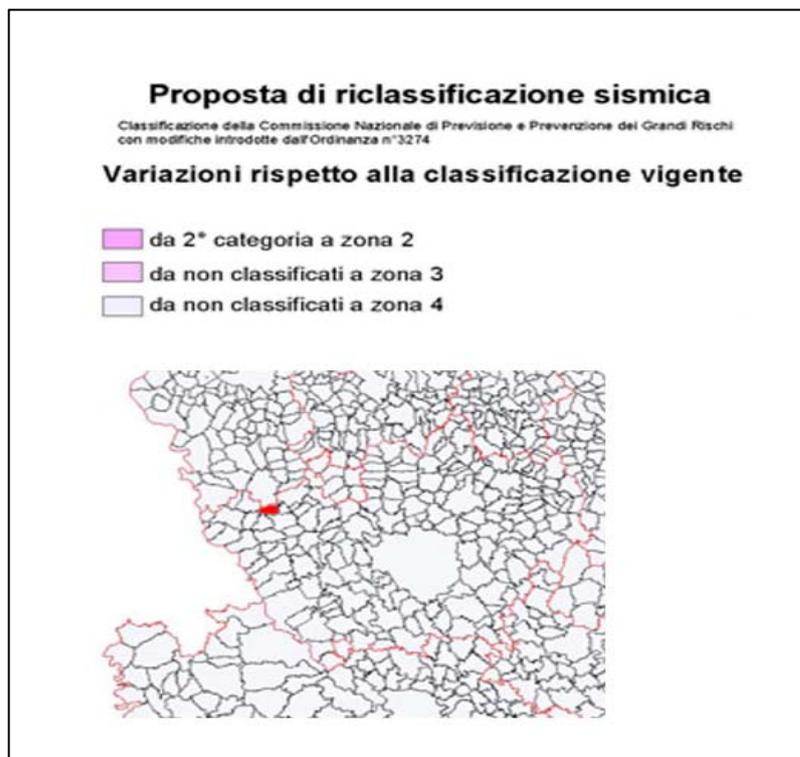
1. riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia di dati degli eventi sismici registrati;
2. caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa);
3. definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

Caratteristiche del comune

Il comune ricade in zona sismica 4 nella classificazione sismica dei comuni italiani in base all'allegato A dell'ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, così come tutti i comuni in provincia di Milano.

Si riporta la carta di classificazione sismica della Regione Lombardia in cui è evidenziato il comune.

L'area dal punto di vista geo-tettonico è collocata, infatti, in un'area caratterizzata da notevole spessore dei depositi alluvionali non interessata da alcun evento tettonico attivo.



Classificazione Sismica dei Comuni Lombardi

Non esiste inoltre memoria storica (ultimi 1000 anni) di eventi sismici all'interno del territorio comunale.

I criteri contenuti nella D.g.r. 8/1566/05 sopra citata indicano che il primo livello di analisi è obbligatorio per tutti i comuni.

Per i comuni ricadenti in zona 4, il secondo livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4 (Pericolosità Sismica Locale suscettibili di amplificazione topografica - Z3 - o litologica e geometrica - Z4), nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.g.r. n. 14964/03.

Primo livello

Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede la redazione della Carta della Pericolosità sismica locale. In tale carta si riportano la perimetrazione delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale – PSL). Le situazioni tipo sono quelle riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 della D.g.r. 8/1566, di seguito riportata.

Tabella degli scenari di pericolosità sismica locale

<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	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

L'area analizzata rientra nella categoria Z4a; si tratta quindi di una zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

Questo scenario qualitativo è suscettibile di amplificazioni sismiche litologiche.

Al fine di definire l'assetto sismico del comune sono state esaminate due fonti pubblicate sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia:

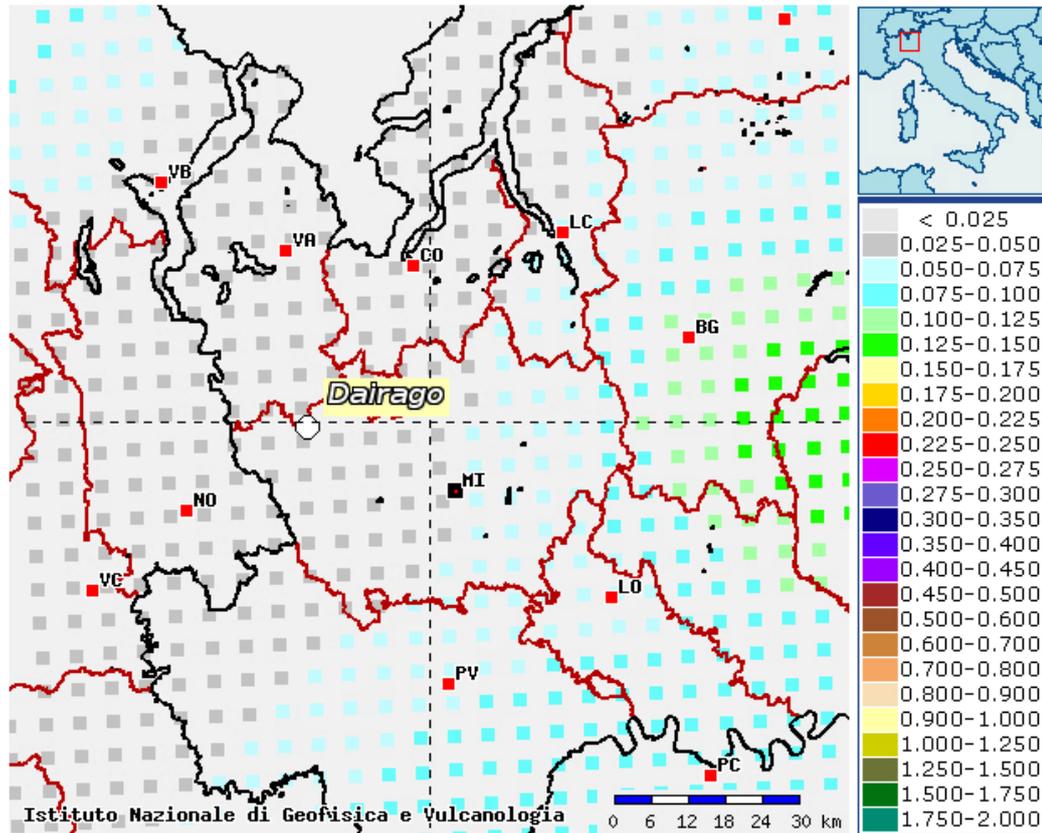
- la mappa della pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale;
- il catalogo sismico.

La mappa è stata redatta al fine di mettere a disposizione degli utenti una cartografia di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, formulata dall'Ordinanza PCM 20 marzo 2003 n. 3274.

Ogni zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo (a_g , frazione dell'accelerazione di gravità) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi categoria A caratterizzati da $V_s > 800$ m/s (punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Il territorio comunale ricade nell'area con valori di a_g compresi tra 0,025 e 0,050 g, che caratterizzano aree a pericolosità sismica molto bassa.

I dati di a_g sono stati elaborati e forniti da “Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004”.



Mappa della pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale ai sensi dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003 n. 3274

È stato consultato il catalogo sismico presente sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (“Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997”) che raccoglie i dati di intensità e che può essere consultato ricercando un singolo terremoto oppure una località.

Al fine di definire la situazione sono state effettuate diverse ricerche per località nel data base.

CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri**Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:**

Area circolare con centro C (148940, 504587) e raggio 30 km con valore I_0 tra 3 e 11

Numero di record estratti: 0

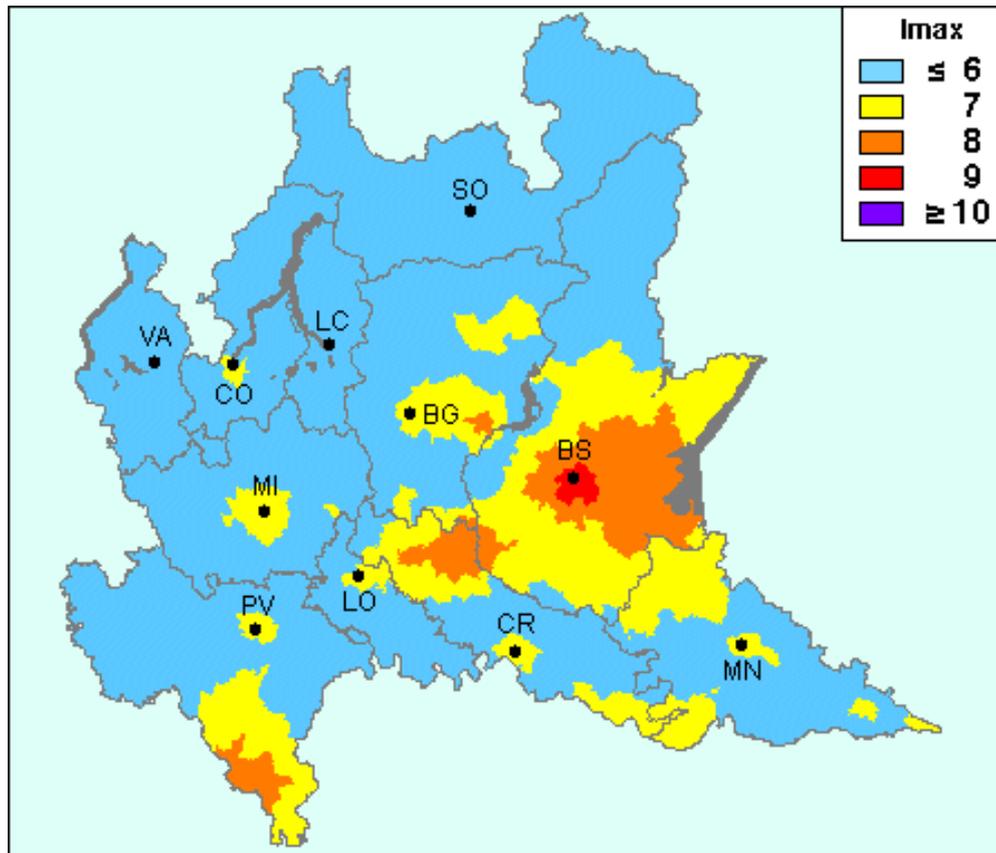
Impostando come criterio di ricerca il comune non è emerso alcun risultato.

Si è scelto quindi di ampliare il raggio della ricerca estendendolo ai comuni confinanti. Si riporta in seguito l'elenco dei terremoti con epicentro ricadente in un raggio di 100 km di distanza dal comune in analisi in un intervallo temporale di mille anni (-217 – 2009). I risultati della ricerca sono mostrati in tabella.

Terremoti occorsi negli anni 1000-2007 nel territorio circostante Dairago (raggio: 100 km)

Data	Epicentro	Latitudine	Longitudine	I_0	I_{max}	Me
27/03/1065	Brescia	45.55	10.22	7,0	8,0	4,9
27/03/1065	Castenedolo	45.55	10.22	7,0	8,0	4,9
1197	Brescia	45.55	10.22	6,5	6,5	4,6
25/12/1222	Basso Bresciano	45.48	10.23	8,0	9,0	6,2
20/04/1223	Cremona	45.13	10.02	5,0	5,0	3,7
28/07/1276	Italia Settentrionale	45.08	9.55	5,0	5,5	5,4
23/10/1304	Pianura Padana	45.02	10.15	5,0	5,0	5,4
01/02/1369	Alessandria	44.92	8.62	6,5	7,5	4,6
26/11/1396	Monza	45.58	9.27	7,5	7,5	5,1
07/05/1473	Milano	45.32	9.33	4,6	5,0	4,9
10/02/1513	Alessandria	45.92	8.62	5,0	5,0	3,7
12/03/1661	Montecchio	45.73	10.07	7,0	7,5	4,9
12/05/1802	Valle dell'Oglio	45.42	9.85	8,0	8,5	5,7
09/10/1828	Valle dello Staffora	44.82	9.05	8,0	8,0	5,8
30/10/1901	Salò	45.58	10.50	8,0	8,0	5,8
29/06/1945	Valle dello Staffora	44.83	9.13	7,5	7,5	5,2

La massima intensità macrosismica mai verificatasi nel comune è inferiore a 6, come riportato sul sito Internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e come mostra la carta qui riportata.



Carta della massima intensità macrosismica (Imax) elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

I valori di intensità macrosismica sono espressi in scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS), riportata di seguito.

Grado	Effetto	Definizione
I	Impercettibile	Rilevato soltanto da sismografi.
II	Molto leggero	Sentito soltanto da persone estremamente sensibili o nervose, in perfetta quiete e quasi sempre nei piani superiori dei caseggiati.
III	Leggero	Anche in zone densamente abitate viene percepito come terremoto, soltanto da una piccola parte degli abitanti nell'interno delle case, come nel caso del passaggio di un pesante mezzo. Da alcuni viene riconosciuto come terremoto soltanto dopo averne parlato con altri.
IV	Moderato	All'aperto il terremoto è percepito da pochi. Nelle case è notato da numerose persone ma non da tutti, a seguito del tremolio o di oscillazioni leggere di mobili. Cristalleria e vasellame, posti a breve distanza, urtano come al passaggio di un pesante autocarro su strada dissestata. Finestre tintinnano; porte, travi e assi in legno scricchiolano; cricchiano i soffitti. In recipienti aperti, i liquidi vengono leggermente mossi. Si ha la sensazione che in casa si sia rovesciato un oggetto pesante; si oscilla con tutta la sedia o il letto come su una barca. In generale questi movimenti non provocano paura a meno che le persone non si siano innervosite o spaventate a causa di terremoti precedenti. In rari casi i dormienti si svegliano.

V	Abbastanza forte	<p>Nel pieno delle attività giornaliere, il sisma viene percepito da numerose persone nelle strade e se sensibili anche in campo aperto. In casa si avverte in seguito allo scuotere dell'intero edificio. Piante e piccoli rami di cespugli ed alberi si muovono con evidenza, come se ci fosse un vento moderato. Oggetti pendenti come lampade, tendaggi, lampadari non troppo pesanti entrano in oscillazione, campane suonano. Gli orologi a pendolo si fermano od oscillano con maggior periodo, a seconda della direzione della scossa se perpendicolare o normale al moto di oscillazione. A volte orologi a pendolo fermi riprendono il movimento. La luce elettrica guizza o viene a mancare in seguito a movimenti della linea. I quadri urtano, battono contro le pareti oppure si spostano; da recipienti colmi e aperti vengono versate piccole quantità di liquido; ninnoli ed oggetti del genere possono cadere come pure gli oggetti addossati alle pareti; arredi leggeri possono essere spostati di poco; mobili rintonano; porte ed imposte sbattono; vetri delle finestre si infrangono. Quasi tutti i dormienti si svegliano. Sporadici gruppi di persone fuggono all'aperto.</p>
VI	Forte	<p>Il terremoto viene notato da tutti con paura, molti fuggono all'aperto, alcuni hanno la sensazione di instabilità. Liquidi si muovono fortemente; quadri, libri e cose simili cadono dalle pareti e dagli scaffali; porcellane si frantumano; suppellettili assai stabili, e perfino pezzi d'arredo vengono spostati se non rovesciati; piccole campane in cappelle e chiese, e orologi di campanili battono. Case isolate,</p>

		solidamente costruite subiscono danni leggeri; spaccature all'intonaco, caduta del rinzafo di soffitti e di pareti. Danni più forti, ma non ancora pericolosi, si hanno sugli edifici mal costruiti. Qualche tegola e pietra di camino cade.
VII	Molto forte	Notevoli danni vengono provocati ad oggetti di arredamento anche di grande peso. Grandi campane rintoccano. Corsi d'acqua, stagni e laghi si agitano e si intorbidiscono a causa della melma mossa. Qua e là, parte delle sponde di sabbia e ghiaia scivolano via. Varia la portata delle sorgenti. Danni moderati a numerosi edifici costruiti solidamente: piccole spaccature nei muri; caduta di toppe piuttosto grandi dell'incalcinatura e dello stucco, a volte anche di mattoni. Caduta generale di tegole. Molti fumaioli vengono lesi da incrinature. Camini già danneggiati si rovesciano sopra il tetto danneggiandolo. Da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate. Quando la casa è a pareti intelaiate, i danni all'incalcinatura e all'intelaiatura sono più gravi. In casi isolati distruzione di case mal costruite oppure riattate.
VIII	Rovinoso	Interi rami d'albero pendono rotti e perfino si staccano. Anche i mobili più pesanti vengono spostati lontano e a volte rovesciati. Statue, monumenti in chiese, in cimiteri e parchi pubblici, ruotano sul proprio piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra si rompono e crollano. Circa un quarto delle case è gravemente lesa, alcune crollano, molte diventano inabitabili; gran parte di queste cadono. Negli edifici intelaiati cade gran parte della tamponatura. Case in legno

		<p>vengono schiacciate o rovesciate. Spesso campanili di chiese e di fabbriche con la loro caduta causano danni agli edifici vicini più di quanto non avrebbe fatto da solo il terremoto. In pendii e terreni acquitrinosi si formano crepe. In terreni bagnati si ha l'espulsione di sabbia e di melma.</p>
IX	Distruttivo	<p>Circa la metà delle case in pietra sono distrutte; molte crollano; la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaiature sono divelte dalle proprie fondamenta e crollano; travi strappate a seconda delle circostanze contribuiscono alla rovina.</p>
X	Completamente distruttivo	<p>Gravissima distruzione di circa 3/4 degli edifici, la maggior parte crolla. Perfino costruzioni solide di legno e ponti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe ecc., chi più, chi meno, sono danneggiati notevolmente, binari leggermente piegati e tubature (gas, acqua e scarichi) vengono troncate, rotte e schiacciate. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per pressione sporgono larghe pieghe ondose. In terreni meno densi e più umidi si creano spaccature fino alla larghezza di più decimetri; si notano parallelamente ai corsi d'acqua spaccature che raggiungono larghezze fino a un metro. Non solo pezzi di terreno scivolano dai pendii, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e da coste scoscese; riviere basse subiscono spostamenti di masse sabbiose e fangose, per cui il livello del terreno viene notevolmente variato. Le sorgenti subiscono frequenti cambiamenti di livello dell'acqua. Da fiumi, canali e laghi ecc. le acque vengono gettate contro le sponde.</p>

XI	Catastrofico	Crollo di tutti gli edifici in muratura, resistono soltanto le capanne di legno e le costruzioni ad incastro di grande elasticità. Anche i ponti più sicuri crollano a causa della caduta di pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. Binari si piegano fortemente e si spezzano. Tubature interrato vengono spaccate e rese irreparabili. Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione, a seconda della natura del suolo, si aprono grandi crepe e spaccature; soprattutto in terreni morbidi e acquitrinosi il dissesto è considerevole sia orizzontalmente che verticalmente. Ne segue il trabocco di sabbia e melma con diverse manifestazioni. Sono frequenti lo sfaldamento di terreni e la caduta di massi.
XII	Grandemente catastrofico	Non regge alcuna opera dell'uomo. Lo sconvolgimento del paesaggio assume aspetti grandiosi. Corsi d'acqua sia superficiali che sotterranei subiscono mutamenti vari, si formano cascate, scompaiono laghi, fiumi deviano.

Ai fini della valutazione delle azioni di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In assenza di tali studi si può utilizzare la seguente classificazione dei terreni di seguito descritta.

Il sito è classificato sul valore del V_{s30} (velocità propagazione onde S entro 30 metri di profondità) e N_{spt} per (terreni granulari) o di cu (per terreni prevalentemente coesivi)

Analizzando i dati geotecnici, si evidenzia come il suolo sia costituito da terreni in classe C e D:

- C: depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media rigidità, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri,

caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 e 360m/s ($15 < N_{SPT,30} < 50$, $70 < c_{u,30} < 250\text{KPa}$);

- D: depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s,30} < 180\text{m/s}$ ($N_{SPT,30} < 15$, $c_{u,30} < 70\text{KPa}$).

In riferimento al D.M: del 14/01/2008 la zona del Comune ricade nella categoria T1 nella "Caratteristica della superficie topografica" ovvero superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 30^\circ$

Considerazioni finali

I risultati che emergono da quanto esposto sono:

- i terreni presentano caratteristiche abbastanza eterogenee dal punto di vista geotecnico;
- i terreni rientrano nella categoria C e D secondo le Norme tecniche per le Costruzioni, questo implica un valore del coefficiente di amplificazione dello spettro di risposta di 1,25 (o 1.35 per il D);
- gli studi svolti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia indicano una pericolosità sismica bassa per il territorio in esame ($a_g = 0,050 - 0,075 g$);
- la massima intensità macrosismica mai verificatasi nel comune è inferiore a 6.

Concludendo è possibile affermare che i terreni presenti sarebbero in grado di produrre amplificazioni litologiche, ma dai dati emerge che amplificherebbero moti del suolo di energia molto bassa.

Infine è necessario ricordare che, nel caso di costruzione di edifici strategici o rilevanti, saranno necessari studi sismici e geotecnici più approfonditi e specifici, legati alla fase di progettazione, in cui andranno eseguite prove atte a determinare i parametri geotecnici di interesse.

Per edifici strategici si intendono costruzioni che prevedono normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.

FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE

Questa fase permette di elaborare le indicazioni di pianificazione e focalizzare le proposte di fattibilità geologica che vengono sviluppate nella parte finale del lavoro riguardante la fattibilità.

La fase di sintesi/valutazione comprende le elaborazioni sviluppati partendo dallo studio della documentazione tecnica raccolta nella fase di analisi.

Le valutazioni cui si è giunti permettono di esprimere un giudizio d'insieme sulle caratteristiche territoriali e sulle problematiche presenti sia come processi evolutivi naturali sia come interventi antropici che vanno ad interagire con le caratteristiche strutturali del territorio.

I fattori che vengono considerati sono quelli mappati nelle tavole cartografiche tematiche alla scala 1:5.000 elaborate.

In questa fase vengono predisposte le seguenti carte tematiche:

- TAV 7 - CARTA DI SINTESI
- TAV 8 – CARTA DEI VINCOLI

La valutazione è stata quindi rivolta:

- al territorio nei suoi aspetti geologico – geomorfologici;
- al sistema idrografico;
- al sistema idrogeologico;
- al territorio nei suoi aspetti pedologici e geotecnici;
- agli aspetti antropici ed alla sismicità dell'area.

Nell'azione di antropizzazione, questi fattori devono essere tenuti in stretta considerazione e verificati in modo sistematico, soprattutto quando si stabiliscono nuovi interventi.

ELEMENTI IDROGRAFICI

Il territorio comunale non presenta elementi idrografici naturali

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

La ricostruzione della struttura idrogeologica ha la finalità di individuare la geometria e la litologia dell'acquifero tradizionale, cioè quei sedimenti che ospitano le falde presenti nella pianura milanese.

I diversi approcci seguiti dagli autori hanno portato a diverse suddivisioni che vengono riportate nello schema sottostante.

DENOMINAZIONI UTILIZZATE PER LA DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO							
	UNITA' LITOLOGICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' STRATIGRAFICHE	ETA'	UNITA' IDROGEOLOGICHE
	Mazzarella S. e Martinis B.		Francani V. e Pozzi R.		A.G.I.P.		Avanzini M. et Al.
	LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Diluvium recente)	I ACQUIFERO	ALLUVIONE	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA
			FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL AUCT. (Dil. Medio-Antico)	II ACQUIFERO		PLEISTOCENE MEDIO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA
			CEPPO AUCT.				UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI
	LITOZONA SABBIOSO-ARGILLOSA	ACQUIFERI PROFONDI	VILLAFRANCHIANO	III ACQUIFERO	SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
	LITOZONA ARGILLOSA					(CALABRIANO)	UNITA' ARGILLOSA (facies marina)

Caratteristiche Locali della Falda

La stratigrafia dei pozzi presenti nel territorio comunale evidenzia la presenza di delle due unità litologiche distribuite nel sottosuolo:

- litozona "ghiaioso - sabbiosa"
- litozona "sabbioso - argillosa"

I sedimenti ghiaioso - sabbiosi grossolani della prima litozona sono sede dell'acquifero tradizionale.

Questo acquifero è di tipo monostrato con interruzioni areali di limitati livelli argillosi. La sua importanza idrogeologica deriva dalla presenza di elevati valori di permeabilità e di trasmissività e da condizioni di intensa e veloce alimentazione per infiltrazione delle acque piovane ed irrigue.

La maggior parte dei pozzi attinge dalla litozona sabbioso-ghiaiosa compresa tra 40 e 60 metri.

Alimentazione del Sistema Idrico Sotterraneo

I sedimenti che caratterizzano il territorio comunale sono caratterizzati da una buona permeabilità che permette frequenti scorrimenti verticali e orizzontali e la formazione di falde libere, artesiane e semiartesiane.

Le fonti di alimentazione sono:

- infiltrazioni delle precipitazioni;
- infiltrazione dal reticolo idrico minore;
- alimentazione dalla falda proveniente da monte con deflussi verso valle.

La valutazione quantitativa di questi elementi è certamente complessa poiché agiscono sulla falda diversi fattori tra cui il regime di emungimento da pozzi.

Infiltrazione superficiale dovuta a precipitazioni

L'infiltrazione superficiale dovuta alle precipitazioni è strettamente legata al periodo di piovosità, alla sua durata temporale e al volume di acqua caduta.

Lo studio dell'andamento meteorologico permette di indicare che il massimo apporto avviene nei mesi di Maggio, Agosto, Ottobre e Novembre mentre il minore afflusso si ha nei mesi invernali (Dati stazione di Milano Linate).

Questi apporti sostengono e reintegrano il volume presente in falda.

Il fenomeno di apporto esterno corrisponde alla infiltrazione "efficace" e può essere valutato sulla base del rapporto tra il coefficiente di infiltrazione e la piovosità media nella zona.

I volumi immagazzinati sono detti apparenti.

Quelli reali risultano dal rapporto tra i valori apparenti moltiplicati per la porosità efficace.

I dati di permeabilità e di piovosità della zona, già riportati in altre parti del rapporto, permettono di stimare un valore di infiltrazione abbastanza alto.

Alimentazione da falda

L'alimentazione della falda avviene per infiltrazione e trasmissività dell'acquifero con apporti di acqua da N - O a S - E.

Tale portata può essere valutata sulla base dei dati esistenti di trasmissività, gradiente piezometrico e sezione dell'acquifero.

L'analisi delle stratigrafie evidenzia la presenza di uno spessore alluvionale che diminuisce rispetto al settore occidentale della Pianura.

Questo fatto strutturale indica la presenza di una falda non molto potente con apporti da nord ovest non particolarmente ricchi a causa di formazioni di Ceppo che limitano la fase di immagazzinamento delle acque.

Protezione delle Acque Potabili

Le caratteristiche di vulnerabilità dell'acquifero superficiale risultano elevate nella maggior parte del territorio comunale.

Si ricorda che per quanto riguarda l'alimentazione delle falde idriche sotterranee, essa deriva principalmente da afflussi laterali "lungo strato"; in una tale situazione la vulnerabilità degli acquiferi profondi appare legata più ad eventuali fenomeni inquinanti che si possono verificare nella zona di alimentazione, che a percolazione diretta nell'intorno dei pozzi.

Aree di Salvaguardia dei Pozzi

Sul territorio comunale sono presenti 13 pozzi pubblici attivi utilizzati per l'approvvigionamento pubblico di acqua per il consumo umano.

Per legge devono essere considerate tre fasce di salvaguardia: la fascia di tutela assoluta, la fascia di rispetto e la fascia di protezione.

Le zone di tutela assoluta e le zone di rispetto si riferiscono alle sorgenti, ai pozzi ed ai punti di presa; le zone di protezione si riferiscono ai bacini imbriferi ed alle aree di ricarica delle falde.

Nella Carta dei Vincoli (Tavola 8) sono contenute le delimitazioni di queste aree.

La normativa relativa alla tutela delle acque è costituita essenzialmente dal D.P.R. 236/88 e dal Dlgs. 152/06.

Tali normative definiscono i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo

umano, per la tutela e la salute pubblica e per il miglioramento delle condizioni di vita, ed introducono misure finalizzate a garantire la difesa delle risorse idriche.

Zona di tutela assoluta

È costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni. L'estensione dell'area deve essere di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione. Questa zona deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche. L'estensione della zona di tutela assoluta è adeguatamente ampliata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

Zona di rispetto

È costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta e deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 metri rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere ridotta in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

Caratteristiche Qualitative delle Acque Sotterranee

La Provincia di Milano fornisce attraverso il suo sistema SIF (sistema informativo falda) una scheda relativa al monitoraggio della falda

Nella scheda sono forniti i risultati delle analisi qualitative sulle acque, in termini di:

- Durezza totale (gradi francesi);
- Residuo fisso a 180°C (mg/l);
- Ferro ($\mu\text{g/l}$);
- Conducibilità media ($\mu\text{S/cm}$ a 20°C);
- Totale composti organo – alogenati ($\mu\text{g/l}$);
- Nitrati (mg/l).

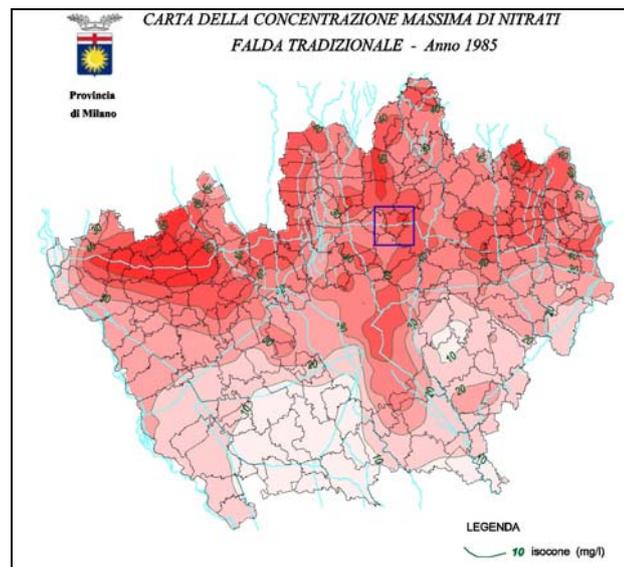
Il numero di analisi eseguite ogni anno dal 1994 al 2000 è in media 640 sui 7 anni considerati.

Per quanto riguarda la concentrazione di nitrati presente nell'acquifero, sono riportate le carte relative agli anni 1985, 1997 e 2000.

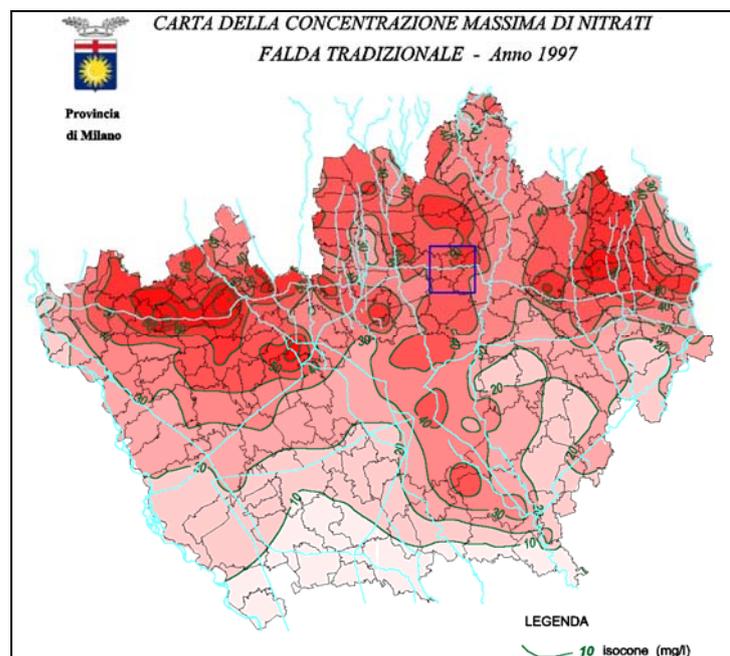
I nitrati sono presenti sul territorio con valori inferiori ai 40 mg/l.

Nel periodo considerato l'evoluzione di tale concentrazione è pressoché costante, con un aumento negli ultimi anni dell'area con concentrazione massima di nitrati pari a 50 mg/l.

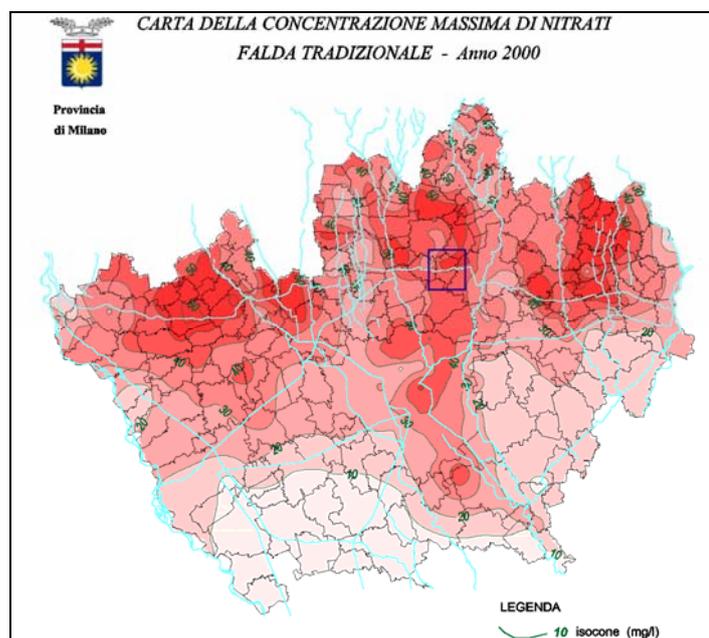
Si ricorda che tale valore costituisce la soglia di potabilità definita nel Decreto Ambientale 152/06. Le analisi qualitative relative agli ultimi anni delle acque dei pozzi idropotabili sono riportate nell'Allegato.



Provincia di Milano – Carta della concentrazione massima di nitrati – anno 1985.



Provincia di Milano – Carta della concentrazione massima di nitrati – anno 1997.



Provincia di Milano – Carta della concentrazione massima di nitrati – anno 2000.

*Provincia di Milano - Servizio gestione e controllo acque sotterranee.
Sistema Informativo Falda. Riepilogo Annuale.*

Scarichi Idrici

Come riportato in precedenza, all'interno del Comune non sono presenti scarichi idrici autorizzati dalla Provincia di Milano.

Gli scarichi da considerare sono quelli soggetti alle norme del D.Lgs 152/06.

Con le delibere 7/7868/02 e 7/13950/03, l'autorizzazione di scarichi nei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore, sotto l'aspetto della quantità delle acque recapitate, è compito di polizia idraulica del comune.

La materia è normata dall'art. 12 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, al quale si rimanda, e che prevede l'emanazione di una direttiva in merito da parte dell'Autorità di Bacino. Nel comma 1 dell'art. 12 si dice :”l'autorità di bacino, con propria direttiva, le modalità ed i limiti cui assoggettare gli scarichi delle reti di drenaggio delle acque pluviali delle aree urbanizzate ed urbanizzande nel reticolo idrografico”.

Il richiedente dell'autorizzazione allo scarico dovrà in linea generale verificare la capacità del corpo idrico a smaltire le portate scaricate.

Nelle more dell'emanazione della suddetta direttiva e, in assenza di più puntuali indicazioni, si dovrà comunque rispettare quanto disposto dal Piano di Risanamento Regionale delle acque, che indica i parametri di ammissibilità di portate addotte ai corsi d'acqua che presentano problemi di insufficienza idraulica.

I limiti di accettabilità di portata di scarico fissati sono i seguenti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali e industriali.
- 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di pubbliche fognature.

SISMICITÀ DELL'AREA

La mappa predisposta dal servizio sismico nazionale adottata con ordinanza ministeriale n 2788 del 12 giugno 1998, che è successiva a quella esistente redatta nel 1984 (D.M. LL.PP: 5 marzo 1994), posiziona il comune , tra i territori non classificati come zona sismica.

In entrambe le classifiche il Comune , non rientra nell'elenco dei comuni che sono stati definiti ad elevato rischio sismico.

Nella "classificazione sismica dei comuni italiani" in base all'allegato 1 dell'ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 il comune , è classificato come appartenente alla classe 4 in cui è "lasciata facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica" (art. 2 Ordinanza n. 3274, 20 marzo 2003). La classificazione proposta include il comune , tra quelli a basso rischio sismico.

Le analisi svolte mostrano che i terreni presenti sarebbero in grado di produrre amplificazioni, ma amplificherebbero moti del suolo di energia molto bassa.

In fase di progettazione di edifici strategici o rilevanti, saranno necessari studi sismici e geotecnici specifici corredate da prove in situ.

VINCOLI ESISTENTI

La Carta dei Vincoli, secondo il D.g.r. del 22 dicembre 2005 – n. 8/1566, deve rappresentare le limitazioni d'uso del territorio che derivano da normative o piani sovraordinati con riferimento ad Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (Dlgs 152/06 e Dgr 6/15137/96);

Il territorio comunale non appartiene ad alcun Piano di Bacino, né contiene geositi, individuati dall'Allegato 14 come beni geologici soggetti a tutela.

Per il territorio in esame sono stati quindi rappresentati i vincoli idrogeologici evidenziati nei paragrafi precedenti relativi alle fasce di rispetto dei pozzi pubblici. Nella nostra analisi è stato considerato come vincolo di tipo ambientale-paesaggistico il Parco Locale delle Roggie che si estende nella zona occidentale del comune per una superficie di alcuni Km².

VULNERABILITÀ DEGLI ELEMENTI TERRITORIALI

VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

Il territorio è stato analizzato con la tecnica DRASTIC (Aller L., Lehr J.H., Petty R.J., 1985); questo metodo valuta la vulnerabilità della falda attraverso l'analisi di una serie di parametri, a cui viene associato un peso relativo variabile tra 1 e 5 e un diverso punteggio variabile tra 1 e 10.

L'acronimo DRASTIC è derivato da:

D = profondità della falda

R = ricarica del sistema naturale

A = litologia del saturo

S = caratteri primari del suolo

T = topografia

I = litologia del non saturo

C = conducibilità idraulica

Il modello è spazialmente distribuito, in modo tale che sia possibile associare ad ogni cella elementare un diverso valore. Per l'analisi svolta si è utilizzata una griglia di celle quadrate con lato di 20 m, che coprisse l'intero territorio comunale e l'analisi è stata svolta per mezzo del software Arcview 9.1.

Di seguito si elencano i sette parametri ed il procedimento che è stato seguito per la definizione degli stessi.

Profondità della falda (D)

La falda, come mostrato nella fase di analisi, presenta valori di soggiacenza abbastanza elevati; analizzando la cartografia prodotta dalla Provincia di Milano per gli anni 2008 e 2009, è stato ricostruito l'andamento di questo parametro all'interno del territorio comunale. In accordo con altri studi precedenti emerge che la falda si mantiene ad una profondità rispetto al piano campagna compresa tra 30 e 40 m.

Il metodo Drastic prevede il seguente sistema di punteggi da assegnare al territorio in funzione della soggiacenza della falda:

<i>profondità (piedi)</i>	<i>profondità (metri)</i>	<i>punteggio</i>
0-5	0-1.5	10
5-15	1.5-4.6	9
15-30	4.6-9.1	7
30-50	9.1-15.2	5
50-75	15.2-22.9	3
75-100	22.9-30.5	2
>100	>30.5	1

Il territorio di Dairago ricade per intero nella classe con punteggio 1.

Ricarica del sistema naturale (R)

Questo valore intende misurare l'infiltrazione efficace, ovvero sia la quantità d'acqua che in un anno si infila sino a raggiungere l'acquifero. Questo dato è indice della possibilità di contaminazione dell'acquifero poichè maggiore sarà l'infiltrazione, maggiore risulterà la vulnerabilità.

<i>valori di ricarica naturale (pollici/anno)</i>	<i>valori di ricarica naturale (mm/anno)</i>	<i>punteggio</i>
0-2	0-51	1
2-4	51-102	3
4-7	102-178	6
7-10	178-254	8
>10	>254	9

Il valore dell'infiltrazione I viene calcolato attraverso un bilancio idrologico:

$$I = P - ET - R$$

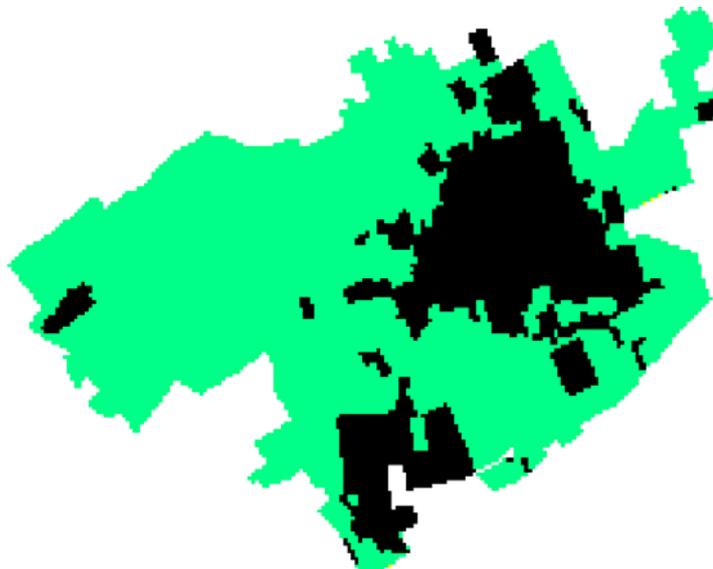
dove P è la precipitazione media annuale che cade sull'area, ET l'evapotraspirazione reale media annua e R la quantità d'acqua si trasforma in deflusso superficiale. Quest'ultimo valore, essendo un territorio di pianura, con pendenze praticamente assenti, è molto basso e quindi, in prima approssimazione, può essere trascurato.

Nel caso di suolo potente è possibile calcolare l'infiltrazione I come:

$$I = \chi \cdot P$$

dove χ è il coefficiente di infiltrazione scelto in funzione della tessitura, mentre P la precipitazione totale annuale, che nella zona in esame si attesta attorno a 1000 mm/anno.

Il coefficiente di infiltrazione può essere valutato in funzione della tessitura. Per la zona esaminata, caratterizzata da ghiaie sabbiose si è preso un valore di 0.35. L'infiltrazione è dunque pari a 350 mm/anno, quindi viene assegnato un punteggio di 9. Alla parte urbanizzata compete invece un coefficiente d'infiltrazione minore ($\chi=0.2$); l'altezza idrica che si infila mediamente nell'anno è di circa 200 mm ed il punteggio che compete a questa zona è pari ad 8.



Mapa dell'infiltrazione

nero = scarsa ricarica (punteggio 8), verde = ricarica elevata (punteggio 9).

Litologia del saturo (A)

Rappresenta la composizione geologica dell'acquifero inteso come struttura, granulometria, intercomunicazioni per porosità e fessurazione, lunghezza del percorso effettuato dalle particelle contaminanti, direzioni del flusso.

Litologia	punteggio
scisti massicci	1-3
metamorfica/igneo	2-5
metamorfica/igneo alterate	3-5
morene glaciali	4-6
sequenze di arenarie, calcari e scisti	5-9
arenarie	4-9
calcario massiccio	4-9
sabbia e ghiaia	6-9
basalto	5-10
calcario	9-10

Il territorio analizzato è stato suddiviso in classi omogenee prendendo come punti di misura i pozzi, dei quali si dispone delle informazioni riguardanti la stratigrafia. È stata analizzata la stratigrafia del primo acquifero, cioè al di sotto dei 30 m, che rappresenta la soggiacenza della prima falda.

Con un metodo di suddivisione del territorio secondo le aree di influenza dei diversi pozzi, è stato ricavato un raster diviso in zone omogenee con i punteggi elencati nella tabella sopra riportata. Nel territorio di Dairago le litologie presenti sono sostanzialmente ghiaie e sabbie (punteggio = 8), nella parte meridionale, o ghiaie con ciottoli ed intercalazioni di argilla a nord (punteggio = 7).



Arancione punteggio 8, Giallo punteggio 7.5

Mappa della litologia dell'acquifero. I punti indicano l'ubicazione dei pozzi del comune di Dairago usati come stazioni di misura per l'interpolazione.

Caratteri primari del suolo (S)

Questo indice misura la capacità di abbattimento del potere inquinante da parte del terreno non saturo e la sua capacità di infiltrazione.

caratteristiche/tipologia	punteggio
Fine o assente	10
ghiaia	10
sabbia pulita	9
argilla aggregata	7
suolo sabbioso	6
suolo franco	5
suolo fangoso	4
suolo argilloso	3
argilla pulita	1

Anche in questo caso sono stati usati come stazioni di misura i pozzi e si è dunque assegnato un valore differente a seconda della litologia in essi presenti; il

metodo di suddivisione delle aree è analogo al caso precedente. Come già accennato, il territorio di Dairago presenta come litologie solo ghiaie, sabbie ed eventualmente ciottoli.

Analogamente a quanto effettuato per lo studio del parametro "litologia del saturo", è stato assegnato un valore diverso a seconda della prevalenza del tipo di terreno. Il punteggio varia quindi tra 9.5 e 10.



Arancione punteggio 8, Giallo punteggio 7.5

Mappa dei caratteri primari del suolo. I punti indicano l'ubicazione dei pozzi usati come stazioni di misura per la suddivisione del territorio.

Topografia (T)

Questo indice intende misurare la pendenza del territorio; al variare di quest'ultima si assiste infatti ad un differente ristagno e trasferimento in profondità dell'inquinante che risulta maggiore per piccole pendenze.

Il territorio di Dairago si presenta sostanzialmente pianeggiante, quindi rientra interamente nella prima classe, che, come si evince dalla tabella sottostante, prevede un punteggio pari a 10.

<i>pendenza (%)</i>	<i>punteggio</i>
0-2	10
2-6	9
6-12	5
12-18	3
>18	1

Litologia del non saturo (I)

Questo parametro rappresenta la composizione geologica dello strato non saturo soprastante all'acquifero in termini di struttura, granulometria, potenzialità di adsorbimento del mezzo, intercomunicazioni per porosità e fessurazione, lunghezza del percorso effettuato dalle particelle contaminanti e direzioni del flusso.

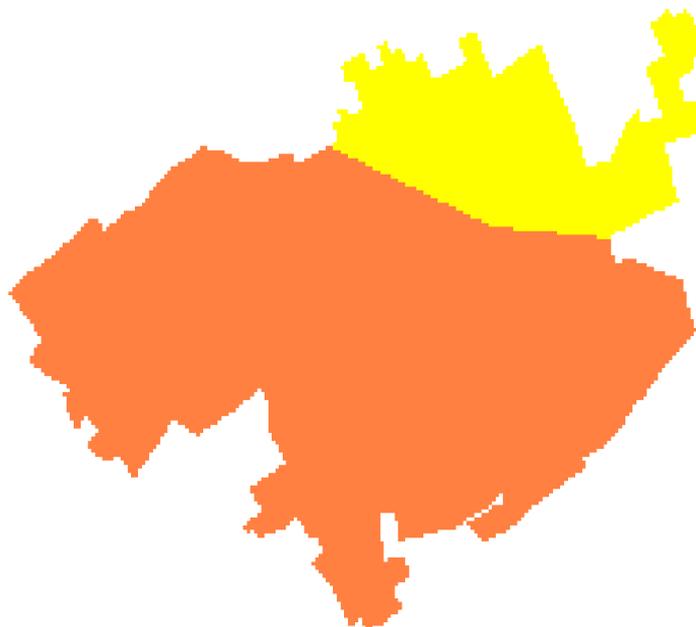
Nel territorio di Dairago le litologie presenti sono sostanzialmente solo ghiaie con sabbie e o ciottoli e lenti di argilla; si è assunto quindi un punteggio leggermente variabile in funzione della prevalenza di questi elementi.

Il punteggio è quindi di 7.5 per le aree in cui si rilevano formazioni sabbiose mentre è di 8 per zone in cui le sabbie sono sostituite da ciottoli.

Litologia	punteggio
argilla-limo	2-6
scisti	2-5
calcare	2-7
arenarie	4-8
sequenze di arenarie, calcari e scisti	4-8
sabbia e ghiaia con argilla e fango	4-8
metamorfica/igneo	2-8
sabbia e ghiaia	6-9
basalto	2-10
calcare	8-10

Anche in questo caso sono stati usati come stazioni di misura i e si è suddiviso il territorio in funzione delle aree di competenza di ciascun punto rilevato.

L'immagine riportata mostra la mappa del territorio comunale secondo la classificazione legata al parametro I di litologia del non saturo.



Arancione punteggio 8, Giallo punteggio 7.5

Mappa dei caratteri primari del suolo. I punti indicano l'ubicazione dei pozzi usati come stazioni di misura per l'interpolazione.

Conducibilità idraulica (C)

Questo indice intende misurare la velocità del flusso idrico e dell'inquinante a parità di gradiente idraulico, assumendo che quest'ultimo si muova con la stessa rapidità dell'acqua.

Conducibilità idraulica (m/s)	punteggio
$5 \times 10^{-3} - 10^{-2}$	10
$10^{-3} - 5 \times 10^{-3}$	9
$5 \times 10^{-4} - 10^{-3}$	8
$10^{-4} - 5 \times 10^{-4}$	7
$5 \times 10^{-5} - 10^{-4}$	6
$10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$	5
$5 \times 10^{-6} - 10^{-5}$	4

I dati relativi ai pozzi presenti nel territorio comunale evidenziano tutti una conducibilità idraulica nell'ordine di 10^{-5} m/s, a cui compete un punteggio pari a 5.

Vulnerabilità dell'acquifero

Il metodo DRASTIC fornisce come output una valutazione dell'indice di vulnerabilità V, definito attraverso la relazione:

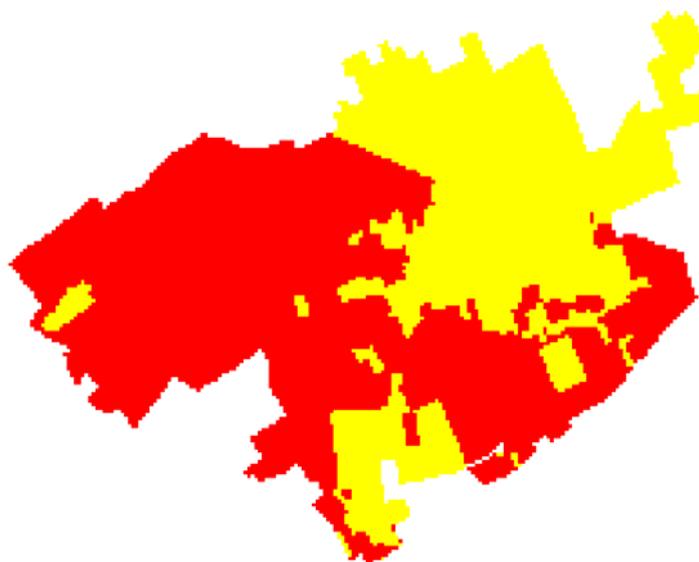
$$V = 5 \times D + 4 \times R + 3 \times A + 2 \times S + T + 5 \times I + 5 \times C$$

dove le lettere D, R, A, S, T, I, C rappresentano gli indici precedentemente definiti.

La vulnerabilità è stata calcolata eseguendo un'operazione di moltiplicazione e di somma dei raster a maglia quadrata di lato 20 m precedentemente definiti, ottenendo come output un'ulteriore raster con le medesime caratteristiche a cui associati i valori di vulnerabilità.

L'indice di vulnerabilità può variare da 0 a 230; i diversi punteggi sono riportati nella tabella sottostante.

<i>punteggio</i>	<i>Vulnerabilità</i>
0-55	Bassissima
56-80	Bassa
81-113	Media
114-159	Medio/elevata
160-182	Elevata
183-230	Estremamente elevata



Rosso Vulnerabilità Elevata, Giallo Vulnerabilità Medio/Elevata

Mapa della vulnerabilità.

Complessivamente la falda risulta poco protetta a causa dell'assenza di strati impermeabili superficiali. Il territorio risulta suddiviso in due zone a cui compete un diverso grado di vulnerabilità della falda; tuttavia si sottolinea come non vi siano grandi variazioni dell'indice di vulnerabilità all'interno del territorio stesso in virtù della sostanziale omogeneità dei parametri idrogeologici a livello comunale. Nell'area ritenuta ad alta vulnerabilità il valore dell'indice DRASTIC corrisponde infatti a 160, mentre nella zona a vulnerabilità medio/elevata, i valori si attestano tra 149 e 156.

FASE DI PROPOSTA

La fattibilità geologica va intesa come la capacità di un territorio a ricevere, senza significative compromissioni, le scelte di urbanizzazione di tipo insediativo, produttivo o terziario e di mantenere un corretto processo evolutivo territoriale.

Le analisi e le valutazioni per definire il grado di fattibilità sono state svolte sulla base della normativa vigente seguendo le direttive e le metodologie previste nella Deliberazione Giunta Regionale n. 8/1566 del 22 dicembre 2005.

In questa fase di elaborazione sono stati evidenziati e valutati la pericolosità e il rischio geologico, riassumendo con il termine “geologico” tutti gli elementi territoriali valutati in precedenza (idraulico, idrogeologico, pedologico, geotecnico, antropico).

È sulla base dell'identificazione della pericolosità generata da un determinato fenomeno e dal conseguente rischio che sono state individuate le 4 classi di fattibilità.

I risultati delle elaborazioni sono riportati in apposita cartografia (Carta di fattibilità geologica).

Le quattro classi previste dalla regione sono indicate con colori differenti (classe I bianco, classe II: giallo, classe III: arancione, classe IV: rosso).

La fattibilità geologica deve essere considerata come una base conoscitiva che nel tempo va costantemente aggiornata, operando in collaborazione con:

- l'Amministrazione Provinciale per definire l'uso naturale e viabilistico del territorio;
- gli operatori e i cittadini nelle fasi di redazione e gestione del P.G.T., per verificare, nella realizzazione degli interventi, il grado di inserimento attraverso indagini strumentali e verifiche tecniche valutando l'impatto e la compatibilità.

I risultati ottenuti hanno permesso di indicare gli interventi, le soluzioni e le modalità di uso del territorio che sono stati sintetizzati nella tavola di fattibilità geologica suddivise per le diverse classi di fattibilità.

CLASSI DI FATTIBILITÀ

Le classi di fattibilità vengono stabilite dalla fase di sintesi attribuendo un valore di fattibilità a ciascun poligono che è stato precedentemente individuato nella carta di sintesi. La fattibilità è un indice di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, alle opere di mitigazione del rischio e alla necessità di controllo di fenomeni in atto o potenziali.

Nel complesso il territorio, non risulta gravato dalla presenza di elevati aspetti di vulnerabilità.

Su tutto il territorio è importante impostare una pianificazione di lungo termine che tenda al riequilibrio degli elementi antropici con gli elementi territoriali.

Sulla base di tali elaborazioni seguendo i criteri di legge nel territorio sono state individuate le quattro classi: (I, II, III, IV).

Di seguito si riporta la descrizione di ogni classe secondo le indicazioni regionali contenute nella DGR 8/1566 del 2005 e le limitazioni ad esse associate.

CLASSE I – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (BIANCO)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o modifica delle destinazioni d'uso.

Non sono state individuate aree di questa classe all'interno del territorio comunale.

CLASSE II – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (GIALLO)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso dei terreni. Per superare le limitazioni è necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico tecnico o idrogeologico.

Limitazioni d'uso

I nuovi interventi edilizi (abitativi, produttivi ed infrastrutturali) devono verificare in fase di elaborazione le modalità di approvvigionamento delle acque per i diversi usi privilegiando gli aspetti di uso plurimo e di risparmio idrico e le modalità di

convogliamento degli scarichi civili rispetto ai pluviali come prescritto dal D.Lgs 152/06 e dalle norme regionali e comunali

Lo scarico diretto delle attività produttive e delle realtà abitative sul suolo, secondo le disposizioni di legge, è vietato.

Le fognature, le fosse biologiche e le cunette stradali di nuova costruzione devono essere alloggiare in manufatti impermeabili a tenuta, dotati di pozzetti ispezionabili per prevenire fenomeni di contaminazione ed attuare il processo di infrastrutturazione delle reti secondo le disposizioni di legge (LR 26/03).

Qualsiasi intervento edificatorio dovrà comunque essere supportato da indagine strumentale (prove penetrometriche, sondaggi geognostici, etc) sulle caratteristiche di portanza dei terreni.

Oltre alle indicazioni contenute nei citati D.M. 11 marzo 1988 e Circ. LL.PP. n°30483 del 24 settembre 1988, in queste aree dovranno essere adottate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli approfondimenti di indagine per la mitigazione del rischio.

Essendo gli acquiferi superficiali poco o per nulla protetti ogni intervento sull'esistente e ogni nuova opera deve garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche fisico chimiche delle acque della falda sia superficiale sia profonda nell'intorno.

Nel caso di opere nel sottosuolo particolarmente profonde (garage, strutture sotterranee polifunzionali) si rendono necessari idonei accorgimenti costruttivi quali impermeabilizzazione, strutture di drenaggio.

Interventi edilizi di notevole consistenza areale, volumetrica o con elementi di impatto (grosse aree produttive, terziarie, zootecniche, parcheggi sotterranei etc) devono tenere conto in fase progettuale delle possibili interazioni con la falda idrica e nel caso di interventi che intercettano la falda punti di controllo piezometrico a monte e a valle dell'intervento.

Per ogni nuova opera dovrà essere confrontata la profondità massima raggiunta da scavi e opere con la soggiacenza minima della falda e con il suo trend evolutivo in un arco di tempo di almeno 10 anni. Nel caso si verifichi contatto o un forte avvicinamento tra l'opera in progetto e le acque sotterranee si dovrà garantire la tutela della falda da ogni rischio di contaminazione sia durante la

fase costruttiva sia successivamente attraverso uno specifico studio idrogeologico (Dlgs 152/06 disposizioni urgenti in materia di protezione civile").

Gli interventi dovranno inoltre tenere conto degli aspetti vegetazionali ed ecologici, per non estinguere gli spazi residui della fauna.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata agli uffici tecnici in formato sia cartaceo che informatico (word ed in shapefile), 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).

CLASSE III – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (ARANCIONE)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate.

L'utilizzo di queste zone sarà subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ o laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, ambientali, etc.), come specificato nei paragrafi successivi per le diverse sottoclassi.

La classe III è stata suddivisa in 3 sottoclassi A, B,C per meglio individuare le specificità e le prescrizioni di fattibilità.

- ✓ Sottoclasse A: la zona di vulnerabilità idrogeologica elevata
- ✓ Sottoclasse B: la zona di rispetto dei pozzi (200 m)
- ✓ Sottoclasse C: l'area del parco Roggie

- **SOTTOCLASSE A: ZONA DI VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA ELEVATA**

Oltre alle attività di verifica riportate nella classe II si vieta:

- la costruzione di insediamenti produttivi che possano in qualsiasi modo influire negativamente sui caratteri del suolo e della falda, attraverso prodotti di lavorazione, scarti, scarichi sul terreno, in falda o nei corsi

d'acqua, stoccaggio di materiale pericoloso, tossico nocivo o che produce percolato;

- il posizionamento di cisterne, serbatoi che contengano materiali nocivi;
- la dispersione di acque di scarico nel terreno, fanghi di depurazione urbana, fanghi di lavorazione e qualsiasi altro tipo di materiale potenzialmente inquinante;
- la localizzazione di fosse biologiche;
- l'accumulo stabile di letame sul terreno senza protezione;
- la costruzione di fognature senza la suddivisione in acque nere e acque bianche. Si dovrà favorire la dispersione delle acque bianche nel sottosuolo, mentre lo smaltimento delle acque nere dovrà essere progettato in modo da non subire possibili interazioni con la falda.

- **SOTTOCLASSE B: ZONA DI RISPETTO DEI POZZI**

L'estensione delle zone di rispetto di tipo geometrico deve essere di 200 m di raggio dal punto di captazione ed approvvigionamento ad uso idropotabile (art. 94 D. Lgs. 152/06 e d.g.r. 7/12693 del 10/4/2003).

In tale area è vietata la presenza di centri di pericolo, quali:

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- 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;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi a eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione e alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;

- gestioni di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- 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.

Le opere di questo tipo presenti nelle zone di rispetto devono essere allontanate in altre aree possibili, e in ogni caso vanno messe in sicurezza.

L'attuazione, in queste zone, di interventi quali:

- fognature;
- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche.

è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti a una ripermutazione della zona di rispetto secondo i criteri idrogeologico o temporale, con le modalità riportate nel D.G.R. 6/15137 del 1996.

Nel caso delle fognature sono da prevedere ulteriori sistemi di protezione quali per esempio la protezione a "doppia camicia" o altro.

Nuovi pozzi

Nel caso di dismissione dei pozzi esistenti e l'apertura di nuovi pozzi le aree di localizzazione vanno ricercate fuori dai nuclei abitati o produttivi.

Devono essere effettuati specifici studi idrogeologici e geotecnici per verificare:

- che l'opera sia compatibile con le caratteristiche dell'acquifero;
- eventuali cedimenti del suolo siano compatibili con la stabilità e funzionalità dei manufatti nella zona di emungimento.

L'apertura di nuovi pozzi deve essere preceduta da una indagine idrogeologica di dettaglio a livello areale per valutare gli effetti sul sistema delle falde ed eventuali processi di impoverimento o di locali squilibri.

Le indagini di campagna dovranno essere supportate da prove di portata per predisporre un bilancio idrogeologico d'area volto a stabilire la fattibilità dei nuovi pozzi.

L'ubicazione dovrà essere preceduta dalla delimitazione delle fasce di rispetto secondo il criterio temporale previsto nel DGR 6/15137 del 1996 e in seguito alla realizzazione di specifiche prove di portata per valutare il grado di produttività e di potenzialità del nuovo impianto.

Ogni nuovo intervento edificatorio di tipo produttivo deve essere accompagnato da una indagine idrogeologica atta a valutare il grado di permeabilità e fissare modalità operative e costruttive tali da diminuire il rischio di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali.

In particolare deve essere previsto:

- il collettamento al sistema fognario comunale secondo le normative di settore sia nazionali, che regionali,
- l'effettuazione di processi di pretrattamento per le lavorazioni produttive,
- un sistema di raccolta per le acque di prima pioggia e del loro smaltimento,
- lo scarico secondo le discipline del settore per le acque di seconda pioggia all'interno delle aree impermeabilizzate (es. parcheggi).

Particolare attenzione dovrà essere posta al programma di approvvigionamento idropotabile che deve essere collegato al sistema acquedottistico presente.

Per le situazioni ritenute più problematiche è consigliabile che siano avviate indagini preliminari delle aree dismesse con una mappa planoaltimetrica dell'area oggetto di investigazione. La mappatura dovrà essere redatta in scala adeguata in modo che possano essere visibili gli edifici, i percorsi dei cunicoli fognari, le aree di stoccaggio ed il percorso di corsi d'acqua superficiali.

Inoltre dovrà essere effettuato uno studio geolitologico ed idrogeologico preliminare sulla base di osservazioni ed eventuale esecuzione di campioni da analizzare.

• **SOTTOCLASSE C : PARCO DELLE ROGGIE**

Vanno seguite le disposizioni fissate per l'istituzione del parco
(in via di definizione).

L'intera area va periodicamente controllata per prevenire fenomeni di contaminazione.

Classe IV – Fattibilità con gravi limitazioni (Rosso)

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazioni d'uso delle aree.

È esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31 lettere a) b) c) della L. 457/1978.

Per i nuclei abitati esistenti dovranno essere predisposti piani di protezione.

Eventuali infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente verificate.

A tal fine da parte del realizzatore dovrà essere allegata al progetto apposita relazione geologica, e idrogeologica che accerti la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico

La classe IV interessa la zona di tutela assoluta dei pozzi idropotabili

- **ZONA DI TUTELA ASSOLUTA DEI POZZI PUBBLICI**

Essa è costituita dall'area immediatamente circostante la captazione del pozzo.

L'estensione dell'area è di 10 m di raggio dal punto di captazione come previsto per legge (art. 94 DLgs 152/06).

La delibera regionale DGR 6/15137/1996 nella tabella n. 1 delle classi d'ingresso colloca tale territorio nella IV classe.

Limitazioni d'uso

La zona deve essere recintata, provvista di canalizzazione per le acque meteoriche ed essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Vanno attuate le prescrizioni della DGR 6/15137/1996 e le disposizioni contenute nel DLgs 152/06.

CARTOGRAFIA PRODOTTA

La cartografia è stata sviluppata per tutti i parametri analizzati e come base cartografica è stato usato l'aerofotogrammetrico comunale in scala 1:5000.

Gli shapefile riportati in cartografia sono stati estratti dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia e quelli facenti parte delle nostre elaborazioni sono stati sviluppati nel corso del lavoro.

TAVOLA 1: INQUADRAMENTO

Questa tavola fornisce una visione generale e macroscopica del territorio in cui sorge ed i comuni adiacenti e la geologia presente

TAVOLA 2: ELEMENTI LITOLOGICI, PEDOLOGICI E GEOTECNICI

I dati relativi alle unità pedologiche sono stati desunti dalla Carta dei suoli "I suoli della Pianura Milanese Settentrionale" dell'ERSAL - 1999, incrociati con i dati geognostici provenienti dalle indagini di campagna disponibili per il territorio (l'ubicazione è stata riportata in carta).

Riguardo ai dati geotecnici e le prove ubicate in carta sono stati estratti dagli studi effettuati precedentemente e disponibili.

In base alla profondità vengono anche riportati i valori medi di alcuni parametri geotecnici.

TAVOLA 3: ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

In questa carta sono stati riportati i principali elementi geomorfologici rappresentati dai paleoalvei. È stato riportato anche il sottoambito geomorfologico entro cui si sviluppa il comune che è rappresentato da un territorio della alta pianura.

TAVOLA 4: ELEMENTI IDROGRAFICI

In questa tavola sono stati inseriti gli elementi urbanistici e territoriali presenti ed i corsi d'acqua presenti a livello territoriale (F. Ticino, Olona e canale Villorosi)

TAVOLA 4: ELEMENTI IDROGEOLOGICI

In questa tavola sono stati sintetizzati gli elementi idrogeologici presenti sul territorio.

Vista la sostanziale semplicità dal punto di vista strutturale degli aspetti geologici (nel territorio è presente un'unica formazione, costituita dal Diluvium Recente del Pleistocene Superiore) e l'assenza di elementi morfologici significativi (territorio pianeggiante) è stato possibile raggruppare i suddetti elementi in un'unica tavola con un'ottima lettura incrociata dei dati disponibili.

Questa tavola è stata elaborata a partire dagli elementi derivati dalla bibliografia esistente, integrati con la documentazione regionale (base dati informativa sistema SIT regionale) e provinciale disponibile.

Inoltre sono stati riportati gli elementi idrogeologici significativi (piezometria, direzione del deflusso idrico, ubicazione pozzi, etc. forniti dall'AGESP).

In questa tavola è stata riportata la piezometria della falda freatica basandosi principalmente sulle isopiezometriche individuate dalla provincia di Milano (Sistema Informativo Falda) dell'Ottobre 2008 e il tracciato delle sezioni geologiche riportate all'interno della relazione.

TAVOLA 6: ELEMENTI ANTROPICI

In questa tavola sono stati rappresentati tutti quegli elementi legati all'attività antropica ed all'urbanizzazione.

TAVOLA 7: CARTA DI SINTESI

Nella cartografia sono riportati i principali fattori territoriali presenti per l'aspetto geologico, idrogeologico, idrografico, geotecnico e sismico.

I pozzi pubblici sono stati inseriti con il loro codice di identificazione riportato nella relazione. Con il metodo DRASTIC è stato infine suddiviso il territorio comunale in aree omogenee dando una valutazione della vulnerabilità idrogeologica, che si presenta media / elevata e elevata, per il fatto che il terreno è costituito principalmente da ghiaie con una buona permeabilità.

TAVOLA 8: CARTA DEI VINCOLI

Nella tavola sono stati riportati i vincoli individuati dallo studio geologico ed idrogeologico, cioè le fasce di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile,

TAVOLA 9: CARTA DI FATTIBILITÀ

In questa tavola il territorio comunale è stato diviso in classi omogenee di fattibilità geologica. La suddivisione è stata fatta incrociando i dati provenienti dalle altre carte descritte in precedenza.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa nazionale

Regio Decreto

1. Rd 2669/37 - Regolamento sulla tutela di opere idrauliche di 1^a e 2^a categoria e delle opere di bonifica
2. Rd 1775/33 – Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici
3. Rd 827/24 - Regolamento per l'amministrazione del patrimonio e per la contabilità generale dello Stato
4. Rd 523/1904 - Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
5. Rd 368/1904 - Regolamento per l'esecuzione del Testo Unico
6. Rd 2278/1865 allegato F

Leggi Nazionali

7. L 1/03 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 novembre 2002, n. 251, recante misure urgenti in materia di amministrazione della giustizia
8. L 59/97 - Delega al governo per il conferimento di funzioni e compiti alle Regioni ed Enti Locali per la riforma della pubblica amministrazione e per la semplificazione amministrativa
9. L 37/94 - Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche
10. L 36/94 - Disposizioni in materia di risorse idriche
11. L 225/92 – Istituzione del servizio nazionale della protezione civile.
12. L 394/91 - Legge quadro sulle aree protette
13. L 183/89 - Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

14. L. 8/8/85 – Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985 n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale
15. L. 4/2/63 N129 – Piano regolatore generale degli acquedotti
16. L. 27/12/53 N959 – Norme modificatrici del T.U. delle leggi sulle acque e sugli impianti elettrici
17. L. 29/6/1939 N1497 – Protezione delle bellezze naturali
18. L. 47/85 - Norme in materia di controllo dell'attività urbanistico - edilizia, sanzioni, recupero e sanatoria delle opere abusive.

DPR

19. DPR 24/5/2001 - Regolamento di organizzazione degli Uffici di diretta collaborazione del Ministro degli affari esteri.
20. DPR 18/2/1999 n. 238 – Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della legge 5 gennaio 1994, n. 36, in materia di risorse idriche
21. DPR 14/4/93 - Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica
22. DPR 24/5/1988 n. 236 - Attuazione della direttiva CEE n. 80 / 778 concernente la qualità delle acque destinate, al consumo umano , ai sensi dell' art. 15 della legge 16 aprile 1987 , n. 183.

DM

23. Dm 258/98 - Regolamento per la rideterminazione dei canoni
24. Decreto 1 agosto 1996 – Metodo per la definizione delle componenti di costo e la determinazione della tariffa di riferimento del servizio idrico integrato
25. DM 11/3/88 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

DPCM

26. Dpcm 22/12/2000 - Trasferimento dei beni e delle risorse finanziarie, umane strumentali e organizzative per l'esercizio delle funzioni
27. Dpcm 12/10/2000 - Individuazione dei beni e delle risorse finanziarie, da trasferire alle regioni per l'esercizio delle funzioni e dei compiti amministrativi in materia ambientale

Delibera Comitato Interministeriale Ambiente

28. DCIA 4/2/77 – Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

DL

29. DL 11/11/02 N. 251 – Misure urgenti in materia di amministrazione della giustizia

DLGS

30. Dlgs 18/8/2000 n. 267 - Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli Enti Locali
31. Dlgs 11/5/1999 n. 152 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento
32. Dlgs 31/3/98 n. 112 - Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli enti locali
33. Dlgs 3/4/2006 n. 152 – Norme in materia ambientale
34. Dlgs 8/11/2006 n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

LC

35. Legge costituzionale 18 ottobre 2001 n 3 - Modifiche al titolo V della parte seconda della Costituzione

Normativa regionaleLeggi Regionali

36. Lr 5/1/2000 n 1 - Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia
37. Lr 10/12/98 n 34 - Disposizioni in materia di tasse sulle concessioni regionali
38. Lr 29/10/98 n 22 - Riforma del trasporto pubblico
39. Lr 41/97 – Prevenzione del rischio geologico
40. Lr 18/97 – Competenze di tutela dei beni ambientali
41. Lr 41/88 - Modifica alla legge regionale 27 aprile 1979 n. 32 concernente “Norme per la polizia idraulica e per l'estrazione di materiali litoidi negli alvei e nelle zone golenali dei corsi d' acqua e nelle spiagge e fondali lacuali di competenza regionale”
42. Lr 59/84 - Riordino dei consorzi di bonifica
43. Lr 86/83 - Piano generale delle aree regionali protette
44. Lr 34/73 - Provvedimenti in materia di viabilità, opere igieniche ed altre opere pubbliche
45. Lr 8/98 - Norme in materia di costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei bacini di accumulo di competenza regionale

DGR

46. Dgr 22 dicembre 2005 n. 8/1566 - Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12.
47. Dgr 25/1/2002 n. 7/7868 - Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica.
48. Dgr 25/1/2002 n. 7/7867 – Trasferimento delle funzioni alle province, ai comuni e alle comunità montane concernenti la progettazione,

l'esecuzione e la gestione delle opere di pronto intervento, relative alle aree, ai manufatti e alle infrastrutture di proprietà dei singoli enti ai sensi della l.r. 5 gennaio 2000, n. 1, art. 3, comma 110 ed approvazione del regolamento di attuazione

49. Dgr 6/47310 del 22/12/99

50. Dgr 20/12/1996 n. 6/23339 – Adempimenti previsti dal 2° comma dell'art. 8 della legge 5 gennaio 1994, n. 36 'Disposizioni in materia di risorse idriche'

51. Dgr 18/5/1993 n. 5/36147 – Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale

52. Dgr 7/1767 del 24/10/2000

53. Dgr 7/1974 del 8/11/2000

54. Dgr IV/7633 del 8/4/1986

DCR

55. Dcr 26/3/86 n. 4/213 - Suddivisione in comprensori di bonifica del territorio regionale non già classificato di montagna, ai sensi dell'art. 5 della L.R. 26 novembre 1984, n. 59.

DGUO

56. Dguo 13/12/2002 n. 25125 - Direzione Generale Territorio e Urbanistica – Approvazione dei decreti e disciplinari tipo di polizia idraulica concernenti autorizzazioni ai soli fini idraulici e concessioni di aree demaniali. – d.g.r. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002.

57. Dguo 8/5/2002 n. 7745 – Direzione Generale Territorio e Urbanistica – Opere di pronto intervento l.r.14 agosto 1973, n. 34. Ai sensi della l.r. 5 gennaio 2000, n. 1, art. 3, comma 110 “sono trasferite ai Comuni e alle Comunità Montane le funzioni concernenti la progettazione, l'esecuzione e la gestione delle opere di difesa del suolo relative alle aree, ai manufatti e alle infrastrutture di proprietà di singoli enti, ivi comprese le opere di pronto intervento, di monitoraggio e di prevenzione”. I pronti interventi sul

reticolo minore sono trasferiti ai Comuni o alle Comunità Montane, ai sensi della d.g.r. n. 7868/2002. Approvazione delle linee guida.

Direttive

58. Direttiva CEE 92/43 - Conservazione habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche

BIBLIOGRAFIA

- “Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997”, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – www.ingv.it
- Autorità di Bacino del Fiume Po: “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico” – Norme Tecniche di Attuazione - <http://www.adbpo.it>, adottato nel 2001
- CAP: “Indagine preliminare sull’uso sostenibile delle falde profonde”, Milano 1985
- Carte catastali Comunali
- Ceriani Massimo, Carelli Massimo (Servizio Geologico – Ufficio Rischi Geologici Regione Lombardia): “Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891-1990)”
- Consorzio Est Ticino Villoresi – Corografia
- De Leo Giulio: “Indicatori di vulnerabilità degli acquiferi” - <http://www.giuliodeleo.it/via/via/cap5/acquasott/acque/indici/VULNERAB.html>
- ERSAL: “I suoli della pianura milanese settentrionale”, 1999
- Francani V., Rinelli S. - “Criteri idrogeologici per l’ottimizzazione dell’attività estrattiva nella provincia di Milano in funzione della compatibilità ambientale”
- Ottone C., C., Rossetti, R.: “Condizioni termo-pluviometriche della Lombardia”, Atti dell’Istituto Geologico dell’Università di Pavia, n. 29, pagg. 27-58, 1980
- Pellegatta Tiziano, Cortiana Riccardo (Tornado Gest s.r.l.): “Indagine geologico-tecnica dei terreni siti in località Boscaccio nel Comune , (MI)”, 1997
- Provincia di Milano – Assessorato all’Ecologia - Indagini idrobiologiche sui corsi d’acqua superficiali – 1988
- Provincia di Milano – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
- Provincia di Milano – Servizio SIAS (Sistema Informativo Acque Superficiali)

- Regione Lombardia – Sistema Informativo Territoriale - www.cartografia.regione.lombardia.it
- Regione Lombardia: “BURL”
- Regione Lombardia: “Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”, Milano, Marzo 2006
- Servizio Geologico Nazionale - Carta Geologica D’Italia scala 1:100.000
- Servizio Geologico Nazionale - Carta Geologica della Lombardia scala 1:250.000