STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
www.geologia-applicata.com

COMUNE DI CADORAGO

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

Aprile 2009

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
ATTARDO GASPARE
n° 9

Dott. geol. G. ATTARDO

SOMMARIO

1. PREMESSA

2. RACCOLTA ED ANALISI DEI DATI ESISTENTI

3. RILEVAMENTO DI CAMPAGNA

4. CARTA GEOLOGICA

   4.1 Depositi glaciali rissiani

   4.2 Depositi glaciali würmiani

   4.3 Depositi alluvionali antichi

   4.4 Depositi alluvionali attuali e recenti

5. CARTA GEOMORFOLOGICA

6. CARTA IDROGEOLOGICA

   6.1 Permeabilità dei litotipi

   6.2 Vulnerabilità degli acquiferi

   6.3 Rete idrografica superficiale

7. CARTA DELA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

8. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

   8.1 Temperatura dell'aria

8.2 Precipitazioni

8.3 Indici climatici

9. CARTA LITOLOGICO TECNICA

10. CARTA DI SINTESI

11. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER GLI INTERVENTI

11.1 Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

11.2 Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

11.3 Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni

11.4 Classe 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni

11.5 Classe 4a - Fattibilità con gravi limitazioni

11.6 Classe 4b - Fattibilità con gravi limitazioni

1. PREMESSA

Gli elaborati geologici allegati al P.G.T. costituiscono la raccolta delle indagini di natura geologica, geomorfologica, sismica. idrologica, idrogeologica e geologico tecnica eseguite nell'ambito della redazione del progetto definitivo del Piano di Governo del Territorio di Cadorago, in attuazione dell'art. 57, comma 1 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12, approvato con la d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 recentemente aggiornata con la d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

In accordo con gli obiettivi delle citate legislazioni, lo studio si è articolato in:

a) *raccolta e verifica di tutti i dati di natura geologica disponibili sul territorio comunale;*
b) *rilevamento di dettaglio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;*
c) *analisi del rischio sismico;*
d) *individuazione delle aree con caratteristiche geologico-tecniche omogenee;*
e) *definizione della carta di fattibilità geologica per le azioni di piano;*
f) *stesura della relazione geologica generale;*
g) *stesura delle Norme Geologiche di Piano.*

Fanno parte integrante dell'indagine i seguenti allegati cartografici:

- **Tavola n. 1 "Carta geologica" (scala 1/10.000)**
  È la carta d'inquadramento regionale nella quale sono contenute le informazioni di carattere geologico relativamente ai depositi affioranti sul territorio comunale.
- **Tavola n. 2 "Carta geomorfologica" (scala 1/10.000)**
  In questa carta sono stati evidenziati gli elementi morfologici presenti sul territorio ed i processi morfodinamici legati all'evoluzione recente del paesaggio che ne hanno determinano l'attuale modellamento. Tutti i processi sono stati inoltre classificati sulla base del rispettivo stato di attività, distinguendoli pertanto in: attivi, quiescenti, stabilizzati, relitti.
- **Tavola n. 3 "Carta idrogeologica" (scala 1/10.000)**
  In questa carta sono stati rappresentati i terreni secondo intervalli di permeabilità e secondo classi di vulnerabilità intrinseca. È stata inoltre

ricostruita la piezometria della falda più significativa e lo sviluppo del reticolo idrografico superficiale.

- **Tavola n. 4 "Carta della pericolosità sismica locale" (scala 1/10.000)**
  In questa carta sono state riportate tutte quelle aree del territorio comunale dove sono prevedibili possibili scenari di pericolosità sismica locale.
- **Tavola n. 5 "Carta litologico tecnica" (scala 1/5.000)**
  In questa carta sono stati rappresentati i terreni affioranti sul territorio comunale secondo classi litologico tecniche identificate attraverso valutazioni geognostiche.
- **Tavola n. 6 "Carta di sintesi" (scala 1/5.000)**
  In questa carta sono state rappresentate le aree sensibili in funzione dello stato di pericolosità geologico geotecnica e della vulnerabilità idrogeologica.
- **Tavole nn. 7.1÷7.6 "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano interventi" (scala 1/2.000)**
  È la zonazione della suscettività d'uso del territorio comunale effettuata sulla base degli elementi sensibili raccolti nella carta di sintesi. Fornisce inoltre le indicazioni in ordine alle limitazioni ed alle destinazioni d'uso del territorio.

2. RACCOLTA ED ANALISI DEI DATI ESISTENTI

In questa fase sono stati esaminati e, ove necessario, utilizzati per la stesura dello studio tutti gli archivi presso i quali si è resa disponibile la documentazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica relativa al territorio comunale.

In particolare sono state esaminate le indagini geologiche già elaborate dallo scrivente per il P.R.G. e per l'individuazione del reticolo idrico minore e delle relative fasce di rispetto.

3. RILEVAMENTO DI CAMPAGNA

Nel corso della fase preliminare è stato portato a termine un rilievo di campagna, esteso a tutto il territorio comunale, nel corso del quale sono stati acquisiti i

parametri relativi agli **aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici** dell'ambito di ricerca.

4. CARTA GEOLOGICA (Tavola n. 1)

Dal punto di vista geologico il territorio comunale di Cadorago appartiene all'anfiteatro morenico del Lario essendo costituito da depositi clastici che si sono accumulati attorno ai fronti ed ai lati dei ghiacciai durante il loro prolungato soggiorno entro le valli alpine e dinanzi allo sbocco nella pianura padana.

Il basamento roccioso è invece costituito da un unico conglomerato fluviale, deposto nel periodo interglaciale *Günz-Mindel,* ma del quale non vi è traccia nell'area d'indagine.

A livello locale la successione stratigrafica, così come è stata rilevata sulla *Carta geologica* della *Tavola n. 1*, è rappresentata dai seguenti termini:

- **Depositi glaciali rissiani**
- **Depositi glaciali würmiani**
- **Depositi alluvionali antichi**
- **Depositi alluvionali antichi e recenti**

4.1 Depositi glaciali rissiani

All'interno di tale corpo sedimentario, ascrivibile al Pleistocene medio, sono stati cartografati sia i depositi in *facies di till,* come i *cordoni morenici*, sia i depositi di natura fluvioglaciale facilmente individuabili in corrispondenza delle piane di raccordo.

Questi depositi sono rappresentati, dal punto di vista litogranulometrico, da ghiaie e sabbie immerse in una moderata matrice limo argillosa che diventa prevalente nella *facies di till*.

In superficie è inoltre presente un'alterazione pedogenetica con spessori del fronte di decarbonatazione di circa 4÷5 metri.

4.2 Depositi glaciali würmiani

Tali depositi sono poco estesi sul territorio comunale essendo limitati ad un modesto affioramento rintracciabile in località *Moncasolo*, in un ambito collinare che tende a sfumare nei depositi alluvionali sottostanti.

All'interno di tale corpo sedimentario si riconoscono solamente i depositi in *facies di till* a motivo dei seguenti caratteri distintivi:

- **caoticità** generalizzata nella sedimentazione dei componenti;
- **presenza** di ciottoli con spigoli smussati e superfici ben levigate;
- **matrice** di natura limosa sabbiosa;
- **eterogeneità** granulometrica con frequenti intercalazioni di massi erratici, ciotoli, ghiaia e sabbia.

I ciottoli, i blocchi ed i massi denotano una medesima composizione e zona d'origine. In prevalenza si hanno infatti serpentinoscisti, cloritoscisti, micascisti e quarziti.

I carbonati appaiono lisciviati sino ad una profondità di circa 1,5 metri, con la presenza di un suolo profondo formatosi dello spessore di 2 metri circa.

4.3 Depositi alluvionali antichi

Questi depositi sono costituiti da materiali trasportati e depositati dal Torrente Lura in un periodo cronologicamente riferibile al Pleistocene.

Sul territorio comunale si rintracciano facilmente lungo i fianchi della Valle del Lura ed a diverse quote, ad un livello non più raggiungibile dalle piene di riferimento del torrente.

Sotto il profilo litogranulometrico s'individuano elementi detritici di varie dimensioni organizzati in corpi stratoidi e lentiformi di ghiaie e sabbie immerse in una matrice debolmente limosa.

In superficie è presente un sottile orizzonte d'alterazione costituito prevalentemente da limi e sabbie, talora ghiaiose, che conferiscono al deposito caratteri di permeabilità nettamente più bassi rispetto ai depositi alluvionali più recenti.

4.4 Depositi alluvionali attuali e recenti

Questi depositi sono il risultato delle attività di trasporto e di deposito esercitate dal Torrente Lura in un periodo di tempo che a partire dall'Olocene inferiore si è protratto sino ai giorni nostri.

Le *alluvioni recenti* occupano la piana d'inondazione torrentizia e sono spesso colonizzate da vegetazione, mentre le *alluvioni attuali* sono poste ad un livello più basso e costituiscono il letto di piena ordinaria del torrente.

Sotto il profilo litogranulometrico si riconoscono ghiaie e sabbie debolmente limose, scarsamente cementate e con una struttura lenticolare caratterizzata da un'alternanza di materiali a granulometria eterogenea.

5. CARTA GEOMORFOLOGICA (Tavola n. 2)

La geomorfologia dell'ambito indagata rappresenta un momento di un processo evolutivo che può essere analizzato attraverso i fattori attivi e passivi che lo determinano.

I *fattori attivi* sono quelli connessi all'atmosfera ed agiscono attraverso un doppio processo d'erosione e di sedimentazione che si esplica con le seguenti manifestazioni:

- **denudazione**
- **erosione**
- **corrosione**

I *fattori passivi* sono quelli che condizionano l'ambiente senza svolgere un'azione diretta e sono rappresentati da:

- **litologia**
- **tettonica**
- **vegetazione**
- **clima**

Sulla *composizione litologica* è basata la legge generale dell'erosione differenziale selettiva, per la quale s'alternano e si disgregano prima i materiali meno resistenti, poi quelli mediamente resistenti e da ultimo i più resistenti.

A questa legge corrisponde la legge di deposizione differenziale, per la quale i materiali più pesanti e voluminosi si depositano per primi seguiti da quelli meno pesanti e da ultimo dalle particelle più fini.

La *struttura tettonica,* sebbene non interessi direttamente la morfologia del territorio comunale, è rilevante in quanto le linee di faglia e le fratture influenzano l'erodibilità di una roccia ed il reticolo idrografico.

La *vegetazione* svolge invece una duplice azione sul territorio:

- **protettrice**, in quanto rallenta l'azione erosiva delle acque, del vento e dei diversi agenti atmosferici;

- **demolitrice**: in quanto le radici delle piante accelerano in taluni casi la frantumazione delle rocce e la disgregazione dei terreni circostanti.

Il *clima* è invece il fattore che condiziona tutti gli agenti atmosferici e di conseguenza la particolare tipologia erosionale che ne scaturisce.

Nello stretto ambito d'indagine la morfologia dominante risulta modellata dai ghiacciai rissiani e würmiani e dall'azione delle acque di scorrimento superficiale.

Il territorio è infatti caratterizzato da lunghe fasce collinari, con un profilo trasversale più o meno arrotondato, interrotte dall'incisione del Torrente Lura attraverso la quale transitarono le fiumane detritiche durante la fusione dei ghiacciai.

Gli aspetti geomorfici presenti sono risultati strettamente connessi alle fasi deposizionali dei periodi glaciali ed alle fasi erosive degli interglaciali.

Come riportato sulla *"Carta geomorfologica"* della *Tavola n. 2*, le forme cartografate sono state associate in base al dinamismo che le ha innescate.

In particolare, sul territorio comunale sono state riconosciute le seguenti forme:

- ***Archi morenici:*** *sono associati all'attività di tipo glaciale e rappresentano una tra le forme di deposizione più tipica di quel periodo.*
  Risultano estesi in direzione NordOvest-SudEst su tre differenti ordini: il cordone Malpensata - Cascina Saibene, quindi il cordone Caslino al Piano Guanzate ed infine i cordoni Cascina Roncaccio - Bulgorello - Cadorago. Generalmente il grado di conservazione di queste forme è discreto con un'elevazione, rispetto alla piana circostante, di circa 5÷10 metri.

- ***Orli di terrazzi fluviale:*** *sono forme associate alla dinamica delle acque correnti ed identificano delle brusche rotture di pendenza che si sono originate in seguito all'azione di due o più processi morfogenetici talora concomitanti.*
  Risultano molto evidenti in corrispondenza della scarpata che segna il limite dei depositi glaciali rissiani ed il passaggio alla sottostante piana alluvionale attualmente occupata dal Torrente Lura.

Sulla *"Carta geomorfologica"* della *Tavola n. 2* sono state rappresentate, oltre alle forme legate alla dinamica morfologica, gli elementi litologici dominanti che permettono una lettura del territorio in relazione agli agenti che li hanno plasmati, fornendo di conseguenza indicazioni utili per una corretta interpretazione dell'ambiente.

L'area esaminata è stata pertanto zonizzata in due differenti unità litologiche:

- ***Ghiaie e sabbie con scarsa frazione fine:*** *in quest'unità sono stati raccolti tutti gli ambiti vallivi, caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie con scarsa matrice fine, riferibili ai depositi alluvionali attuali e recenti*
- **Ghiaie e sabbie miste alla frazione fine:** *in quest'unità sono stati raccolti tutti gli ambiti a morfologia pianeggiante, caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie miste alla frazione fine, riferibili ai depositi glaciali.*

6. CARTA IDROGEOLOGICA (Tavola n. 3)

Gli elementi a disposizione per la descrizione dell'assetto idrogeologico dell'area si sono rifatti ai dati stratigrafici relativi ai pozzi d'acqua situati nelle zone limitrofe ed in particolare a quelli presenti sul territorio comunale.

L'assetto idrogeologico locale è stato schematizzato in tre differenti litozone cui corrispondono altrettanti acquiferi.

La *prima litozona* è costituita da depositi relativamente recenti, poco classati e con abbondante matrice fine; la seconda è rappresentata dai conglomerati più o meno fratturati riferibili alla formazione del *Ceppo*; infine l'ultima litozona, la più profonda, è costituita da sabbie e ghiaie poggianti su un substrato limo-argilloso cui è generalmente attribuita la denominazione di *Acquifero sotto il Ceppo*.

Nell'area d'indagine il livello piezometrico si pone ad una profondità di circa 60 metri dal piano campagna, con un deflusso diretto verso *Sud-SudOvest* e con un gradiente idraulico prossimo al 2%.

Sulla carta idrogeologica della Tavola n. 3 sono state messe in evidenza le seguenti tematiche:

- la **permeabilità** dei litotipi affioranti;
- la **vulnerabilità** degli acquiferi;
- la **dislocazione** dei punti di captazione idrica;
- la **struttura** della superficie piezometrica;
- lo **sviluppo** della rete idrografica superficiale.

6.1 Permeabilità dei litotipi

La permeabilità di un terreno, definita come l'attitudine ha lasciarsi attraversare da un fluido, è risultata variabile in funzione di numerose caratteristiche fisiche, fra cui le dimensioni e la distribuzione dei pori.

Sulla base delle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti è stato possibile zonizzare il territorio comunale in due classi di permeabilità:

- ***Terreni* con permeabilità variabile da media a ridotta:** *in questa classe ricadono i depositi glaciali caratterizzati da alternanze di livelli in cui le granulometrie grossolane prevalgono sui livelli più fini. Indicativamente il coefficiente di permeabilità k risulta variabile tra 10^{-4} e 10^{-2} cm/s.*

- ***Terreni con permeabilità variabile da media ad elevata:*** *in questa classe ricadono i depositi alluvionali attuali e recenti costituiti prevalentemente da materiali grossolani in matrice sabbiosa e con frazione fine scarsa o assente. Indicativamente il coefficiente di permeabilità k risulta superiore a 10^{-2} cm/s.*

6.2 Vulnerabilità degli acquiferi

Per valutare la vulnerabilità degli acquiferi, vale a dire dell'insieme delle caratteristiche naturali del sistema che contribuiscono a determinare la suscettibilità ad assorbire e diffondere un inquinamento, è stata applicata la metodologia definita, con l'acronimo anglosassone, D.R.A.S.T.I.C.

Secondo tale metodologia è possibile valutare e quantificare la vulnerabilità della falda analizzando sette distinti parametri:

- ***profondità*** *della falda (**D**epth to water table)*
- ***ricarica*** *(**R**echarge)*
- ***litologia*** *dell'acquifero (**A**quifer media)*
- ***litologia*** *del suolo (**S**oil media)*
- ***acclività*** *(**T**opography)*
- ***litologia*** *della zona non satura (**I**mpact of the vadose zone)*
- ***conducibilità*** *idraulica (Hydraulic **C**onductivity)*

Una volta attribuiti ai vari parametri il valore corrispondente, sono stati moltiplicati per un coefficiente variabile in funzione del diverso peso che i vari fattori potrebbero avere nei meccanismi della diffusione dell'inquinamento.

In base a quest'analisi il territorio comunale è risultato suddiviso in **tre zone** a diversa vulnerabilità:

- ***V_2 - Zone a vulnerabilità media*****:** *coincidono con gli ambiti d'affioramento dei depositi morenici.*
- ***V_3 - Zone a vulnerabilità alta*****:** *coincidono con gli ambiti d'affioramento delle fasce alluvionali antiche e delle piane glaciali in facies di till.*
- ***V_4 - Zone a vulnerabilità elevata*****:** *coincidono con gli ambiti d'affioramento dei depositi alluvionali attuali e recenti.*

6.3 Rete idrografica superficiale

I motivi d'interesse idrologico dell'area studiata si riducono alla presenza del *Torrente Lura* e di alcuni suoi tributari minori.

Il sistema idrografico su cui è impostato il bacino del *Torrente Lura* nasce sulle alture moreniche ad occidente di Como e dopo aver attraversato la piana di Bulgarograsso inizia ad incidere i depositi morenici rissiani con abbassamenti delle quote sino a 30 metri e con la formazione di diversi ordini di terrazzi minori.

Attraversa il territorio comunale in esame lungo un asse orientato da Nord verso Sud e riceve dalla sinistra idrografica alcuni affluenti minori quali la *Roggia Livescia* che s'immette nell'asta principale all'altezza della località Moncasolo.

Prosegue quindi verso meridione sino a Saronno, oltrepassa l'Olona ed il Canale Villoresi e si disperde infine nelle campagne del milanese.

Il regime idraulico di questo corso d'acqua è prettamente torrentizio, caratterizzato cioè da periodi di piene e di magre che si alternano in funzione delle precipitazioni meteoriche, con una portata residua *(di magra)* che viene garantita dal ritardo con cui l'acquifero rilascia le acqua d'infiltrazione.

7. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tavola n. 4)

Dall'analisi della cartografia d'inquadramento e sulla base delle indicazioni contenute nell'*Allegato 5* della D.G.R. del 22.12.05 n. 8/1566, è stato possibile perimetrare tre differenti situazioni tipo in grado di determinare effetti sismici locali: **Z3a - Z4a - Z4c**.

Questa perimetrazione, riportata sulla *"Carta della pericolosità sismica locale"*, costituisce il Primo Livello di Approfondimento e fornisce la base per l'applicazione dei successivi livelli.

Per ciascun scenario tipo sono state inoltre attribuite sia le classi di pericolosità sismica sia il livello di approfondimento richiesto.

Sigla	Scenario tipo	Possibili effetti	Classe di pericolosità sismica	Livello approfondimento richiesto
Z3a	Zone di scarpata con altezze superiori a 10 metri	Amplificazioni topografiche	H2	2°
Z4a	Zone di fondovalle con presenza di depositi fluvioglaciali	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2	2°
Z4c	Zone moreniche con presenza di depositi granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2	2°

Si rammenta che il territorio comunale di Cadorago è stato classificato, con il *D.M. 05.03.1984*, **Zona Sismica 4**, corrispondente cioè a quelle aree con il minor grado di rischio sismico. Pertanto l'applicazione del secondo livello di approfondimento è previsto per le sole costruzioni il cui uso preveda: *affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti*.

VALORI SOGLIA PER IL COMUNE DI CADORAGO			
	Suolo di Tipo A	**Suolo di Tipo B-C-E**	**Suolo di tipo D**
Valori di soglia per il periodo compreso tra 0,1 e 0,5 s	1,3	1,6	1,8
Valori di soglia per il periodo compreso tra 0,5 e 1,5 s	1,9	3,0	4,9

8. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

La determinazione delle condizioni climatiche si può considerare come la naturale premessa per ogni indagine idrologica ed idrogeologica.

Indici climatici fondamentali, quali la temperatura dell'aria, la natura delle precipitazioni atmosferiche (durata, quantità ed intensità), i cicli di gelo e disgelo, sono infatti indispensabili per determinare quali siano le zone di una regione maggiormente predisposte ai fenomeni franosi.

Per un accurato inquadramento della tematica sono state consultate le serie storiche relative alle stazioni meteoclimatiche più vicine sul territorio.

In particolare, per le determinazioni analitiche relative alla temperatura dell'aria e per il regime pluviometrico, sono state prese in considerazione le osservazioni meteo effettuate presso la stazione meteorologica di *Cantù*.

8.1 Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria presenta un valore medio annuale di *12,3°C*, con un'escursione media annua (differenza tra la temperatura media di luglio e quella di gennaio) che oscilla intorno ai *19-20°C*: ciò significa che dal punto di vista termico, il clima può essere considerato come transizionale fra il tipo *intermedio* (escursione fra 15 e 20°C) ed il tipo *continentale* (escursione superiore ai 20°C).

8.2 Precipitazioni

Dall'analisi dei dati meteoclimatici resi disponibili è risultato che la media annuale delle precipitazioni (liquide e solide) è pari a *1427 mm,* mentre il numero dei giorni con precipitazioni, ripartito nel corso di un anno, è uguale a *100*. Il mese con il più elevato numero di giorni piovosi è novembre (n. 12), mentre quello con il minor numero è settembre (n. 5).

Per quanto concerne la distribuzione mensile delle precipitazioni, si può evidenziare la presenza di *due massimi annuali:* il principale in autunno ed il secondario in tarda primavera. Vi sono inoltre *due minimi annuali:* il principale in inverno ed il secondario in estate.

In base alla distribuzione delle piogge, che è di tipo equinoziale, il regime pluviometrico della zona può essere classificato come *sublitoraneo alpino* (Ottone e Rossetti, 1980).

Per valutare l'intensità media delle precipitazioni che cadono in un sol giorno, sono state divise le precipitazioni medie annue con il numero medio annuo dei giorni di precipitazione, ottenendo un valore superiore a *14 mm*.

8.3 Indici climatici

Per meglio inquadrare l'area anche riguardo ad aspetti erosivi e pedogenetici, sono stati esaminati alcuni degli indici climatici più significativi: il pluviofattore di Lang, l'indice della capacità erosiva del clima di Fournier ed il drenaggio calcolato di Aubert & Hénin.

Il pluviofattore di Lang, espresso dal rapporto tra la precipitazione media annua e la temperatura media annua, è risultato pari a 117 ed indica che il clima della regione esaminata è piuttosto umido ed il dilavamento del terreno non è molto pronunciato.

L'indice della capacità erosiva del clima di Fournier, ottenuto dal rapporto tra il quadrato della precipitazione media mensile più elevata e la precipitazione media annua, è risultato pari a 20: un valore non elevato corrispondente alla media fatta registrare nelle stazioni meteo più vicine.

Il drenaggio calcolato di Aubert & Hénin, ottenuto da una relazione che tiene in considerazione la precipitazione media annua e la temperatura media annua, è risultato pari a 778 mm: valore anch'esso piuttosto basso che testimonia una modesta possibilità, dal punto di vista climatico, di fenomeni franosi erosivi in genere.

9. CARTA LITOLOGICO TECNICA (Tavola n. 5)

Ai fini della caratterizzazione geotecnica del territorio comunale si è fatto riferimento alla documentazione d'archivio in nostro possesso ed alle indagini eseguite sul territorio comunale.

In base all'analisi critica dei dati disponibili ed ai rilievi di campagna integrativi è stato possibile zonizzare l'ambito comunale in **due classi litologico tecniche,** ottenute utilizzando gli standard ASTM D2487-92 e D2488-90.

Sigla	Definizione litologica	Classe ASTM di riferimento
GW	Ghiaie e/o sabbie con frazione fine scarsa o assente	GW-GP-SW-SP
GM	Ghiaie e/o sabbie miste alla frazione fine	GM-GC-SM-SC

Nel complesso questi depositi evidenziano caratteristiche geotecniche discrete anche se la presenza di sottili orizzonti d'alterazione superficiale possono alterare le condizioni primitive.

10. CARTA DI SINTESI (Tavola n. 6)

Sulla base delle informazioni ricavate dalle indagini descritte ai punti precedenti è stato possibile elaborare un quadro sintetico dello stato di fatto del territorio rappresentato dalla *"Carta di sintesi"* riportata sulla *Tavola n. 6*.

Dalla lettura di tale documento cartografico è stato possibile, attraverso l'acquisizione di una completa conoscenza dello stato di fatto del territorio sotto l'aspetto ambientale, impostare i criteri guida per la successiva fase di diagnosi che, tramite l'incrocio dei dati da esso ricavabili e la loro valutazione critica, ha consentito di giungere all'individuazione delle limitazioni di natura geologico-tecnica alle azioni di piano ed alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio.

Su tale documento sono stati richiamati i seguenti tematismi:

- gli ambiti con **elevata vulnerabilità degli acquiferi**;
- gli ambiti con **alta vulnerabilità degli acquiferi**;
- gli **orli di scarpata d'erosione fluviale;**
- gli ambiti inseriti nella **fascia di rispetto e nella zona di tutela assoluta dei pozzi pubblici;**
- l'area di **competenza fluviale e di vulnerabilità idrogeologica,** desunta dalle *Norme Tecniche d'Attuazione del Parco del Lura (art. 16)*.

11. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER GLI INTERVENTI (Tavole nn. 7)

La fase diagnostica descritta ai punti precedenti ha consentito la realizzazione della *"Carta di fattibilità geologica per gli interventi"*, elaborata in scala 1/2.000 su tutto il territorio comunale *(Tavole nn. 7.1÷7.6)*.

La classificazione proposta dev'essere vista come la sintesi di tutte le evidenze, geologico-tecniche, geomorfologiche ed idrogeologiche, espresse attraverso una zonizzazione, in ambiti omogenei, della *fattibilità geologica alle azioni di piano*. Sulla base di quanto disposto dalla D.G.R. del 22.12.2005 n. 81/1566, aggiornata con la D.G.R. del 12.06.2008 n. 8/7374, le limitazioni agli interventi di modifica di destinazione d'uso del territorio comunale, sono state raggruppate in cinque classi, descritte secondo un modello articolato che sottolinea gli aspetti più significativi.

- ***Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni***
- ***Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni***
- ***Classe 3a: Fattibilità con consistenti limitazioni***
- ***Classe 3b: Fattibilità con consistenti limitazioni***
- ***Classe 4a: Fattibilità con gravi limitazioni***
- ***Classe 4b: Fattibilità con gravi limitazioni***

Si evidenzia inoltre che tale documento è di esclusivo utilizzo urbanistico e pianificatorio e che non deve in alcun modo essere considerato sostitutivo delle indagini e degli studi previsti dalle normative vigenti (D.M. 14.01.2008) per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere.

11.1 Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe rientrano le aree pianeggianti o subpianeggianti caratterizzate da depositi eterogenei in cui predominano le ghiaie ed i ciottoli.

Le limitazioni alla modifica di destinazione d'uso dei terreni si limitano all'osservanza di quanto stabilito dal *Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti del 14.01.08 "Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

11.2 Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe rientrano le aree pianeggianti o subpianeggianti, con pendenze inferiori a 20°, e discrete proprietà geotecniche.

Le limitazioni alla modifica di destinazione d'uso dei terreni sono modeste e possono essere superate mediante approfondimenti d'indagine ed accorgimenti tecnico-costruttivi.

11.3 Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni

In questa classe rientrano quelle aree del territorio comunale con elevata vulnerabilità idrogeologica e quelle aree che ricadono nella zona di rispetto dei pozzi pubblici d'uso potabile per un raggio di 200 metri.

L'utilizzo di queste aree, per scopi edificatori e/o per modifica della destinazione d'uso, è subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine finalizzati ad individuare le forme e le metodologie idonee per salvaguardare gli acquiferi.

11.4 Classe 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni

In questa classe rientrano quelle aree del territorio comunale con acclività superiore a 20° dove sono possibili fenomeni di dissesto localizzati e dove lo stato dei luoghi richiede particolari cautele per la definizione del reale grado di rischio e per l'individuazione delle misure di mitigazione più indicate.

L'utilizzo di queste aree, per scopi edificatori e/o per modifica della destinazione d'uso, è subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine finalizzati ad acquisire una maggior conoscenza delle condizioni di stabilità e delle misure di protezione da adottare.

11.5 Classe 4a - Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe rientrano tutte quelle aree con elevato rischio idrogeologico in quanto referenti alle fasce di rispetto del reticolo idrico superficiale.

L'utilizzo di queste aree dev'essere esclusa da qualsiasi nuova edificazione ad eslusione delle opere tese al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica per la tutela dei siti.

11.6 Classe 4b - Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe rientrano tutte quelle aree con elevato rischio idrogeologico in quanto referenti alla zona di tutela assoluta dei pozzi d'acqua destinati al consumo umano, per un raggio di 10 metri misurati dal punto di captazione.

In queste aree è preclusa qualsiasi attività che non sia inerente all'utilizzo, alla manutenzione ed alla tutela della struttura di captazione (D.G.R. 27/06/1996 n. 6/15137).