UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di Laurea:

Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

ELABORATO FINALE DI LAUREA

STUDIO PEDOLOGICO DELLE TERRE ROSSE DEL MONTE ORFANO (BRESCIA). CONTRIBUTO ALLA VALORIZZAZIONE DI UNA RILEVANZA GEOAMBIENTALE.

RELATORE:
Prof. Gian Battista BISCHETTI

CORRELATORE:
Prof. Franco PREVITALI

CANDIDATO:
Marco RUFFINI
matricola 761021

Anno Accademico 2013/2014

PIÙ NON COMPAIA

E dunque, pure le civiltà
sono mortali. E di nuovo
prossima è l'ora della mezza-
notte del mondo:
minata la specie, minata
la stessa creazione.

Sarà la terra
un teschio alla deriva,
in attesa che passino altri
millenni avanti che riappaia
un debolissimo segno muscoso
fra le morte pietre; e poi
altri millenni di millenni
che fiorisca un lichene…

E forse allora lo stesso creato
si augurerà che più non compaia
questa nostra coscienza assassina,
o appena folle…

(David Maria Turoldo)

Indice

pagina

1 Introduzione 1

2 Riferimenti geografici e topografici 2

3 Materiali e metodi 3

4 Clima e pedoclima 5
- 4.1 Analisi del clima e del pedoclima 5
- 4.2 Clima e pedogenesi 7

5 Aspetti vegetazionali: considerazioni generali e tipologie forestali 8

6 Aspetti geologici, litologici e geomorfologici 12
- 6.1 Studi precedenti 12
- 6.2 Evoluzione geologico strutturale del Monte Orfano 13
- 6.3 Rilievo degli erratici e fenomeni carsici 15
- 6.4 Geomorfologia 17
- 6.5 Il conglomerato del Monte Orfano 18

7 I suoli 19
- 7.1 La *Terra rossa* 19
- 7.2 Il profilo pedologico tipico 21
- 7.3 Risultati delle analisi chimiche e granulometriche 24
- 7.4 Interpretazioni paleo-ambientali 28

8 Urgenti azioni di conservazione e valorizzazione 29

9 Bibliografia 33
Dispense dei corsi universitari 40
Pagine web 41

10 Indice delle figure 42

11 Ringraziamenti 66

Allegato cartografico di rilievo delle emergenze in scala 1:10.000 e compact disc

1 Introduzione

Il Monte Orfano, per la sua ubicazione vicina a molti centri abitati, costituisce una importante risorsa per lo svago e il turismo locale. Tale rilievo montuoso è però anche una interessante testimonianza di processi geologici e geomorfologici risalenti all'era Terziaria ed al Quaternario.

La presente tesi prende in esame un aspetto meno conosciuto del Monte Orfano: la presenza di estese coperture di suoli di intenso colore rosso (le cosiddette "*Terre rosse*" della pedologia), certamente non formatesi in tempi recenti e prodotte da condizioni climatiche ed ambientali molto diverse dalle attuali (Fig. 1.1). Sono quindi una testimonianza paleoclimatica e paleoambientale di notevole interesse scientifico. Obiettivo quindi del presente studio è quello di contribuire alla conoscenza di tali suoli e di raccogliere dati e informazioni scientifiche sui processi geologici e geomorfologici che caratterizzarono la storia di questo rilievo montuoso. A conclusione si forniranno alcune indicazioni per una opportuna valorizzazione e conservazione di tale rilevanza geo-ambientale.

2 Riferimenti geografici e topografici

Il Monte Orfano si erge nella pianura lombarda settentrionale, in posizione isolata (come altri due Monti Orfano l'uno presso Como e l'altro a Verbania). I primi accenni delle sue pendici si incontrano a circa 18 km in direzione ovest dalla città di Brescia, nel territorio comunale di Rovato, il più grosso centro commerciale, agricolo e industriale di questa area geografica denominata Franciacorta (Fig. 2.1a – 2.1b).

Il Monte Orfano posto a sud del Sebino in posizione isolata nella pianura, ma fronteggiante i rilievi morenici situati a sud del lago, si estende per Km 5,40, delimitando il margine sud occidentale della zona denominata Franciacorta (Fig. 2.2). Il rilievo montuoso ha forma allungata, è sviluppato su una superficie di Kmq 4,80 e interessa i territori amministrativi dei Comuni di Rovato, Coccaglio, Cologne, Erbusco.

Le linee di maggiore larghezza alla base variano da un minimo di m 400 ad un massimo superiore al chilometro. Il crinale si sviluppa da una altezza minima di 250 m s.l.m. (X 576808,26; Y 5046285,75 coordinate WGS 1984 UTM Zone 32N – Convento dell' Annunciata a Rovato) fino al punto di massima quota altimetrica posto a m 451,6 s.l.m. (X 574217,35; Y 5048870,16 coordinate WGS 1984 UTM Zone 32N) nel Comune di Cologne. Le isoipse della pianura circostante variano fra 160 e 210 m s.l.m. (Fig. 2.3) Il Monte è' caratterizzato da versanti con pendenze comprese fra il 30% e il 70%, mentre la fascia di raccordo con la pianura circostante denota pendenze comprese tra il 30% e il 5%.

Per la Franciacorta il boscoso Monte Orfano fu probabilmente importante, come osservatorio naturale (Fig. 2.4), del quale già i primi abitanti della zona dovettero servirsi, come testimoniano i reperti archeologici ivi ritrovati.

Si tratta di una collina ma viene chiamato Monte da tempo immemorabile, a

testimoniarne l'importanza geografica ed economica rivestita per gli abitanti fin dall'età del bronzo, così come sancito ufficialmente nelle denominazioni contenute nelle carte catastali del 1716-1780 o ne "Il catasto Bresciano" (1610) di Giovanni da Lezze.

3 Materiali e metodi

Il rilevamento di campagna è stato principalmente indirizzato a individuare e georeferenziare: attraverso l'utilizzo del sistema di posizionamento globale (Global Positioning System):

a) Presenza di *Terra rossa.*
b) Suoli brunificati.
c) Coperture di loess (*).
d) Presenza di plintite (**).

(*) **Il loess** è costituito da limo e sabbia fine depositati da venti che mobilizzarono materiale fluvioglaciale e morenico in fasi di avanzata o di arretramento delle masse glaciali pleistoceniche, in presenza di scarsa vegetazione di tipo steppico.

(**) **La plintite** è un miscuglio non indurito e povero di sostanza organica, di argilla, ossidi di ferro e alluminio, sabbia quarzosa e altri minerali resistenti, in forma di screziature rosse, costituenti una maglia tridimensionale a struttura poligonale, reticolare, laminare. E' attraversabile da una vanga o da una trivella a mano. In seguito a ripetuti inumidimenti e disseccamenti, la plintite si trasforma irreversibilmente in ironstone. Costituisce l'evoluzione di orizzonti idromorfi (gleyzzazione).

e) Massi erratici segnalanti la presunta fronte glaciale della massima espansione dei ghiacci alpini.
f) Affioramenti di Conglomerato di Monte Orfano nelle facies conglomeratica, arenacea, marnosa.
g) Fenomeni carsici (grotte, doline, inghiottitoi ecc.).
h) Apertura di profili pedologici e campionamento di orizzonti del suolo.
i) Depositi alluvionali.
j) Presunto andamento del fronte del ghiacciaio pleistocenico.
k) Faglie osservate e presunte.

Il rilievo di queste emergenze è stato inserito in un sistema informativo geografico (applicativi utilizzati ArcGIS 10.1 e QGIS 2.2.0 "Valmiera"), nel quale compaiono: le informazioni relative ai siti, con le immagini ad essi collegate e la loro georeferenziazione nel sistema di riferimento UTM WGS84. Nel sistema informativo sono riportati anche i tracciati relativi ai percorsi pedonali, che potenzialmente costituiscono la base per una carta dei sentieri (cartografia di rilievo allegata).
Nel Laboratorio di Geopedologia del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra dell'Università di Milano – Bicocca, sono state eseguite analisi chimiche e granulometriche dei campioni pedologici (Cantelli 2006).
Le analisi sono state effettuate secondo i Metodi di Analisi Chimica del Suolo del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo (2000).
In particolare sono stati determinati i seguenti parametri:

- pH in H_2O.
- pH in KCl.
- Carbonio organico e sostanza organica.

- Capacità di scambio cationico (C.S.C.).
- Basi di scambio (Ca, Mg, Na, K).
- Tasso saturazione basica (T.S.B.).
- Rapporto Ca/Mg.
- Fe e Al totali, in in ditionito e in ossalato.
- Sabbia, limo, argilla (%).

4 Clima e pedoclima

4.1 Analisi del clima e del pedoclima

Le elaborazioni climatiche sono state eseguite basandosi sui pregressi studi effettuati a corredo del Progetto Carta Pedologica della Lombardia (E.R.S.A.L., 1999) che hanno utilizzato dati della stazione meteorologica di Chiari (Brescia), distante dal Monte Orfano circa 5,0 km. Il sottoscritto ha integrato e aggiornato parte di tali dati. Le precipitazioni e le temperature delle due serie sono relative rispettivamente ai periodi: 1930 – 1983 (Fig. 4.1) / 1951 – 1973 (Fig. 4.2) e 1974 - 2004 (Fig. 4.3 e Fig. 4.4).
Nel periodo 1951-1973 la temperatura media annua dell'aria è stata di 13,5°C mentre nel periodo 1974-2004 la temperatura media annua dell'aria è stata di 12,7°C.
Considerando la differenza di quota esistente tra la stazione di Chiari (148 m s.l.m.) e la sommità del Monte Orfano (452 m s.l.m.) e tenendo conto di un gradiente termico di 0,6°C per ogni 100 m di dislivello, è possibile ipotizzare che la temperatura media annua dell'aria riferita alla sommità del Monte Orfano sia pari a circa 11 - 12°C (Cantelli, 2006).

Il regime di temperatura del suolo viene stabilito in base all'ipotesi (verificata sperimentalmente) che la sua temperatura media annua, ad una profondità di 50 cm, sia superiore di circa 1°C a quella dell'aria (Giordano, 1999). La temperatura del suolo è dunque strettamente correlata alla temperatura dell'aria, anche se oscillazioni possono essere attribuite a diversi fattori quali: la conducibilità termica del suolo, l'andamento delle precipitazioni, la protezione operata dalla canopy degli alberi, la pendenza, l'esposizione dei versanti, le azioni di irrigazione, la presenza di orizzonti organici, la precipitazione e la copertura nevosa.

Il regime di temperatura dei suoli sulla sommità del Monte Orfano è di tipo Mesico (*) in quanto la loro temperatura media annua risulta essere di 12-13°C.

La media annua delle precipitazioni misurate dal 1930 al 1983 nella stazione considerata è di 946,2 mm con un minimo di 184,4 mm ed un massimo di 1598,1 mm. (Fig. 4.1).

In rapporto all'ammontare totale delle precipitazioni, alla loro distribuzione mensile ed alle caratteristiche intrinseche dei suoli in esame, il regime di umidità, calcolato utilizzando il metodo di Newhall, è risultato essere di tipo Udico (Battocletti, 1995).

Il regime di umidità Udico è caratterizzato da precipitazioni ben distribuite nell'arco dell'anno e sufficienti nella stagione estiva. L'evapotraspirazione risulta essere inferiore, nella maggior parte dell'anno, alla quantità di acqua immagazzinata nei suoli.

(*) **Mesico**. Regime di temperatura del suolo secondo Soil Taxonomy (Permafrost, Cryico, Frigido, Mesico, Termico, Ipertermico, Isofrigido, Isomesico, Isotermico, Isoipertermico). La temperatura del suolo va misurata (o stimata) alla profondità di 50 cm dalla superficie. La temperatura media annua del suolo: corrisponde all'incirca alla media annua dell'aria, con aggiunta di 1-2°C. Nel regime di temperatura mesico la temperatura media annua è compresa fra 8°C e 15°C.

4.2 Clima e pedogenesi

La tipologia di suolo è determinata dai suoi fattori di formazione: clima, organismi viventi (biosfera), forme del territorio, tempo, materiale parentale.
Questo assunto è espresso nell'equazione di Jenny come:

S=f(Clima, organismi, rilievo, tempo, materiale parentale).

L'equazione evidenzia l'importanza di tutti e cinque i fattori della pedogenesi nel determinare i diversi tipi di suolo che ne derivano.
Il Monte Orfano attualmente è collocato in un'area con clima di tipo subcontinentale umido, con un regime di umidità di tipo udico. La caratteristica fondamentale di questa tipologia climatica è rappresentata da precipitazioni ben distribuite e sufficienti nella stagione estiva, con quantità di acqua persa per evapotraspirazione inferiore a quella immagazzinata nel suolo. Tale "impronta climatica" è decisamente in contrasto ed incompatibile con la formazione di suoli rossi (*Terre rosse*) quali quelli che si rinvengono in abbondanza lungo le pendici del Monte Orfano (Fig. 1.1). Questi ultimi suoli sono tipici di regioni in cui le piogge sono concentrate nel periodo invernale, mentre le estati sono calde e secche, in climi detti di tipo mediterraneo. Questi suoli non sono dunque in assonanza con il clima attuale.
Con il termine "*Terre rosse*" vengono definiti suoli che si sono sviluppati su calcari, a drenaggio rapido, in clima di tipo mediterraneo.
E' da notare che anche studi di tipo palinologico (Suc, 1984) hanno dimostrato che il clima di tipo mediterraneo - caratterizzato da piovosità concentrata nel periodo invernale, evapotraspirazione elevata, estati calde e secche (regime di umidità xerico), vegetazione a sclerofille - si sarebbe instaurato nel sud Europa nella parte finale dell'era Cenozoica (2,3 Ma BP).

5 Aspetti vegetazionali: considerazioni generali e tipologie forestali

Il Monte Orfano presenta un discreto grado di naturalità e proprio per questo è inserito nella Rete Ecologica Provinciale e tutelato da vincolo paesaggistico, ai sensi del Decreto Legislativo 42/2004. Tale qualità contrasta con le caratteristiche del territorio circostante dove le trasformazioni antropiche hanno portato ad un pesante impoverimento delle componenti naturali. Il Monte Orfano è stato invece mantenuto in parte, libero da inserimenti estranei al contesto agricolo e forestale, garantendo così un basso grado di alterazione del suo paesaggio.

Il Monte Orfano nonostante la presenza di formazioni boschive autoctone, è però da definire un agro-ecosistema seminaturale a causa delle sistematiche interferenze ecologiche conseguenti dall'azione dell'uomo.

Lo sfruttamento del territorio in cui si colloca il monte Orfano è fortemente caratterizzato da modifiche della morfologia del paesaggio originario dovute alla creazione di una fitta rete di elementi infrastrutturali, ad estensioni del tessuto edilizio residenziale e produttivo che creano conurbazioni senza discontinuità e ad utilizzi territoriali di tipo agricolo intensivo.

In un quadro sostanzialmente compromesso dal punto di vista ecologico, le aree boscate sono esigue, e si rinvengono quasi esclusivamente sui versanti del Monte Orfano che presentano un minore grado di vocazione per la coltivazione agronomica.

Strutturalmente la vegetazione presente è rappresentata dalla seguente suddivisione:

- **boschi di latifoglie**, attualmente privi di una vera e propria forma di governo, ma certamente soggetti in passato a ceduazione.
- **formazioni erbacee cespugliate** .
- **formazioni erbacee chiuse**, diffuse in particolare nelle zone sommitali e sui versanti esposti a mezzogiorno (Fig. 5.1 a).
- **rimboschimenti a pino nero** (*Pinus nigra*) (Fig. 5.1 b).
- **colture arboree**: rappresentate maggiormente dalla **vite** e in misura minore dall'**ulivo** (Fig. 5.1 c) (Fig 5.1 d). Queste coltivazioni sono collocate esclusivamente sul versante sud e nella zona pedecollinare. Testimonianze iconografiche relative alle coltivazioni arboree sul Monte Orfano rimandano con certezza all'allevamento della vite e dell'ulivo nel secolo XV (Fig. 5.2).

Secondo il sistema di classificazione su basi tipologiche adottato dalla Regione Lombardia sul quale si fondano le azioni di programmazione selvicolturale del bosco, le tipologie forestali riscontrabili sul monte Orfano sono cinque (Gregorini, 2011):

a) **Orno ostrieto tipico:** boschi a prevalenza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello (*Fraxinus ornus*). Questa tipologia forestale alligna in particolare sul versante nord. Oltre alle due essenze principali vi è la presenza di querce autoctone quali: *Quercus pubescens* - seradèl nella forma dialettale bresciana - *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, diversamente distribuite secondo la tipologia dei substrati e i gradienti di umidità del suolo.

b) **Querceto di roverella:** questa formazione è la più tipica sul Monte Orfano e le essenze che più fortemente la sostengono sono le querce (*Quercus pubescens*, *Quercus petraea* con le ibridazioni che ne conseguono).

Nella fattispecie, il tipo forestale più importante, nell'ambito della categoria dei querceti, è il Querceto di roverella dei substrati carbonatici con suoli a regime di umidità di tipo xerico (con estati calde e asciutte). In questa area forestale, lo strato arbustivo è ricco di specie xerofile e/o termofile quali: *Crataegus monogyna*, *Prunus spp.*, *Amelanchier ovalis*, *Cotynus coggygria*, *Erica arborea*, *Viburnum lantana*. In alcune stazioni del versante sud si nota la presenza importante e la rinnovazione spontanea di specie mediterranee in primis: *Quercus ilex* (introdotta secondo Zucchi, 1982) ed *Erica arborea*. Le tipologie forestali a) e b) possono essere considerate tipiche di questi luoghi e mostrano stabilità vegetazionale. I querceti sono presenti in posizione soleggiata nei versanti più caldi posti a sud e sud ovest (Fig.5.1 a).

c) **Castagneto dei suoli mesici:** l'essenza dominante è *Castanea sativa* da ricondurre sicuramente ad antiche sostituzioni. Da rilevamenti fitosociologici effettuati in occasione di studi precedenti (Zucchi, 1982) risulta che il castagno è l'essenza dominate almeno sul versante nord. Con esso si ritrovano però anche *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus robur*, *Quercus cerris*, *Quercus petraea* e *Robinia pseudoacacia* a testimoniare il fatto che l'evoluzione spontanea del bosco tende, almeno in parte, alla ricostituzione delle formazioni originarie. E' una formazione posizionata prevalentemente sul versante nord. Nel castagneto in cui l'altezza dei castagni è contenuta, emerge l'assetto del ceduo composto anche se quasi completamente abbandonato, gli ultimi tagli importanti possono essere fatti risalire all'immediato secondo dopo guerra. Del tutto evidente è la negativa condizione fitosanitaria, aggravata da consistenti attacchi causati dal cinipide galligeno (*Dryocosmus kuriphilus*) che si aggiungono al cancro corticale

(*Chryphonectria parasitica*) e alla moria causata dagli eventi siccitosi dell'anno 2003.

d) **Robinieto e robinieto misto**: qui la *Robinia pseudoacacia* tende a prevaricare le altre specie, creando formazioni pure. L'essenza che in alcuni casi convive con la *Robinia pseudoacacia* è il castagno che denota però un preciso stadio regressivo verso il robinieto. I robinieti sotto l'aspetto ecologico mostrano un basso gradiente di biodiversità ed occupano le parti del versante nord poste a quote inferiori ed in condizione di margine. In questa formazione il piano dominato è occupato principalmente dal sambuco nero (*Sambucus nigra*).

e) **Pineta artificiale di pino nero (*Pinus nigra*)**: questi consorzi originano da impianti effettuati nel periodo compreso fra il 1940 e il 1950 quando la pineta veniva progettata come fase di transizione verso la ricostituzione del bosco autoctono. Di fatto queste formazioni oggi completamente abbandonate dal punto di vista del governo, versano in una grave condizione fitosanitaria (attacchi di *Thaumetopoea pityocampa* e presenza di *Neodiprion sertifer* - Tentredine nerastra del pino – Bonomi s.d.) e di stabilità, aggravata anche dalle condizioni climatiche non consone alla specie dominante. In questo bosco l'analisi delle specie presenti nel piano dominato indica l'orno ostrieto quale tipologia forestale d'origine. In alcuni casi infatti la presenza di *Fraxinus ornus* e *Crataegus monogyna* si pone come segnale di tendenza alla ricolonizzazione della vegetazione naturale verso queste aree rimboschite (Fig. 5.1 b).

6 Aspetti geologici, litologici e geomorfologici

6.1 Studi precedenti

Mortillet (1859) esegue visite sul Monte Orfano alla ricerca di fossili, ed è il primo che ipotizza una età Miocenica del rilievo, basandosi su analogie litologiche con le colline di Conegliano Veneto ritenute del Miocene.

Sordelli (1882) attribuisce una età Oligocenica ad alcuni fossili raccolti presso il conglomerato della Badia (Brescia) alquanto simile a quello del Monte Orfano (Fig. 6.1), così come Sacco (1896) in campioni arenacei del colle di Sale di Gussago (Brescia) identifica fossili di semi di essenze vegetali attribuendo l'età di quella formazione conglomeratica al Miocene Superiore.

Le determinazioni cronologiche di Sacco vengono fatte proprie dai successivi studi geologici eseguiti da Cacciamali (1905-1907), Bonomini (1917) e Cozzaglio (1923).

Vecchia (1954) descrive compiutamente la composizione litologica, le origini e gli ambienti di sedimentazione dei conglomerati del territorio bresciano. Determina gli spessori delle serie conglomeratiche indicando per il Monte Orfano la misura in 770-825 m.

In uno studio micro paleontologico di conglomerati terziari del Bresciano, Cita (1954) assegna al Miocene medio-inferiore l'età dei conglomerati.

Cassinis e Castellarin (1981) collocano la genesi dei depositi formanti il conglomerato nel Miocene superiore, sulla base di considerazioni di affinità litologica, con i rilievi pedemontani veneti.

Anche i depositi del Colle della Badia, ritenuti finora collaterali ai conglomerati del Monte Orfano, sono stati assegnati al Miocene superiore da Brambilla e Penati (1987).

6.2 Evoluzione geologico - strutturale del Monte Orfano

Per gran parte del Miocene il Mediterraneo sommerge l'area padana con un tratto di mare profondo. Dal Miocene inferiore la linea costiera che delimitava a nord il bacino marino padano si sviluppava lungo i margini dei rilievi prealpini in continua emersione.
In questo mare confluivano torrenti che esercitavano una forte azione erosiva con successivo trasporto e deposito di masse alluvionali.
In tale quadro, sulla scorta di interpretazioni paleogeografiche, si ritiene che ai margini degli attuali rilievi prealpini prossimi alla Franciacorta, si aprissero nel Miocene due insenature ad estuario dove i torrenti trovavano sbocco nel mare. La maggiore di queste insenature, era posizionata in corrispondenza del bacino lacustre Sebino, mentre l'altra si apriva al margine orientale della Franciacorta.
Dunque in questi siti di confluenza torrentizia, su un litorale profondo, si accumulano in un periodo durato forse due milioni di anni, ingenti quantità di residui alluvionali, costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie (Fig. 6.1-1). Da questi sedimenti trovano origine i conglomerati, a seguito di processi diagenetici, che producono il passaggio del sedimento sciolto a roccia consolidata (Previtali 2001).
Il processo di sedimentazione del materiale alluvionale si interrompe verso la fine del Miocene medio con la ripresa intensa dell'orogenesi alpina, che determina in tutta l'area del Mediterraneo una imponente regressione marina. (Fig. 6.1-2).
In tal modo nell'area coincidente con l'alta e media pianura padana, collocata al margine delle Prealpi, non più occupata dal mare, inizia un ciclo dominato da

fenomeni di erosione. Le formazioni arenacee e pelitiche depositate nel Miocene inferiore e medio, scompaiono quasi completamente, per la scarsa resistenza agli agenti erosivi, a differenza dei sedimenti conglomeratici accumulati, ai margini del bacino Sebino e tra Gussago e il Colle di S. Anna, che conservarono parte delle loro masse primitive. Questa maggiore resistenza all'erosione è dovuta a consistenti spessori e alla maggiore compattezza delle formazioni conglomeratiche (Fig. 6.1-3).

Si ritiene (Speciale 1999) che alla fine del Miocene l'area occupata dalla formazione conglomeratica risultasse più estesa di quella su cui oggi insiste il Monte Orfano, che rimanesse in parte ancora in continuità con i versanti del Monte Alto e degli altri rilievi di età cretacica e giurassica della Franciacorta.

Successivamente, tra la fine del Miocene e l'inizio del Pliocene, l'orogenesi alpino-himalayana porta queste catene montuose a quote prossime alle attuali. In questo periodo anche le aree conglomeratiche della Franciacorta si sollevano relativamente alla pianura, dando origine all'assetto strutturale del Monte Orfano (Fig. 6.1-3).

Il sollevamento produce nella parte settentrionale e in quella meridionale dei sistemi di faglie orientati circa N-S (Fig. 6.1-3), (Fig. 6.1-4).

Alla fine del Messiniano nuovamente una trasgressione marina ricopre gran parte delle terre emerse durante l'epoca precedente, seguita da una regressione nella seconda metà del Pliocene, con la quale si conclude l'Era Cenozoica (Fig. 6.1-4).

Nel bacino padano si formano estese lagune e paludi che, in parte, si mantengono fino all'età postglaciale anche nell'alta pianura.

Il Quaternario apporta ulteriori modificazioni al Monte Orfano. Durante il Pleistocene mentre la regressione marina procede, riprende l'alluvionamento dei fiumi e l'ablazione dei ghiacciai, che trasferiscono nell'alta pianura tra il fiumi Oglio e Mella una massa di materiali alluvionali che raggiunge in media uno spessore prossimo ai 300 metri (Fig. 6.1-5).

A partire dagli ultimi 900.000 anni, l'intera Europa è coinvolta in un processo ciclico di abbassamento della temperatura ambientale, che porta alle grandi espansioni glaciali.

6.3 Rilievo degli erratici e fenomeni carsici

Secondo Speciale (1999) le glaciazioni del Mindel e del Riss, durante il Pleistocene inferiore/medio portarono all'accumulo nella media e alta Valle Camonica di masse glaciali dello spessore di circa 2000 metri, raggiungendo e valicando la sommità del Monte Orfano. Opinione diversa è espressa da Sciunnach e Corbari (comunicazioni personali) i quali affermano che l'ultimo fronte del ghiacciaio, sul versante nord-orientale del Monte Orfano si sia attestato attorno ai 270 m di quota.

Al riguardo si è compiuta una ricognizione ed una analisi su un elemento indicato come masso erratico da A. Speciale e rinvenuto a Coccaglio durante scavi per la costruzione di edifici residenziali, a nord del cimitero in prossimità dell'asse viario diretto a Cologne (piede del versante sud ovest), attualmente depositato presso il parco pubblico di Coccaglio (riferimento gps). Si tratta di un blocco in conglomerato del Monte Orfano, pertanto incongruente rispetto alle facies proprie delle aree alpine.

I massi erratici rilevati da Corbari, Vecchia e dal sottoscritto costituiti da rocce di chiara provenienza alpina (verrucano) e riportati nella cartografia allegata sono posti sul versante nord del Monte Orfano e sono disseminati fino a quota 250 m s.l.m. (fig. 6.2 a) Su questo versante sono presenti depositi di probabile natura glaciale, estremamente alterati e colluviati lungo il versante, e vi sono placche di loess. Recentemente e inconsapevolmente due erratici di consistente dimensione sono stati cavati da un privato proprietario a quote prossime a 250 m s.l.m. e trascinati presso il percorso pedemontano (Fig. 6.2 b).

Anche alla estremità meridionale del rilievo montuoso, fra la chiesa di S. Stefano e il Convento dell'Annunciata si rinvengono ciottoli e ghiaie esotici, ma essi si trovano a quote minori. Dubitativamente sono da segnalare erratici a sud ovest del Convento dell'Annunciata ad una quota prossima ai 200 m s.l.m. con un ritrovamento anche a 250 m s.l.m.
Essendo tali erratici posizionati sul versante nord del Monte Orfano, è verosimile che il fronte del ghiacciaio non abbia valicato la sommità del monte stesso (Fig. 6.3), (cartografia di rilievo allegata).

Sul rilievo si evidenziano anche forme legate a fenomeni carsisici (*). Si ricorda al riguardo: a) La cavità situata nella parte nord ovest, nel Comune di Cologne, denominata "Laca" (X 573805,64 Y 5049191,4 - WGS 1984 UTM Zone 32N), (Fig. 6.4 a) b) La piccola grotta, recentemente riportata alla luce dall'Ufficio Tecnico Comunale di Rovato a seguito del taglio di vegetazione, posta in prossimità del lato sud della chiesa di S. Michele di Rovato, probabilmente destinata in passato a serbatoio d'acqua. Lo scrivente a seguito di questi lavori ha fatto inserire tale cavità carsica nel corpus del Piano di Governo del Territorio del Comune di Rovato, come elemento soggetto a tutela ambientale (Fig. 6.4 b).

(*) **Il carsismo** origina dalla erosione e dalla solubilizzazione della calcite contenuta nei calcari ad opera dell'acqua arricchita in anidride carbonica, con la quale dà origine all'acido carbonico (H_2CO_3), quest'ultimo reagisce con il carbonato di calcio ($CaCO_3$) dando bicarbonato acido di calcio $Ca(HCO_3)_2$. Il disfacimento e dilavamento del carbonato di calcio ad opera dell'acqua, unitamente alla presenza di discontinuità nelle rocce, conduce alla formazione di cavità, inghiottitoi, caverne, doline, sifoni ecc.

Altre cavità sono presenti in territorio di Coccaglio e costituiscono i locali sotterranei di abitazioni private. In particolare esse si rinvengono, a ridosso della strada che dal centro di Coccaglio sale alla cascina Genovesina e in territorio di Cologne presso l'ex convento dei Cappuccini (comunicazione personale di A. Speciale).

6.4 Geomorfologia

Il Monte Orfano è generalmente ricoperto da suolo rosso da sottile a profondo (30-150 cm), parzialmente con scheletro da comune a frequente, tessitura franca, drenaggio relativamente rapido (Fig. 1.1). I suoli sono più profondi in corrispondenza di piccoli impluvi oppure sono moderatamente profondi dove il versante ha una minore pendenza.

Al piede dei versanti si trova una fascia di depositi detritico-colluviali costituiti prevalentemente da limi argillosi con ghiaia in genere piuttosto scarsa. Localmente sono presenti livelli sabbiosi contenenti ghiaietto. Questo materiale deriva dall'alterazione e dal disfacimento del substrato roccioso, eroso, trasportato per gravità e rideposto al piede dei versanti dalle acque di ruscellamento (Ziliani e Gasparetti, 2011).

L'attività estrattiva del materiale litologico è di scarso rilievo e riguarda il passato. Come segni di tale passata attività, sono da segnalare: una depressione circolare denominata "laghetto" ed una scarpata in arenaria entrambe poste in comune di Cologne presso l'attuale Cappella degli Alpini. Da testimonianze raccolte dal sottoscritto risulta che in passato sono state prelevate sabbie accumulatesi per ruscellamento e successivo deposito presso il sagrato della chiesa di S. Stefano a Rovato. Piccole scarpate con segni di estrazione sono state anche rilevate in comune di Rovato località Bersaglio e riportate in cartografia.

6.5 Il Conglomerato del Monte Orfano

Il conglomerato del Monte Orfano è una roccia sedimentaria costituita da elementi ghiaiosi e ciottolosi di forma arrotondata (puddinghe) e prevalentemente di natura calcarea, cementati da una matrice quarzoso-calcarenitica (Fig. 6.5).

In particolare tale conglomerato è formato da clasti di dimensioni da millimetriche a decimetriche, cementati, sub arrotondati, di forma sferoidale e discoidale, disposti in bancate non sempre ben distinte o comunque con un'orientazione preferenziale. E' possibile riconoscere una classazione in funzione della granulometria. I clasti che compongono la formazione appartengono per lo più a rocce giurassico-cretaciche di natura calcarea, calcareo-marnosa, dolomitica e selcifera (Corna, Medolo, Selcifero, Maiolica e Scaglia). Tali rocce sono presenti in affioramento nella parte meridionale della conca sebina, nella bassa Val Trompia e nella bassa valle del Garza. Queste aree sono verosimilmente state il bacino di alimentazione dei clasti che formano il Conglomerato di Monte Orfano. I conglomerati sono intercalati da alcuni livelli di calcarenite fortemente cementata associata a livelli marnosi, soprattutto nella porzione sud-est del monte, verso il convento dell'Annunciata di Rovato. Questi depositi sono formati da limi e sabbie calcaree compatte, di spessore superiore anche a 10 m. Le intercalazioni marnose comunque hanno una scarsa continuità laterale verso ovest.

Il Conglomerato è correlabile con i materiali che costituiscono la collina di Sale di Gussago ed il Colle della Badia di Brescia, anche se sul Monte Orfano mancano i sedimenti tipici di acqua dolce che sono presenti invece sulle colline delle due

sopracitate località. I depositi del Colle della Badia ritenuti finora coevi ai conglomerati del Monte Orfano sono stati recentemente assegnati al Miocene superiore da Brambilla e Penati (in Ziliani e Gasparetti, 2011).

7 I suoli

7.1 La Terra rossa

Comunemente il termine *"Terra rossa"* indica suoli che si sviluppano prevalentemente su calcari in climi mediterranei. Condizione fondamentale per lo sviluppo delle *Terre rosse* è dunque la presenza di un materiale parentale carbonatico, principalmente calcare duro (Yaalon, 1997).

Tale nome è stato generalmente abbandonato dalla pedologia e trasformato secondo i criteri delle tassonomie internazionali: Soil Taxonomy (Soil Survey Staff – USDA 2014), WRB (World Reference Base for soil resources - 2014), Référentiel Pédologique (Afes 2008).

Secondo il WRB le Terre rosse sono inserite nel raggruppamento maggiore dei *Luvisols*

Nel Référentiel Pédologique appartengono ai *Fersialsols* e nella Soil Taxonomy sono incluse nell'ordine degli *Alfisols*.

Attualmente, la teoria più accreditata ipotizza che le *Terre rosse* siano il risultato della decarbonatazione di calcari duri, per un processo di "dissoluzione pellicolare".

Durante i periodi umidi autunnali e invernali, una pellicola di impurità silicatica si distacca dalla superficie corrosa della roccia.

Queste impurità sono costituite principalmente da argille ed ossidi di ferro che subiscono un processo di arrossamento detto rubefazione (*).

Il processo, generalmente lento, può essere accelerato in particolari condizioni di clima con forte umidità invernale ed estati molto calde e secche.

Dunque la formazione delle *Terre rosse* richiede la presenza di un clima tipicamente mediterraneo, diverso quindi da quello attualmente esistente sul Monte Orfano.

Taluni Autori sostengono anche che lo sviluppo delle *Terre rosse* richieda la deposizione di materiale alloctono: principalmente polveri eoliche di provenienza shaariana, ma talora anche sedimenti alluvionali e materiale detritico colluviale.

Spesso questi suoli rubefatti sono il risultato di un processo pedogenetico di lunga durata: da migliaia fino a milioni di anni.

Quindi si tratta molto spesso di paleosuoli ereditati da precedenti periodi climatici molto diversi da quello attuale, soprattutto quando la *Terra rossa* si rinviene in regioni dove il clima attuale non è di tipo mediterraneo, come nel caso del Monte Orfano.

Le *Terre rosse* più antiche si distinguono dai tipi più recenti per la forte desaturazione (perdita delle basi scambiabili), e per la presenza di caolinite derivata dalla desilicizzazione dei minerali argillosi di tipo 2:1 (Duchaufour, 1983).

(*) **La rubefazione** è un processo pedogenetico caratteristico dei climi mediterranei e temperati umidi, ma presente anche negli ambienti tropicali e sub tropicali a stagioni alternativamente secche e umide. I suoli che ne derivano possiedono vivaci colori rossi (sviluppo di tinte più rosse di 5YR), dovuti alla formazione di ematite , risultante dalla rapida cristallizzazione degli ossidi di Fe, liberatisi per alterazione dei silicati e legati alle argille. La sostanza organica è praticamente estranea al processo e l'ambiente chimico è spesso saturo di ioni calcio, ma privo di carbonati.

In passato questi suoli venivano definiti "*Terre rosse Mediterranee*" ma nel 1966 F. Mancini propose (in ambito internazionale) di eliminare il termine "*Mediterranee*" in relazione alla possibilità di ritrovare questo tipo di suoli anche al di fuori del bacino del Mediterraneo: per esempio, in California, Cile, Sud Africa, Australia.

7.2 Il profilo pedologico tipico

Dall'esame di numerosi profili pedologici situati lungo le pendici del Monte Orfano aperti anche in occasione del presente studio, il profilo risultato più completo e significativo ai fini della interpretazione paleoclimatica e paleopedologica è quello che viene di seguito descritto, denominato "profilo pedologico tipico" (Fig. 7.1), (cartografia di rilievo allegata).

- **Descrizione della stazione pedologica**

  Comune: Coccaglio (Brescia).
  Località: Croce di Erbusco, Cascina Genovesina.
  Coordinate: X 576120,66 Y 5047484,26 - WGS 1984 UTM Zone 32N.
  Quota: 338,71 m s.l.m.
  Esposizione: 60°N.
  Pendenza: 40%.
  Erosione: moderata.
  Pietrosità superficiale: assente.
  Rocciosità: isolati affioramenti di conglomerato.
  Litologia del substrato: Conglomerato poligenico del Monte Orfano (Miocene inferiore).

Uso del suolo: bosco misto.

Vegetazione: bosco di latifoglie con prevalenza di castagno.

Geomorfologia: parte alta del versante, di forma convessa.

- **Descrizione del profilo**

Orizzonti (*):

(*) **Orizzonte.** Strato di materiale, approssimativamente parallelo alla superficie del terreno, prodotto dalla pedogenesi attraverso alterazione chimica e disgregazione fisica della roccia, con incorporazione della sostanza organica alla frazione minerale.

O. Orizzonte la cui composizione è dominata da materiale organico.

A. Orizzonte minerale principale formatosi in superficie caratterizzato da accumulo di materiale organico umificato intimamente mescolato alla frazione minerale.

B. Orizzonte minerale principale formato sotto un orizzonte A, E oppure O nel quale è stata cancellata, in parte o completamente la struttura della roccia originaria.

C. Orizzonte, esclusa la roccia dura, debolmente interessato da processi pedogenetici e privo delle proprietà degli orizzonti O,A,E,B.

R. Roccia madre, dura e coerente sottostante al suolo, impenetrabile da una vanga.

a. Lettera posposta al simbolo O, indicante la presenza di materiale organico altamente decomposto (sapric).

i. Lettera posposta al simbolo O, indicante la presenza di materiali organici poco decomposti.

w. Lettera suffissa al simbolo di un orizzonte B, indicante una alterazione segnalata da colori particolari e/o da sviluppo di una struttura particolare.

t. Indica un accumulo di argille sia per illuviazione sia per formazione e traslocazione entro l'orizzonte medesimo.

o. Indica accumulazione residuale (pedogenetica) di sesquiossidi di Fe e di Al.

b. Indica presenza di caratteristiche genetiche acquisite prima del seppellimento dell'orizzonte sotto nuovo materiale (buried).

Oi (7.5 – 4.5 cm): lettiera di fogliame parzialmente decomposto; scheletro assente ed effervescenza nulla.

Oa (4.5 – 0 cm): lettiera di fogliame molto decomposto; scheletro assente ed effervescenza nulla.

A (0 – 6/7 cm): franco limoso; colore umido bruno giallastro scuro (10YR 4/4); struttura granulare; scheletro scarso di dimensioni prevalenti 1-3 cm, a clasti di forma angolare; effervescenza nulla; radici comuni da fini a molto fini; limite inferiore abrupto ondulato.

Bw1 (6/7 – 14/17 cm): franco limoso; colore umido bruno forte (7,5YR 4/6); struttura poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata; scheletro scarso di dimensioni prevalenti 1-3 cm, a clasti di forma angolare; effervescenza nulla; radici comuni da fini a molto fini; limite inferiore abrupto lineare.

Bw2 (14/17 – 34/37 cm): franco limoso; colore umido bruno forte (7,5YR 4/6); struttura poliedrica subangolare fine, moderatamente sviluppata; scheletro scarso di dimensioni prevalenti di 2-6 cm a clasti di forma angolare; effervescenza nulla; radici comuni da medie a grosse; limite inferiore abrupto ondulato.

BC/2Btob (34/37 – 54/57): franco limoso argilloso; colore umido bruno rossastro scuro (5YR 3/4); struttura poliedrica subangolare media da debolmente a moderatamente sviluppata; comuni pellicole di argilla; scheletro scarso di dimensioni piccole (1-2 cm) con forma angolare; effervescenza nulla; radici da scarse a comuni, di dimensioni medie; limite inferiore abrupto ondulato.

2Btob1 (54/57 – 74/76 cm): argilloso; colore umido fra rosso e rosso scuro (2,5YR 3,5/6); struttura poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata;

presenza di ferriargillans (pellicole di ossidi di ferro e argilla); scheletro scarso di dimensioni piccole (1-2 cm) di forma angolare; effervescenza nulla; radici comuni in prevalenza medie; limite inferiore abrupto lineare.

2Btob2 (74/76 – 102 cm): argilloso; colore umido rosso scuro (2,5YR 3/6); struttura poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata; presenza di ferriargillans; scheletro abbondante di dimensioni da piccole a grossolane, con forma angolare e subangolare; effervescenza nulla; radici comuni di dimensioni medie; limite inferiore abrupto lineare.

2Btob3 (102 – 140 cm): argilloso; colore umido rosso scuro (2,5YR 3/6); struttura poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata; presenza di ferriargillans; scheletro comune di dimensioni prevalenti 1-5 cm, a clasti di forma angolare e subangolare; effervescenza molto debole, localizzata sui frammenti grossolani di calcari alterati; radici comuni di dimensioni medie; limite inferiore abrupto lineare.

2Btob4 (140 – 180 cm): argilloso; colore umido rosso scuro (2,5YR 3/6), struttura poliedrica angolare media, moderatamente sviluppata; presenza di ferriargillans; scheletro comune di dimensioni prevalenti 1-5 cm, a clasti di forma angolare e subangolare; effervescenza molto debole localizzata sui frammenti grossolani di calcari alterati; radici comuni medie e poche di dimensioni centimetriche; limite inferiore abrupto ed irregolare, ad ampie ondulazioni.

R (180 – 240+ cm): roccia dura e compatta, composta dal Conglomerato di Monte Orfano. Effervescenza violenta.

7.3 Risultati delle analisi chimiche e granulometriche

Le analisi chimiche hanno posto in evidenza i caratteri di acidità e peracidità di tutti gli orizzonti superiori del profilo pedologico tipico, con una variazione verso caratteri di

subacidità negli orizzonti più profondi influenzati dalla vicinanza della roccia madre carbonatica (Fig 7.2).

La capacità di scambio cationico (C.S.C.) evidenzia un netto salto di caratteristiche tra la parte superiore del profilo e la parte inferiore dello stesso. Infatti, il suolo presenta una capacità di scambio cationico bassa (< 10 cmol/kg) nella porzione superficiale del profilo, alta (> 20 cmol/kg) nella porzione inferiore, in evidente correlazione con l'aumento della frazione argillosa (Fig 7.3) (Fig. 7.4).

Gli andamenti del tasso di saturazione basica (T.S.B.) e dei cationi di scambio, evidenziano una sovrasaturazione nella parte inferiore del profilo, in prevalenza dovuta al calcio e secondariamente al magnesio. I tenori in carbonio organico divengono deboli a partire dai 20 cm di profondità (Fig. 7.3).

Le tessiture risultano essere argillose nella parte inferiore e franco-limose nella porzione alta del profilo (Fig. 7.2).

Il grado di rubefazione è valutato secondo il R.R. (Redness Rating) (Torrent, 1983), calcolato basandosi sui valori di hue, value e chroma (*) (Fig.7.2):

$$RR = (10 - H) * (chroma) / (value)$$

dove H rappresenta il valore della hue, variabile tra 10 (hue 10YR) e 0 (hue 10R).

(*) Il colore viene definito sul campione umido secondo le tavole Munsell (2000), sistema basato sul confronto dei colori, ai quali viene attribuita una sigla alfanumerica convenzionale. Il sistema Munsell è basato su tre elementi: hue (tinta dominante), dipendente dalla determinata lunghezza d'onda dello spettro elettromagnetico; value (brillantezza o luminosità), proporzionale alla quantità di luce riflessa rispetto a quella assorbita; chroma (intensità cromatica), che rappresenta la purezza relativa del colore.

Valori di R.R. paria a: 0,0 corrispondono a 0,0 g/Kg di ematite (Fe_2O_3), compresi fra 5,0 e 10,0 a circa 20 g/Kg di ematite, compresi fra 10,0 e 14,0 a circa 40 g/Kg di ematite, di 15 corrispondono a 60/80 g/Kg di ematite.

Le diverse forme del ferro misurate per mezzo di specifici estraenti sono correlate a diversi tipi di composti dello stesso metallo. In particolare, nel profilo in oggetto, il Fe estratto in ossalato acido (Feo) varia tra 1,5-4,7 g/kg; il ferro estratto in ditionito-citrato (Fed) varia tra 8,3-35,4 g/kg mentre il ferro totale (Fet) varia tra 19,3-56,8 g/kg. Si può anzitutto notare che il ferro, nelle sue diverse forme, è più abbondante nella parte inferiore del profilo (Fig. 7.5).

Un ulteriore ed importante significato rivestono gli indici calcolati utilizzando le diverse forme di ferro (Fig. 7.6).

1) - La differenza Fed - Feo rappresenta il ferro “meno attivo” (Less Active Iron): quando il suo valore supera 20 g/kg il pedon risulta possedere un grado di evoluzione molto elevato (Bech et al., 1997). In tutti gli orizzonti profondi del profilo questa soglia è largamente superata.

2) - La differenza Fet-Fed rappresenta il ferro presente nei silicati, specialmente nelle argille. Nel profilo si riscontra una buona correlazione tra questo valore ed il contenuto di argilla

3) - Il rapporto Feo/Fed, che costituisce il “tasso di ferro attivo” (Active Iron Rate), generalmente decresce con la profondità. Nel profilo tale diminuzione è evidente. Un brusco cambio del suo valore può indicare una discontinuità litologica (Cremaschi e Rodolfi, 1991).

4) - Il rapporto Fed/Fet, che entro il profilo varia tra 42,0 e 65,6 %, mostra nuovamente delle significative differenze tra la parte superiore del profilo, dove il rapporto è più basso, e la parte inferiore dove è notevolmente più alto. Il valore dell’indice aumenta con il grado di alterazione del suolo.

5) - Il rapporto Fed/argilla, essendo costante in tutto il profilo, dimostra che il ferro

viene lisciviato insieme alle argille (ferri-argilluviazione).
6) - La differenza Fed-Feo, divisa per Fet, è correlata al grado di alterazione e/o all'età del suolo: essa aumenta con il grado di evoluzione. E' noto che con il procedere della pedogenesi il ferro presente nei silicati, dopo essere stato liberato in forma amorfa dai reticoli cristallini, se le condizioni ambientali lo consentono, ricristallizza e si accumula in orizzonti profondi. In questo profilo il rapporto varia tra 31,3 e 59,5 %, con i valori più elevati (> 50%) presenti nella porzione inferiore del profilo.

Il ferro nei suoli può trovarsi in parte immobilizzato nei minerali silicati (che lo contengono in moderata misura), in parte libero e presente in diverse forme, riconoscibili attraverso l'uso di particolari reagenti.
Quindi: Fetot = Fesilicati + Fe libero.

Il ferro totale Fetot si misura fondendo il campione in ambiente alcalino. La perla di fusione viene solubilizzata in HCl e il contenuto determinato per spettrofotometria in assorbimento atomico (FAAS).

Con l'impiego del ditionito-citrato-bicarbonato (metodo proposto da Mehra e Jackson, 1960),si estrae tutto il Fe libero, vale a dire quello che non fa parte di minerali silicatici(Fed). Il Fed è quindi quello che costituisce i Fe-ossidrossidi cristallini, quelli a ridotto ordine cristallino, le forme legate alla sostanza organica e quelle adsorbite sul complesso di scambio.

Con l'ammonio ossalato acido si estrae poi il cosiddetto "ferro amorfo" (Tamm, 1922), detto anche Fe "attivo", "scarsamente cristallino" o "a ridotto ordine cristallino" (Feo).

L'estrazione con sodio pirofosfato (0,1M a pH 10) è stata messa a punto (McKeague, 1967; Bascomb, 1968; Kaempf et al., 2000) per estrarre dal suolo il ferro complessato dalle sostanze umiche (Fep).

Il ferro "libero" o Fed, include sia Feo, sia Fep.

7.4 Interpretazioni paleo-ambientali

Nel presente lavoro è stato descritto ed analizzato un profilo pedologico, scelto per la sua elevata rappresentatività tipologica locale, nell'intento di risalire al suo ambiente di formazione ed alla sua storia genetico-evolutiva, integrando i rilevamenti di campagna con gli strumenti analitici della chimica del suolo.
L'interpretazione pedologica ha chiaramente evidenziato come questo suolo possieda i caratteri tipici di suolo policiclico, in quanto la maggior parte dei suoi tratti morfologici e chimici appaiono essere il risultato di fasi pedogenetiche diverse e non più in equilibrio con la situazione climatica attuale. In particolare è stato possibile ipotizzare la presenza di due differenti *pedon*, uno dei quali risulta essere quasi certamente un paleosuolo.
La netta separazione tra i due *pedon* è stata posta in evidenza dalle loro forti differenze nelle proprietà chimiche e granulometriche, e porta a supporre innanzitutto un loro sviluppo da materiali parentali differenti.
Dai dati morfologici e chimici si nota come sia differente il grado di evoluzione dei due *pedon*, assegnando al paleosuolo più profondo il maggior grado di evoluzione.
La presenza di elevati tenori in ossidi di ferro cristallini permette di considerare il paleosuolo a pieno titolo come una *Terra rossa*.
Alla luce di queste considerazioni è possibile ipotizzare uno scenario pedoclimatico di

formazione di questo e degli altri suoli rossi del monte Orfano, completamente diversi dai suoli della adiacente pianura padana.
In particolare, tenendo conto che le moderate oscillazioni climatiche oloceniche non sono in grado di spiegare la formazione - in un'area attualmente caratterizzata dal processo pedogenetico della brunificazione - di suoli fersiallitici, ci si deve interrogare sulla possibilità che questi suoli possano avere una età pleistocenica o addirittura terziaria.
Sono in corso approfondimenti pedologici e geomorfologici, con lo scopo di giungere in termini precisi ad una datazione dei paleosuoli, utilizzando tecniche moderne e quantitative.

8 Urgenti azioni di conservazione e valorizzazione

Il suolo viene generalmente studiato in relazione agli aspetti produttivi agrari o forestali, come accade regolarmente nella vasta area in cui è collocato il Monte Orfano: la Franciacorta, che si distingue per le produzioni vinicole di alta qualità.
Del suolo tradizionalmente si valuta la fertilità e il suo risvolto economico, prima ancora delle implicazioni di carattere paesaggistico.
Oggi però grazie ad una maggiore sensibilità ambientale, il concetto di paesaggio si amplia, contemplando anche fattori culturali accanto a quelli fisici.
Pertanto strettamente correlata all'importanza naturalistica e paesistica di un sito può emergere anche il suo rilevante valore scientifico e didattico, che cresce con l'aumentare della pressione antropica, come si verifica appunto sul Monte Orfano.
I suoli del Monte Orfano rappresentano una interessante rilevanza ambientale nel

contesto della pianura Padana e possono essere definiti beni pubblici dotati di un preciso valore ambientale e culturale, fonte di economie positive verso tutti i soggetti operanti sul territorio.

In questi suoli è infatti possibile leggere indirettamente parte della storia geologica e ambientale prealpina e padana, con le memorie delle passate condizioni ambientali.

A queste considerazioni corrispondono però solamente vincoli paesaggistici generali, derivanti da articoli di Legge che si riflettono sugli strumenti urbanistici comunali, ma una cosciente e matura azione di salvaguardia dei suoli non è ancora realtà.

E' fondamentale pertanto porre in essere investimenti di natura culturale e normativa quali:

1) L'approfondimento delle conoscenze dei paleo-suoli del Monte Orfano con l'intento di mettere in luce la storia che essi contengono e porla a disposizione della cittadinanza, come una delle caratteristiche peculiari del luogo. In tal senso il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano Bicocca, che da alcuni anni raccoglie informazioni relative a questi suoli, può mettere a disposizione delle Amministrazioni Locali i risultati fino ad oggi raggiunti, incontrando direttamente gli amministratori interessati o la cittadinanza, per mezzo di seminari specifici o di pubblicazioni.

2) L'emanazione a cura dei soggetti pubblici di normativa tecnica rivolta esplicitamente al riconoscimento e alla tutela del "sito pedologico" che metta in luce la particolarità della copertura di *Terra rossa,* tutelando il Monte Orfano dagli interventi antropici invasivi verso il terreno e la vegetazione spontanea. Per questo obiettivo la più recente normativa regionale indica una specifica e innovativa forma di tutela del territorio attuata mediante l'istituzione, ad opera dei Comuni territorialmente interessati, di un Parco Locale di Interesse Sovracomunale (P.L.I.S.). In questo ambito gli strumenti impiegati sono quelli della ordinaria pianificazione urbanistica

all'interno della quale viene definita la disciplina di tutela.

3) L'inibizione dell'espansione di ogni forma di: coltura agraria, intervento edilizio, viabilistico o infrastrutturale.

Congiuntamente agli investimenti citati dovrebbero essere promosse azioni coordinate di salvaguardia ambientale, incentrate sulla difesa e la conservazione dei suoli:

1) Nel breve periodo con basso impegno di spesa è fondamentale colmare la grande carenza di informazioni, operando sul fronte divulgativo. Dovranno essere individuati siti sul Monte Orfano che possano divenire sede di un percorso didattico di natura geopedologica. L'apposizione di segnaletica e cartellonistica potrebbe evidenziare le notevoli caratteristiche del geosito (banchi di conglomerato, profili pedologici, grotte, erratici).
2) Redazione ed esecuzione di piani di assestamento forestale rivolti anche alle proprietà private, che favoriscano una metamorfosi scientificamente corretta verso il raggiungimento della vegetazione climacica. E' notorio infatti che il bosco svolge funzioni protettive nei confronti del suolo mediante gli apparati radicali che trattengono il terreno in presenza di acclività o per mezzo della canopy che diminuisce l'energia erosiva delle precipitazioni. In questo quadro individuando forme di incentivo è necessario proporre urgenti piani di taglio, anche a scopo fitosanitario, rivolti soprattutto alle conifere per raggiungere una adeguata e graduale sostituzione con le specie autoctone.
3) Messa in opera di strutture tese alla regimazione delle acque, laddove si presentano fenomeni di erosione, attingendo dall'ingegneria naturalistica.
4) Investimenti formativi rivolti agli operatori privati che agiscono sotto il mandato delle diverse associazioni locali. L'obbiettivo principale da raggiungere

dovrebbe essere quello di portare a maturazione una seria coscienza ambientale, sradicando definitivamente le forme di approccio verso l'ambiente naturale in cui è latente la tentazione di mettere al centro delle azioni il "concetto di pulizia", come quella che si fa in un giardino ben curato. La mancanza di questa coscienza infatti, porta nella fattispecie, all'eradicazione di esemplari pionieri considerati infestanti, o di arbusti che hanno invece funzioni ricostitutive e difensive del bosco, innescando la tendenza alla riduzione degli ambiti naturali in cui il bosco si evolve.

5) Ogni intervento ambientale dovrebbe essere progettato in dettaglio tenendo conto di tutte le componenti ecologiche. E' necessario che la progettazione venga affidata a professionisti di settore e non sia intensa come gravame puramente tecnico-amministrativo non legato al reale intervento esecutivo. Pertanto la redazione del progetto potrebbe essere il frutto di una concertazione di più figure professionali, abbandonando definitivamente l'idea di unico progettista sovente mutuato dal mondo dell'edilizia.

9 Bibliografia

ABENI E., 1983. Atlante del Sebino e della Franciacorta. Grafo Edizioni, Brescia.

ALEXANDER E.B., 1985. Estimating relative ages from iron-oxide/total-iron ratios of soils in the western Po Valley, Italy. A discussion. Geoderma, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

ARCHIVIO STORICO COMUNALE DI ROVATO, 2009. Communitas Rovati: Fonti, Studi, Interpretazioni. Comune di Rovato, Archivio Storico Comunale di Rovato, Biblioteca Cesare Cantù, Rovato (Brescia).

BAIZE D., GIRARD M.C., 2008. Référentiel pédologique. Association française pour l'étude du sol (Afes). Editions Quae, Versailles.

BATTOCLETTI G., 1995. I suoli del Monte Orfano Brescia. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano, Italia.

BECH J., RUSTULLET J., GARRIRO' J., TOBIAS, R. MARTINEZ F.J., 1997. The iron content of some red Mediterranean soils from northeast Spain and its pedogenic significance. Catena 28, 211-229.

BERTOLINELLI M., 2011. Documenti di piano: analisi del paesaggio rurale. In: BUIZZA C. (ed.), Piano di Governo del Territorio. Comune di Rovato (Brescia).

BONOMI R. et al., s.d. Relazione tecnica allegata alla Delimitazione dell'area di rilevanza ambientale Monte Orfano ai sensi del D.M. 20.11.1963. Provincia di Brescia.

BONOMINI C., 1917. Frammenti di storia geologica del Chiese ed origini dei colli di Badia e di Sale. Boll. Soc. Geol. Ital., vol. 36.

BRAMBILLA G., PENATI F., 1987. Le filliti mioceniche del colle della Badia di Brescia. Natura Bresciana, Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

CACCIAMALI G.B., 1907. L'anfiteatro morenico Sebino: lettura fatta all'Ateneo di Brescia il 24 febbraio 1907. Tipografia F. Apollonio, Brescia.

CANTELLI D., 2006. Studio mineralogico e geochimico di paleoalteriti sviluppate sul conglomerato poligenico del Monte Orfano (Brescia). Tesi di laurea, Università degli Studi di Milano Bicocca, Italia.

CANTELLI D., PREVITALI F, TROMBINO L., 2007. Ectropic Terra rossa soils over Miocene carbonate conglomerate of Monte Orfano (Brescia, Northern Italy). Proc. Geol. Cong, Aix en Provence.

CASTELLARIN A. (ed.), 1981 Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200.000. C.N.R. – Prog. Finalizz. Geodinamica, sottoprog. "Modello Strutturale". Pubbl. n. 441 del Prog. Finaliz. Geodinamica.

CITA M.B., 1954. Osservazioni micropaleontologiche su alcuni campioni di conglomerati terziari del Bresciano. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia.

COZZAGLIO G., 1923. Topografia neogenica e preglaciale di alcune regioni bresciane e trentine. Accademia Agiati di Rovereto (Trento).

CREMASCHI M., RODOLFI G., 1991. Il Suolo. La Nuova Italia Scientifica, Roma.

DEL FAVERO R. et al., 2002. I tipi forestali nella Regione Lombardia. CIERRE Edizioni, Regione Lombardia, Milano.

DONNI G., 2004. Cologne storia arte e gente. Comune di Cologne (Brescia).

DUCHAUFOUR P., 1983. Pédogènese et Classification. Masson, Paris.

ERSAL Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia, 1999. Progetto carta pedologica: i suoli della Franciacorta. Regione Lombardia, Milano.

FAPPANI A., 1999. Enciclopedia bresciana. Vol. XV. Edizioni La Voce del Popolo, Brescia.

GIORDANO A., 1999. Pedologia. UTET, Torino.

GREGORINI G., 2011. Documenti di piano: aspetti forestali naturalistici e ambientali. In: BUIZZA C. (ed.), Piano di Governo del Territorio. Comune di Rovato (Brescia).

JENNY H., 1941. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology. Mc Graw-Hill Book Company, New York and London.

KONECKA-BETLEY K., LANGIER-KUZNIAROWA A., 1989. Some aspects of the origin of relict weathering materials from limestones. In s.n. (ed.), Weathering; its Products and Deposit. Theophrastus Pubblications S.A., Zographou, Athens.

IUSS Working Group WRB, 2014; World Reference Base for Soil Resources. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. Food and Agricolture Organisation, Rome.

MANCINI F., 1966. Carta dei suoli d'Italia alla scala 1:1.000.000. Comitato per la Carta dei Suoli, Firenze.

MINELLI R., PANONT C., VILLA P., 1996. Il Rinascimento della cultura della vite al Convento dell'Annunciata. Grafica & Arte srl, Bergamo.

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo, 2002. Manuale per la Descrizione del Suolo.

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano.

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo, 2006. Metodi di analisi mineralogica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano.

MORTILLET G., 1859. Note géologique sur Palazzolo et le lac d'Iseo en Lombardie. Bull. Soc. Géol. Franc., vol 16.

MUNSELL Soil Color Charts, 2000. Revised Washable Edition; Munsell Color, New York.

NANGERONI G., 1979. Sui monti e sulle rive del lago d'Iseo. Club Alpino Italiano – Comitato Scientifico. Arti Grafiche Tamari, Bologna.

PARTEGIANI N., SPECIALE A., 1999. Coccaglio, alla ricerca delle origini. Comune di Coccaglio (Brescia).

PESCE E., TAGLIABUE E., 1990. La vegetazione. In: MAGNOLINI L. (ed.), Natura in Lombardia. Assessorato Ambiente ed Ecologia, Regione Lombardia.

PREVITALI F., 1999. Elementi di Geopedologia. Tassonomie dei suoli. Librerie CUEM, Milano.

PREVITALI F., 2001. Elementi di Geopedologia: genesi e geografia dei suoli. Librerie CUEM, Milano.

SACCO F., 1894. L'apparato morenico del Lago d'Iseo. Ann. R. Racc. Agricolt. I carta geologica al 10.000, Torino.

SCIUNNACH D., SCARDIA G., TREMOLADA F, PREMOLI I.S., 2010. The Monte Orfano Conglomerate revisited: stratigraphic constraints on Cenozoic tectonic uplift of the Southern Alps (Lombardy, northern Italy). International Journal of Earth Sciences Vol. 99 Issue 6, p1335.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1968. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio 47 Brescia. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano (Napoli).

SINGER A., SCHWERTMANN U., FRIEDL J., 1998. Iron oxide mineralogy of Terrae Rossae and Rendzinas in relation to their moisture and temperature regimes. European Journal of Soil Science, 49: 385-395.

SORDELLI F., 1882. Sui fossili e sull'età del deposito terziario della Badia presso Brescia. Ann. Soc. Ital. Sci. Nat. Vol. 25.

SPECIALE A., 2006. Caratteri morfologici e geologici del territorio di Coccaglio. Memoria presentata alla segreteria della Parrocchia S. Maria Nascente di Coccaglio (Brescia). Coccaglio, Brescia.

SUC J.P., 1984. Origin and evolution of the Mediterranian vegetation and climate in Europe. Nature 307, 429 – 432.

TORRENT J., SCHWERTMANN U., FECHTER H., ALFEREZ F., 1983. Quantitative relationships between soil color and hematite content. Soil Science 136, 354-358.

TROMBINO L., FERRARO F., 2002. Paleosuoli tipo Terra rossa al margine prealpino. Il caso di studio del monte Casto (val Sabbia – Brescia). Italian Journal of Quaternary Sciences 15, 131-140.

VECCHIA O., 1954b. Studi Stratigrafici sul terziario subalpino lombardo. Nuove osservazioni sui conglomerati terziari dei colli tra Brescia e l'Oglio. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia.

YAALON D.H., 1997. Soils in the Mediterranean region: what makes them different. Catena.

ZILIANI L., GASPARETTI D., QUASSOLI G., CORRADINI S., 2011. Documenti di piano: componente geologica idrogeologica e sismica, relazione illustrativa. In: BUIZZA C. (ed.), Piano di Governo del Territorio. Comune di Rovato (Brescia).

ZUCCA C., ANDREUCCI S., AKSIT I., KOCA Y.K., MADRAU S., PASCUCCI V., PREVITALI F., SHADDAD S.M., KAPUR S., 2014. Buried palaeosols of NW Sardinia (Italy) as archives of the Late Quaternary climatic fluctuations. Catena, 1185R1

ZUCCA C., SECHI D., ANDREUCCI S., SHADDAD S.M., DEROMA M., MADRAU S., PREVITALI F.,PASCUCCI V., KAPUR S., 2014. Pedogenic and palaeoclimatic evidence from an Eemian calcrete in north-western Sardinia (Italy). British Society of Soil Science, European Journal of Soil Science, 65, 420–435

ZUCCHI C., 1982. La vegetazione del Monte Orfano (Brescia). Tesi di laurea, Università degli Studi di Pavia, Italia.

Dispense dei corsi universitari

BACCOLO P., 2011. Selvicoltura. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano.

D'IMPORZANO G., 2011. Chimica del suolo. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano.

GREGORINI G., 2012. Assestamento Forestale. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano.

MAZZINI S., 2010. Chimica Inorganica. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano.

PREVITALI F., 2011. Pedologia. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano.

SENES G., 2013. Sistemi Informativi Territoriali. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, corso di Laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano.

Pagine web

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ETUDE DU SOL
http://www.afes.fr/referentiel.php
(Visitato maggio 2014)

CENTRO NAZIONALE DI CARTOGRAFIA PEDOLOGICA
http://www.soilmaps.entecra.it
(Visitato luglio 2014)

FOOD AND AGRICOLTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS
http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey
(Visitato maggio 2014)

GEOPORTALE DELLA LOMBARDIA
http://www.cartografia.regione.lombardia.it
(Visitato aprile 2014)

GEOPORTALE PROVINCIA DI BRESCIA
http://sit.provincia.brescia.it
(Visitato aprile 2014)

IL METEO.IT
http://www.ilmeteo.it/portale/archivio-meteo
(Visitato febbraio 2014)

ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE – CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:100.000
http://193.206.192.231/carta_geologica_italia
(Visitato luglio 2014)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ROVATO - BRESCIA
http://www.cartografia.regione.lombardia.it/pgtweb/
(Visitato aprile 2014)

USDA NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICES SOILS
http://www.nrcs.usda.gov
(Visitato maggio 2014)

10 Indice delle figure

Fig. 1.1 Aspetto delle *Terre rosse* del Monte Orfano (fotografia originale di Fitzpatrick E.A. – archivio Previtali F., Università degli Studi Milano Bicocca)

Fig. 2.1 Localizzazione del Monte Orfano: (a) www.eoimages.gsfc.nasa.gov (b) www.cartografia.regione.lombardia.it.

Fig. 2.2 Il Monte Orfano è collocato a sud del Lago d'Iseo in posizione isolata nella pianura padana. Veduta dalla catena alpina meridionale (sommità del Monte Guglielmo - Brescia).

Fig. 2.3 Versante sud del Monte Orfano. Il rilievo raggiunge la massima quota di 451,6 m s.l.m. ergendosi nella pianura circostante che immediatamente a sud dello stesso varia da 160 m s.l.m. a 170 m s.l.m.

Fig. 2.4 Dalla quota più elevata con visione verso sud est.

Fig. 4.1 Grafico delle precipitazioni mensili Stazione di Chiari (Brescia) periodo 1930/1983.

Fig. 4.2 Grafico delle temperature mensili Stazione di Chiari (Brescia) periodo 1951/1973.

Fig. 4.3 Grafico delle precipitazioni mensili Stazione di Chiari (Brescia) periodo 1974/2004.

Fig. 4.4 Grafico delle temperature mensili Stazione di Chiari (Brescia) periodo 1974/2004.

Fig. 5.1 Aspetti vegetazionali: (a) querceto di roverella (*Quercus pubescens)* - in tonalità scura: esemplari di leccio (*Quercus ilex)* - e formazione erbacea, (b) popolamento di pino nero (*Pinus nigra*) (c) versante sud ovest coltivato a vite (vitigno *Chardonnay*) (d) vite e ulivo (fotografia Bertolinelli M. – archivio Studio Bertolinelli M.).

Fig. 5.2 Particolare di affresco del sec. XV nell'abside della chiesa di S. Stefano a Rovato. Emerge con evidenza la coltivazione dell'ulivo in versante sud ovest.

Fig. 6.1 Evoluzione geologico-strutturale del Monte Orfano. (1) Oligocene, (2) Miocene inferiore medio, (3) Miocene superiore, (4) Pliocene, (5) Post glaciale. (Elaborazione di Speciale, 1999).

Fig. 6.2 Erratici: a) ciottoli esotici con diametro di pochi centimetri posti sul versante nord orientale del Monte Orfano. b) massi inconsapevolmente cavati da quota 250 m. s.l.m. e portati a quota inferiore in posizione più accessibile.

Fig. 6.3 Sezione longitudinale dell'area del Sebino e della Franciacorta con profili indicanti la quota massima raggiunta dal ghiacciaio alpino durante le glaciazioni del Mindel, Riss e Würm. Il fronte del ghiacciaio non valica la sommità del Monte Orfano.

Fig. 6.4 Fenomeni carsici rilevati: a) pozzo denominato "Laca" – Comune di Cologne b) cavità recentemente messa in luce presso la chiesa di S. Michele (Rovato) a seguito del taglio di vegetazione eseguito dal Comune di Rovato in occasione di lavori di consolidamento della chiesa stessa.

Fig. 6.5 Struttura del conglomerato del Monte Orfano.

Fig. 7.1 Profilo pedologico tipico scavato in località Croce di Erbusco - Coordinate: X 576120,66 Y 5047484,26 - WGS 1984 UTM Zone 32N.

Fig. 7.2 Caratteri di acidità e peracidità di tutti gli orizzonti superiori del profilo pedologico.

Fig. 7.3 Andamento della C.S.C. del Carbonio organico e del Tasso di Saturazione Basica.

Fig. 7.4 Grafico rappresentante l'andamento della C.S.C. in funzione della profondità.

Fig. 7.5 Il ferro nelle sue diverse forme, è più abbondante nella parte inferiore del profilo.

Fig. 7.6 Indici calcolati utilizzando le diverse forme di ferro.

Fig. 1.1

Fig. 2.1

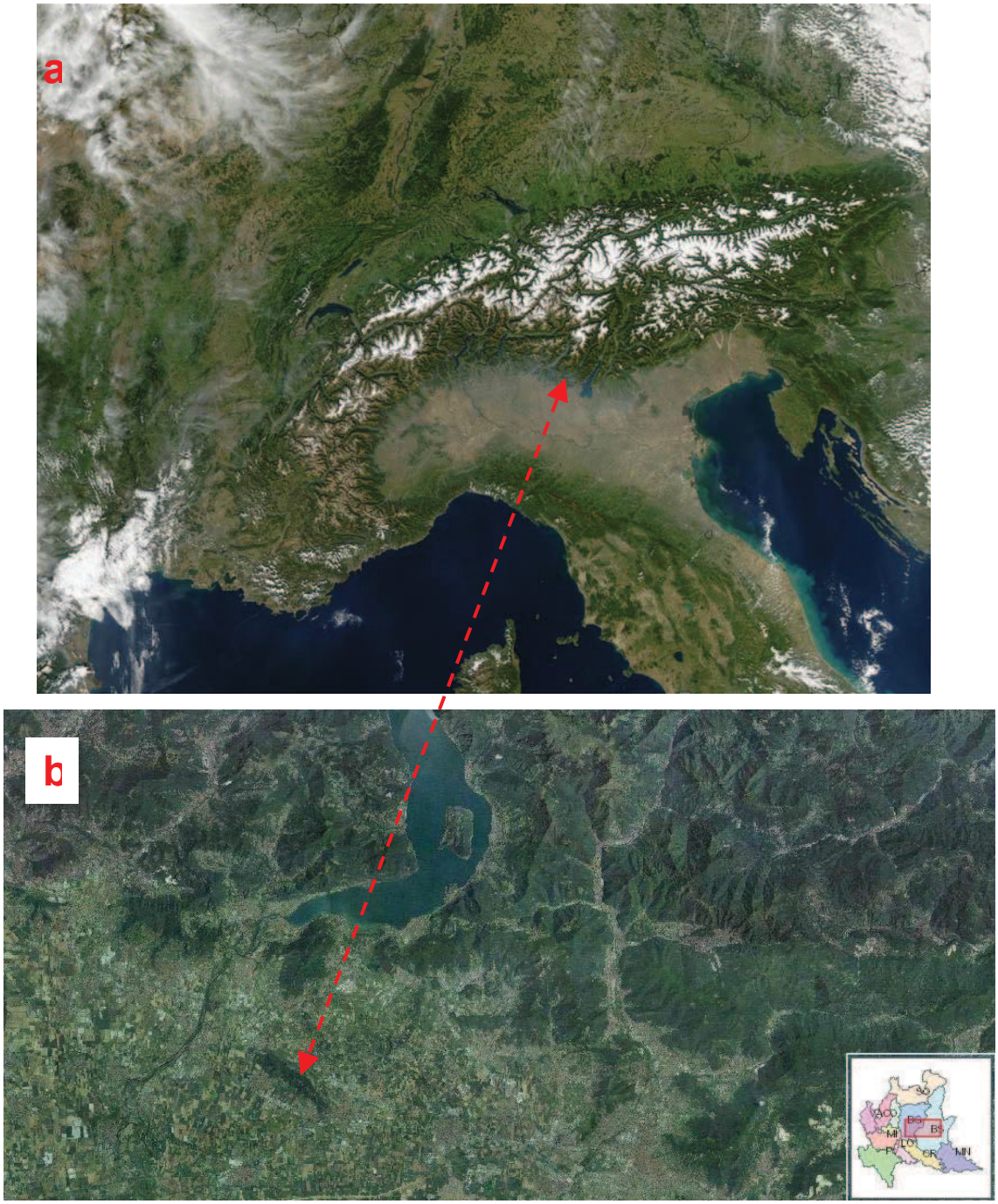


Fig. 2.2

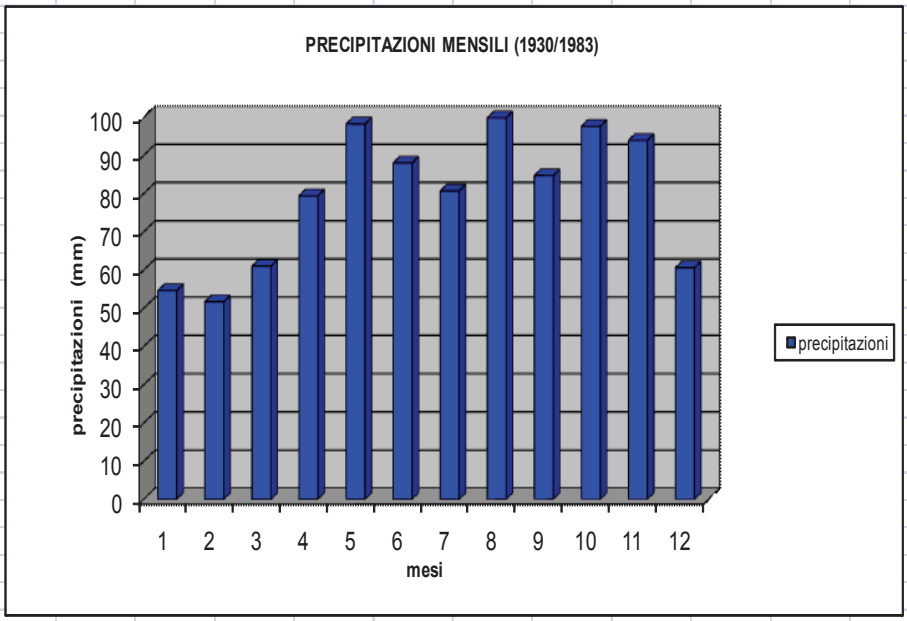
Fig. 2.3

Fig. 2.4

Fig. 4.1

GRAFICO DELLE DELLE PRECIPITAZIONI MENSILI A CHIARI (BRESCIA) - DAL 1930 AL 1983

pioggia in mm	54,6	51,7	61,0	79,4	98,2	88,0	80,7	99,8	84,7	97,6	93,9	60,6
	gen.	feb.	mar.	apr.	mag.	giu.	lug.	ago.	sett.	ott.	nov.	dic.

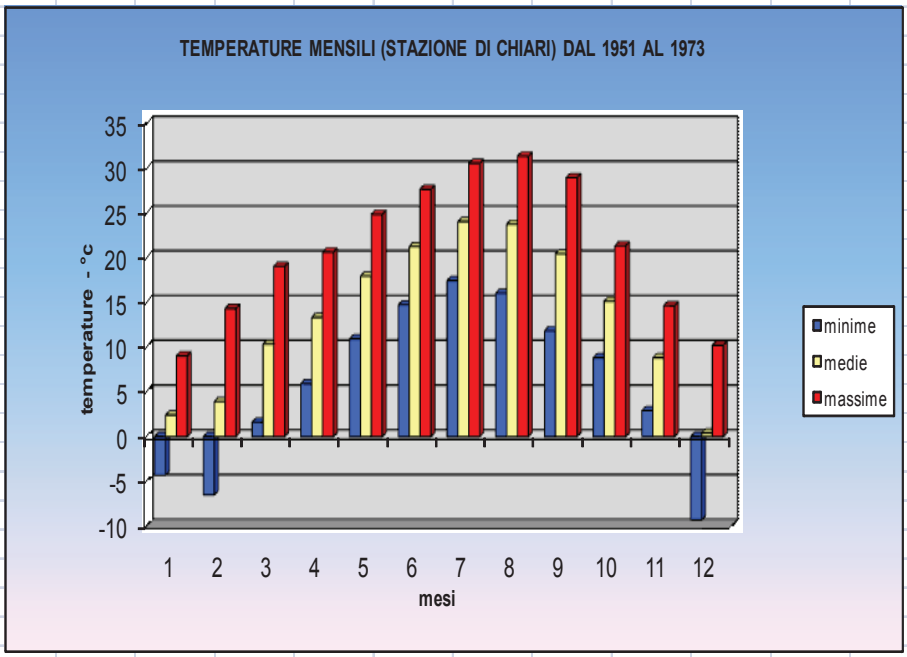


fonte: Regione Lombardia carta pedologica - stazione Chiari

Fig. 4.2

GRAFICO DELLE TEMPERATURE STAZIONE DI CHIARI - DAL 1951 AL 1973

temperature minime	-4,3	-6,5	1,6	5,9	10,9	14,7	17,4	16,0	11,8	8,8	2,9	-9,3
temperature medie	2,4	3,9	10,3	13,3	17,9	21,2	24	23,7	20,4	15,1	8,8	0,4
temperature massime	9,0	14,3	19,0	20,6	24,8	27,6	30,5	31,3	28,9	21,3	14,6	10,2
	gen.	feb.	mar.	apr.	mag.	giu.	lug.	ago.	sett.	ott.	nov.	dic.

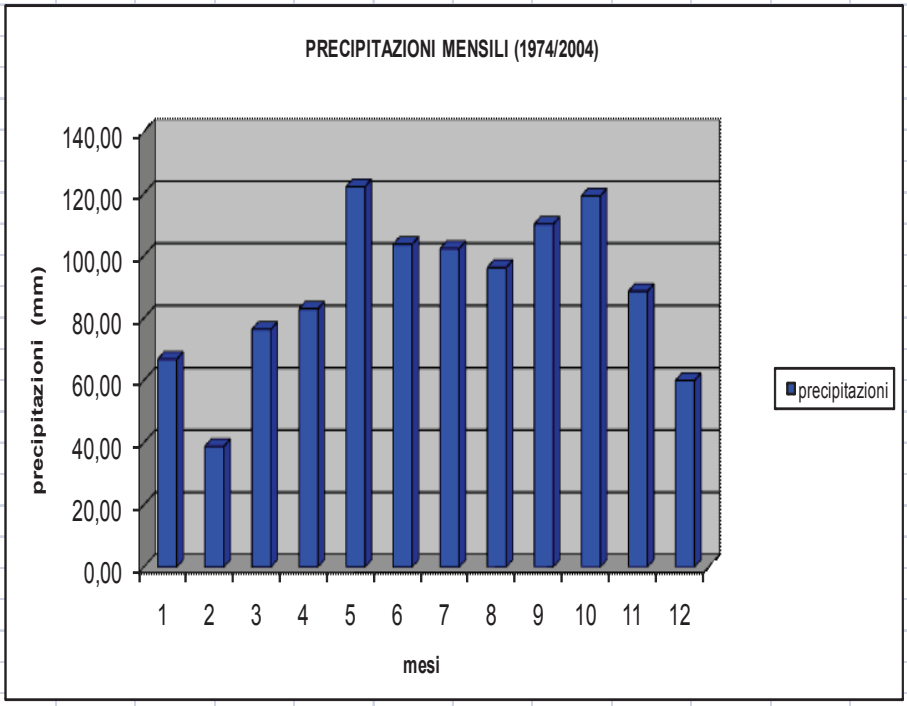


fonte: Regione Lombardia carta pedologica - stazione Chiari

Fig. 4.3

GRAFICO DELLE DELLE PRECIPITAZIONI MENSILI A CHIARI (BRESCIA) - DAL 1974 AL 2004

pioggia in mm	66,81	38,79	76,43	83,03	122,27	103,78	102,37	96,28	110,22	119,29	88,66	59,98
	gen.	feb.	mar.	apr.	mag.	giu.	lug.	ago.	sett.	ott.	nov.	dic.

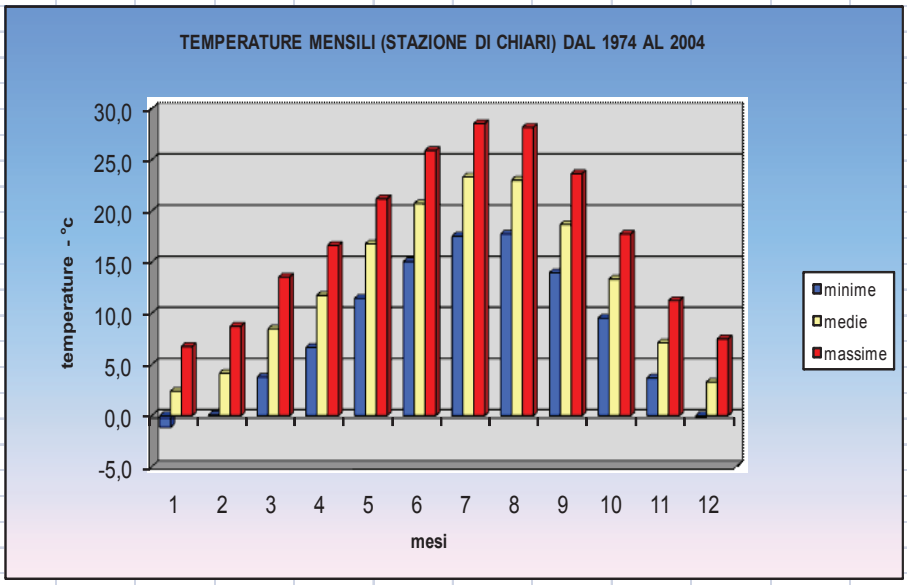


fonte: aeroporto Orio al Serio Bergamo - stazione Chiari

Fig. 4.4

GRAFICO DELLE TEMPERATURE STAZIONE DI CHIARI - DAL 1974 AL 2004

temperature minime	-1,1	0,1	3,8	6,7	11,5	15,1	17,5	17,8	14,0	9,5	3,7	-0,1
temperature medie	2,4	4,1	8,5	11,7	16,8	20,7	23,3	23,0	18,7	13,3	7,1	3,3
temperature massime	6,8	8,7	13,6	16,6	21,2	25,9	28,5	28,2	23,6	17,7	11,2	7,5
	gen.	feb.	mar.	apr.	mag.	giu.	lug.	ago.	sett.	ott.	nov.	dic.



fonte: aeroporto Orio al Serio Bergamo - stazione Chiari

Fig. 5.1

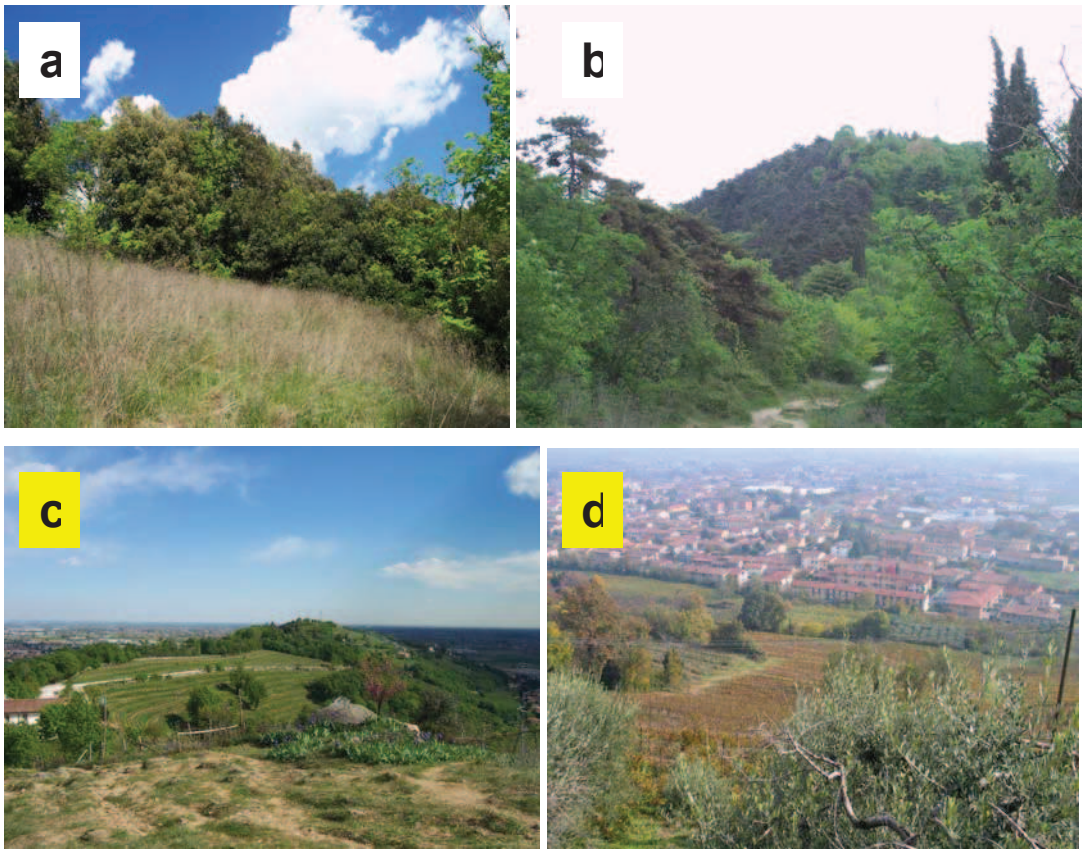
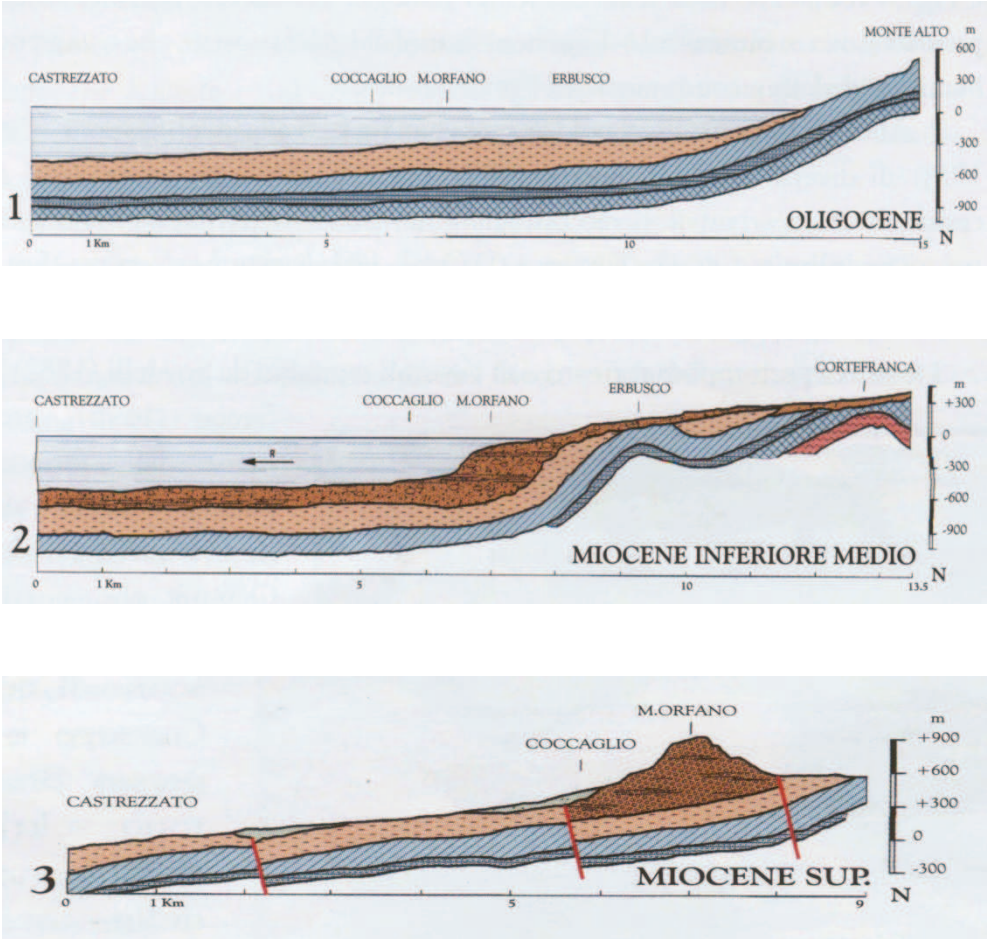
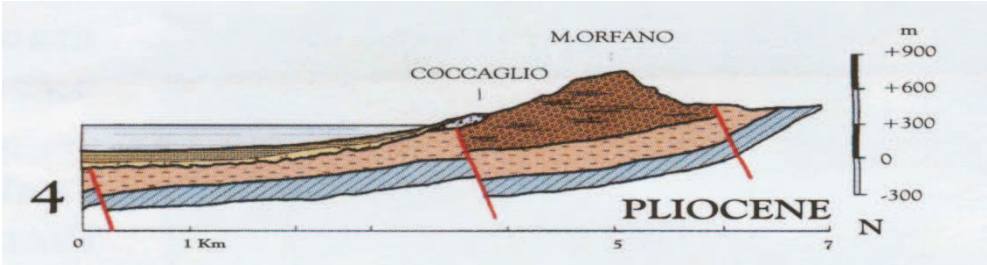
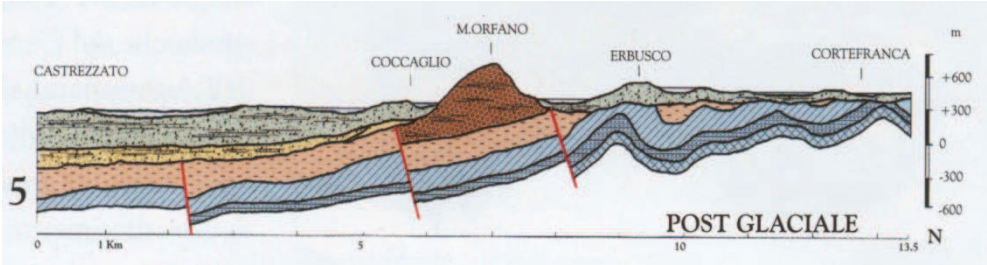


Fig. 5.2

Fig. 6.1


MONTE ALTO
m
600
300
0
-300
-600
-900
CASTREZZATO
COCCAGLIO
M.ORFANO
ERBUSCO
1
OLIGOCENE
0
1 Km
5
10
15
N
CORTEFRANCA
CASTREZZATO
COCCAGLIO
M.ORFANO
ERBUSCO
m
+300
0
-300
-600
-900
2
MIOCENE INFERIORE MEDIO
0
1 Km
5
10
13.5
N
M.ORFANO
COCCAGLIO
CASTREZZATO
m
+900
+600
+300
0
-300
3
MIOCENE SUP.
0
1 Km
5
9
N


M.ORFANO
COCCAGLIO
m
+900
+600
+300
0
-300
4
PLIOCENE
N
0
1 Km
5
7


M.ORFANO
CASTREZZATO
COCCAGLIO
ERBUSCO
CORTEFRANCA
m
+600
+300
0
-300
-600
5
POST GLACIALE
N
0
1 Km
5
10
13.5

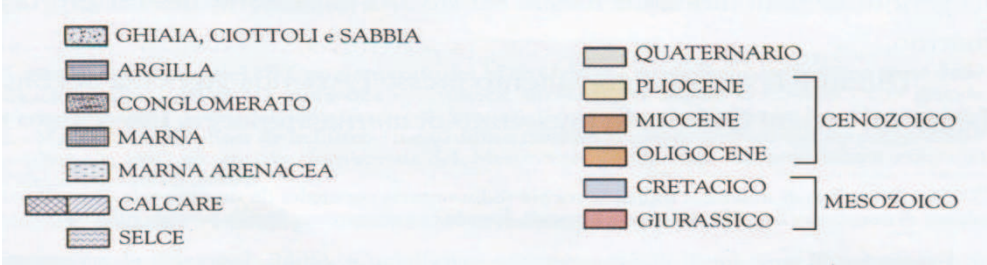

GHIAIA, CIOTTOLI e SABBIA
ARGILLA
CONGLOMERATO
MARNA
MARNA ARENACEA
CALCARE
SELCE
QUATERNARIO
PLIOCENE
MIOCENE
OLIGOCENE
CENOZOICO
CRETACICO
GIURASSICO
MESOZOICO

Fig. 6.2

a
b

Fig 6.3

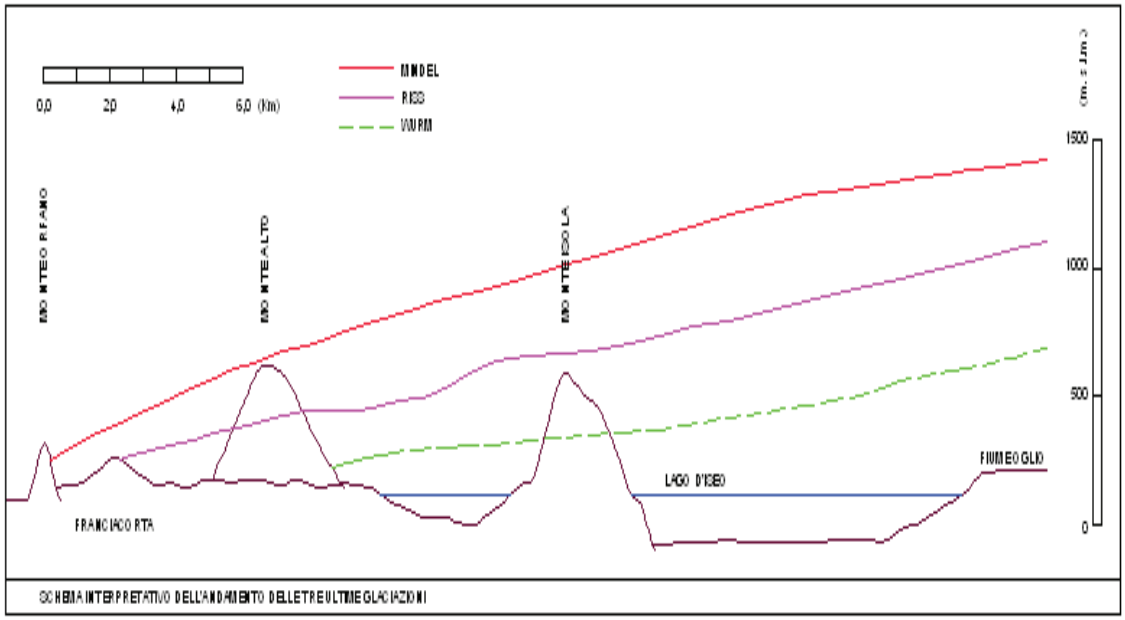

0,0
2,0
4,0
6,0 (Km)
MINDEL
RISS
WURM
1500
1000
500
0
LAGO D'ISEO
FIUME OGLIO
FRANCIACORTA
SCHEMA INTERPRETATIVO DELL'ANDAMENTO DELLE TRE ULTIME GLACIAZIONI

Fig. 6.4

Fig. 6.5

Fig.7.1

Fig.7.2

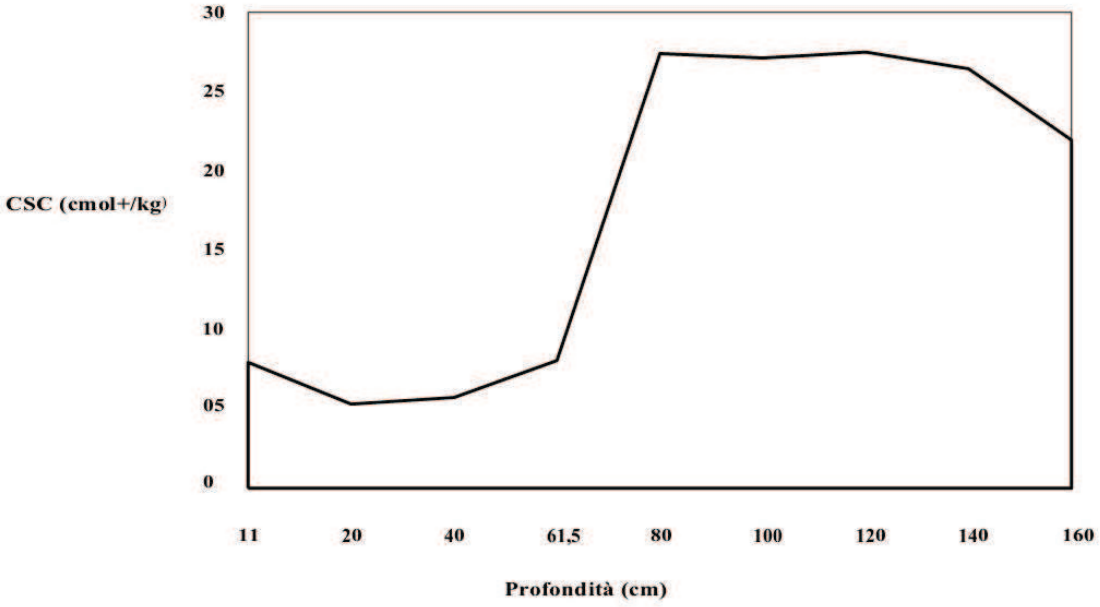
Orizz.	Cod_orizz. prog	Prof. sup. cm	Prof. inf. cm	Prof. Campione	Redness rating (Torrent 1980)	pH H2O	pH KCl	Sabbia tot. 2-0.05 mm g/Kg	Limo tot. 0.05-0.002 mm g/Kg	Argilla <0.002 mm g/Kg	Classe tessit. USDA
Oi	1	3	0								
Oa	2	0	4/5								
A	3	4/5	10/12		0,0	4,6	3,8	297	536	167	FL
Bw1	4	10/12	20		3,8	5,1	4,2	295	532	173	FL
Bw2	5	20	40/43		3,8	4,7	3,7	238	513	249	FL
BC/2Btob	6	40/43	60/63		6,6	4,6	3,6	179	476	345	FLA
2Btob1	7	60/63	82	80	12,8	4,8	3,5	236	159	605	A
2Btob2	8	82	110	100	15,0	4,9	3,6	254	126	620	A
2Btob3	9	110	130	120	15,0	5,4	4,8	221	121	658	A
2Btob4	10	130	170	140	15,0	5,7	4,8	293	93	614	A
				160	15,0	5,8	4,7	270	110	620	A
R	11	170	230+								

Fig. 7.3

Orizz.	Cod_orizz. prog	Prof. sup. cm	Prof. inf. cm	Prof. campione	C.O. W&B[1] g/Kg	S.O. W&L.[2] g/Kg	CSC cmol/kg	Ca scamb. cmol/kg	Mg scamb. cmol/kg	Na scamb. cmol/kg	K scamb. cmol/kg	TSB %	Ca/Mg
Oi	1	3	0										
Oa	2	0	4/5										
A	3	4/5	10/12		26,9	46,4	7,94	0,61	0,42	0,39	0,02	18	1,5
Bw1	4	10/12	20		8,8	15,2	5,31	0,77	0,49	0,45	0,02	33	1,6
Bw2	5	20	40/43		3,3	5,7	5,73	0,73	0,56	0,42	0,01	30	1,3
BC/2Btob	6	40/43	60/63		2,5	4,3	8,05	1,27	1,01	0,49	0,05	35	1,3
2Btob1	7	60/63	82	80	2,5	4,3	27,41	11,41	2,12	0,45	0,12	51	5,4
2Btob2	8	82	110	100	2,3	4,0	27,13	16,47	2,42	0,52	0,14	72	6,8
2Btob3	9	110	130	120	2,4	4,1	27,50	20,88	2,65	0,61	0,18	88	7,9
2Btob4	10	130	170	140	2,1	3,6	26,45	25,24	2,51	0,50	0,18	100	10,1
				160	1,6	2,8	21,95	21,61	1,94	0,54	0,14	100	11,1
R	11	170	230+										

[1] **C.O. W&B:** Carbonio Organico Walkley-Black.
[2] **S.O. W&B:** Sostanza Organica Walkley-Black.

Fig. 7.4



Rappresentazione dell'andamento della CSC in funzione della profondità.

Fig. 7.5

Orizz.	Cod_orizz. Prog	Prof. sup. cm	Prof. inf. cm	Prof. campione	Fe ossal. g/Kg	Al ossal. g/Kg	Fe dit. g/Kg	Al dit. g/Kg	Fe totale g/Kg	Al totale g/Kg
Oi	1	3	0							
Oa	2	0	4/5							
A	3	4/5	10/12		2,2	1,8	8,3	1,8	19,3	48,3
Bw1	4	10/12	20		2,3	1,5	8,6	1,8	20,3	54,3
Bw2	5	20	40/43		1,5	1,3	10,6	1,8	25,3	64,6
BC/2Btob	6	40/43	60/63		2,9	1,7	16,4	2,5	34,6	76,6
2Btob1	7	60/63	82	80	4,7	2,7	32,7	3,5	54,0	91,0
2Btob2	8	82	110	100	4,0	2,5	35,4	3,8	56,2	89,4
2Btob3	9	110	130	120	3,3	2,1	35,4	3,5	53,9	88,3
2Btob4	10	130	170	140	3,3	2,4	35,5	3,4	56,8	89,2
				160	3,4	2,0	33,0	3,4	54,0	84,8
R	11	170	230+							

Fig. 7.6

Orizz.	Cod_orizz. prog	Prof. sup. cm	Prof. inf. cm	Prof. campione	Fe_d-Fe_o [1] g/Kg	Fe_t-Fe_d g/Kg	Fe_o/Fe_d [2] %	Fe_d/Fe_t %	Fe_d/argilla %	$((Fe_d-Fe_o)/Fe_t)$ [3] %
Oi	1	3	0							
Oa	2	0	4/5							
A	3	4/5	10/12		6,1	11,0	26,6	43,1	0,05	31,6
Bw1	4	10/12	20		6,3	11,7	26,4	42,5	0,05	31,3
Bw2	5	20	40/43		9,2	14,7	13,8	42,0	0,04	36,2
BC/2Btob	6	40/43	60/63		13,6	18,2	17,4	47,4	0,05	39,2
2Btob1	7	60/63	82	80	28,1	21,2	14,3	60,7	0,05	52,0
2Btob2	8	82	110	100	31,4	20,8	11,2	62,9	0,06	55,9
2Btob3	9	110	130	120	32,0	18,5	9,4	65,6	0,05	59,5
2Btob4	10	130	170	140	32,2	21,3	9,3	62,5	0,06	56,8
				160	29,6	21,1	10,3	61,0	0,05	54,7
R	11	170	230+							

[1] **Fe_d–Fe_o:** corrisponde ai soli ossidi di ferro cristallizzati (in parte complessati alla S.O.).
[2] **Fe_o/Fe_d:** corrisponde all' Active Iron Rate.
[3] **$(Fe_d-Fe_o)/Fe_t$:** rappresenta il grado di sviluppo pedogenetico del suolo.

11 Ringraziamenti

Era il 2001 quando ho affrontato l'ultimo serio esame. Serviva per ottenere l'abilitazione alla professione di geometra. Lì ero giunto dopo aver lasciato in sospeso gli studi avviati presso la facoltà di Giurisprudenza di Milano, alla fine degli anni ottanta.

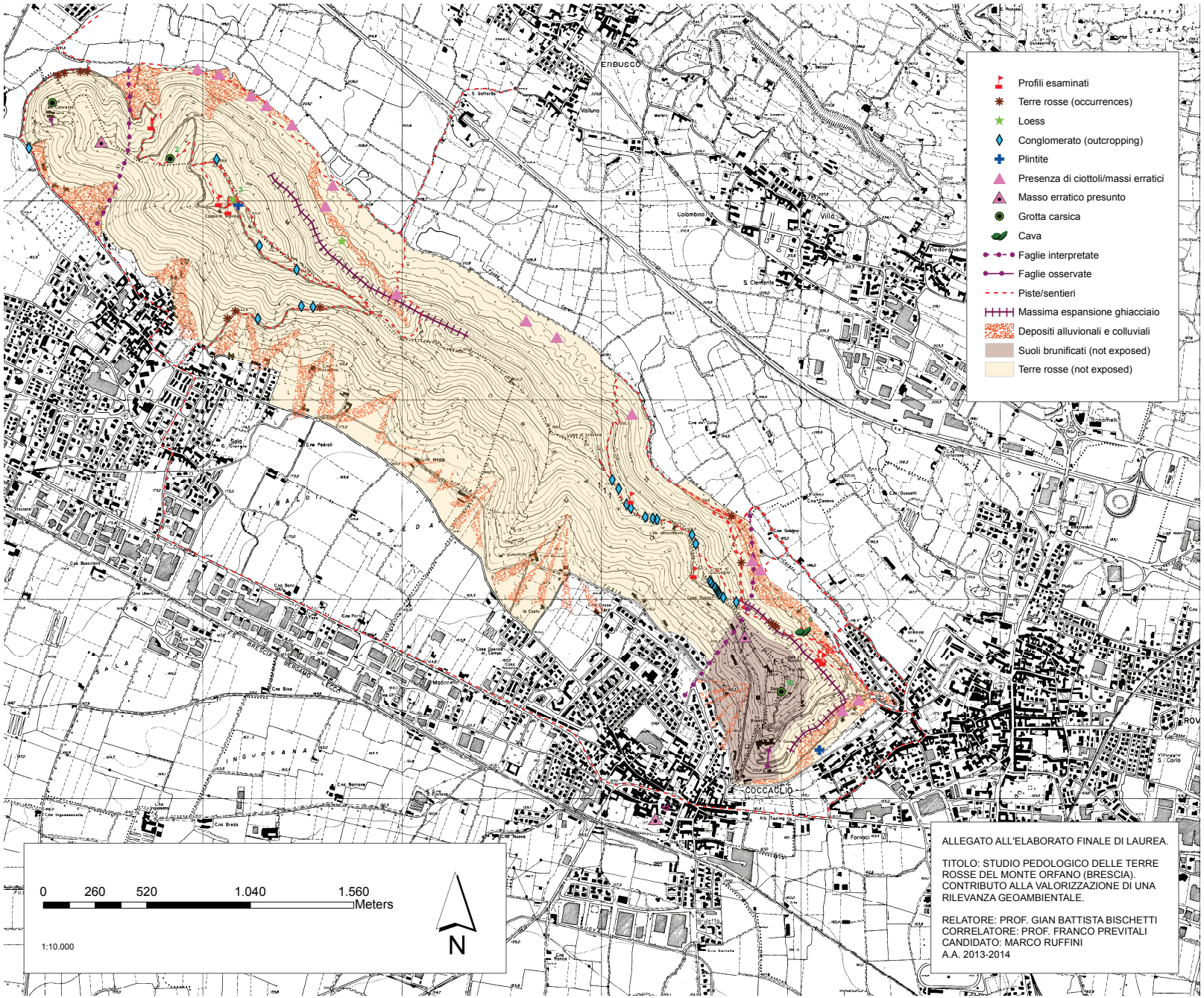
Nel frattempo il lavoro di tecnico pubblico (mestiere a metà strada fra quello dell'assistente sociale e quello di un giudice a latere privo del diritto di espressione), svolto in assenza di mezzi, in grossi anonimi Comuni, dispersi fra le cellule conurbate e malate, nei dintorni della compromessa città di Brescia. In questi anni talvolta, sono stato costretto a convivere con una nomenclatura gretta, priva di emozioni, di scrupoli, di preparazione e di un minimo senso del bene pubblico.

Immerso in tale substrato culturale ho avuto la fortuna di poter respirare l'aria fresca che viene dalla conoscenza e per questo oggi ringrazio:

- La Giuliana che ho lasciato sola per qualche anno, facendole pensare di essere vedova. Con forza "unica" mi ha sostituito nel compito di genitore;
- Valeria e Leonardo che bambini come erano, non hanno mai chiesto nulla di più al loro papà;
- I miei genitori che spesso mi hanno offerto tempo prezioso occupandosi dei miei bambini;
- La zia Ippolita che avrei voluto seduta in prima fila il giorno della laurea ma che purtroppo a marzo "si è persa";
- L'architetto Guido Gardoncini "vecchio combattente" mio fratello, critico su tutto, capo di un passato ufficio in cui regnavano sentimenti di affetto. Mi ha incoraggiato verso lo studio sostenendomi sempre;

- Don Gianpietro Girelli sacerdote già nel futuro, che con la sua intelligenza fuori dalla norma, da sempre è il mio lontano e sicuro caposaldo;
- La naturalista Laura Ballarin, mia cara collega, che ha seguito con il passare degli anni una vocazione informatica, ed ha messo a mia disposizione questa sua grande competenza;
- Le professoresse di chimica Mazzini e Bogonovo, che al primo esame hanno riconosciuto senza troppi calcoli il mio sforzo, aiutandomi a far crollare per sempre quel muro che forse ancora mi separava dall'esprimere compiutamente la mia grande passione: studiare, insieme ad altri.
- Molti professori pazienti, appassionati e capaci: Bocchi, Brancadoro, Crellin, De Noni, Facchinetti, Gandolfi, Gregorini, Gusmeroli, Lozzia, Mignani, Morgutti, Negrini, Rosi, Saracchi, Tamburini, Zanchi;
- Il capace e preciso professor Bischetti che mi ha acceso interesse per la sua complessa ed ostica materia, e che con generosità ha accettato di accompagnarmi nella mia tesi;
- I professori: Andreucci, Casati, Zucca, la dott.sa Bertolinelli, il dott. Corbari;
- Tutti i miei compagni di corso dai quali ho attinto stille di giovinezza: il Teo Angelinetta, l'Alberto Lubatti, la Camilla, la Francesca, la Rossana, il Mauro di Casnigo, la Annina, il Marcone, il Giacomo, la Chiara, la Michela, il Capelli, il Corgatelli, e tutti gli altri;
- La Sara che mi ha sostenuto "matematicamente";
- Fabio, mio compagno di studi, caro amico, e "vecchio" come me durante il corso, con il quale condivido alcune insolute domande;

Infine il caro professor **Franco Previtali** che non posso descrivere con poche parole. Verso di Lui mi limito a dichiarare il mio affetto, simile a quello di un figlio verso il padre.



ALLEGATO ALL'ELABORATO FINALE DI LAUREA.

TITOLO: STUDIO PEDOLOGICO DELLE TERRE ROSSE DEL MONTE ORFANO (BRESCIA). CONTRIBUTO ALLA VALORIZZAZIONE DI UNA RILEVANZA GEOAMBIENTALE.

RELATORE: PROF. GIAN BATTISTA BISCHETTI
CORRELATORE: PROF. FRANCO PREVITALI
CANDIDATO: MARCO RUFFINI
A.A. 2013-2014