



COMUNE DI CASTIGLIONE DELLE STIVIERE
PALAZZO GONZAGA, VIA CESARE BATTISTI 4
46043 Castiglione delle Stiviere (Mn)



SINDACO: Avv. Fabrizio Paganella	SEGRETARIO COMUNALE: Dott. Guido Perghem	ASSESSORE ALL'URBANISTICA: Avv. Giuseppe Grasso	DIRIGENTE AREA URBANISTICA: Arch. Paolo Porta
-------------------------------------	---	--	--

**PARCO LOCALE DI INTERESSE SOVRACOMUNALE
(PLIS) – COLLINE MORENICHE
COMUNE DI CASTIGLIONE DELLE STIVIERE**

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 12 DICEMBRE 2007
N. 8/6148

DELIBERAZIONE GIUNTA PROVINCIALE 15 SETTEMBRE 2005
N. 238

REDAZIONE DEL PROGRAMMA PLURIENNALE DEGLI INTERVENTI,
DEL PIANO ATTUTATIVO E DEL REGOLAMENTO D'USO DEL PARCO
LOCALE DI INTERESSE SOVRACOMUNALE (PLIS) DEL COMUNE DI
CASTIGLIONE DELLE STIVIERE

punto 1: FASE ANALITICA
Rilievo delle valenze geologiche



Ns. riferimento archiviazione: 26-08	data: Febbraio 2010	scala: ---
---	------------------------	---------------

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

elaborato:

RELAZIONE

+4	Arch. Mirko Boseggia	Arch. Emanuele Morandi	Dott. Giuliano Donaera	Dott.ssa Alessandra Rutto	Sig. Nicola Bartolucci
-----------	-------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------	---------------------------

R-c01

INDICE

PREMESSA E DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO	pag. 3
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE	pag. 5
INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO	pag. 6
INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO	pag. 8
INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	
IDROGRAFIA SUPERFICIALE	pag. 16
CORSI D'ACQUA PRINCIPALI	pag. 16
RETICOLO MINORE DI COMPETENZA COMUNALE	pag. 17
IDROGEOLOGIA	pag. 17
ASPETTI PEDOLOGICI	pag. 21
VALENZE GEOLOGICHE E PAESAGGISTICHE	
VALORIZZAZIONE DEI CARATTERI MORFOLOGICI LITOSTRATIGRAFICI ED IDROGEOLOGICI DELLE FORME MORENICHE	pag. 30
CONSERVAZIONE DEL SUOLO DEI PALEOALVEI E DEGLI ANTICHI TRACCIATI FLUVIALI	pag. 31

.....un susseguirsi di dolci colline e di sinuosi profili si alternano, in un gioco di conche e rilievi, a prati aridi, depressioni poco profonde e frammenti di specchi d'acqua sorgiva che occhieggiano qua e là, estrema memoria dell'antico ghiacciaio che negli ultimi centomila anni ha depositato detriti nelle sue ripetute spinte e ritiri, modellando le forme dell'odierno paesaggio.....

PREMESSA E DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO

A sud del lago di Garda, tra le provincie di Verona, Mantova e Brescia, si sviluppa un grande anfiteatro morenico, ovvero una cerchia di colline con andamento blando e ondulato, poco rilevate che originano dai sedimenti deposti dagli antichi ghiacciai durante il Pleistocene.

In particolare le Colline Moreniche dell'Alto Mantovano si incuneano fra la Pianura Padana e il Lago di Garda, a formare un semicerchio che abbraccia la riva meridionale del Benaco.

Esse sono state abitate fin dall'Era Neolitica, sono ambienti di grande pregio naturalistico, con vegetazione tipica del clima mediterraneo, grazie al microclima creato dal bacino del lago di Garda, che rende l'inverno particolarmente mite. Allevamenti di bovini e di cavalli, conferiscono un aspetto bucolico al paesaggio collinare: durante la primavera troviamo fiori selvatici come le primule, gli iris, le violette ed i gigli rossi, mentre in estate sbocciano alcune varietà di orchidee selvatiche.

Il territorio offre, innumerevoli proposte turistiche e didattiche da quelle prettamente culturali (cascine, castelli, musei) e paesaggistiche (escursioni a piedi, a cavallo e in bicicletta) a quelle folcloristiche (rievocazioni storiche, sagre di paese).

Come già richiamato, nelle valutazioni paesistiche e storiche allegate al PGT di Castiglione delle Stiviere, il territorio comunale si caratterizza per due zone fisicamente distinte: la fascia collinare morenica e l'alta pianura pedecollinare fra loro in stretta connessione e unite dal cosiddetto corridoio "verde" rappresentato dal corso del "Vaso Riale", antico scaricatore fluvioglaciale e principale vaso irriguo dell'area.

La zona collinare appartenente al lembo più meridionale dell'anfiteatro morenico gardesano, disposto in ampi semicerchi concentrici al bacino che si dischiudono verso la pianura, si caratterizza per un aspetto morfologico estremamente variabile per la presenza di basse colline che si susseguono intervallate da piane inframoreniche e conche lacustri.

Le colline risalgono all'epoca delle due ultime glaciazioni (la Riss e la Wurm), quando ancora il Garda non era nulla di più di un enorme ghiacciaio, e le sue lingue glaciali spingevano verso valle, in lento moto, i materiali strappati alle catene alpine dall'erosione, depositandoli ai propri margini.

L'alternarsi di periodi climatici più miti, nei quali lo scioglimento dei ghiacci si accompagna alla formazione di veri e propri fiumi (scaricatori fluvioglaciali), ha permesso il rimaneggiamento ed il trasporto dei sedimenti deposti che con il passare dei millenni, hanno formato vere e proprie colline che il tempo e le acque hanno modellato e rivestito di una ricca e rigogliosa vegetazione.

Proprio in relazione ai caratteri distintivi ed alla naturalità del territorio il PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) inserisce l'area nel circondario A, che in riferimento al sistema fisico e naturale presente nell'area del PLIS, intende perseguire l'obiettivo di salvaguardare le risorse esistenti creando una rete di aree verdi contigue che attraversa il territorio provinciale (Rete Ecologica Provinciale).

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle linee guida per la pianificazione e gestione di parchi locali di interesse sovra comunale. In riferimento ai suddetti criteri sono state analizzate le componenti ambientali ed antropiche al fine di individuare le valenze

geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche locali, nonché i relativi elementi di pregio e fragilità. È stata valutata la presenza di ambiti o elementi naturali degradati e/o variamente modificati dall'uomo, sui quali intervenire prioritariamente per il recupero e la mitigazione, sono stati individuati gli ambiti di conservazione, valorizzazione e sviluppo.

Sono state altresì considerate ed analizzate a livello preliminare le varie componenti naturali (geologico-geomorfologiche ed idrogeologiche) che interessano direttamente il territorio del parco e le connessioni con le aree immediatamente limitrofe che potranno, di concerto con l'attuazione del PGT (Piano per il governo del territorio), essere di particolare interesse per una migliore valutazione delle problematiche inerenti la pianificazione territoriale e lo sviluppo del territorio.

Il presente documento è stato redatto secondo le seguenti modalità:

- Raccolta ed analisi dei dati bibliografici di natura ambientale reperiti e consultati direttamente c/o l'amministrazione comunale, gli enti, i Consorzi e le pubblicazioni in rete di associazioni e privati;
- L'utilizzo della base cartografica informatizzata del territorio comunale;
- La verifica diretta mediante sopralluoghi e rilievi in campo, per la raccolta delle informazioni puntuali di natura geologica e geomorfologica e peculiarità ambientale che hanno riguardato in particolare:
 - o Litologia dei depositi superficiali e dei suoli;
 - o Caratteri geomorfologici e processi morfodinamici;
 - o Reticolo idrografico superficiale;
 - o Coesistenza del sistema urbano rurale sul territorio del Parco;

I principali obiettivi che il PLIS persegue a livello locale sono i seguenti:

- La conservazione e l'incentivazione delle aree boschive presente sui rilievi collinari, eventualmente integrata e naturalmente mantenuta.
- L'incentivazione a forme di agricoltura eco-compatibili ed il mantenimento dell'agricoltura intensiva a vite.
- La valutazione del carico zootecnico presente nelle aree collinari ed l'eventuale predisposizione di misure di monitoraggio e mitigazione dell'impatto sull'ambiente in ordine alla presenza di nitrati derivati dallo spargimento delle deiezioni sul suolo.
- La riqualificazione del reticolo idrico minore esistente nell'area collinare, con particolare riferimento ai vasi irrigui Albana, Albanella e Riale ed i relativi paleo alvei dove riconosciuti.
- La valorizzazione delle aree umide e delle torbiere, ponendo vincoli d'uso del suolo e predisponendo progetti di riqualificazione didattica e turistica.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

L'area circoscritta entro il perimetro del PLIS – Parco Locale di interesse Sovracomunale, comprende il settore settentrionale del comprensorio comunale di Castiglione delle Stiviere; posto all'estremo nord della provincia di Mantova.

Di forma irregolare e allungato in direzione N-S, il comune di Castiglione delle Stiviere amministrativamente appartiene alla Regione Lombardia, estendendosi dall'anfiteatro morenico gardesano situato a Nord, fino all'alta pianura a valle della fascia pedecollinare. Confina ad Est con il Comune di Solferino (provincia di Mantova), a Sud con i comuni di Medole e Castel Goffredo (Provincia di Mantova), a Ovest con i Comuni di Carpenedolo e Montichiari (provincia di Brescia) ed a Nord con il comune di Lonato (provincia di Brescia). Geograficamente, la totalità del comprensorio comunale è rappresentata sulla Carta Tecnica della Regione Lombardia (C.T.R.) nei seguenti fogli alla scala 1:10.000 : D6e3, D6e4, D6e5, E6a4, E6a5.

Il comprensorio comunale è convenzionalmente suddiviso in due porzioni:

- La parte nord, fra cui è presente l'area del PLIS, presenta alcune rugosità dovute alle presenza delle colline moreniche del Garda;
- La parte sud è pianeggiante debolmente acclive e sfuma dall'alta pianura pedecollinare verso il livello fondamentale della pianura;

I terreni che si rinvergono sono di diversa natura geologica e sono il prodotto dell'erosione, trasporto e sedimentazione avvenute durante le ultime fasi glaciali nel Pleistocene (Quaternario) e le successive fasi fluviali e fluvioglaciali.

Il capoluogo comunale rappresenta una delle aree più industrializzate dell'intera provincia e quindi di maggiore importanza economica, con un'elevata densità abitativa ed un centro storico molto sviluppato.

Principalmente abbiamo i poli chimici a cui si aggiungono tutte quelle attività imprenditoriali (industriali e artigianali), qui molto sviluppate, che fanno capo ai settori dell'industria alimentare, del legno, e terziario.

L'agricoltura e l'allevamento rappresentano attività in progressiva riduzione ed abbandono; attività abbastanza localizzate, ma non per questo meno importanti, sono rappresentate dalle attività estrattive con alcune cave di sabbia e ghiaia.

La molteplicità di queste attività, se da una parte conferisce un livello di reddito medio elevato, comporta anche un impatto ambientale rilevante. La sempre crescente esigenza di far posto alle aree urbane, ha comportato nel tempo, soprattutto nelle aree della fascia pedecollinare, ad un progressivo snaturamento del territorio e la conseguente riduzione della copertura forestale con aumento dell'azione erosiva delle acque e del vento e la diminuzione dell'azione antinquinante naturale del terreno.

L'uso di ingenti quantità d'acqua per l'agricoltura, prelevate in particolare modo da falda, la progressiva rettificazione ed impermeabilizzazione di fossi e dei canali per favorire la distribuzione idrica e l'uso di diserbanti e fertilizzanti di sintesi, conferiscono a questo territorio potenziali situazioni di rischio ambientale.

La viabilità si snoda in strade statali e comunali; le principali sono: la statale S.S. 236 "Goitese" in direzione Brescia-Mantova, la S.S. 10 "Padana Inferiore" in direzione Cremona, la S.S. 11 in direzione Brescia e la S.S. 567 "del Benaco" in direzione Lago di Garda.

INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Le caratteristiche climatiche di un territorio sono il risultato di diversi fattori fra cui la latitudine, longitudine, la temperatura, le precipitazioni e l'esposizione alla radiazione solare.

Gli aspetti che maggiormente influiscono sul clima sono comunque le precipitazioni e la temperatura e la presenza del grande bacino del lago che mitiga il clima semi-continentale della Pianura Padana e delle prime valli alpine, rendendo meno rigide le minime invernali e meno opprimenti i calori estivi. I fattori che concorrono a determinare il clima di una determinata area non sono solo meteorologici (temperature, precipitazioni), ma anche topografici (pendenza, geometria delle superfici) che globalmente concorrono alla distinzione di vari microclimi locali.

Dal punto di vista climatico l'area appartiene alla parte nord-orientale della Valpadana, che si caratterizza per clima di tipo "continentale" con inverni rigidi e nebbiosi ed estati calde ed afose, diretta conseguenza dell'effetto barriera operato dall'arco alpino, dell'altitudine e della latitudine intermedia.

L'area presenta quindi sia le connotazioni del clima sublitoraneo padano che quelle tipiche del clima temperato sub continentale. L'insieme di questi due fattori conferisce un notevole carattere di continentalità, in particolare si nota l'elevato tasso di umidità che accompagna tutte le stagioni e che in inverno si trasforma in nebbie o quando la temperatura è particolarmente bassa in gelate e brine ed in estate in afa. Per l'inquadramento climatico e meteorologico sono stati considerati i dati delle vicine stazioni meteorologiche, con serie di rilevazioni di oltre 40 anni, da cui emergono le seguenti conclusioni:

- **Precipitazioni**

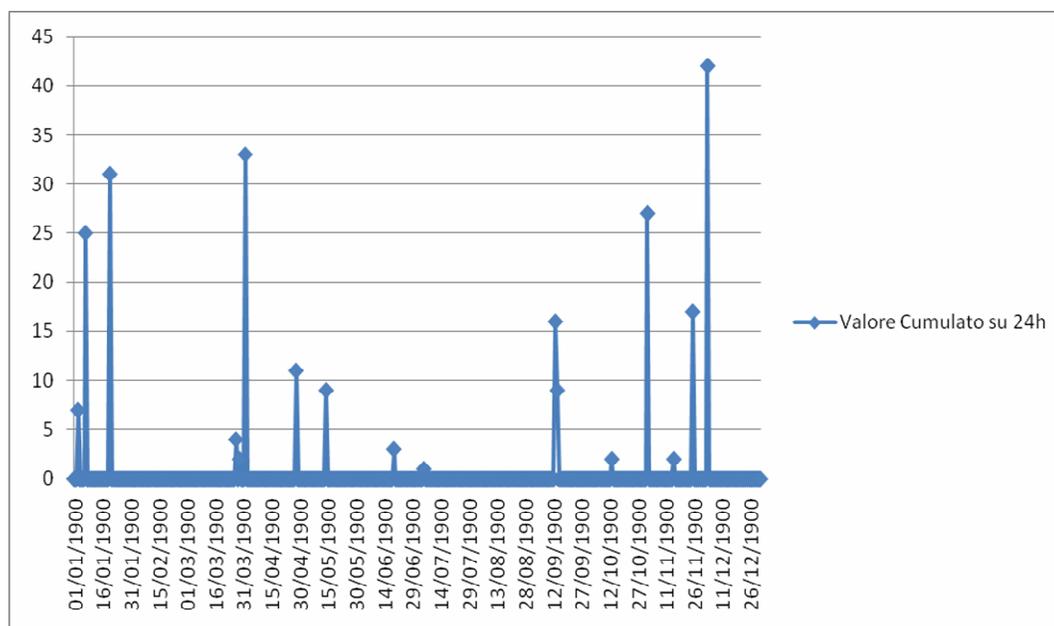
Le successive tabelle rappresentano i valori di precipitazione, temperatura riferiti all'anno 2009. I dati delle precipitazioni si ottengono da misure giornaliere in stazioni dotate di strumenti appositi detti pluviografi; il rilevamento di tali dati, protratto per anni, permette, se opportunamente diagrammato, di seguire la distribuzione ed individuare il regime pluviometrico caratteristico di una data regione.

Le precipitazioni sono omogeneamente distribuite durante tutto l'arco dell'anno con deboli picchi nelle stagioni di transizione primavera ed autunno. In estate sovente le precipitazioni sono frequenti ed hanno carattere temporalesco. I valori annuali medi del 2009 mostrano un valore di precipitazione pari a 906 mm

Mensilmente la quantità d'acqua meteorica al suolo è la seguente: a fronte delle precipitazioni, l'evapotraspirazione potenziale, presenta un minimo nel mese di gennaio pari a 44 mm/mese, ed un massimo nel mese di luglio pari a 88 mm/mese. Il regime idrico più frequente è quello "ustico", caratterizzato da almeno 85 giorni/anno con pluviografo asciutto o parzialmente asciutto alla stazione di rilevamento più vicina.

Analizzando il grafico, si nota la distribuzione di tipo bimodale con un massimo autunnale (Ottobre) e uno primaverile (Maggio); i mesi meno piovosi sono i mesi estivi Luglio ed Agosto e il mese di Febbraio.

Ciò è confermato anche analizzando le medie mensili trentennali che mostrano un trend mensile simile ad eccezione del 1996 che è stato un anno decisamente piovoso, mentre solitamente le scarse precipitazioni estive rendono indispensabile ricorrere ad un'abbondante irrigazione.



PRECIPITAZIONI

- **Temperature**

Le temperature, sono riferite alle temperature dell'aria e divise in temperature massime e minime. Esse vengono misurate con termometri ed espresse in gradi Celsius C°.

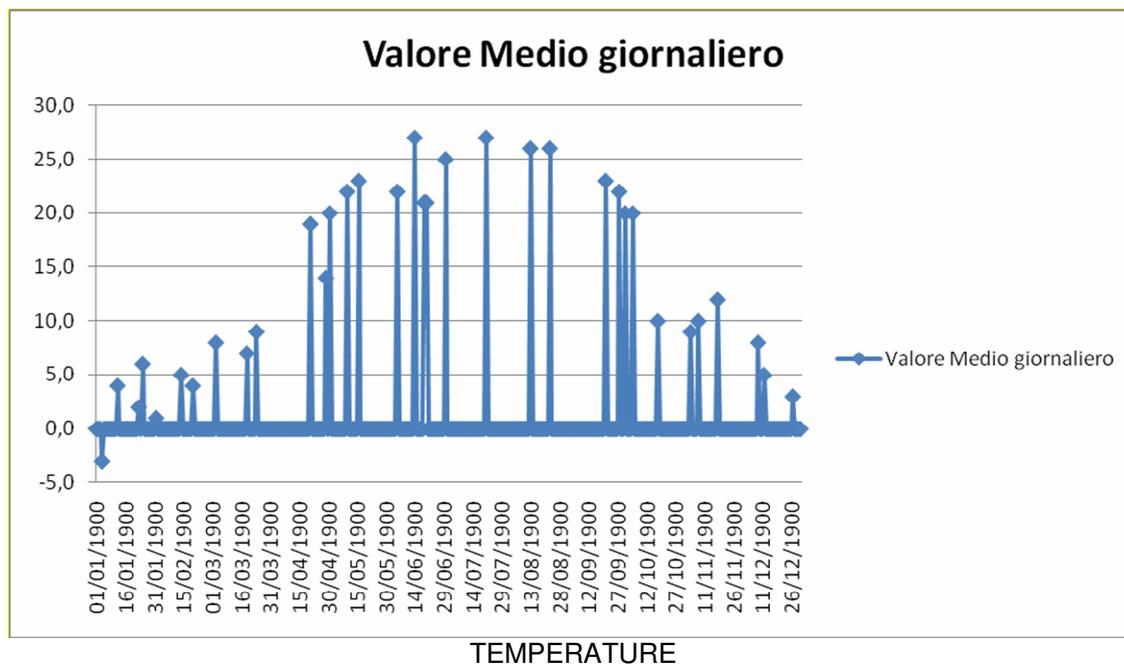
Si distinguono temperature in quota ed al suolo, ma in idrogeologia interessa soprattutto quest'ultima, perché condiziona i quantitativi di acqua che vengono sottratti all'infiltrazione efficace per effetto del fenomeno di evapotraspirazione.

In questo studio disponiamo delle temperature dell'anno 2009. Inserendo i dati disponibili in un diagramma notiamo, che, soprattutto nei primi mesi dell'anno, vi è una forte escursione termica fra i valori max e min mensili che raggiunge anche i 10°C.

Le temperature presentano una certa variabilità marcatamente stagionale e locale, con inverni freddi a causa di strati di aria fredda in vicinanza del suolo che, in assenza di vento, determinano la formazione di gelate e nebbie persistenti che tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane (bacino padano). Le estati, con temperature elevate associate ad alto tasso di umidità e scarsa ventilazione, sono caratterizzate da prolungati periodi di "afa", interrotti da precipitazione spesso a carattere temporalesco di forte intensità.

L'autunno si caratterizza per le intense precipitazioni piovose. Il mese più freddo è gennaio con temperature medie comprese tra 0° e 2°; il mese più caldo è luglio con temperature maggiori di 30°; I giorni di gelo con temperatura minore o uguale a 0° oscillano tra i 35 e

50 giorni anno. L'umidità relativa ha valori medi del 65%.



INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO

- **Inquadramento tettonico - strutturale : orogenesi dell'area.**

Bisogna tornare indietro nel tempo ed immaginare come poteva essere il territorio italiano nel Paleogene (65 M.a. fa), periodo in cui, dopo l'orogenesi Ercinica ebbe inizio la formazione della penisola italiana.

Nella seconda parte del Paleogene, l'Oligocene, il limite fra terra e mare era rappresentato dalla linea delle prealpi e la pianura Padana occidentale corrispondeva ad un golfo occupato da acque marine e caratterizzato da successive ingressioni e regressioni marine.

Durante il periodo della "nascita nuova" Neogene si ebbe una ripresa dell'orogenesi alpina ed appenninica che terminò nel Pliocene con un'altra trasgressione marina che sommerse nuovamente l'Italia.

Dal Pliocene superiore ad oggi, la pianura padana diviene un bacino con un'imponente sedimentazione colmata da materiali terrigeni di elevato spessore, provenienti sia dalla catena alpina che da quella appenninica ad opera dei fiumi.

Già nel Pleistocene superiore, il bacino è in gran parte colmato e la sua superficie è andata gradualmente riducendosi in conseguenza della compressione tettonica attiva fino a tutto il Quaternario.

Le principali fasi di compressione si sono verificate nel Pliocene inferiore ; queste hanno dato origine alla formazione di strutture a pieghe ("geosinclinale padana"), che rappresentano i thrust frontali dell'Appennino Settentrionale, responsabili dei processi

geomorfologici che caratterizzano gran parte del reticolo idrografico.

L'evoluzione geologica, qui presa in esame, e più in generale della pianura Padana, è collegata allo sviluppo delle avansosse alpina ed appenninica; infatti le formazioni terziarie presenti sotto i depositi alluvionali sono interessate da numerose pieghe-faglie con vergenza appenninico-padana.

In tutta l'area padana antistante il margine appenninico (zona di ingressione del mare pliocenico inf.), si verificò una notevole ripresa della tettonica a pieghe, che, oltre a coinvolgere l'originario substrato coinvolse anche la copertura pliocenica inferiore.

Con l'inizio dell'era Quaternaria (1,8 M.a. fa) quella in cui attualmente viviamo, il bacino è definitivamente colmato da depositi continentali alluvionali che formarono la pianura con una coltre di sedimenti prima marini e poi continentali. I fiumi Oglio, Chiese, Mincio, Secchia e Po, che attraversano la pianura mantovana sono i principali responsabili del riempimento delle aree esterne agli apparati morenici, con la formazione d'ampi depositi fluvioglaciali e fluviali.

Successivamente, a causa del peso del materiale depositatosi, con spessore dei depositi di 500-1000 metri nell'area delle colline Moreniche fino a circa 2000 metri nel settore sud occidentale (oltrepo'), si è avuta un'accentuata subsidenza (abbassamento) che ha favorito l'impostarsi della omoclinale padana.

I fiumi che scendevano in pianura portavano una gran quantità di detriti che lentamente colmavano la pianura e contemporaneamente lungo il loro corso la segnavano incidendola profondamente e terrazzandola. A tal proposito ricordo che il territorio comunale castiglione è compreso nel bacino Padano circondato dal grande arco formato dalla catena Alpina e dalla catena Appenninica e ricoperto da una spessa coltre di depositi alluvionali, trasportati dal fiume Po e dai suoi affluenti.

Il quaternario è anche caratterizzato da un ciclo di espansioni glaciali che nel periodo di massima evoluzione giunsero fino alle porte di Mantova. Infatti nel periodo Neozoico si ebbero cinque glaciazioni separate da altrettanti periodi interglaciali: Donau, Gunz, Mindel, Riss, Wurm. L'ultima di queste, quella wurmiana è finita appena 10.000 anni fa.

Questo periodo geologico è ampiamente testimoniato da depositi lacustri, alluvionali, dai terrazzi fluviali e nei depositi morenici. Nei primi del 900' le conoscenze geologiche del sottosuolo padano erano limitate alla parte superficiale alluvionale, acquisite durante studi di carattere idrogeologico (ricerche di acqua).

Col tempo, durante lo sviluppo delle ricerche petrolifere in pianura padana, si ebbe l'opportunità di ampliare le conoscenze potendosi avvalere di dati fino a profondità di 1000-3000 metri.

Infatti i primi sondaggi profondi dell'AGIP misero subito in evidenza l'esistenza di sedimenti clastici marini appartenenti al terziario e al quaternario posizionati sotto le alluvioni.

Più specifiche ricerche condotte con metodi geofisici gravimetrici e sismici misero in evidenza la cosiddetta geosinclinale padana, limitata a Nord dalla dorsale padana sollevatasi alla fine dell'Oligocene.

La porzione nord del bacino padano che interessa e comprende il territorio di Castiglione delle Stiviere è occupata quasi esclusivamente da depositi quaternari di natura fluviale e fluvioglaciale.

Più recenti indagini (Cremasci 1987) raggiungono un inquadramento dell'attività del ghiacciaio gardesano che ha consentito di produrre una carta morfo- paesaggistica

dell'anfiteatro morenico.

- **Geologia**

La zona di interesse si inquadra nella fascia settentrionale della pianura Padana; i limiti geologico-morfologici di quest'area possono essere fissati fra l'area occupata dall'anfiteatro morenico frontale del Garda situato a sud dell'omonimo bacino lacustre, e la zona pedecollinare.

Da Nord a Sud di quest'area si assiste ad una successione di unità esclusivamente di ambiente continentale di granulometria decrescente e costituite da depositi glaciali (morene), depositi fluvioglaciali, fluviali e da alluvioni di età compresa fra il Pleistocene e l'Olocene.

I principali caratteri geologici del territorio di seguito descritti sono desunti dalla cartografia geologica ufficiale (Servizio Geologico Nazionale), in particolare l'area è rappresentata nel Foglio n. 48 " Peschiera del Garda" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

In base alla litostratigrafia il territorio del comune di Castiglione delle Stiviere può essere diviso in varie unità distinte; distinguiamo:

- a) Le Colline Moreniche
- b) Zona pedecollinare di passaggio all'alta pianura
- c) Media pianura mantovana (Piana alluvionale di Sandur)

Colline Moreniche

Occupano la porzione più settentrionale, in adiacenza al bacino del Garda, estendendosi lungo una fascia diretta da ovest a Est spesso alcuni chilometri. Esse sono formate da depositi fluvioglaciali costituiti in prevalenza da una matrice fine (limi, argille, sabbia in varie proporzioni) inglobante materiali grossolani di diversa natura.

Quest'area deve la propria origine allo scioglimento dei ghiacciai quaternari del Garda e della Val d'Adige, i quali, alimentando i fiumi Mincio e Adige costituiranno con i loro depositi la piana alluvionale che segue più a Sud.

Litologicamente i depositi presenti appartengono a distinti periodi quaternari: Fluvioglaciale Mindel (Pleistocene Inferiore), Fluvioglaciale Riss (Pleistocene Medio), Fluvioglaciale Wurm (Pleistocene Superiore) intervallati da altrettanti periodi interglaciali. I depositi disposti in modo concentrico al bacino gardesano, presentano i terreni più recenti in adiacenza al lago e i depositi più vecchi disposti nelle aree più esterne.

La complessità dei rapporti geometrici esistenti all'interno dei depositi morenici e le numerose interdigitazioni, rendono la rappresentazione geologica di difficile interpretazione.

Si individuano due principali zone di alimentazione da cui provengono i materiali depositati: la fonte di alimentazione principale è il ghiacciaio gardesano, a cui si aggiungono alcuni depositi ben localizzati del ghiacciaio dell'Adige. I ghiacciai, provenendo da aree diverse hanno trasportato prodotti con associazioni mineralogiche differenti che ci hanno consentito di fare questa distinzione.

La maggior parte del territorio è costituito da prodotti della cerchia morenica del Garda rimaneggiati e trasportati dal fiume Mincio e provenienti dalle valli Bresciane e Trentine.

In corrispondenza dei diversi scaricatori fluvioglaciali che percorrevano la cerchia morenica si ha la formazione di conoidi di materiale sciolto che risalgono al fluvioglaciale Wurm.

Questi terreni riportano in parte le caratteristiche delle morene che quelle dei depositi

tipicamente fluviali; superficialmente troviamo, generalmente estesa, una coltre argilloso ghiaiosa a bassa permeabilità con prevalenza di materiali fini e nelle valli inframoreniche, aree palustri costituite da argille grigio brunastre risalenti al Riss antico.

Fra un cordone morenico e il successivo si assiste spesso alla formazione di depositi torbosi (torbiere di Astore e Grole e Santa Maria) evidenziati da piccoli laghetti databili Alluvium recente.

Idrogeologicamente si ritiene che la discontinuità areale di livelli permeabili neghi l'esistenza di acquiferi di una certa importanza anche se, in occasione di forti piogge, vi può essere la formazione di falde pensili a carattere temporaneo e stagionale.

Zona pedecollinare

Addentrandoci nella piana fluvioglaciale attraversiamo una zona di raccordo nella quale si assiste al passaggio da morfologie glaciali a morfologie tipicamente fluviali.

E' un area di transizione fra l'alta pianura e la pianura propriamente detta. Le conoidi, a forma di ventaglio, depositate dagli scaricatori fluvioglaciali, conferiscono al paesaggio deboli pendenze e la natura geologica dei depositi ciottoloso-ghiaiosi-sabbiosi risalenti al Pleistocene superiore ne conferisce elevata permeabilità. Infatti caratteristica principale di questa zona allungata in senso W-E e l'elevata permeabilità dei depositi che restituisce parte delle acque assorbite più a nord tramite emergenze naturali che ne delimitano il limite meridionale (linea dei fontanili).

Alta pianura

Qui i depositi terrazzati della alta pianura, si raccordano a Nord con l'anfiteatro morenico e a Sud con il livello fondamentale della media – bassa pianura.

La maggior parte del territorio mantovano è costituito dal livello fondamentale della pianura, quindi da una successione di materiali alluvionali di età Pleistocenica ben gradati da monte a valle che presentano una lieve pendenza (monoclinale), consentendo una graduale perdita di carico alle acque e favorendo una classazione granulometrica dei depositi.

Essi risalgono a due periodi distinti:

- Fluvioglaciale Wurm per i depositi più antichi;
- Alluvium attuale, medio e antico per i depositi più recenti.

I depositi più antichi sono costituiti da ghiaie e sabbie, sovrapposti a questi, vi sono depositi più recenti costituiti dai depositi Olocenici fluviali dei greti attuali (Alluvium attuale) e terrazzati (Alluvium medio e antico) dei fiumi Mincio, Oglio e Chiese. Quindi la piana fluvioglaciale mantiene anch'essa la litologia ghiaiosa-argillosa ma si dispone più regolarmente con alternanze regolari di ghiaie sabbiose e argille. Come si può notare anche dalle sezioni idrogeologiche, vi sono potenti strati di materiali ghiaioso-sabbiosi alternati a sedimenti fini e impermeabili (acquiferi multistrato o compartimentali).

E' in queste ghiaie e sabbie che hanno sede gli acquiferi, che, dal fronte dell'anfiteatro morenico si estendono con continuità fino al fiume Po dando vita a quella che è l'area più ricca di acqua del paese.

• ***Stratigrafia***

Viene qui di seguito riportata la stratigrafia in ordine cronologico, dalle formazioni geologiche più recenti alle più antiche, presenti nel comprensorio comunale.

Prima di passare alla descrizione dei litotipi presenti nell'area in esame ricordo che essa è cartografata nel foglio n° 48 della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e nella

Carta geologica allegata al PGT comunale.

PLEISTOCENE:

- Morene ghiaiose, talora debolmente cementate, con strato di alterazione argilloso, di colore rossastro o rosso, con qualche ciottolo calcareo di spessore 1-2 metri. Dove il paleosuolo è dilavato, affiorano le sottostanti ghiaie, bianche e anche calcaree, inalterate. Cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda. RISS (m R)
- Alluvioni fluvio - glaciali e fluviali prevalentemente ghiaiose, alterate per oltre un metro, in argille rossastre. Terrazze e sospese di 40 metri e più si raccordano con le cerchie moreniche rissiane più esterne dell'anfiteatro del Garda. RISS ANTICO (fg R1)
- Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo rossiccio, di ridotto spessore. Terrazze sospese sui 30 metri costituiscono l'alta pianura generalmente a monte delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda. RISS (fg R2)
- Alluvioni fluvio - glaciali e pluvio-fluviali, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato. Pluviale Wurmiano (pl W) esterno all'ambito glaciale con conoidi. Costituiscono la media pianura generalmente a valle delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche del massimo Wurmiano. WURM (fg W1 – pl W)

OLOCENE

- Alluvioni sabbioso ghiaiose terrazze talora esondabili, antiche; conoidi fissati. (a 1)
- Depositi argillosi neri sartumosi e paludosi, talora torbosi. (p)
- Detrito di falda. (dt 3)

Per quanto attiene l'area del PLIS essa è caratterizzata dalla presenza de depositi morenici prevalenti, subordinatamente nelle piane interglaciali da depositi fluvioglaciali e nelle aree ribassate con presenza di conche vallive da depositi paludosi e torbosi.

• **Geomorfologia**

La geomorfologia è una branca della geologia, che si occupa di studiare ed interpretare le forme del rilievo. Lo scopo è di rappresentare, attraverso carte tematiche (geomorfologiche, morfostrutturali, idrografiche, dell'inclinazione del pendio ecc.), la morfologia e la genesi dei rilievi terrestri tramite l'analisi della distribuzione spaziale delle differenti forme e associazioni di forme.

Queste osservazioni, permettono di risalire all'età dei depositi e alla dinamica deposizionale che li ha generati, distinguendo i processi in endogeni ed esogeni, attivi ed inattivi.

E' infatti vero che l'uomo non solo modifica il territorio e sfrutta le risorse che esso gli offre, ma ne subisce anche i fattori morfogenetici (acque superficiali, instabilità dei versanti, movimenti neotettonici).

Pertanto ogni qualvolta si operi uno studio ambientale o idrogeologico sarà presa in considerazione tale cartografia. La diffusione di carte geomorfologiche che rappresentano varie tematiche è di uso comune e disponibile per quasi tutto il territorio nazionale.

La carta utilizzata è stata redatta dalla provincia di Mantova in collaborazione con l'ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia).

In essa si individuano gli elementi geomorfologici più importanti che risultano essere:

- Le colline moreniche

- Le scarpate che delimitano i terrazzi fluvioglaciali
- I paleovalvei

Se questi elementi spiccano da un punto di vista strettamente morfologico ve ne sono altri quali l'andamento dei percorsi fluviali, l'altimetria, la composizione litologica e l'età dei depositi che consentono la suddivisione in aree omogenee che presentano caratteristiche comuni.

L'alternarsi di fasi glaciali ed interglaciali, l'erosione e il trasporto del materiale litoide rimaneggiato dagli scaricatori glaciali e rideposto come deposito fluvioglaciale è la componente fondamentale del paesaggio che osserviamo nella fascia di pertinenza del PLIS di Castiglione delle Stiviere: l'area collinare che comprende parte del sistema morenico frontale del Garda con quote variabili dai 200 m s.l.m. ai 70-80 m s.l.m. al limite con la zona pedecollinare.

Ad essa appartengono terreni di tre diverse fasi glaciali:

- fase di Carpenedolo databile al Pleistocene medio;
- fase di Sedena del tardo Pleistocene medio;
- fase di Solferino del Pleistocene superiore.

In relazione alla dinamica deposizionale, essa presenta un assetto caotico con blocchi, ghiaie e sabbie immersi in una matrice limoso-argillosa e composizione petrografica che indica la provenienza dalla valle del fiume Adige. I terreni delle cerchie moreniche più antiche risalenti al Mindel sono formati da morenico dilavato e privato del tipico ferretto mentre i depositi Rissiani vengono caratterizzati dalla presenza di questo strato di alterazione rosso-bruno. All'interno delle aree inframoreniche si rinvergono depositi argillosi e siltuosi talora torbosi databili Alluvium recente.

Essa confina a sud con l'area pedecollinare o di alta pianura, che partendo dal piede delle colline moreniche giunge fino ai 50 m s.l.m., quota che rappresenta il limite morfologico fra le suddette colline e le conoidi ghiaiose ad esse collegate composte in prevalenza da depositi fluvioglaciali, ciottoloso-ghiaioso-sabbioso e la pianura propriamente detta.

In relazione alla litologia è caratterizzata da una forte permeabilità e da una ricca circolazione idrica sotterranea.

- ***Litologie di superficie riscontrabili nell'area del PLIS***

Osservando la carta litologica a corredo del PLIS, si nota, limitatamente all'area studiata, che le litologie dei terreni di superficie sono strettamente correlabili con la geomorfologia attuale; vale a dire che le forme del territorio sono il risultato dell'energia e del tipo di meccanismo deposizionale che le ha generate.

Nell'area sono presenti le seguenti formazioni geologiche:

- Morene Ghiaiose (m R) talora debolmente cementate, con strato di alterazione argilloso, di colore rossastro, con qualche ciottolo calcareo, dello spessore massimo di 1-2-m. Dove il paleosuolo è dilavato, affiorano le sottostanti ghiaie bianche ed inalterate anche calcaree. Sono caratteristiche delle cerchie moreniche esterne dell'anfiteatro del Garda.
- Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali da molto grossolane a ghiaiose (fg R2) con strato di alterazione superficiale argilloso giallo rossiccio, di ridotto spessore, terrazzate sospese sui 30 m costituiscono l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche più alte dell'anfiteatro del Garda

- Alluvioni Fluvioglaciali e pluvio-fluviali (fg W1 – pl W) prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro di limitato spessore. Pluviale wurmiano esterno all'ambito glaciale con conoidi. Costituiscono la media pianura generalmente a valle della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche del massimo wurmiano.
- Depositi argillosi neri sartumosi e paludosi. (p)

Anche le litologie della copertura superficiale (tavola C01) rispecchiano la distribuzione geologico-geomorfologica:

- Ghiaie: costituiscono l'ossatura dei rilievi morenici e le aree di fascia pedecollinare esterne all'apparato delle colline.
- Ghiaie e sabbie in matrice limosa: costituiscono alcune aree rilevate e le fasce
- Sabbie e Sabbie limose : costituiscono le valli inframoreniche di pertinenza delle aste idriche attuali con deposizione a media energia nelle piane glaciali.
- Argille: sono la base delle conche lacustri vallive e delle aree paludose e sartumose. Indicano deposizione in ambiente di bassa energia e consentono il ristagno delle acque di infiltrazione e meteoriche provenienti dai bacini inframorenici a deflusso interno non incanalato.

INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il comune di Castiglione delle Stiviere presenta una rete idrografica di superficie abbastanza differenziata sulla base della geomorfologia locale e del conseguente uso del suolo. In particolare la parte nord interessata dall'apparato morenico ha sviluppato una agricoltura intensiva con coltivazioni di viti, alberi da frutto, ortive e florovivaistiche che necessitano di irrigazione localizzata e temporizzata. Anche le subordinate coltivazioni di cereali e medica sono generalmente irrigate "a pioggia" con prelievi da pozzi. Risulta chiaro che in questo contesto la diffusione di adduttrici consorziali risulta poco utile e molto dispendiosa nella manutenzione e nella fornitura del servizio che deve snodarsi fra linee vallive e modesti dislivelli di quota.

Al contrario a sud della zona pedecollinare, nell'alta pianura ancora prevalentemente agricola con colture cerealicole estensive, si è impostata una fitta rete di canali e fossi gestiti prevalentemente da consorzi irrigui che opera per la distribuzione delle acque nel periodo estivo e per la bonifica (o scolo) nel periodo autunnale e primaverile.

CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

L'elemento idrografico naturale di maggior importanza presente nel comprensorio comunale è il Vaso Riale che percorre in senso longitudinale tutto il territorio, andando a costituire l'asse verde più volte richiamato anche nelle valutazioni urbanistico-paesaggistiche. Esso è testimonianza dell'antico e preesistente scaricatore fluvioglaciale che si origina dal bacino interno delle cerchie moreniche che orlano il perimetro del Plis, e scorre a partire dalla confluenza dei due rami principali Rio Albana e Rio Albanella fino all'ingresso del capoluogo, per poi attraversarlo interamente attraverso il centrale parco Desenzani.

I bacini imbriferi sottesi al Vaso Riale dai rii Albana e Albanella si presentano permeabili e con ridotta capacità di deflusso raccogliendo principalmente le acque meteoriche dei bacini morenici interni costituiti da depositi sabbioso ghiaiosi, che solo in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati presentano criticità di sezione drenante con conseguente allagamento ed alluvionamento nelle aree più depresse.

La parte extra morenica è di pertinenza del Consorzio di Bonifica Alta e Media Pianura Mantovana che presiede la manutenzione della rete irrigua e provvede alla sistemazione e potenziamento della stessa.

RETICOLO MINORE DI COMPETENZA COMUNALE

Il comune di Castiglione delle Stiviere è provvisto della mappatura ed individuazione del reticolo idrico minore di competenza comunale e del relativo regolamento di polizia idraulica come prescritto dalla delibera n. 7/7868 e successiva DGR 7/13950 del 2003, individuando i corsi d'acqua e le relative fasce di rispetto.

Per quanto attiene il reticolo di competenza comunale, nell'area del Plis esso riporta solamente il Vaso Riale, che nascendo in località Astore, si snoda con tracciato meandriforme all'interno dell'area valliva inframorenica del Plis.

Dato il carattere specificatamente ambientale della presente relazione si ritiene opportuno inserire anche i rami affluenti del vaso Riale, Albana ed Albanella in quanto rappresentano rami di reticolo stabili e di importante valore naturalistico, anche in relazione al loro corso che in determinate aree provoca impaludamenti e piccole torbiere.

Per quanto riguarda il regolamento di polizia idraulica si rimanda all'allego al PGT.

IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico, l'area appartiene al sistema acquifero della pianura Padana.

Esso è composto da materiali prevalentemente sciolti ghiaioso sabbiosi intercalati da depositi limoso argillosi di origine fluviale, glaciale e morenica. Lavori precedenti hanno distinto, in base ai dati litostratigrafici profondi, piezometrici, idraulici e idrochimici, alcune unità idrogeologiche, spesso sfumanti l'una nell'altra, e dai limiti non ben definiti.

Nell'area del Plis sono presenti le seguenti unità idrogeologiche:

- Unità delle colline moreniche
- Unità pedecollinare

- **Unità delle colline moreniche**

Come per le caratteristiche precedenti (geologia e geomorfologia) quest'area fa sempre a sé con caratteristiche peculiari proprie.

In quest'unità gli acquiferi superficiali sono poco estesi e rappresentati da falde sospese, in profondità gli acquiferi sono costituiti da un insieme eterogeneo e lentiforme di ghiaie, sabbie, limi e argille dovuto alle modalità di deposizione dei materiali glaciali e fluvioglaciali.

Vengono individuati due orizzonti produttivi, tralasciando quello più superficiale che è esteso fino a circa 30 m di profondità.

- Un primo orizzonte compreso tra i 50 m e i 70 m che si sviluppa all'interno di un orizzonte ghiaioso-sabbioso caratterizzato da setti di argille grigie compatte;
- Un secondo livello acquifero tra gli 80 m e i 130 m in sabbie prevalenti caratterizzate da abbondanti portate. Gli acquiferi profondi si presume siano alimentati e in comunicazione diretta con il lago di Garda; essi sono caratterizzati da una ricca circolazione idrica e da spessori notevoli.

- **Unità pedecollinare**

Posta direttamente a Sud della precedente, costituita in superficie da depositi molto permeabili che culminano nel suo limite meridionale con emergenze naturali

costituendo la linea dei fontanili.

Proprio per le caratteristiche di elevata permeabilità e abbondanti precipitazioni rappresenta la zona di ricarica degli acquiferi presenti fino alla sponda sinistra del Po.

L'acquifero superficiale è di tipo libero, mentre l'acquifero profondo è in pressione e mostra un gradiente idraulico minore del precedente. È l'area che presenta la maggiore abbondanza di acqua in grado di soddisfare consumi elevati, ma è anche quella che da un punto di vista dell'inquinamento è la più fragile e vulnerabile. I regimi piezometrici delle falde sia superficiali che profonde sono controllati dagli apporti idrici e dal regime idrometrico del lago di Garda. L'acquifero superficiale è caratterizzato da un forte gradiente idraulico (2.5-5 per mille), mentre quello più profondo mostra valori inferiori (1.5-2 per mille).

- **Arete di ricarica naturale dell'acquifero**

Le aree di ricarica degli acquiferi corrispondono ad aree nelle quali l'alto grado di permeabilità dei depositi superficiali permette l'infiltrazione delle acque meteoriche.

L'importanza della loro individuazione, risiede nell'elevato grado di vulnerabilità che caratterizza queste aree data la loro predisposizione all'infiltrazione dal suolo soprattutto nei riguardi di acque superficiali, uso di concimi chimici, discariche, cave e/o attività particolarmente impattanti.

Tale aree vengono ben individuate combinando i valori di precipitazione annuali in rapporto alla litologia e allo spessore dell'insaturo. Le principali aree di ricarica dell'acquifero sono in particolare, ubicate in corrispondenza della zona morenica e della fascia pedecollinare con valori medi di ricarica compresi tra i 175-250 mm/anno. Per tali aree vi è la necessità di tutelare mediante vincoli specifici, la loro integrità sia dal punto di vista ambientale che mediante l'attivazione di strumenti di prevenzione e tutela degli acquiferi a livello di pianificazione urbanistica, impedendo l'insediamento in queste aree di attività a rischio.

- **Emergenze naturali o fontanili**

Le emergenze naturali dette anche, secondo il dialetto del luogo "sortie", rappresentano l'intersezione della falda con la superficie topografica e restituiscono parte delle acque meteoriche infiltratesi più a monte. Si ritiene che in passato questo fenomeno fosse di entità e portata maggiore tale da impaludare aree più o meno vaste e portare alla formazione di veri e propri corsi d'acqua presenti per tutto il corso dell'anno.

Nel corso dei secoli queste acque vennero per questo motivo incanalate e sfruttate come abbeveratoi naturali evitando anche i problemi connessi alla tracimazione degli stessi su terreni coltivati.

Nonostante l'importanza ambientale e naturalistica che essi assumono nell'ambiente, le sempre più scarse portate, lo stato di abbandono di alcuni di essi e l'abbassamento delle falde hanno portato al progressivo interrimento degli stessi con la formazione di ampi specchi d'acqua stagnanti.

È comunque ancora possibile individuare la linea che congiunge questi fenomeni che si instaurano di preferenza la dove vi sono delle aree di raccordo fra l'alta pianura rappresentata dalla zona pedecollinare e la pianura propriamente detta in corrispondenza delle conoidi ghiaiose sabbiose ad elevata permeabilità.

Anche l'area del Plis mostra varie emergenze spontanee a carattere stagionale dovute all'emergenza di acque di infiltrazione superficiale in corrispondenza di livelli fini siti generalmente sui pendii dei rilievi morenici o all'interfaccia tra il morenico e

l'interglaciale.

- **Parametri idraulici**

I principali parametri idraulici presi in considerazione sono:

- la permeabilità
- la trasmissività

Entrambi risultano di notevole importanza, sia ai fini della valutazione della riserva idrica sotterranea, che nella valutazione della vulnerabilità naturale degli acquiferi.

I dati che verranno esposti sono stati ricavati utilizzando di prove di portata su pozzi.

Ad essi si aggiungono alcune considerazioni espresse in pubblicazioni di carattere scientifico ed in particolare "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi " (GNDCI unità operativa 4.8 Modena) di Baraldi e Zavatti, "Falde acquifere della provincia di Mantova" del C.N.R. e "Carta di vulnerabilità naturale per sistemi parametrici" CISE - ENEL (1996). Ciò premesso passiamo all'analisi dei parametri di permeabilità e trasmissività.

- **Permeabilità**

Essendo la permeabilità di per sé un fondamentale parametro dell'acquifero essa assume ancor più importanza quando il tema principale è la vulnerabilità degli acquiferi nei confronti di sostanze inquinanti o indesiderate.

La permeabilità è l'attitudine di un mezzo a lasciarsi attraversare dall'acqua sotto l'effetto di un carico idraulico. Esprime quindi, la resistenza che il mezzo oppone al deflusso dell'acqua che lo attraversa e viene espressa comunemente attraverso il coefficiente di permeabilità k , che ha le dimensioni di una velocità (m/s). Viene definito come il volume di acqua gravifica (m^3) che attraversa nell'unità di tempo (un secondo), sotto l'effetto di un gradiente idraulico unitario, una sezione di un m^2 di acquifero ortogonalmente alla direzione del flusso, alle condizioni di validità generali della legge di Darcy.

E' valutabile sia attraverso prove in sito che in laboratorio, ma nel caso specifico è stato ricavato dalla letteratura esistente. I valori di permeabilità sono stati quindi ricavati dall'analisi dei litotipi costituenti la stratigrafia del sottosuolo, assegnando loro un valore tipico di permeabilità secondo il seguente schema (U.S.D.I. 1981; Todd 1980; EPA 1987):

Litologia superficiale	Permeabilità (K m/s)
Argilla	2×10^{-7}
Limo	1×10^{-4}
Sabbia limosa	1×10^{-3}
Sabbia media	1.5×10^{-2}
Ghiaia sabbiosa	1.2×10^{-1}
Ghiaia media	3×10^{-1}

I valori ricavati dall'analisi di questo parametro forniscono una distribuzione della permeabilità che mostra zone con caratteristiche omogenee in relazione alle diverse unità idrogeologiche presenti nell'area del PLIS.

- In particolare le zone a più elevata permeabilità sono caratteristiche dell'anfiteatro morenico (ossatura dei rilievi 1.0×10^{-3} m/s), costituito da alta percentuale in ghiaie e sabbie mentre gradualmente i valori di permeabilità decrescono verso la fascia pedecollinare e la pianura.
- **Trasmissività**

Altro parametro fondamentale che in idrogeologia significa la produttività di un acquifero nei riguardi della captazione delle sue acque in funzione della sua

permeabilità e del suo spessore.

Essa è quindi l'espressione della portata che in esso fluisce attraverso una data sezione L sotto l'azione di un determinato gradiente idraulico i.

I valori più elevati si rinvencono nella zona delle colline moreniche e nell'area pedecollinare nella quale sappiamo esistono già alti valori di permeabilità che influiscono positivamente su questo parametro.

- **Schema idrogeologico e direzioni di flusso**

La struttura del sistema idrogeologico dell'area morenica si presenta notevolmente complessa, in relazione alla litostratigrafia ed alla geometria dei depositi. L'agente di trasporto "ghiacciaio" responsabile della edificazione delle colline moreniche, sovente disposte in strutture accresciute in successive fasi di trasporto e separate da superfici di contatto estremamente variabili, sono successivamente state rimodellate dalla forza erosiva degli scaricatori fluvioglaciali che al tempo stesso hanno rideposto sedimenti a valle colmando parzialmente le depressioni topografiche.

Da ciò risulta una forte eteropia laterale e verticale con cambi litologici netti che influenzano notevolmente la circolazione idrica nel sottosuolo. I depositi di natura glaciale, soprattutto quelli presenti nei bacini interni, compresi tra archi morenici, come nel perimetro del Plis, danno luogo ad acquiferi con capacità produttive estremamente differenti, in quanto caratterizzati da orizzonti limoso-argillosi discontinui ed a profondità variabili che generano talvolta flussi orizzontali con formazione di falde sospese o pensili che emergono per soglia di permeabilità in vari punti del versante o in corrispondenza delle aree ribassate (più erose) generando piccole aree lacustri (torbiere).

L'alimentazione del flusso idrico è in questo caso connessa direttamente alle precipitazioni (infiltrazione).

Diversamente in profondità oltre l'imposta dell'apparato morenico vi sono acquiferi che risiedono nei depositi fluviali ghiaiosi caratterizzati da elevata produttività con geometria multistrato in cui si alternano depositi incoerenti di notevole spessore separati da banchi di materiali fini poco permeabili o impermeabili continui che costituiscono la separazione fra i vari livelli produttivi. In questo caso l'alimentazione proviene da aree distali con direzione nord sud e non è influenzata né dalle precipitazioni né dalla circolazione superficiale.

Il gradiente delle falde superficiali non è definibile nel contesto del Plis in quanto all'eterogeneità dei corpi idrici, le misure e le rilevazioni che possono essere eseguite in superficie hanno spesso importanza locale e fortemente temporale. Per quanto riguarda la direzione di flusso dell'acquifero profondo esso si dispone NNW-SSE con gradienti idraulici compresi tra 0.4-0.6%.

ASPETTI PEDOLOGICI

L'analisi degli elementi che hanno condizionato la distribuzione, l'evoluzione e la caratterizzazione dei suoli, deve partire dalla valutazione dell'impronta antropica sul territorio; significativa è stata, nel corso del tempo, l'attività estrattiva di argille, di sabbie e ghiaie, nonché quella legata ai livellamenti del terreno, agli sbancamenti e alle bonifiche. Nelle aree dove l'attività dell'uomo ha interferito con le caratteristiche originali dei terreni si rinvencono suoli troncati e rimescolati.

La natura prevalentemente carbonatica dei substrati pedogenetici (sottolineata anche dalla elevata presenza di famiglie mineralogiche carbonatiche) rappresenta un freno all'evoluzione dei suoli che si presentano saturi a reazione prevalentemente alcalina o sub alcalina; sia le acque della prima falda che quelle utilizzate per l'irrigazione sono generalmente ricche in sali di calcio e magnesio.

Tuttavia, relativamente ai suoli appartenenti all'alta e media pianura e alle morene, si osserva spesso una perdita di questi Sali da parte degli orizzonti superiori, anche se il complesso di scambio rimane saturo in basi: sono sovente presenti, profondità variabile accumuli di carbonati.

Il colore bruno rossastro dei suoli dell'alta pianura e delle morene è all'alterazione dei minerali di ferro del complesso argillo-umico. La migrazione dell'argilla e il suo conseguente accumulo in profondità porta alla formazione, nelle aree più antiche e stabili, di suoli lisciviati.

Tali suoli, rilevabili nelle aree moreniche o in prossimità delle stesse, rappresentano i massimi livelli evolutivi presenti nell'area di interesse; essi sono la testimonianza di una prolungata pedogenesi avvenuta nei periodi interglaciali. Le potenti coltri limose che li ricoprono risultano brunificate con livelli profondi di accumulo dei carbonati.

Ritenendo esauriente il contenuto della legenda per quanto riguarda la descrizione delle unità cartografate, di seguito si procede ad una descrizione per aree relativamente omogenee del territorio comunale caratterizzandole dal punto di vista genetico e morfologico.

Il sistema di classificazione pedologico utilizzato è quello della Tassonomia dei suoli del dipartimento di Agricoltura Statunitense (USDA, 1975 aggiornato al 1987) riportato nelle cartografie dell'ERSAL (Ente regionale di Sviluppo Agricolo della Regione Lombardia). Questo sistema consente di definire il livello tassonomico dei suoli fino al rango di "famiglia" in modo tale da caratterizzare la pedogenesi e le principali caratteristiche del suolo.

- **Classificazione dei suoli**

Il Suolo è la risultante dell'azione combinata di differenti fattori strettamente interdipendenti, detti fattori pedogenetici (tempo, clima, natura del substrato, geomorfologia, vegetazione, attività antropica), che trasformano le rocce affioranti sulla superficie terrestre in una coltre quasi continua e di profondità variabile.

Tale coltre è detta suolo e rappresenta un elemento estremamente importante per l'ecosistema terrestre costituendo l'interfaccia fra biosfera, litosfera, atmosfera e idrosfera.

I differenti fattori pedogenetici possono essere così sintetizzati:

- TEMPO

La porzione di territorio in esame comprende quasi esclusivamente formazioni che si sono impostate in un periodo relativamente recente in occasione dell'ultima glaciazione quaternaria (wurm), con la genesi delle ultime cerchie moreniche e delle piane glaciali e fluvioglaciali.

Per l'impostarsi dei processi pedogenetici è necessario che esistano condizioni favorevoli ed in particolare modo che le superfici di suolo siano stabili ossia non sottoposte a processi erosivo-deposizionali.

Nel caso in questione siamo in presenza di suoli relativamente giovani poco sviluppati.

- CLIMA

Esso interviene nella pedogenesi, influenzando il regime pluviometrico e le temperature che si trasmettono sul tipo di vegetazione ed sui processi di alterazione e formazione dei minerali.

L'area in questione appartiene al morenico gardesano, nella quale sono riferibili condizioni climatiche tipiche del clima temperato sub continentale nella quale alla mitidezza climatica delle zone lacustri si contrappone la continentalità tipica della pianura padana. Come accennato nel paragrafo relativo all'inquadramento climatico la distribuzione delle temperature medie mensili evidenzia una progressione costante stagionale con estremi in gennaio e luglio.

La piovosità media annua indica che le precipitazioni maggiori si verificano nei mesi primaverili e autunnali con regime pluviometrico sublitoraneo padano.

Esiste però una variabilità microclimatica legata all'esposizione ed alla quota; comunemente i versanti morenici esposti a sud risultano più aridi e meno pendenti (bacino esterno), mentre le vallecole interne sono generalmente più fresche ed umide.

I caratteri pluviometrici sono stati determinati sulla base dei dati raccolti nella stazione di rilevamento di Castiglione delle Stiviere, della quale si riporta l'ubicazione e la quota.

Attraverso l'analisi dei dati meteorologici disponibili, di lungo periodo, è possibile definire il clima del territorio di Castiglione delle Stiviere da "moderato di tipo continentale" a "sub-tropicale di tipo umido".

- NATURA DEL SUBSTRATO

Le caratteristiche chimico-fisiche del substrato sono un elemento centrale dell'evoluzione pedogenetica. Nell'area dominano tipologie prevalentemente di origine glaciale e localmente fluvioglaciale e lacustre, dominate granulometricamente da sabbie e limi e chimicamente dai carbonati.

- GEOMORFOLOGIA ED ATTIVITA' ANTROPICA

La forma delle superfici, la loro genesi e la disposizione nello spazio sono fattori determinanti nell'evoluzione del suolo, tuttavia le forme del paesaggio ed i caratteri pedologici del suolo sono andati incontro ad una fortissima evoluzione del suolo dovuta all'antropizzazione delle superfici. Questo fenomeno presenta maggior consistenza proprio nelle aree con morfologia contrastata (moreniche) ma facilmente modificabile (non vi è presenza di tipi litoidi).

Le aree a maggior acclività, laddove manca una copertura arborea, quindi maggiormente antropizzate, sono soggette all'innescarsi di processi di erosione delle superfici, con assottigliamento dei suoli (zone di cresta).

Dove invece la copertura vegetale è presente, il buon drenaggio, legato alla pendenza unitamente all'alternarsi di condizioni di inumidimento ed essiccamento favorisce l'evolversi del suolo.

Nelle aree a debole pendenza o raccordo con il fondovalle si assiste a fenomeni di colluviamento di materiale proveniente dalle aree a monte con coperture di suolo ispessite che contrastano il fenomeno dell'erosione.

Infine le aree morfologicamente depresse che corrispondono al fondovalle, spesso ricoperto da depositi fluvioglaciali e fluviali, è il livello base della circolazione idrica superficiale ed è soggetto a fenomeni di allagamento ed esondazione localizzati in concomitanza di forti piogge.

Situazioni analoghe si rinvengono anche nelle porzioni più basse del fondovalle (conche lacustri) corrispondenti a alle aree interne dei bacini morenici.; in queste aree si manifestano sovente ristagni idrici (idromorfia permanente) a cui consegue una pedogenesi limitata fortemente rallentata nei processi di umificazione e mineralizzazione della sostanza organica.

- VEGETAZIONE

Essa esplica sul suolo azioni sia di tipo chimico (asporto o apporto di sostanze) che di tipo fisico (protezione dall'erosione) che si manifestano con tempi e modi differenti a seconda delle specie vegetali.

Carta pedologia dell'area del PLIS

Le interpretazioni applicative della carta pedologica consistono in valutazioni della funzionalità dei suoli che permettono l'elaborazione di supporti conoscitivi cartografici per l'attuazione di politiche agricole, ambientali e territoriali.

Il comportamento e le risposte attese dai suoli, in relazione alle forme di utilizzazione a cui sono sottoposti dipendono dal grado di espressione delle loro diverse funzioni ecologiche, così nominate:

- funzione produttiva, correlata con il concetto di fertilità e, quindi, con la capacità dei suoli di sostenere e favorire la produzione di alimenti, foraggio e biomassa vegetale in genere;
- funzione protettiva, correlata con la capacità dei suoli di agire da tampone e da filtro nei confronti di potenziali inquinanti;
- funzione naturalistica, correlata con il ruolo che i suoli hanno nel formare gli habitat naturali, nel proteggere la biodiversità e nel conservare importanti patrimoni culturali per l'umanità.

Le valutazioni funzionali sono espresse come carte tematiche ottenute dall'interpretazione della Carta Pedologica e finalizzate ad una gestione mirata dei suoli ed alla loro conservazione.

La carta dei suoli, chiamata anche carta pedologica, fornisce le informazioni utili a valutare l'idoneità di un territorio ad essere utilizzato per le diverse attività umane.

Per tale motivo essa si presenta come strumento fondamentale per la gestione e la pianificazione di un territorio; attraverso la redazione delle carte pedologiche vengono individuati l'estensione e la distribuzione dei principali tipi di suolo rilevati, campionati e analizzati in Lombardia; la rappresentazione cartografica avviene, a seconda del diverso grado di approfondimento delle informazioni, a scale diverse.

- Scala regionale 1:250.000 - Consente l'inquadramento generale delle caratteristiche pedologiche del territorio regionale di pianura e pedecollina, permettendo una visione d'insieme anche a livello provinciale, delle problematiche connesse con l'utilizzazione della risorsa suolo.
- Scala di dettaglio - 1:10.000 - Costituisce un approfondimento delle conoscenze in ambito pedologico, utile in modo particolare nelle attività di programmazione e di gestione del territorio a livello comunale.

Gli indicatori di qualità dei suoli sono parametri che descrivono le proprietà chimiche, fisiche e idrologiche dei suoli di maggiore interesse per la rappresentazione cartografica e l'interpretazione a fini applicativi.

L'analisi del suolo è un passaggio importante per poterne definire le proprietà. È sicuramente utile conoscere le proprietà dei suoli considerando la loro influenza sulle

attività dell'uomo. Conoscere la tessitura di un suolo può aiutare per valutare l'epoca in cui lavorarlo; conoscere la capacità di scambio cationico aiuta a redigere un accurato piano di concimazione; conoscere il modo in cui un suolo assorbe e cede l'acqua ci aiuta nella progettazione di un impianto di drenaggio.

Proprietà chimiche dei suoli: ph, capacità scambio cationico CSC

- Il ph come noto è un indicatore chimico che misura il grado di acidità espresso come il logaritmo della concentrazione degli ioni idrogeno. Nel suolo questo valore influisce pesantemente sulla capacità di adsorbimento dei metalli pesanti e radioattivi che è massima per valori pari a $ph=6$ o superiore. Si distinguono quattro classi di reazione dei suoli: molto acidi, poco acidi, neutri, poco alcalini, molto alcalini.
- La capacità di scambio cationico CSC rappresenta la quantità massima di cationi metallici adsorbiti da un suolo. Questa proprietà si esplica quando le particelle, che compongono il mezzo, hanno cariche elettriche sbilanciate e permettono fenomeni di attrazione fra ioni positivi che vengono così sottratti alle soluzioni inquinanti, fino a che rimangono favorevoli le condizioni chimico - fisiche. In tal modo vengono eliminati molti metalli pesanti e diversi composti organici. E' questa una proprietà importante dei suoli, che può essere determinata con l'espressione di Breeuwsma et al. (1986) oppure reperita da carte pedologiche, che riportano per ogni ordine di suolo le caratteristiche dominanti distinte in base alla Soil Taxonomy della USDA (Soil Survey Staff, 1994) o FAO (1990).

Proprietà fisiche: tessitura del suolo, awc e spessore.

- Le classi di tessitura del suolo sono ricavate dalla carta pedologica e sono: grossolana, moderatamente grossolana, media, moderatamente fine e fine.
- La quantità di acqua disponibile per la vegetazione o AWC (Available Water Content) corrisponde alla differenza tra l'acqua di ritenzione e l'acqua adsorbita. E' massima per le tessiture medio fini e minima per le tessiture sabbiose. Viene divisa in tre classi: elevata, media, scarsa e calcolata con varie formule empiriche che si basano sul contenuto in percentuale di argilla, limo e carbonio organico, rapportati allo spessore dei singoli elementi del profilo.
- Elevata (maggiore di 150 mm);
- Media (da 100 a 150 mm);
- Scarsa (inferiore a 100 mm).

Lo spessore del suolo va valutato partendo dalla superficie e comprende per intero la porzione di suolo fino al contatto con la litologia sottostante. Si divide in:

- Profondo (maggiore di 1.0 m);
- Moderatamente profondo (da 0.50 a 1.0 m);
- Sottile o poco profondo (inferiore a 0.50 m).

Proprietà idrologiche: permeabilità, drenaggio del suolo, soggiacenza della falda

La permeabilità rappresenta la velocità di infiltrazione verticale del suolo in m/s, ed è anch'esso compreso nelle legende pedologiche. Qui di seguito vengono forniti alcuni intervalli significativi della conducibilità idraulica in rapporto ad altri parametri caratteristici, quali la porosità totale e la densità volumica.

- Sabbia e ghiaia ($4.2 \times 10E^{-4} \div 4.3 \times 10 E^{-2}$ m/s)
- Sabbia ($4.6 \times 10E^{-5} \div 7.0 \times 10 E^{-4}$ m/s)
- Limo ($3.4 \times 10E^{-6} \div 1.7 \times 10 E^{-4}$ m/s)

- Limo argilloso ($6.8 \times 10E^{-6} \div 2.0 \times 10 E^{-4}$ m/s)
- Argilla ($1.7 \times 10E^{-7} \div 8.5 \times 10 E^{-5}$ m/s)

La porosità totale è il rapporto tra il volume dei vuoti disponibile a ospitare un fluido (V_v) e il volume totale del suolo. Regge i processi dinamici di flusso.

La massa volumica apparente e/o densità unitamente alla porosità e alla conducibilità determina le caratteristiche idrologiche. E' il rapporto fra la massa della sostanza solida m_s e il volume totale del suolo V_t .

Si definisce soggiacenza la profondità della superficie piezometrica misurata rispetto al piano di campagna; dal suo valore e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo, dipende il tempo di transito di qualsivoglia sostanza idroveicolata e di conseguenza la durata delle azioni autodepurative dello stato insaturo che in questo tempo si svolgono.

Nell'anfiteatro morenico le piezometrie rilevano valori di soggiacenza molto alti, dell'ordine anche dei 50 m, ma la complessa situazione geologico - stratigrafica che caratterizza tali depositi, non permette di ricostruire con precisione l'andamento degli acquiferi nel sottosuolo che presenta spesso corpi idrici sospesi rispetto all'acquifero principale.

Questi corpi, se da un lato sono difficilmente cartografabili anche con l'ausilio di numerose stratigrafie, dall'altro, se effettivamente presenti, ritardano la corsa dell'inquinante verso l'acquifero, generando spesso accumuli di queste sostanze che raggiungono concentrazioni elevate.

- **Capacità d'uso dei suoli**

La capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification, abbreviata in "LCC") è una classificazione finalizzata a valutarne le potenzialità produttive -per utilizzazioni di tipo agro-silvo-pastorale- sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della risorsa suolo.

La cartografia relativa a questa valutazione è un documento indispensabile alla pianificazione del territorio in quanto consente di operare le scelte più conformi alle caratteristiche dei suoli e dell'ambiente in cui sono inseriti.

I suoli vengono classificati essenzialmente allo scopo di metterne in evidenza i rischi di degradazione derivanti da usi inappropriati. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi.

- **Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali**

Questa interpretazione, complementare alla precedente, esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti con le acque di scorrimento superficiale in direzione delle risorse idriche di superficie.

Gli inquinanti distribuiti sul suolo possono essere trasportati in soluzione oppure adsorbiti sulle particelle solide contenute nelle acque che scorrono sulla superficie del suolo stesso.

Come la precedente, anche questa interpretazione ha carattere generale e consente la ripartizione dei suoli in tre classi a decrescente capacità protettiva. Molto spesso il comportamento idrologico dei suoli è tale che a capacità protettive

elevate nei confronti delle acque superficiali corrispondono capacità protettive nei confronti delle acque profonde minori e viceversa.

Infatti, solo suoli profondi, a granulometria equilibrata e che presentano orizzonti relativamente poco permeabili intorno al metro di profondità, a giacitura pianeggiante hanno contemporaneamente una buona capacità di accettazione delle acque meteoriche ed irrigue e una bassa infiltrabilità profonda.

Per la classificazione dei suoli vengono utilizzate le seguenti tre classi:

- E Capacità protettiva Elevata
- M Capacità protettiva Moderata
- B Capacità protettiva Bassa

- **Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee**

Il suolo protegge l'ambiente, il sistema delle acque profonde e superficiali e le catene alimentari dall'inquinamento, agendo da filtro e da tampone e favorendo le trasformazioni biochimiche.

Questa interpretazione esprime la capacità dei suoli di controllare il trasporto di inquinanti idrosolubili in profondità con le acque di percolazione in direzione delle risorse idriche sottosuperficiali.

Le precipitazioni e, soprattutto l'irrigazione, sono considerate le principali fonti di acqua disponibile per la lisciviazione dei prodotti fitosanitari o dei loro metaboliti attraverso il suolo. La valutazione della capacità protettiva dei suoli assume pertanto una rilevanza particolare nelle aree ove vengono utilizzate tecniche irrigue a forte consumo di acqua.

L'interpretazione proposta esprime la potenziale capacità del suolo di trattenere i fitofarmaci entro i limiti dello spessore interessato dagli apparati radicali delle piante e per un tempo sufficiente a permetterne la degradazione; non è invece riferita a specifici antiparassitari o famiglia di prodotti fitosanitari.

Le proprietà pedologiche prese in considerazione nel modello interpretativo sono correlate con la capacità di attenuazione e il comportamento idrologico del suolo: tali proprietà sono permeabilità, profondità della falda, granulometria, proprietà chimiche (pH, CSC).

Il modello prevede, in sintonia anche con criteri interpretativi analoghi utilizzati in Europa e negli Stati Uniti, la ripartizione dei suoli in tre classi di capacità protettiva nei confronti delle acque profonde: elevata, moderata e bassa.

Per la classificazione dei suoli vengono utilizzate le seguenti tre classi:

- E Capacità protettiva Elevata
- M Capacità protettiva Moderata
- B Capacità protettiva Bassa

- **Unità morfo – paesaggistiche rilevate**

Dalla cartografia pedologica della regione Lombardia sono state desunte le unità di paesaggio presenti nell'area del Plis.

Ogni unità viene descritta separatamente e ne vengono descritte le caratteristiche peculiari.

La cartografia riporta entro il perimetro del Plis tutte Unità di Paesaggio appartenenti al sottosistema **MR** : *depositi morenici recenti(wurmiani) dotati di morfologia aspra e costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvioglaciali e fluviolacustri, generalmente poco alterati con diffusa presenza di pietrosità in superficie e*

scheletro nei suoli.

Le unità di paesaggio presenti entro il sottosistema MR sono:

Unità di paesaggio MR1: Cordoncini morenici principali e secondari, compresi quelli addossati ai versanti montuosi, generalmente a morfologia netta, con pendenze da basse a elevate, costituite da depositi grossolani poco classati immersi in matrice fine; essa comprende l'ossatura dei rilievi morenici (cordoncini), questi depositi derivano dai materiali che il ghiacciaio trasporta e che spinge davanti a sé. Caratteristica principale è la diffusa compattazione prodotta dalla pressione esercitata dal ghiacciaio all'atto della messa in posto.

- **Valore naturalistico dei suoli**

Questa interpretazione propone una valutazione della singolarità che le risorse pedologiche regionali manifestano dal punto di vista naturalistico, o perché i suoli sono testimonianze viventi delle intense relazioni tra pedosfera e sistema delle acque (suoli a regime aquico), che hanno avuto una importanza determinante nell'evoluzione degli ecosistemi e dello stesso paesaggio della pianura padana. La sempre più vasta attenzione riservata nella società agli aspetti culturali e ricreativi ha fatto crescere in questi anni la sensibilità per i beni ambientali, anche per quelli, come il suolo, rimasti più a lungo confinati nella sfera di interesse di pochi specialisti. L'interpretazione del valore naturalistico dei suoli può costituire un riferimento utile per caratterizzare in modo più completo i beni ambientali, integrando conoscenze pedologiche con conoscenze geomorfologiche, naturalistiche, floristiche, paesaggistiche, geografiche, etc., e per proporre strategie comuni per la loro valorizzazione e fruizione.

Per la classificazione dei suoli vengono utilizzate le seguenti tre classi:

- Suoli con alto valore naturalistico
- Suoli con medio valore naturalistico
- Suoli con basso valore naturalistico

VALENZE GEOLOGICHE E PAESAGGISTICHE

A seguito dell'individuazione delle rilevanze geologiche idrogeologiche e geomorfologiche del territorio del parco, si individuano alcune proposte finalizzate al recupero paesaggistico e funzionale ed alla salvaguardia di alcuni ambiti di particolare pregio.

Nell'ambito del territorio del Parco gli elementi che possono essere riconosciuti come beni geologici di valore naturalistico e didattico da sottoporre a particolare disciplina di tutela e valorizzazione sono sostanzialmente riconducibili all'azione di morfogenesi glaciale che distingue due zone fisicamente ben distinte: la fascia collinare e l'alta pianura pedemorenica.

La parte collinare ed inframorenica caratterizza la maggior parte del territorio del parco, mentre la parte pedemorenica è caratteristica delle aree fluvio-glaciali in corrispondenza dei conoidi degli antichi scaricatori fluvio-glaciali.

Anche dall'esame degli atti di pianificazione territoriale alla scala provinciale, con riferimento al Sistema fisico naturale (Tavole 1 e 2 del PTCP), viene implementato il modello della Rete Ecologica Provinciale con l'obiettivo di realizzare un sistema di aree verdi atto ad assicurare la salvaguardia della biodiversità secondo criteri di tutela e salvaguardia delle risorse fisico naturali.

Dallo schema della Rete Ecologica Provinciale si evince che tutta la fascia collinare presente nel territorio comunale ricade nei cosiddetti "Elementi di primo livello della rete ecologica provinciale" del Circondario A.

Tra i principali temi progettuali che il PTCP propone per il Circondario A, con riferimento al sistema fisico naturale nel territorio del Plis del Comune di Castiglione delle Stiviere, si evidenziano i seguenti:

- la conservazione e l'incentivazione delle aree boscate presenti in tutti i tratti della rete ecologica di I livello;
- il mantenimento e la diffusione dell'agricoltura intensiva a vite nell'ambito morenico;
- il passaggio a forme di agricoltura eco-compatibili;
- la valorizzazione della torbiera vincolata ai sensi della LN 1497/39 in località Santa Maria.

Come si evince dagli obiettivi di cui sopra gli ambiti in cui si rileva la presenza di elementi geologico-morfologici significativi si concentrano in corrispondenza delle aree moreniche collinari, delle aree infossate intramoreniche, delle torbiere e dei tracciati idrici quali l'alveo del Fosso Riale costituente la rete idrica principale a matrice storica.

In particolare il "valore" delle citate peculiarità territoriali non è determinato in modo assoluto ma in relazione alla realtà locale; ne deriva che la rappresentatività degli ambiti considerati di valore rilevante risulta essere relativo all'insieme delle peculiarità ambientali che contraddistinguono un territorio, dipendendo inoltre dalla sua visibilità, dall'accessibilità, dalla possibilità ad esempio di creare occasioni di fruizione pubblica e di educazione ambientale.

- ***Valorizzazione dei caratteri morfologici, litostratigrafici ed idrogeologici delle forme moreniche.***

La formazione dell'area morenica gardesana ed in particolare modo la cerchia più esterna, afferente al territorio comunale di Castiglione delle Stiviere, risale al periodo delle glaciazioni,

nell'era Quaternaria, in cui il grande ghiacciaio del Lago di Garda, durante le massime espansioni, depose in momenti successivi materiali incoerenti (sabbie, ghiaie, masse, ciottoli ecc..) in colline allineate in semicerchi a formare dei veri e propri cordoni che vanno a costituire "l'anfiteatro morenico del Garda".

L'aspetto morfologico del territorio si presenta estremamente vario, con il susseguirsi ed alternarsi di collinette con pendii più o meno scoscesi, fiancheggiati da aree a pendenza moderata, che fanno da raccordo con gli avvallamenti, formati dall'azione erosiva dei torrenti glaciali, dove troviamo le zone umide, e con le piane intermoreniche.

I suoli delle aree più rilevate sono costituiti soprattutto da materiali grossolani (ghiaie e ciottoli a prevalenza di rocce carbonatate) uniti a sabbie, limo e argilla, risultando in tal modo particolarmente permeabili, con orizzonte organico di norma abbastanza sviluppato, costituito da fogliame indecomposto (lettiera) e con pedoclima fresco.

Sulla sommità dei colli, lungo i crinali dei cordoni morenici e i versanti esposti a sud, i terreni sono molto superficiali e siccitosi, soggetti ad erosione moderata nelle zone cacuminate.

Le zone umide localizzate nelle valli intermoreniche, assumono schematicamente due tipi di conformazione in base agli elementi geomorfologici che le delimitano:

- Zone umide di conformazione tendenzialmente allungata, caratteristiche delle zone più estese, riscontrabile in valli intermoreniche interessate dai fronti glaciali più consistenti.

Agli estremi di questi elementi si riscontrano i relitti degli antichi scaricatori della glaciazione Würmiana, rimaneggiati e potenziati dall'uomo in tempi recenti con finalità di bonifica che ha ridotto la presenza di acqua negli strati più superficiali per la maggior parte delle superfici di impluvio eliminando pressochè definitivamente le formazioni palustri più estese, confinando le caratteristiche estreme alle sole superfici poste in forte depressione morfologica generalmente in vicinanza dei laghetti residuati dalle attività estrattive.

Detti corsi superficiali sono attivi per tutto l'anno e garantiscono alle zone interessate un equilibrio idraulico compatibile con l'utilizzazione agraria anche se caratterizzata da forti limitazioni d'uso.

Nel territorio del Plis sono due le zone con queste caratteristiche: la prima posta a nord-est in "Località Valle" delimitata a nord dal Monte della Forca, dal Monte Navicella e dal Monte del Confine e a Sud dal Monte dell'Asino e Monte S. Maria interessata dal Vaso Albana affluente del Vaso Reale; la seconda situata ad Est del territorio comunale in "Località Barche di Castiglione", si estende seguendo anch'essa direzione Sud-Est interessando per la maggior parte il territorio del Comune di Solferino risultando delimitata a nord dal Monte delle Spade e dal Monte Cucco e a sud dal Monte Ghirlo e dal Monte di Barche di Solferino da questa zona si origina il vaso Fossa Mortara.

- Zone umide con conformazione fortemente infossata, caratterizzate da una delimitazione quasi completa, caratteristica di zone di minore estensione corrispondenti ad antiche conche lacustri.

Anche in questi ambiti la zona umida può o meno dare origine ad un corso d'acqua, anche se con caratteristiche di discontinuità nel corso dell'anno.

Anche in queste aree sono state oggetto di attività estrattiva e di tentativi di bonifica per recuperare le zone meno depresse a usi agricoli. Nel territorio del Plis riconosciamo la

presenza di queste zone presso: Cascina Cervo, Monte dell'asino, Convento di S. Maria e Monte delle Spade.

Nell'area del Plis la rete idrografica attuale è costituita da una serie di canali secondari, con andamento irregolare per le ondulazioni del paesaggio collinare morenico.

Questi corsi d'acqua minori, raccolgono generalmente le acque dalle conche lacustri o più in generale dalle depressioni intermoreniche (aree a deflusso interno).

La principale asta idrica che caratterizza il sistema idrografico del Plis è il Vaso Riale ed il suo paleolaveo, che attraversa tutto il territorio comunale proseguendo sino oltre la zona pedecollinare e di alta pianura.

- ***Conservazione del suolo dei paleo alvei e degli antichi tracciati fluviali***

La riqualificazione ambientale e paesaggistica delle forme originarie del territorio nonché la disciplina d'uso degli ambiti individuati, per i quali la destinazione è chiaramente di fruizione quotidiana per i residenti e di utilizzo libero e "didattico" per il resto della popolazione, è auspicabile per preservare gli spaccati naturali non ancora antropizzati delle forme dei rilievi e la "sequenza stratigrafica" e le caratteristiche litologiche dei depositi morenici e fluvio-glaciali.

L'opportuna valorizzazione delle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni costituenti il sottosuolo potrebbe consentire di includere tale elemento nell'ambito di un più ampio percorso di educazione ambientale che potrebbe svolgersi con opportuni collegamenti al nucleo storico cittadino attraverso i corridoi "ambientali" individuati anche nel PTCP provinciale e PGT comunale.

Il recupero di alcune aree maggiormente antropizzate ed il consolidamento della destinazione agricola dei terreni ricadenti nel territorio del Parco, attraverso anche il recupero di alcune colture tipiche, dovrà essere indirizzata alla protezione e alla corretta gestione della risorsa suolo.

Nel territorio del Parco i suoli naturali sono ridotti ad aree limitate ricoperte da bosco, mentre la maggior parte della superficie si caratterizza per suoli di tipo agrario (quindi suoli modificati dall'uomo) o comunque utilizzati per coltivazioni intensive con conseguente riduzione dell'aerazione e del drenaggio e delle caratteristiche chimico-fisiche degli stessi. Per quanto attiene il recupero delle aste idriche e dei tracciati di paleolaveo si sottolinea l'importanza di preservarne la funzionalità, consolidando le sponde fluviali, garantendo il deflusso minimo vitale, la pulizia interna, la qualità delle acque ed implementando le fasce di rispetto nei confronti degli utilizzi agricoli ed antropici, con la possibilità di inserire in esse percorsi pedonali e ciclabili.