



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di laurea triennale in Valorizzazione e Tutela
dell'Ambiente e del Territorio Montano

**PRIMI RISULTATI DELL'INFLUENZA SULLA FENOLOGIA E
CARATTERI VEGETO-PRODUTTIVI CHE LE CARATTERISTICHE
PEDOLOGICHE E CLIMATICHE HANNO SULLA VITE IN
VALCAMONICA**

Relatore: Dott. LUCIO BRANCADORO

Correlatore: Dott. ROBERTO SPADACCINI

Elaborato finale di:
MATTEO STEFINI
Matricola: 892115

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

Ringrazio i miei genitori che mi hanno dato la possibilità di frequentare l'università, sostenendomi nel corso di questi 3 anni e Alice che nell'ultimo periodo mi ha spronato a puntare sempre in alto senza accontentarmi.

Un pensiero particolare ai miei nonni, presenza fondamentale della mia infanzia, oggi nel mio cuore.

*Vorrei ringraziare il Prof. Lucio
Brancaoro e il Dott. Roberto
Spadaccini per il supporto e la disponibilità
che mi hanno dato durante l'anno che mi
ha visto impegnato in questo lavoro di tesi.*

Riassunto

Negli ultimi 10 anni si è riscontrato un notevole interesse per la viticoltura in Valcamonica, in quanto si tratta di un areale freddo capace di offrire produzioni pregiate con diverse tecniche di vinificazione. Urge quindi la necessità di conoscere bene il territorio, per focalizzare al meglio le risorse ed esaltare le influenze e le caratteristiche di ciascuna area, con l'intento di far conoscere il vino camuno anche al di fuori dei confini geografici della valle.

Dal 2019 è partito un progetto, della durata di 3 anni, volto ad esprimere nel dettaglio la vocazionalità viticola della Valcamonica, suddividendo il territorio in diverse unità di pedo-paesaggio, ognuna riflettente diverse espressioni vegeto-produttive della vite. L'areale di studio presenta un'estensione di circa 40 – 50 km di lunghezza, comprendendo tutte le aree di coltivazione da Darfo Boario Terme, in particolare nella zona limitrofa al Lago Moro, a Edolo, che rappresenta il limite settentrionale massimo per lo sviluppo della vite in Valle Camonica.

L'obiettivo di questo complicato lavoro, è quello di arrivare ad offrire più informazioni possibili relative alle caratteristiche del territorio camuno, in modo tale da garantire un incremento della produzione delle aziende vitivinicole sotto l'aspetto quanti-qualitativo. Si creerebbe così maggiore possibilità di migliorare la propria attitudine alla vinificazione, che porterebbe benefici economici direttamente alle cantine produttrici, e di riflesso anche sull'economia genere della valle, attirando più turisti e invogliando nuovi imprenditori ad investire in questo territorio.

Per ricavare una corretta identificazione di queste unità di pedo-paesaggio, si sono andate a valutare tutte le compienti territoriali nelle diverse zone d'esame. Sono state esaminate nel dettaglio le peculiarità litologiche e geomorfologiche della Valcamonica, attraverso lo studio di diverse carte geologiche (litologica, esposizioni e pendenze). Si sono analizzate anche le caratteristiche climatiche della valle, principalmente relative a temperatura e piovosità e, dai dati ottenuti tramite le rilevazioni termiche eseguite da ARPA Lombardia, si sono misurati i 3 principali indici bioclimatici direttamente interessanti la vite, ovvero Winkler, Huglin e il cool night index. In aggiunta è stato calcolato anche un altro valore che fa riferimento al soddisfacimento del fabbisogno in caldo della vite, basato sulla temperatura media del periodo compreso tra novembre e marzo.

Per valutare tutte queste misurazioni sono stati appositamente scelti 2 vitigni guida, il Merlot come varietà a bacca rossa e l'Incrocio Manzoni a bacca bianca, che sono due tra i vitigni maggiormente coltivati in tutta la Vallecamonica. Il primo presenta un ciclo vegetativo medio e buona fertilità basale, capace di conferire un importante dato sulle temperature della zona, in quanto le sue fasi fisiologiche vengono sfasate regolarmente nel tempo a seconda delle caratteristiche climatiche. Invece, il Manzoni, mostra un ciclo vegetativo breve con bassa vigoria e buona fertilità basale, che gli consente di adattarsi bene alle zone con basse temperature.

Su ogni vitigno si è andati a valutare l'espressione vegetativa e produttiva, tramite delle uscite regolari in campo dal germogliamento alla raccolta. Nel corso di ogni singola rilevazione, per tutte

le località, si è registrata la fase di accrescimento e di maturazione, con lo scopo poi di eseguire dei confronti verificando la propensione di sviluppo in ogni unità di pedo-paesaggio.

Grazie a tutti questi rilevamenti diretti sulle varietà e agli studi in ambito territoriale, si è potuto vedere quali sono le espressioni vegeto-produttivo della vite in una data località, individuando quali sono le zone precoci, medie e tardive, sia per il Merlot che per il Manzoni.

Sviluppando le diverse componenti litologiche e geomorfologiche della Valle Camonica, sono emerse 11 unità di pedo-paesaggio preliminari distinte, 9 principali più 2, rispettivamente Artogne e Montepiano, ancora in fase di valutazione per identificare la loro giusta collocazione. Per ognuna di queste unità si sono determinate le caratteristiche litologiche con relativa classificazione, tipologia di deposito, altitudine, esposizione e pendenza.

Nella parte meridionale della Valcamonica, si riscontra una diversità litologica importante, in quanto nella porzione di Corne rosse limitrofa al Lago Moro, si ha una predisposizione acida, con un sottile spessore del suolo per via della presenza di roccia arenaria affiorante. Spostandosi nelle zone sovrastanti Erbanno e Piamborno invece, si riscontra un territorio composto tipicamente da calcare di origine detritica, che offre peculiarità basiche al terreno. Fa eccezione la zona di Cividate Camuno la quale, trovandosi a livello di una piana alluvionale, determina una caratteristica subacida del terreno.

Nell'area centrale, sia le località di Losine, Cerveneno e Capo di Ponte poste a ridosso del conoide della Concarena, che quella di Berzo inferiore ad ovest del fiume Oglio, sono ricche di calcare caratterizzante un substrato basico, mentre le zone settentrionali di Sellero e Edolo hanno una maggiore composizione di macisti, offrendo una predisposizione acida al suolo.

Per quanto riguarda l'esposizione, si evince come in tutta la valle la maggior parte dei terreni presenta un orientamento verso est – sudest, con l'eccezione del comune di Berzo Inferiore che, per via della morfologia del territorio, si trova esposto verso sudovest. Invece, analizzando la clivometria si evidenzia come la Valle Camonica sia un habitat prevalentemente montuoso, con la maggior parte dei vigneti localizzati in zone con pendenze comprese tra il 10% e il 30%.

Valutando la componente climatica si è visto, sia per Winkler che per Huglin, che le sommatorie termiche tendono a diminuire tanto più ci si sposta a nord, anche la freschezza notturna identificata dal Cool Night Index, mostra temperature minime medie inferiori nelle aree settentrionali. Tutte queste caratteristiche vanno ad influenzare la composizione chimica dell'uva, modificando il contenuto zuccherino, l'acidità totale, il pH e tutte le note aromatiche, polifenoliche e antocianiche tipiche della varietà. Grazie ad una rilevazione a livello europeo di questi indici svolta nel corso del 2019, si sono potute fare delle comparazioni tra i territori della valle e le altre principali località europee a vocazione viticola, riscontrando che esiste una grande variabilità climatica nella Valcamonica, sebbene la superficie vitata si estenda solo per 40 – 50 km di lunghezza, che può essere

rapportata a zone apparentemente molto diverse dall'areale camuno. In relazione alle temperature medie di novembre – marzo, si evidenzia come il fabbisogno in caldo venga soddisfatto meglio nelle zone meridionali, determinando un avvio del germogliamento e successiva manifestazione delle altre fasi fenologiche, anticipati rispetto alle altre località centrosettentrionali della valle. L'analisi pluviometrica evidenzia come spostandosi verso nord si assiste ad una regolare diminuzione della quantità annuale di pioggia.

Successivamente si sono valutate tutte le espressioni vegeto-produttive sia del Merlot che dell'Incrocio Manzoni. Da questi studi emerge come, su entrambe le varietà, le zone meridionali si siano manifestate precoci, con quella di Corne rosse (Lago Moro) che è risultata la più precoce in assoluto. Quest'ultima posizione presenta uno sviluppo anche di 15 – 20 giorni anticipato rispetto alle località più fredde poste a livello del conoide della Concarena, in particolar modo con quelle di Cerveno e Capo di Ponte localizzate sul fronte nord del conoide, contraddistinte da temperature medie più basse e da un suolo povero e scheletrico. Losine, nonostante sia relativamente vicino alla zona che mostra maggiore tardività, presenta uno sviluppo medio. Questo è dovuto al fatto che trovandosi sul versante sud del conoide subisce l'influenza dell'effetto mitigazione del Lago d'Iseo, che porta ad un aumento delle temperature tali da consentire questo tipo di sviluppo. Un altro aspetto importante è sicuramente la caratteristica offerta da Sellero, che sebbene si trovi più a nord rispetto a Cerveno e Capo di Ponte, mostra maggiore precocità, anche di 7 – 10 giorni, rispetto a queste zone. Questa particolarità è attribuibile ad un clima leggermente più caldo e alla presenza di suoli acidi che favoriscono lo sviluppo delle vite.

L'espressione produttiva rispecchia molto quanto visto nel corso della fase di accrescimento. Infatti, le zone calde hanno portato ad un maggiore contenuto in °Brix e minor contenuto di acidità sia nel Merlot che nel Manzoni, con anche 1 – 2 punti in più per il grado zuccherino e 3 – 4 per l'acidità alla raccolta, rispetto alle zone più fredde ai piedi della Concarena.

In conclusione, è possibile affermare che, sebbene questa sia stata un'annata fredda, che ha portato ad una maturazione tardiva delle uve, si sono intraviste quelle che possono essere le diverse potenzialità del territorio camuno nei confronti dello sviluppo vegeto-produttivo della vite.

Nel corso dell'annata 2019, si è visto come per il Merlot, vocato alla produzione di un vino rosso di buona struttura, ma caratterizzato da freschezza e finezza qualità tipiche della valle, le zone più precoci siano risultate migliori sotto questo aspetto. Mentre nelle zone più tardive, si è manifestata una difficoltà nel raggiungimento di 21°Brix, che non risulta ottimale per la qualità del vino, nonostante acidità comunque ancora considerevoli. Nel caso del Manzoni invece, destinato alla produzione di un vino con un buon contenuto zuccherino, acido e predisposto per longevità, sebbene l'annata sia stata tardiva, si sono riscontrate le migliori condizioni nelle zone più di Cerveno e Capo di Ponte, che hanno garantito un buon contenuto di acidità, arrivata a 10 g/l, e di grado zuccherino che ha superato i 21°Brix.

Queste particolarità riscontrate nell'annata attuale, rappresentano un grande vantaggio sotto l'aspetto qualitativo della vinificazione, in quanto nonostante sia stata una stagione tardiva, si sono potute comunque potuto valorizzare le note di pregio delle uve, con la possibilità di realizzare diverse tipologie di vini particolarmente apprezzabili, esaltanti le caratteristiche qualitative della zona di derivazione delle uve. Ciò significa che anche in annate normali o precoci, esiste la possibilità di ottenere risultati qualitativamente interessanti in ogni areale di coltivazione.

Indice:

1. STATO DELL'ARTE	
1.1 Geologia e geomorfologia	pag. 7
1.2 Climatologia	pag. 13
1.3 Storia della viticoltura in Valcamonica	pag. 20
1.4 Studio della zonazione per consentire uno sviluppo della viticoltura.	Pag. 24
1.5 Il progetto di zonazione per la Valcamonica.	Pag. 26
2. MATERIALI E METODI	
2.1 Le unità di pedo-paesaggio	pag. 27
2.2 Gli indici bioclimatici	pag. 27
2.3 I vigneti guida	pag. 29
3. DISCUSSIONE DEI RISULTATI	
3.1 Valutazione delle unità di pedo-paesaggio	pag. 35
3.2 Valutazione dei valori derivati dal calcolo degli indici bioclimatici.	pag. 41
3.3 Aspetti negativi visti nel corso dell'annata 2019	pag. 49
3.4 Valutazione delle fasi fenologiche di Merlot e Incrocio Manzoni.	pag. 52
3.5 Valutazione del processo di maturazione di Merlot e Incrocio Manzoni	pag. 57
4. CONCLUSIONI	pag. 66
5. BIBLIOGRAFIA	pag. 69

1. STATO DELL'ARTE

1.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.

La Valcamonica è una valle glaciale situata nella parte nordorientale della Lombardia che si estende tra la zona alpina e la zona prealpina dell'alto Sebino, ricoprendo una superficie di 1.335 km². Nella parte più settentrionale confina con l'alta Valtellina ad ovest e con il Trentino-Alto Adige ad est, mentre la sua porzione più a sud termina con il bacino del Lago d'Iseo. Si tratta di un territorio prevalentemente montuoso, formatasi a causa di movimenti orogenetici alpini e modellata dai ghiacciai che sono scesi dalle Alpi fino alla Pianura Padana durante le 3 principali ere glaciali (in ordine di tempo la Mindel, la Riss e la più intensa la Wurm) e anche dall'erosione del fiume Oglio che la attraversa. Tutt'ora ci troviamo in una fase di evoluzione morfologica in quanto si tratta di un territorio ancora giovane, che presenta fiumi e torrenti con alveoli non ancora definiti.

La valle presenta la caratteristica **forma ad U tipica delle vallate erose dall'avanzamento del ghiaccio** con un fondo piatto e fianchi quasi verticali, nei quali si inseriscono vallate laterali con un orientamento perpendicolare a quello preferenziale nord-est sud-ovest della Valcamonica. Il ritiro delle lingue di ghiaccio ha formato delle estensioni moreniche che con il loro deposito hanno creato il lago d'Iseo e le successive cerchie moreniche. (Fonte: F. Lucchini, 1996).

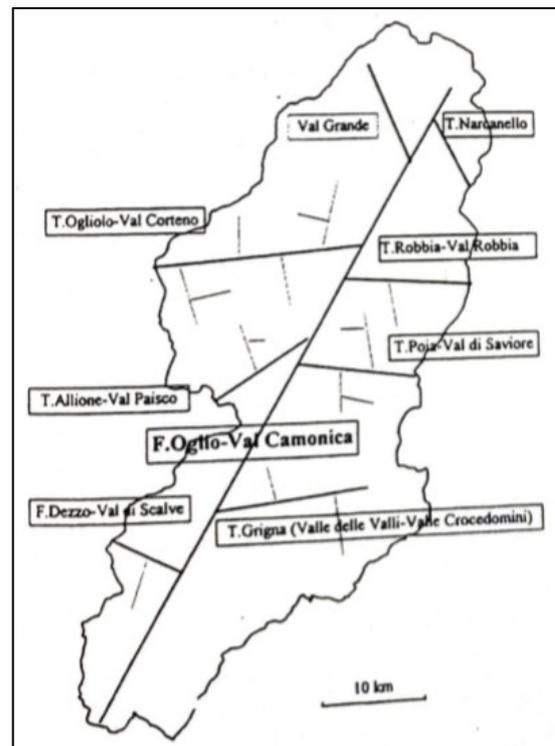


Fig. 1.1/1: Carta schematica delle valli della Valcamonica. (Fonte: F. Lucchini, 1996).

Geomorfologia.

Le caratteristiche **geomorfologiche** del territorio sono:

- Conoidi e falde, caratterizzate da ciotoli e massi che si staccano facilmente dalle pareti a causa dell'alterazione fisica a cui sono sottoposte le rocce (le più suscettibili sono tonaliti, granodioriti e rocce cristalline).

- Torrenti in fase evolutiva, che portano ed un'erosione del fondo con abbassamento dell'alveo e scalzamento a valle dei pendii, tanto maggiore quanto maggiore è la pendenza del corso d'acqua. Nel momento in cui la pendenza diminuisce si ha un deposito del materiale eroso.
- Depositi morenici che sono accumuli di materiale trasportato dall'avanzamento dei ghiacciai, si trovano su vaste aree ora coperte di vegetazione in tutta la valle e possono dare luogo a frane in quanto facilmente erodibili. Le zone più estese sono situate nella alta valle a nord di Edolo e nella parte meridionale sia sul lato orientale che occidentale.
- Depositi lacustri e torbosi, principalmente argillosi riscontrati nel fondovalle dove si estendevano piccoli laghi ormai estinti e a livello di alcuni affluenti dell'Oglio.
- La Valcamonica presenta ovunque delle rocce affioranti non franose (gneiss, graniti, arenarie). La tipologia franosa più diffusa sono le frane di detrito, causate dalla larga presenza di terreni clastici e dell'attività di erosione dei torrenti che scalzando il piede del versante ne aumentano la pendenza fino a renderlo instabile. *(Fonte: F. Lucchini, 1996).*

Essendo la Valcamonica un areale prevalentemente montuoso la sua **altimetria** è molto varia (Fig.1.2), si va da 188 metri s.l.m. nei pressi di Lovere fino a oltre i 3000 metri sui ghiacciai nella parte nordorientale con il punto più alto (3554 m) rappresentato dal Monte Adamello. Risalendo la valle da sud lungo il letto dell'Oglio si assiste a un gradualmente aumento della quota.

Solo il 3% del territorio è caratterizzato da quote inferiori ai 400 metri, il 49% è compreso tra i 400 e i 1600 metri. È un aspetto molto importante per la viticoltura che, all'interno di un areale simile, non supera i 900 metri di altitudine, quindi la totalità del territorio sfruttabile per la coltivazione non supera il 31% (3% compreso tra gli 0 e i 400 metri, e il 28% tra 400 e 1000 metri). Il restante 69% della superficie si trova a quote troppo elevate per consentire un'adeguata crescita e produttività della coltura. (tabella 1.1/1).

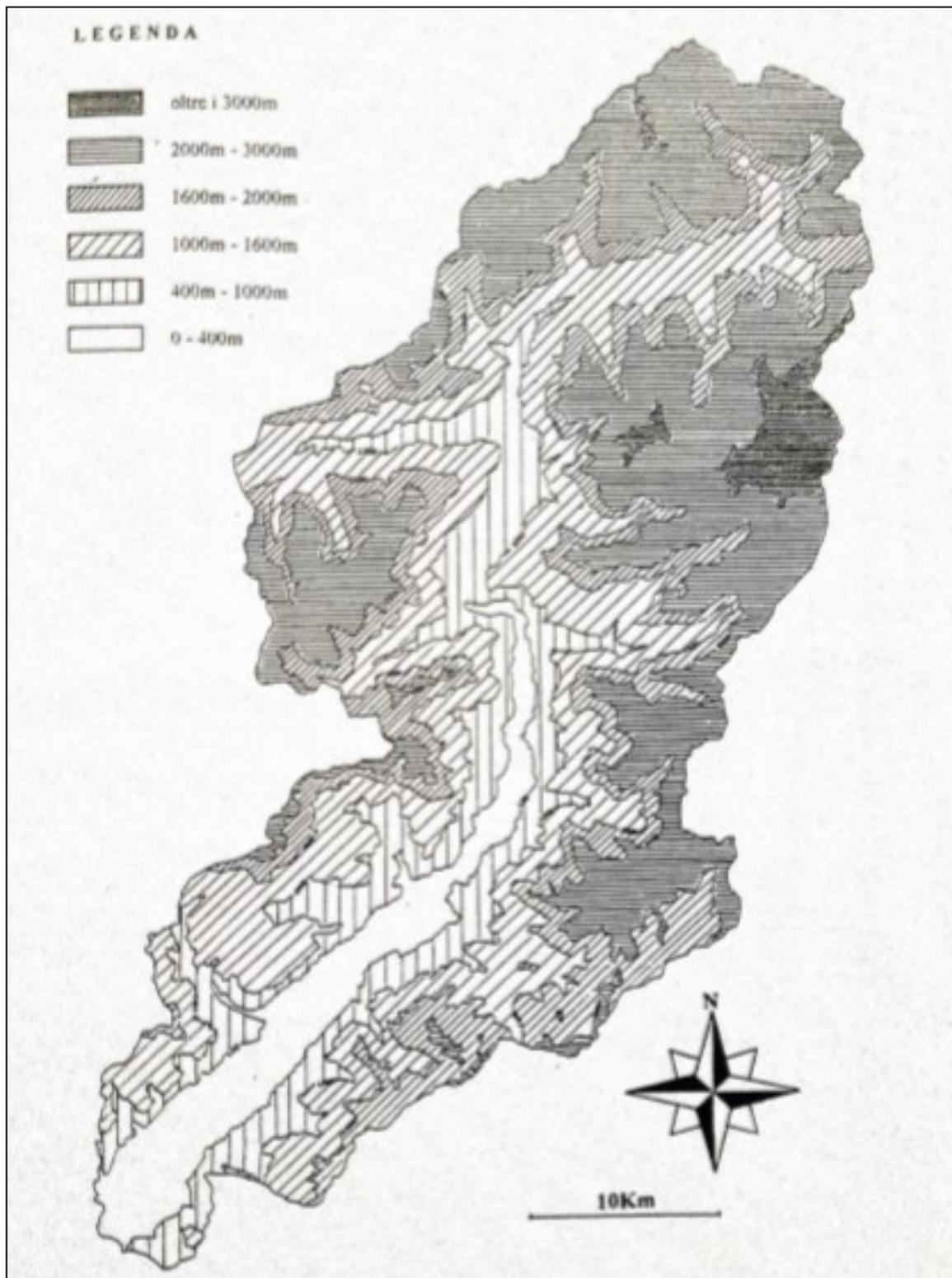


Fig. 1.1/2: Carta altimetrica della Valcamonica. (Fonte: F. Lucchini, 1996).

Per quanto riguarda la **clivometria**, meno di un terzo del territorio della valle ha una pendenza inferiore al 30%, che è il limite al di sopra del quale non è possibile lavorare il terreno con mezzi agricoli. La fascia del 10%, dove è possibile utilizzare qualunque macchinario, è confinata ad una

stretta zone limitrofa al fiume Oglio, che man mano si risale il corso d'acqua tende ad aumentare. Anche nelle vallate laterali la pendenza più dolce si riscontra a livello degli affluenti dell'Oglio, mentre le pendenze superiori al 100% (45°) sono localizzate ai fianchi dei pendii nella bassa Valcamonica (tabella 1.1/2). (Fonte: F. Lucchini, 1996).

Fascia Altimetrica (m)	Superficie (Km ²)	Percentuale (%)
0 – 400	40,05	3
400 – 1000	373,8	28
1000 – 1600	280,35	21
1600 – 2000	333,75	25
2000 – 3000	200,25	15
>3000	106,8	8

Tabella 1.1/1 (Fonte: F. Lucchini, 1996).

Fascia clivomentrica (%)	Superficie (Km ²)	Percentuale (%)
0 – 10	86,775	6.5
10 – 30	226,95	17
30 – 100	954,5	71.5
>100	66,75	5

Tabella 1.1/2 (Fonte: F. Lucchini, 1996).

Litologia.

Dal punto di vista **litologico** (Fig. 1.3), la Valcamonica presenta una struttura varia e complessa a cui appartengono i tre gruppi fondamentali di rocce: magmatiche, metamorfiche e sedimentarie.

Nell'analisi territoriale geologica possiamo suddividere il territorio in 3 litotipi:

- **Alta Valcamonica:**

Prevale il complesso di base scistoso cristallino, caratterizzato da rocce affioranti antiche e metamorfosate di origine magmatica o sedimentaria e occupano lo strato su cui poggiano gli strati più recenti. Sono costituite da elementi cristallini disposti in piani grossolanamente paralleli che sono spesso visibili a occhio nudo. Quelle più diffuse sono: granito, gneiss, filladi, scisti argillosi e micoscisti.

- **Bassa Valcamonica:**

Presenta rocce sedimentarie non metamorfosate che appaiono ben stratificate e meno fratturate degli scisti perché depositate in epoca successiva. In base all'età di origine possiamo distinguere due tipologie:

- **Paleozoico**, Premico. È la parte più antica formata da un deposito in ambiente continentale derivato da un'intensa attività vulcanica con formazione di quarziferi e tufi.
- **Triassico**, Cariano e Asiniano, rappresentato da calcari marnosi, grigio chiari, scuri con vene di calcite bianca, calcari neri compatti e calcari grigi a strati sottili (sui quali si possono osservare le incisioni rupestri). Landiniano, costituito da dolomie stratificate, che si accumulano alla base di pendici creando falde di detrito e da calcari scuri, compatti, fragili e fessurati. Noriano, costituito da dolomia fratturata di colore grigio chiaro con poca stratificazione.
- **Parte orientale della media Valcamonica:**
 Quest'area è caratterizzata dalla presenza di tonalite o granito dell'Adamello. Sono rocce ben cristallizzate, compatte e molto fratturate superficialmente, presentano una composizione mineralogica che le protegge dall'alterazione chimica, ma meno da quella fisica, che causa una loro fratturazione in superficie facendo staccare massi che si ritrovano accumulati come falde di detrito ai piedi dei versanti.

Le uniche frane che si verificano nel territorio sono delle frane di detrito, dovute alla fragilità e fratturazione superficiale di rocce come la dolomia o il granito che creano dei coni di detriti alle pendici, i quali, durante eventi occasionali come una pioggia intensa, possono scatenare una colata di detriti. Il fatto che l'unica tipologia franosa sia questa, sta ad indicare che il manto roccioso è molto stabile, soprattutto per quelli composti da gneiss, graniti, arenarie, conglomerati, e calcari con l'eccezione degli argilloscisti, che ritroviamo in limitata quantità. *(Fonte: F. Lucchini, 1996).*

Permeabilità.

Il territorio della Valcamonica presenta anche una buona regimazione delle acque, grazie all'elevata ripidità dei versanti, modellati dall'attività glaciale, e dall'alto grado di permeabilità stessa dei terreni, che fungono da regolatori cedendo gradualmente l'acqua contenuta al loro interno. In ordine decrescente di permeabilità si hanno: rocce cristalline con la loro fessurazione superficiale e impermeabilità negli strati più profondi, dolomie e calcari fessurati, depositi detritici con eccezione di quelli argillosi, arenarie e conglomerati, scisti con differenti permeabilità e infine rocce argillose e marnose. *(Fonte: F. Lucchini, 1996).*

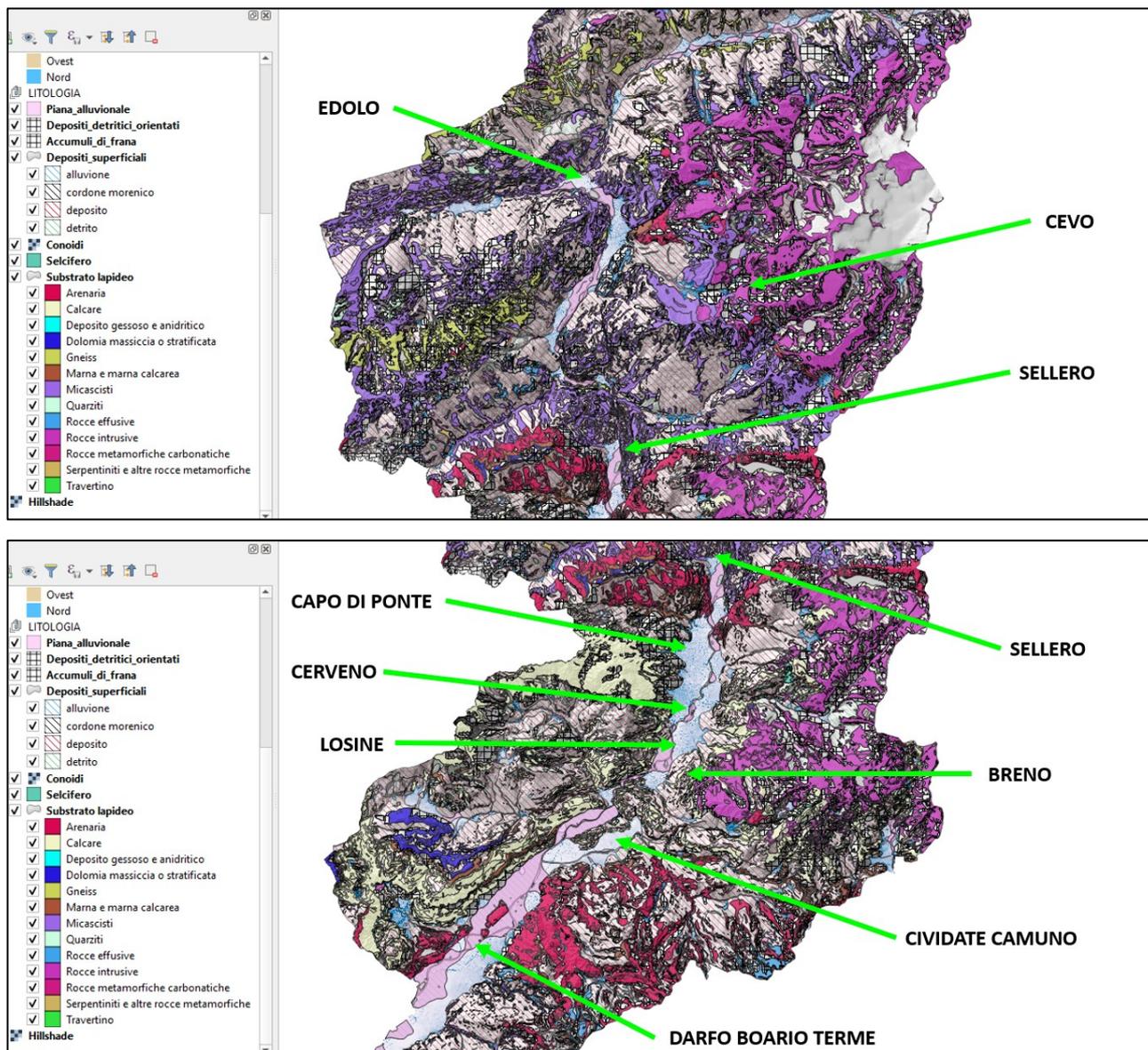


Fig. 1.1/3: carta geo-litologica della Valcamonica, Rispettivamente nord e sud.

Sviluppo della viticoltura in Valla Camonica in relazione alle caratteristiche geo-litologiche.

Nel corso della storia, come descritto nel Catastico di Giovanni Da Lezze (1610), la viticoltura camuna si è concentrata per lo più nelle zone centrali e meridionali, su terreni localizzati principalmente sulla sponda destra orografica del fiume Oglio, con un'esposizione prevalente verso sud o sud-est, che offriva un adeguato irraggiamento e temperature ottimali per la coltivazione. Si potevano inoltre sfruttare dei terreni molto scheletrici e poveri dal punto di vista nutrizionale, dove le altre colture orticole, cerealicole e foraggere ad utilizzo zootecnico e umano presentavano difficoltà nella crescita. Invece, la vite non necessita di particolare ricchezza nutritiva e si adatta bene a queste tipologie di terreni particolarmente diffuse nella valle.

Nonostante però un vantaggio sotto l'aspetto geologico, la viticoltura in Valcamonica non occupava grandi superfici. Si tratta sempre di un territorio montano caratterizzato da versanti con elevate pendenze, quindi l'uomo si è direzionato verso terreni che non presentassero una clivometria eccessiva. Successivamente, con l'avvento dei trattori e altri macchinari, oramai diventati indispensabili per la coltivazione della coltura, ci si è orientati verso terreni facilmente accessibili con macchine di piccole dimensioni e spesso cingolate.

1.2 CLIMATOLOGIA.

Classificazione macroclimatica.

La classificazione dei climi di **Wladimir Köppen**, sviluppata nel 1918 e poi perfezionata definitivamente nel 1936, è la più usata tra le classificazioni climatiche a scopi geografici. Si tratta di un sistema empirico, ovvero ogni clima viene definito in base a dei valori prestabiliti di temperatura e di precipitazioni, ottenuti tramite lo studio delle medie annue o anche di singoli mesi. (*Strahler A.N. et al. 1993*). Successivamente si può anche assegnare ad una certa località un particolare sottogruppo climatico analizzando i dati locali della suddetta zona, ma solamente se il periodo di osservazione sia abbastanza lungo da fornire delle medie significative, (generalmente si fa riferimento agli ultimi 30 anni). (*Fonte: Acquaotta, F. et al. 2014*).

Analizzando la mappatura climatica sviluppata da Köppen si può riscontrare che l'Italia è influenzata da un clima di **tipo C**: Climi temperati delle medie latitudini, dove il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18 °C ma superiore a -3 °C e almeno un mese che ha una temperatura media superiore a 10 °C. Pertanto, i climi C hanno sia una stagione estiva che una invernale.

Entrando ancora più nello specifico è possibile vedere come il nord Italia sia a sua volta caratterizzato, oltre che dalla classificazione C, anche dal **sottogruppo f**. Infatti, si riscontra un clima umido in tutta la parte settentrionale, caratterizzata da precipitazioni abbondanti in tutti i mesi dell'anno con la mancanza di una stagione asciutta, in quanto la temperatura media mensile in interpolazione con le precipitazioni mensili espresse in millimetri non è mai maggiore a quest'ultime. (*Strahler A.N. et al. 1993*).

La Valcamonica, dal punto di vista termico, viene racchiusa all'interno della **classe Cf**, la quale subisce a sua volta 2 ulteriori sotto classificazioni rispettivamente in: Cfa e Cfb.

- **Cfa: clima di tipo temperato sub-continentale.**

Racchiude tutti i comuni della parte più bassa che vanno da Pisogne a Civate Camuno, con caratteri più vicini al clima lacustre e padano, caratterizzato da:

- un'estate molto calda, con una temperatura media del mese più caldo che supera i 22 °C;
- medie annue da 10°C a 14°C;

- con la media del mese più freddo che va da -1 a 3.9°C;
 - 2 mesi con temperatura > 20°C; escursione annua da 16 a 19°C.
- **Cfb: clima di tipo temperato fresco.**
Comprende tutti i comuni che vanno da Breno fino a Edolo, con caratteristiche quasi alpine ed è caratterizzato da:
 - un'estate calda con il mese più caldo che ha una media inferiore a 22 °C
 - media annua da 6 a 9.9°C;
 - media del mese più freddo da 0 a -3°C;
 - media del mese più caldo da 15 a 19.9°C;
 - escursione annua da 18 a 20°C. (*Fonte: meteoservice.net, 2018*).

Classificazione macroclimatica in riferimento al settore viticolo.

Entrando maggiormente nel dettaglio è possibile evidenziare un'ulteriore classificazione climatica idealizzata dal ricercatore **Jackson**. È una ripartizione direttamente collegata alla viticoltura, che va a suddividere il territorio semplicemente in 2 fasce: **Alpha**, nella quale le temperature medie vengono mantenute tra i 9° e i 15°C, e **Beta**, con temperature medie nel periodo di maturazione maggiori a 16°C. (*Fonte: D. I. Jackson, 1993*).

- **ZONA ALPHA**

Include quelle fasce territoriali di coltivazione della vite influenzate da **stagioni e mesoclimi tipicamente caldi** che, in normali condizioni, conferiscono elevato grado zuccherino al mosto. Nonostante ciò presentano una freschezza notturna ottimale, offrendo buoni tenori in termini di acidità, pH e colorazione. Generalmente all'interno di queste aree la maturazione dell'uva viene completata prima che la temperatura media scenda sotto i 10°C.

Sebbene le zone Alpha forniscano tutti questi benefici, è possibile che vengono a manifestarsi **problemi soprattutto nelle annate molto calde**. Si andrebbero a vinificare delle uve molto ricche in zuccheri ma con limitata quantità di acidi varietali e pH troppo alti, esponendo così il vino ad alterazioni.

- **ZONA BETA**

Sono tutte quelle altre fasce territoriali a vocazione viticola caratterizzate **da ambienti e mesoclimi con tendenze fredde**. Al contrario delle zone alpha, queste in annate ordinarie offrono uve con minor contenuto in zuccheri ma buona acidità e pH leggermente inferiori.

Presentano comunque un grande vantaggio anche in annate particolarmente calde, in quanto si viene a raggiungere un maggior grado zuccherino e le temperature notturne sono ideali per mantenere i giusti livelli di acidità e pH.

Contrariamente, **in annate fredde**, si potrebbe faticare a raggiungere l'ideale concentrazione di zuccheri, con tenori acidici elevati, a causa della bassa traspirazione vegetativa e qualsiasi trattamento volto a velocizzare la maturazione, non porta sempre a un vantaggio. (Fonte: D. I. Jackson, 1993).

Per consentire un'identificazione della tipologia di zona, in funzione di un determinato vitigno, è consigliato **comparare le aree di interesse** con altri territori a vocazione viticola europei e mondiali. Infatti, prendendo per esempio il Pinot Nero, Cabernet Sauvignon e il Riesling, si potrebbe effettuare un'indagine più approfondita, andando a studiare le peculiarità delle aree di maggiore diffusione di questi vitigni e compararle con le nostre. Identificando così le zone Alpha. (Fonte: D. I. Jackson, 1993).

Applicando la classificazione di Jackson nel territorio camuno (tabella 1.2/1) si evince che la parte più bassa della Valle Camonica (identificata con Darfo), si trovi in una zona Alpha, con temperatura media nella fase di maturazione superiore a 16°C. Essa quindi si prospetta una zona con un mesoclima tendenzialmente caldo che comporta buoni risultati qualitativi delle uve in annate normali. La porzione centro settentrionale invece (estesa da Capo di Ponte fino a Edolo), è caratterizzata da temperature medie nel periodo di maturazione inferiori a 16°C e di conseguenza raggruppata nella zona Beta. Si riscopre quindi un clima tendente ad un areale freddo, che necessita quindi di maggiori attenzioni in stagioni vegetative più fresche.

Stazione	T mean ripening (Jackson)	Macroaree vite
Darfo	16,3	$\alpha < 16^{\circ}\text{C}$
Capo di Ponte	14,6	$\beta \geq 16^{\circ}\text{C}$
Edolo	14,0	

Tabella 1.2/1: Dati riferiti alla classificazione climatica fornita da Jackson.

Rilevamento dati metereologici:

I dati metereologici sono stati forniti dalle stazioni meteo di ARPA Lombardia situate a Darfo, Bienno, Capo di Ponte, Cevo e Edolo e nella tabella 1.2/1 sono indicate la quota sul livello del mare e le coordinate della loro posizione all'interno del territorio.

Stazione	Quota	Lat	Long
Darfo	222	45,87460211	10,17735681
Bienno	501	45,94555082	10,28693769
Capo di Ponte	362	46,02656354	10,34250261
Cevo	905	46,08055084	10,37777477
Edolo	699	46,17572375	10,33339294

Tabella 1.2/1: Localizzazione spaziale delle stazioni Meteo ARPA Lombardia.

Temperatura:

Per quanto riguarda le temperature, risalendo la valle si assiste a una **progressiva diminuzione** delle temperature, sia massime che minime, (tabella 1.2/2). Le uniche eccezioni si riscontrano nella zona meridionale più prossima al lago d'Iseo e più a nord a livello della piana di Malonno. (Fonte: Guido Nigrelli, 2008).

Nel primo caso si assiste a un **effetto di mitigazione** dovuto alla presenza del lago, che permette la creazione di brezze lacustri che durante la mattina spirano da nord, mentre nel pomeriggio e sera risalgono da sud. Questo contribuisce ad abbassare di qualche grado le temperature massime primaverili ed estive, tendendo anche a diminuire il caldo afoso tipico del nord Italia. Mentre, nei mesi freddi e nelle ore notturne, il lago cederà parte del suo calore accumulato durante il giorno all'aria, mantenendo una temperatura leggermente più alta.

Questo fenomeno è dovuto alla rilevante massa d'acqua del lago, che tende a scaldarsi e raffreddarsi più lentamente rispetto al suolo e all'aria, mitigando così l'effetto delle temperature massime e minime, mantenendo un'escursione termica inferiore a 14°C. (Paolo Ferrario, 2009).

Nel secondo caso, a livello della piana di Malonno, si assiste a una diminuzione delle temperature minime, specie di quelle invernali, più basse anche delle zone successive poste a una quota maggiore. Questo è causato da uno **stazionamento dell'aria fredda** proveniente dalla strozzatura di Forno d'Allione negli strati più vicini al suolo. (Fonte: Guido Nigrelli, 2008).

Cevo presenta delle temperature, sia massime che medie che minime, più basse nonostante si trovi più a sud di Edolo. Fattore dovuto sia all'elevata quota della stazione meteo (905 s.l.m.) che alla discesa di venti freddi provenienti dai versanti a monte, in quanto questa è localizzata al disotto delle vette che conducono al ghiacciaio dell'Adamello, comportando così un calo dei valori termici.

Stazione	Piovosità media	T medie	T max	T min
Darfo	1196	13,6	19,1	9,2
Bienno	1083	13,2	17,4	4,5
Capo di Ponte	1103	11,9	18,3	6,7
Cevo	1250	9,8	14,5	6,3
Edolo	1035	11,3	16,9	6,7

Tabella 1.2/2: Dati meteo stazioni ARPA Meteo Lombardia, rilevati nel periodo 2009 - 2018

Vento:

Un particolare fenomeno che viene riscontrato in particolar modo a ridosso della catena alpina e quello del **favonio o föhn**.

Avviene quando una massa d'aria in movimento incontra un rilievo montuoso e cerca di superarlo risalendo il versante sopravvento. Si manifesta il **gradiente termico verticale adiabatico saturo**, ovvero l'aria diminuisce di circa 1 °C ogni 100 m, sia a causa dell'aumento di quota

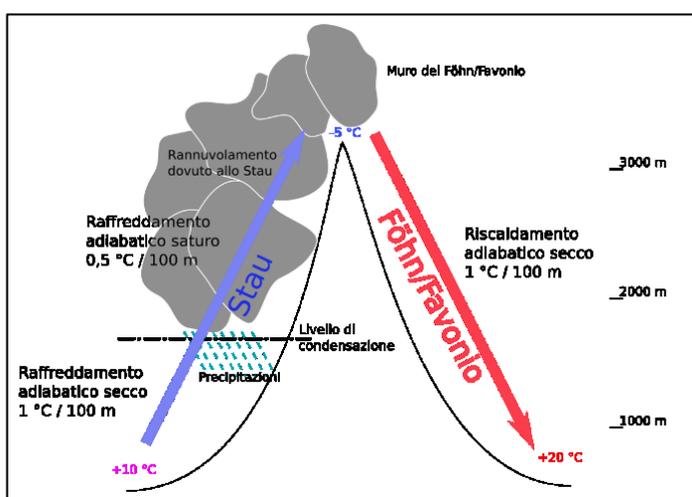


Fig. 1.2/1: Modello illustrativo della formazione del favonio. (Fonte: Mauro Carta, 2002).

che per la sua espansione dovuta alla diminuzione della pressione atmosferica. Se la massa d'aria in risalita è umida, ad un certo punto si raggiunge la saturazione e l'umidità viene persa attraverso la sua condensazione, raffreddandosi più lentamente (circa 0,6 °C ogni 100 m).

Non appena la massa d'aria scavalca la montagna e discende di quota lungo il versante sopravvento,

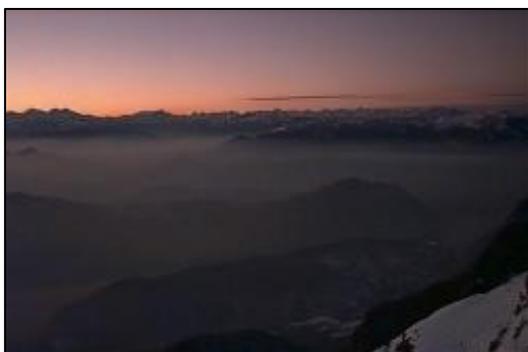


Fig. 1.2/2: L'alba di una mattina al Monte Generoso in Svizzera. Notate i banchi di nebbia nelle vallate sottostanti, mentre in quota l'aria è decisamente più secca perché spira il Favonio. (Fonte: Mauro Carta, 2002).

la sua temperatura aumenta di circa 1 °C ogni 100 m, per via del **gradiente termico verticale adiabatico secco**. (Mauro Carta, 2002).

La presenza della catena alpina, con il suo alto crinale permette questa condizione, portando a dei cambiamenti a livello termico molto più evidenti nel settore settentrionale della valle, ma capaci anche di influenzare le temperature di tutto il tratto prealpino fino alla parte iniziale della Pianura Padana.

Soprattutto durante il periodo invernale gli sbalzi termici da un giorno con l'altro vengono percepiti maggiormente, portando ad un aumento anche superiore a 10°C. La variazione viene mantenuta per tutta la durata dell'evento che, se persiste per diversi giorni, può compromettere le temperature medie del periodo e influenzare lo sviluppo vegeto-produttivo della vite.

Non sono mai venti di particolare intensità. Infatti, le rilevazioni sull'anemometria della Valle Camonica riportano pochi casi in cui la velocità del vento è risultata particolarmente elevata, mentre, al contrario, nella maggior parte delle osservazioni si è mantenuta al di sotto dei 2 m/s. Un altro fattore importante è senz'altro la direzione prevalente della ventosità. Questa segue principalmente l'orientamento della vallata, nord-est sud-ovest, con una predominanza dei venti provenienti da nord-est.

Precipitazione:

Analizzando le precipitazioni ricavate dalle stazioni pluviometriche (tabella 1.2/3), si riconosce un **regime pluviometrico di tipo continentale**. Esso è caratterizzato da massimi di pioggia mensili che si verificano nel periodo estivo ed estivo-autunnale e minimi in quello invernale. Le particolarità di questo regime consentono sempre una sufficiente disponibilità idrica anche nel periodo estivo, che non provoca mai periodi di siccità nonostante le temperature più elevate.

Di rilevante importanza **la distribuzione della quantità media annua di precipitazione** all'interno della Valcamonica, che indica come le quantità siano più abbondanti nella bassa valle allontanandosi sempre di più dal fiume Oglio risalendo le montagne limitrofe. Infatti, a Cevo la precipitazione media annua è maggiore rispetto che a Darfo, a causa della sua posizione che è molto più spostata rispetto al fiume Oglio e più vicina al versante della montagna, nonostante si trovi più a nord di Darfo.

Stazione	Piovosità media	T medie	T max	T min
Darfo	1196	13,6	19,1	9,2
Bienno	1083	13,2	17,4	4,5
Capo di Ponte	1103	11,9	18,3	6,7
Cevo	1250	9,8	14,5	6,3
Edolo	1035	11,3	16,9	6,7

Dati meteo stazioni ARPA Meteo Lombardia, rilevati nel periodo 2009 - 2018

Tabella 1.2/3

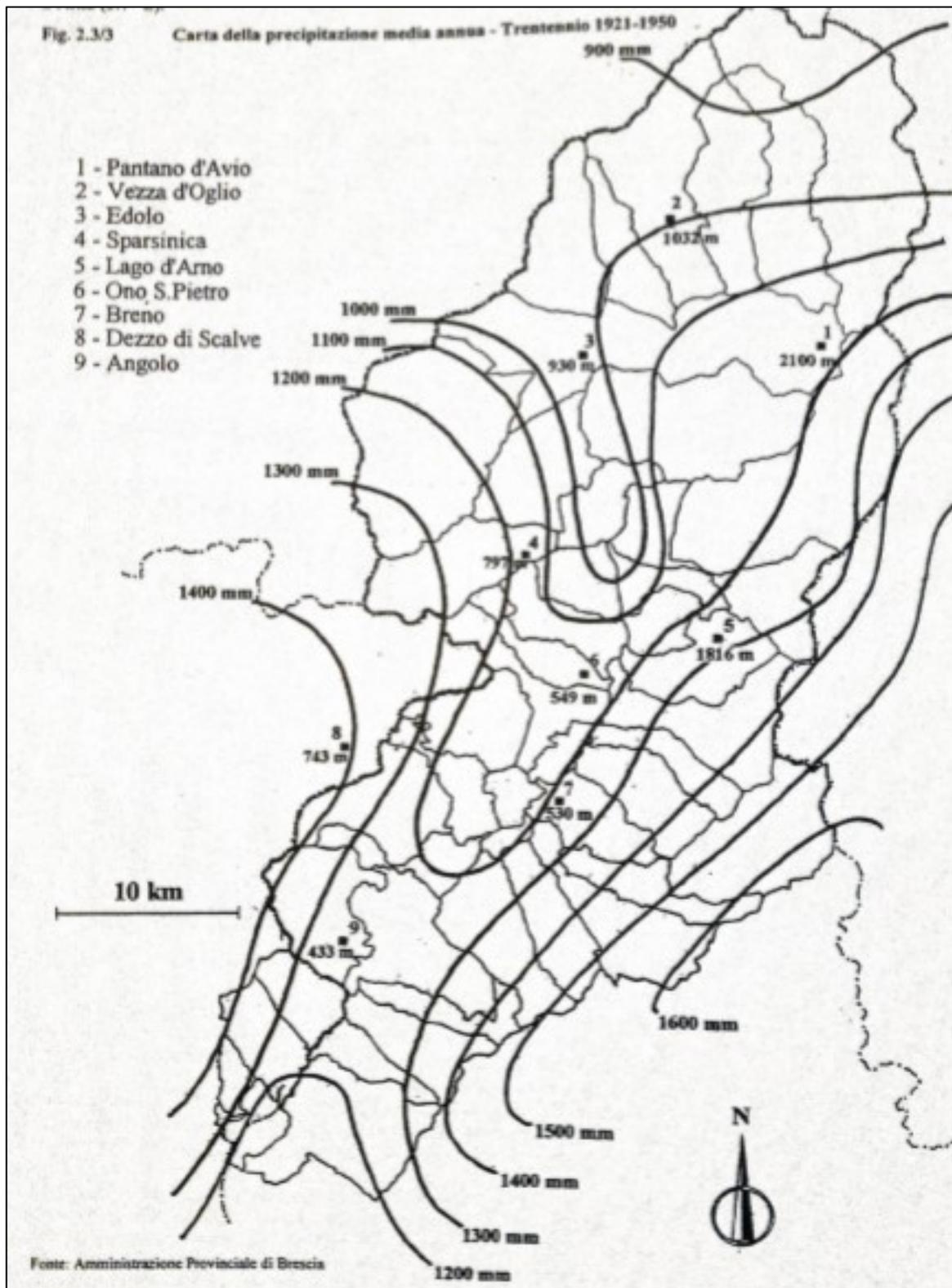


Fig. 1.2/3: Carta della precipitazione media annua nel trentennio 1921 – 1950. (Fonte: F. Lucchini, 1996).

1.3 STORIA DELLA VITICOLTURA NELLA VALCAMONICA.

La viticoltura:

La Valcamonica iniziò a essere popolata verso la fine del Paleolitico superiore, circa 15.000 anni fa, quando le condizioni climatiche consentirono di sopravvivere anche in questo territorio. L'uomo da subito sfruttò le potenzialità di questo territorio coltivando diversi prodotti sia per uso umano che zootecnico.

La viticoltura ebbe il suo avvio in età romanica, ma subì uno sviluppo maggiore nel periodo del Basso Medioevo, tra il 1001 e il 1321 d.C., area di privilegio dei ceti ecclesiastici come patrimonio delle pievi e delle famiglie nobili. Rappresentavano sin d'allora una significativa risorsa economica e rivestivano un ruolo considerevole anche sotto il profilo paesistico. La vite era diffusa lungo i terrazzamenti (chiamati "ruc" in dialetto camuno) dei terreni più soleggati, con una forma di coltivazione particolarmente alta che raggiungeva i 2.5 – 3m. di altezza, andando a creare con lo sviluppo vegetale una sorta di tendone più o meno fitto (Fig. 1.3/1). Era considerata una coltivazione di **sussistenza** dove al di sotto di essa venivano coltivate altre colture più apprezzate e redditizie, come le patate, i cereali, foraggere oppure sfruttato come prato permanente per il pascolamento degli animali allevati, consentendo loro anche una zona di riposo ombreggiata. (Fonte: *Flocchin, et al., 2014*).

Oltre a fornire queste funzioni, la vite veniva anche utilizzata per la produzione di uva e vino, ma solo ad uso esclusivamente familiare, in quanto veniva vista come una coltura meno redditizia anche se quasi tutte le famiglie la possedevano.

Dal 1100 si riscontrarono condizioni migliori per lo sviluppo della vite, ma solo dal 1500 in poi, sotto il dominio della Repubblica di Venezia, si ebbe un forte **rilancio della viticoltura** con la crisi delle attività manifatturiere e mercantili, visto che questa forniva una ricca fonte di guadagno attraverso il pagamento delle tasse. Questo grande progresso si interruppe quando, nel 1567, si manifestò una forte e inspiegata **moria** di tutte le viti, che comportò una crisi dell'intera produzione di vino. Tracce di questo evento vennero ritrovate all'interno dei testi di Padre Gregorio di Valcamonica, dove descrisse



Fig. 1.3/1: Antica forma di allevamento chiamata "Opol" adoperata in Valcamonica.

questa catastrofe che colpì **esclusivamente la Val Camonica** senza toccare le altre grandi vallate confinanti, senza però riuscire a individuare la vera causa che comportò questo calo produttivo.

Dopo qualche decennio di ripresa, nel 1705, si assistette a un forte cambiamento climatico che investì tutto il vecchio continente, con un abbassamento delle temperature che cancellarono la coltivazione della vite nel nord Italia e in tutta l'Europa centro-settentrionale. In Valcamonica scomparirono tutti i vigneti che si trovavano a nord di Edolo, e quelli a sud ma a quote elevate. Particolari danni furono registrati anche nei vigneti situati nei comuni di Cemmo, Berzo Demo, Sonico e Cedegolo, mentre quelli situati nelle zone più esposte al sole e nella medio-bassa Valcamonica riuscirono a resistere. (Fonte: Brunetti M. et al, 2006).

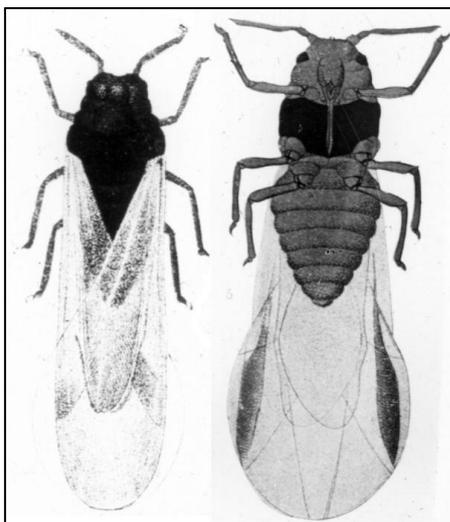


Fig. 1.3/2: La fillossera della vite, rispettivamente parte dorsale a sinistra e parte ventrale a destra.

Gli anni dell'800 verranno ricordati come gli anni delle malattie e avversità della vite, causate dall'arrivo prima dell'Oidio (1851), della Peronospora, (1881) e infine della fillossera (1887), che fecero crollare la produzione in tutto il vecchio continente compresa la Valcamonica. In maniera particolare la fillossera mise in difficoltà l'intera viticoltura europea. Il **patogeno** (Fig. 1.3/2) è un insetto di origine americana, appartenente all'ordine degli Homoptera, della famiglia degli phylloxeridae, che, con il suo apparato boccale, punge le radici della Vitis vinifera, creando delle galle tumorali che portano alla morte della pianta. Ebbe un'elevatissima proliferazione in tutta Europa nell'arco di poco tempo, causando la moria generale di tutte le viti

europee. Il problema venne risolto solo quando si scoprì che le viti di origine americana, rispettivamente: Vitis berlandieri, Vitis riparia e Vitis rupestris, risultavano resistenti alle punture di questo insetto sulla loro parete ipogea, ma al contempo sensibili su quella epigea. Si cercò quindi di innestare la vite europea, V. vinifera, su piede americano, in modo tale da avere delle nuove piante in grado di resistere agli attacchi della fillossera in ogni suo apparato e garantire la coltivazione in ogni parte del mondo. Fu questo il momento in cui la Valle Camonica si aprì alla coltivazione delle varietà provenienti dalla Francia, principalmente Merlot, Cabernet, Pinot nero e di origine italiana come il Marzemino, trascurando quella dei vitigni autoctoni. Vennero introdotti anche vitigni a bacca bianca, quali Incrocio Manzoni, Riesling renano, Chardonnay. Vennero parzialmente abbandonate le classiche varietà rosse, coltivate e trasformate in vino per autoconsumo, su cui la viticoltura camuna si era basata fino a poco tempo prima. (Fonte: Brunetti, M., et al., 2009).

Dagli anni 50 agli anni 80, il boom economico spinse numerosi agricoltori e soprattutto i figli di agricoltori a cercare lavoro nelle città, le quali, con le attività industriali, offrivano occupazioni meno

faticose e più redditizie, abbandonando così la campagna. Oggi la superficie vitata coltivata è di circa 140 ha, mantenuta da oltre 500 viticoltori, costituiti dai lavoratori delle principali cantine della zona produttrici di vino camuno, e da pensionati o cittadini che nel loro tempo libero si impegnano a curare i loro vigneti.

Il vino

Odiernamente la Val Camonica con il suo grande areale e l'elevata variabilità ambientale, offre numerosi prodotti agro-alimentari, tra i quali anche il vino. Creando un business in grado di sostenere sia la domanda interna della valle, ma anche di espandere la vendita al di fuori della provincia. Non solo sul mercato domestico, ma anche all'estero, tramite esportazioni soprattutto negli stati orientali o americani. Inoltre, sotto l'aspetto turistico, la filiera enologica camuna, negli ultimi periodi, sta attirando sempre più persone condizionando anche le loro mete di viaggio e di alloggio. *(Fonte: Flocchini E. et al., 2014).*

Nel 2003 viene istituito il consorzio IGP Vallecamonica che ha permesso, anche grazie a successivi miglioramenti e diverse iniziative imprenditoriali sostenute dalla Comunità Montana di Valle Camonica, di sviluppare un'intensa attività agricola su tutto il territorio. Dal 2014 all'interno del consorzio sono iscritte **17 cantine** che ricevono l'uva da oltre **140 ettari** vitati distribuiti su tutto il territorio, trasformandola principalmente in IGT Valcamonica. Vengono prodotte in totale 45 etichette, in aggiunta allo spumante, prodotto solo da 5 aziende. L'estirpo dei vigneti si è completamente arrestato ed anzi, sono sempre più i casi di viticoltori camuni che acquistano diritti di reimpianto generati all'esterno dalla Valle Camonica. Sono stati recuperati numerosi terrazzamenti con la ricostruzione dei muretti a secco di sostegno e la manutenzione di molte strade agricole e silvopastorali ormai abbandonate. Pratiche interessanti vengono effettuate specialmente nella zona della bassa valle, dove si vede la necessità di attuare una sistemazione del terreno a causa di elevate pendenze. Si ottennero così indubbi benefici sia in termini di prevenzione dal dissesto idrogeologico, che verso il recupero paesaggistico, dei valori tradizionali e innovativi del vino.

Le cantine aderenti sono: Cantina AGRICOLA COOP. ONLUS; Cantina AGRICOLA VALLECAMONICA; Cantina BIGNOTTI; Cantina CASCINA CASOLA; Cantina CONCARENA; Cantina FLONNO; Cantina FOPPOLI; Cantina I NADRE; Cantina LA COSTA; Cantina LA MURACA; Cantina MONCHIERI; Cantina ROCCHIE DEI VIGNALI; Cantina SCRALECA; Cantina LE TERRAZZE; Cantina TERRE DI ERBANNO; Cantina TOGNI-REBAIOLI; Cantina ZANETTA. *(Fonte: Flocchini E. et al., 2014).*

Tra i vitigni impiegati quelli che risultano essere maggiormente coltivati sono:

- Merlot e Marzemino, per i vitigni a bacca nera;
- Muller Thurgau, Incrocio Manzoni e Riesling Renano per quelli a bacca bianca;
- Valcamonec, Erbanno e Sebina, che sono dei vitigni autoctoni dislocati nell'intero territorio, ma che purtroppo stanno scomparendo.

All'interno del territorio si possono distinguere tre zone viticole principali:

- **La zona del conoide della Concarena**, comprendente i comuni di Sellero Capo di Ponte, Ono San Pietro, Cerveno, Losine, Ceto, Breno, Niardo e Braone con un'estensione di 59,41 ettari.
- **La zona della Val Grigna**, che racchiude i comuni di Bienno, Berzo Inferiore, Esine, Cividate Camuno, Malegno, con una superficie vitata di 56 ettari.
- **La zona più a sud**, caratterizzata dai classici terrazzamenti della bassa valle, includente i comuni di Piancogno, di Darfo Boario Terme (Gorzone, Erbanno, Angone), di Angolo Terme, Gianico ed Artogne; ricoprendo 26,80 ettari. (*Fonte: Flocchini E. Milani L., 2014*).

I fondamenti che hanno portato a questo sviluppo.

Nel corso degli ultimi anni questo nuovo forte interesse verso il ritorno alla campagna e alla produzione di uva e vino non accenna a diminuire, richiamando sempre più imprenditori a investire su questo territorio. È possibile attribuire questa attrazione **all'areale freddo** in cui è collocata la Valcamonica. Offre una lenta crescita vegetativa e graduale maturazione delle bacche che riescono a preservare gli aromi varietali, per poi ritrovarli nel vino finito. I prodotti realizzati possono essere di particolare pregio, in quanto si tratta di vini giovani, mostranti una certa delicatezza, leggero tenore acidico e portatori di aromi e gusti morbidi. L'aumento progressivo della produzione è stato aiutato anche dal miglioramento genetico che ha permesso di ottenere delle cultivar resistenti, non solo alle principali crittogame della vite, ma anche al freddo, permettendo alla vite di raggiungere i 900 metri di altitudine. Si ottenne quindi un aumento della superficie vitata, occupando vecchi pascoli di bassa quota o aree degradate, con l'inserimento di queste nuove varietà. Oltre al paesaggio, ne beneficiarono anche i produttori, direttamente tramite una diminuzione dei costi di gestione. Infatti, queste peculiarità indotte garantivano una diminuzione degli interventi fitosanitari durante l'anno, con progressiva diminuzione dell'impatto ambientale causato dagli agrofarmaci. Questo rappresenta un grande punto a favore della possibilità di aprirsi a una gestione biologica, ricavandone così i benefici economici e offrendo al consumatore un vino particolare, più rispettoso dell'ambiente e che non accusa carenze qualitative.

1.4 STUDIO DELLA ZONAZIONE PER PERMETTERE UNO SVILUPPO DELLA VITIVOLTURA.

Tutti gli ambienti, in particolar modo quelli vasti, presentano numerose variazioni pedo-climatiche, capaci di diversificare quasi completamente zone limitrofe, rendendole solo apparentemente simili. Si tratta quindi di numerose combinazioni di fattori con un'elevata mutevolezza caratteriale, tale da imporre la necessità di uno studio più approfondito, volto a individuare quale varietà è in grado di fornire la migliore produzione, sotto l'aspetto quanti-qualitativo, se inserita all'interno uno specifico areale.

Gli elementi caratterizzanti tali habitat possono essere di **natura statica**, che racchiude le condizioni climatiche e tutte le proprietà fisico, chimiche e microbiologiche del suolo. Oppure di **natura dinamica**, che comprendono la temperatura del terreno, l'approvvigionamento idrico, il livello nutrizionale del suolo, la predisposizione a rilevare particolari parassiti o patogeni tipici della pianta. I fattori statici vengono monitorati durante gli studi e le successive suddivisioni e aree di indagine, ottenendo al termine un risultato definitivo. Mentre quelli dinamici richiedono continui monitoraggi e registrazioni nel tempo, comportando però diversi costi, in termini economici e di disponibilità di risorse umane. Sono tutte peculiarità che variano sia nel tempo che nello spazio e vengono ritenute le principali **responsabili delle diverse prestazioni quanti-qualitative** riscontrate nella produzione. *(Fonte: Brancadoro et al. 2006).*

Come descritto nei capitoli precedenti, la Valle Camonica è un **territorio molto vasto e diversificato sotto molti punti di vista**. Basti pensare all'altimetria, la quale riporta grande eterogeneità di quota, da 200 a oltre 1000 metri, in nemmeno 100 km di lunghezza. Ciò comporta che oltre il 50% delle superfici coltivate sono ubicate in zone dove la clivometria mostra delle pendenze superiori al 30%, con scarsa o nulla possibilità di meccanizzazione, rendendo più difficoltosi gli spostamenti e svolgere le pratiche agronomiche. Questa particolarità è accompagnata anche da differenze pedologiche osservate su tutto il territorio, causate della diversa natura di formazione di un particolare suolo, che gli dona elementi distintivi da altri ubicati nel raggio di pochi chilometri o addirittura di qualche centinaio di metri. Incidendo anche tutto l'aspetto climatico che porta da ambienti mitigati dal clima lacustre a quelli con un profilo alpino o continentale freddo.

Sono tutti fattori che comportano la mancata possibilità di collocare una particolare cultivar in uno specifico areale. Obbligano dunque a realizzare dei **modelli viti-enologici** che consentano una sostenibilità sotto il punto di vista economico, sociale ma anche ambientale, con quest'ultimo che, in particolar modo, continua ad assumere sempre più rilevanza e importanza, creando maggiori difficoltà sulle scelte gestionali attuabili in concomitanza con il rispetto dei limiti e dei vincoli legislativi e sociali.

Per ottenere questo obiettivo, si intende **sviluppare un'indagine di Zonazione Viticola** che, attraverso lo studio dell'interazione vitigno-ambiente, identifichi le differenti vocazionalità. Lo scopo finale sarebbe quello di definire, in modo appropriato e scientificamente provato, le più idonee strategie agronomiche ed enologiche per ciascuna delle aree vocazionali che vanno a costituire l'IGP Valcamonica.

Queste attività di zonazione sono state effettuate su tutto il territorio viticolo lombardo. I risultati ottenuti da queste indagini consentono tutt'ora ad un determinato territorio di potersi sviluppare in maniera coerente con le potenzialità dell'areale nel quale si trova. Si lavora quindi per la qualità, la tradizione, la tipicità e la salvaguardia della viticoltura e, al contempo, nel rispetto dell'ambiente e del paesaggio, puntando a ottenere ripercussioni benefiche anche sul turismo sostenibile che appare sempre più interessato a scoprire i valori tipici della Valle Camonica. *(Fonte: Flocchini E. et al., 2014).*

L'identificazione di queste unità vocazionali consiste in un'innovazione gestionale, che permetterà la realizzazione di modelli viti-enologici specifici per la Valcamonica, ma attribuibili anche agli altri ambienti di tutta l'area alpina mostranti le medesime caratteristiche. Particolare importanza verrà conferita ai vitigni di recente introduzione, i quali, capaci di **manifestare resistenze** contro le principali malattie fungine della vite, saranno in grado di offrire, un grosso contributo alla sostenibilità di questa coltura in quei areali dove la coltivazione della vite è particolarmente ardua. Per permettere questi benefici, però, queste nuove varietà dovranno essere gestite correttamente. Infatti, sarà necessario eseguire un numero minimo di trattamenti fitosanitari annuali, preferibilmente nei momenti più critici, per mantenere duratura nel tempo la capacità coriacea del vitigno.

Si potrà inoltre definire maggiormente l'identità della vitivinicoltura camuna, ampliando il discorso anche alla Valtellina e le vallate trentine o altoatesine, individuando al meglio le potenzialità dei vitigni realmente utilizzabili in aree prima considerate marginali, le quali presentano già oggi alcuni modesti investimenti vitivinicoli con interessanti risultati. *(Fonte: Failla O., 2004).*

Un altro punto di interesse è sicuramente **l'aspetto maturazione**, che presenta differenti durate sia a causa delle caratteristiche climatiche che della varietà utilizzata. Infatti, uno degli obiettivi principali della localizzazione di unità vocazionali è quella di individuare delle aree dove la potenzialità qualitativa delle uve risulta abbastanza costante. La maturazione dell'uva è un concetto comprendente diversi indici:

- **Qualità tecnologica**, comprendente grado zuccherino e di acidità;
- **Qualità aromatica**, comprendente composti aromatici varietali;
- **Qualità fenolica**, comprendente livelli di antociani e tannini;
- **Qualità fisiologica**, data dal grado di maturazione della bacca che influenza il prelevamento delle componenti antocianiche e tanniche presenti rispettivamente nella buccia e nei vinaccioli.

Anche le caratteristiche fisiologiche varietali come il germogliamento, la crescita vegetativa e il tempo di fioritura sono in grado di influenzare l'inizio della maturazione. Il corso termico primaverile e lo stato idrico della vite possono invece controllare l'avvenimento della fioritura e dell'invasatura, anticipando o posticipando la raccolta. In particolar modo questi ultimi due sono da considerare delle variabili guida nella determinazione dell'epoca di maturazione, che la pongono al centro della suddivisione territoriale. *(Fonte: Failla et al. 2006 Terroir).*

1.5 IL PROGETTO DI ZONAZIONE PER VALCAMONICA

Dal 2019 è partito un progetto che consentirà di individuare quelle che sono le diverse zone a vocazione viticola in Valcamonica, collocandole all'interno di unità pedo-paesaggistiche distinte. L'obiettivo è quello di ottenere, in 3 anni, una mappatura dettagliata del territorio sotto l'aspetto geo-litologico, termico e pluviometrico. Verranno appositamente scelti dei vigneti guida, tra quelli maggiormente presenti nella viticoltura camuna, che forniranno numerosi dati sulla loro espressione quanti-qualitativa nelle diverse località.

I risultati ottenuti nel corso del triennio verranno interpolati tra di essi, con l'intento finale, di individuare la corretta collocazione di una particolare cultivar all'interno di uno specifico areale, dove questa offrirà la migliore produzione ricavabile.

Non si tratta di un progetto che imporrà ai viticoltori camuni di introdurre nei loro terreni una varietà piuttosto che un'altra, ma concederà l'opportunità di compiere delle scelte gestionali all'interno delle proprie aziende, cercando di valorizzare e tutelare la produzione del vino IGT Valcamonica e di ridurre al minimo i costi di produzione, portando sempre più attenzioni all'intero territorio camuno.

2. MATERIALI E METODI

2.1 LE UNITA' DI PEDO-PAESAGGIO

L'obiettivo della zonazione prevede una individuazione iniziale di **unità di pedo-paesaggio preliminari**, riportanti le caratteristiche basilari sotto il profilo litologico e geomorfologico per ognuna delle località. Lo scopo è quello di ottenere una classificazione delle diverse zone utilizzate nella coltivazione sotto l'aspetto territoriale.

La valutazione è stata effettuata tramite rilevazioni sull'aspetto litologico, tipologia di deposito caratterizzante il suolo, classificazione litologica con identificazione della propensione acida o basica del substrato, l'altitudine, l'esposizione e la pendenza media.

2.2 GLI INDICI BIOCLIMATICI

Attraverso i dati forniti dalle capannine meteo di ARPA Lombardia, è stato inoltre possibile calcolare degli **indici bioclimatici** influenti sull'attività vegeto-produttiva della vite. Questi permettono di valutare l'andamento meteorologico delle diverse località, consentendo di confrontare tali valori con le espressioni vegetative e fisiologiche della pianta e qualitative dell'uva.

Gli indici:

I principali indici bioclimatici trattati sono 3; Huglin, Winkler, Cool Night Index, basati sullo studio dei dati meteorologici degli ultimi 10 anni. In aggiunta sono state calcolate le temperature medie nei mesi compresi tra novembre e marzo, considerando la dormienza della vite in relazione al fabbisogno di caldo.

- **WINKLER**

Illustra quella che è la **sommatoria dei gradi-giorno** (GDD, Growing Degree Days), ottenuti dalle rilevazioni meteorologiche delle temperature dell'aria superiori a 10°C, comprese dal 1° aprile al 31 ottobre. La formula è la seguente:

$$GDD = \sum_4^{10} \max \left[\left(\frac{T_{\min} + T_{\max}}{2} - 10 \right); 0 \right]$$

Dove:

- T_{\max} = temperature massime giornaliere;
- T_{\min} = temperature minime giornaliere.

Nel caso in cui la temperatura registrata è inferiore a 10°C, questa viene calcolata come 0.

- **HUGLIN**

Viene anche definito **indice eliotermico**, ed è composto da due componenti. Il primo composto dal coefficiente “ d ” che determina la lunghezza delle ore di luce in base alla latitudine. Il secondo esprime un calcolo della componente termica, stimata durante il periodo medio di attività dei processi metabolici della vite. In sostanza legge quello che è il potenziale eliotermico in riferimento all’intervallo biologicamente accettabile della pianta.

Fornisce un’indicazione qualitativa dell’uva, rilevando il potenziale zuccherino che può essere raggiunto dalla varietà tramite la sommatoria delle temperature di riferimento.

La formula che racchiude l’indice eliotermico di Hugin è:

$$HI = \sum_{01.04}^{30.09} \frac{[(T - 10) + (T_x - 10)]}{2} d$$

Dove:

- T = temperatura media;
- T_x = temperatura massima;
- d = coefficiente di durata delle ore di luce, compresa tra 1.02 e 1.06.

Per la nostra latitudine il coefficiente vale 1.04 e tende ad aumentare quanto ci si sposta verso nord e viceversa. (Fonte: E. Cordano et al, 2015).

- **COOL NIGHT INDEX**

È l’indice di riferimento della **variabilità della freschezza notturna** che tiene conto della media delle temperature minime durante il mese di maturazione, con effetti visibile nei mesi successivi. Lo scopo di questa valutazione è quello di individuare il potenziale qualitativo delle diverse regioni viticole, interpolandole con la quantità e la persistenza delle acidità, dei metaboliti secondari, quali polifenoli e aromi dell’uva.

La formula che permette il calcolo del cool night index è:

CI= MEDIA DELLE TEMPERATURE MINIME NOTTURNE, IN °C, DEL MESE DI SETTEMBRE (nell’emisfero settentrionale)

Più questa variazione termica notturna è mite, più vengono mantenute nel tempo le espressioni qualitative del prodotto.

Questo valore, combinato con l'indice di Huglin, permette un'accurata descrizione delle regioni climatiche, correlata alle diverse condizioni eliotermitiche durante il ciclo vegetativo dell'uva e alla variabilità della freschezza notturna nel periodo di maturazione. (*Fonte: Tonietto J et al., 2004*)

- **TEMPERATURE MEDIE NOVEMBRE – MARZO**

Viene individuato un valore che deriva dalla misurazione delle temperature medie nel periodo compreso tra novembre e marzo. Consente di verificare che venga soddisfatto il **fabbisogno in caldo della pianta**, capace di influenzare l'avvio e l'andamento delle fasi fisiologiche.

Oltre alle temperature per il calcolo degli indici, sono stati raccolti, attraverso le capannine meteo ARPA Lombardia, anche i dati relativi alle precipitazioni medie annue nelle varie località. Utili ai fini dell'individuazione delle unità di pedo-paesaggio.

2.3 I VIGNETI GUIDA

Questo lavoro di determinazione degli indici bioclimatici e selezione di unità pedo-paesaggistiche, permette di scegliere dei **vigneti guida** all'interno dei quali vengono valutate le espressioni vegeto-produttive. Si è preferito utilizzare solamente i due principali vitigni coltivati nella Valcamonica, ovvero sono il Merlot e l'Incrocio Manzoni.

- **Merlot**

Varietà a bacca nera di origine francese. Presenta un ciclo vegetativo medio e buona fertilità basale. Conferisce un importante dato sulle temperature della zona, in quanto **le fasi fisiologiche vengono sfasate regolarmente nel tempo** a seconda delle caratteristiche climatiche, altro motivo per cui è stato preferito ad altri.

Le foglie adulte sono di dimensioni medie, suddivise in 3 lobi principali e di colore verde scuro. I grappoli sono generalmente 2 per pianta dal peso di 250 g l'uno, compatti e muniti di ala laterale, presenti sul 2° e 3° nodo. Gli acini sono sferici di colore blu intenso, con omogenea copertura di pruina.



Fase di germogliamento



Foglia adulta



Allegagione



Grappolo a maturità

Tabella. 2.2/1: Principali fasi fenologiche Merlot.

• **Incrocio Manzoni**

Vitigno a bacca bianca nato dall'incrocio tra Riesling Renano e Pinot Bianco, ottenuto dal dr. Giovanni Manzoni nel 1930.

Mostra un ciclo vegetativo breve con bassa vigoria, internodi corti e buona fertilità basale, che gli consente di **adattarsi bene alle zone con basse temperature**.

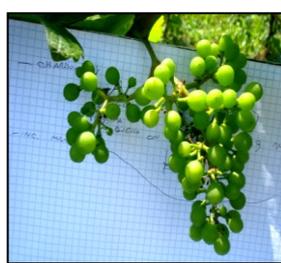
Le sue foglie adulte sono di piccole dimensioni, con marcata evidenza della suddivisione in 5 lobi. Presenta grappoli compatti di piccole dimensioni dal peso di circa 100-120 grammi ognuno. Ne sviluppa tipicamente 2 per tralcio, sul 2°-3° nodo, anche se in alcuni casi sul 4° anziché sul 3°. Gli acini in piena maturità sono sferici e di colore giallo ambrato, con buona deposizione di pruina.⁵



Fase germogliamento



Foglia adulta



Allegagione



Grappolo a maturazione

Tabella 2.2/2: Principali fasi fenologiche Incrocio Manzoni.

Analisi fonologica.

Le estrinsecazioni vegetative sono state verificate tramite indagini sul campo fatte sistematicamente dopo un certo numero di giorni. La valutazione è avvenuta tramite la **scala di misurazione BBCH**. Si tratta di un sistema decimale che permette di rilevare il susseguirsi degli stadi vegetativi nel corso dell'annata, dando un valore composto da 3 cifre:

- La prima indica la fase principale;
- La seconda una mesofase, riportante il momento della fase principale;
- La terza indica le fasi secondarie, che si succedono nelle mesofasi. (Fonte: Failla O et al., 2013)

Principale	Mesofase	Secondaria	Descrizione della fenofase	Valore BBCH
0	0	1	Inizio germogliamento: espansione dei germogli all'interno della gemma.	0-0-1
0	0	2		0-0-2
0	0	3	Fine del germogliamento: il germoglio è fuoriuscito ma non è ancora verde.	0-0-3
0	0	4		0-0-4
0	0	5	Fase di batuffolo: si intravede un batuffolo marrone.	0-0-5
0	0	6		0-0-6
0	0	7	Inizio esplosione del germoglio: punta verde del tralcio appena evidente.	0-0-7
0	0	8	Germoglio esploso: ampiamente visibile il tralcio verde.	0-0-8
0	0	9		0-0-9
1	0	0		1-0-0
1	0	1	Distensione e separazione evidente della prima foglia dal germoglio.	1-0-1
1	0	2	2 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-2
1	0	3	3 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-3
1	0	4	4 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-4
1	0	5	5 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-5
1	0	6	6 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-6
1	0	7	7 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-7
1	0	8	8 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-8
1	0	9	9 foglie distese e separate dal germoglio.	1-0-9
1	1	0	10 foglie distese e separate dal germoglio.	1-1-0
1	1	1	11 foglie distese e separate dal germoglio.	1-1-1
1	1	2	12 foglie distese e separate dal germoglio.	1-1-2
1	1	3	13 foglie distese e separate dal germoglio.	1-1-3
1	1	4	14 foglie distese e separate dal germoglio.	1-1-4
6	0	1	Inizio della fioritura: 10% dei fiori caduti.	6-0-1
6	0	2		6-0-2
6	0	3	Fioritura precoce: 30% dei fiori caduti.	6-0-3
6	0	6		6-0-6
6	0	7	70% dei fiori caduti.	6-0-7
6	0	8		6-0-8
6	0	9	Fine della fioritura.	6-0-9
7	0	0		7-0-0
7	0	1	Allegagione: le bacche iniziano a gonfiarsi e rimangono i fiori persi.	7-0-1
7	0	2		7-0-2
7	0	3	Le bacche aumentano di dimensioni (4 mm) e grappoli iniziano a stare sospesi.	7-0-3
7	0	4		7-0-4
7	0	5	Bacche a 7 mm.	7-0-5
7	0	6		7-0-6
7	0	7	Le bacche iniziano a toccarsi.	7-0-7
7	0	8		7-0-8
7	0	9	La maggior parte delle bacche si toccano.	7-0-9

8	0	0		8-0-0
8	0	1	Inizio invaiatura: le bacche diventano morbide.	8-0-1
8	0	2	Bacche cambiano colore.	8-0-2
8	0	3	12° Brix	8-0-3
8	0	4	15° Brix	8-0-4
8	0	5		8-0-5
8	0	6		8-0-6
8	0	7		8-0-7
8	0	8		8-0-8
8	0	9	Bacche pronte per la raccolta. Il livello di °Brix è in funzione della varietà	8-0-9
9	0	0		9-0-0
9	0	1	Fine raccolta: il legno cessa la sua maturazione.	9-0-1
9	0	2	Le foglie iniziano a cambiare il colore.	9-0-2
9	0	3	Inizia la caduta delle foglie.	9-0-3
9	0	4		9-0-4
9	0	5	Il 50% delle foglie è caduto.	9-0-5
9	0	6		9-0-6
9	0	7	Fine della caduta delle foglie.	9-0-7

(Fonte: Failla O et al., 2013)

Alcuni esempi di fasi fenologiche.

	
<p>000: Dormienza: germoglio marrone scuro rigido.</p>	<p>001: Inizio rigonfiamento: la gemma inizia ad espandersi.</p>
	
<p>003: Fine del rigonfiamento: gemma espansa ma non verde.</p>	<p>005: Stadio di lana: formazione di un batuffolo visibile.</p>

			
007 Inizio esplosione gemma: tralcio verde appena visibile.		009 Esplosione avvenuta: tralcio verde visibile.	
			
102: 2 foglie spiegate e separate dal tralcio.		107: 7 foglie spiegate e separate dal tralcio.	
			
601: Inizio fioritura: 10% dei fiori caduti.		609: Fine fioritura.	
			
701: Allegazione: le bacche iniziano a gonfiarsi e rimangono i fiori persi.	707: Le bacche iniziano ad avvicinarsi.	802: Le bacche cambiano colore.	809: Le bacche sono pronte per la raccolta.

(Fonte: Failla O et al., 2013)

Analisi qualitativa delle maturazioni delle uve.

Le espressioni produttive invece, sono state individuate con i livelli dei gradi Brix, contenuto di acidità totale e pH.

- **Il grado Brix** è un'unità di misura usata per identificare la concentrazione zuccherina nelle soluzioni e, all'interno del mosto, comprende l'insieme degli zuccheri glucosio e fruttosio. Per la sua determinazione è stato utilizzato il rifrattometro, uno strumento di misurazione ottica, che permette di verificare la concentrazione del grado zuccherino in soluzione nel mosto attraverso l'indice di rifrazione.
L'obiettivo è determinare il contenuto di saccarosio in 100 g di soluzione. Che fa base al contenuto di zucchero.
- **Il livello di acidità titolabile e pH** sono stati invece misurati rispettivamente con una titolazione con l'utilizzo della buretta e il pHmetro.
L'acidità titolabile fa riferimento al contenuto di acidi volatile, espressa in g/l di acido tartarico, escludendo quella fissa. Quest'ultima però, se rapportata a quella volatile, è molto limitata, dunque la sola titolazione offre un dato significativo. Titolazione eseguita con soda (NaOH) fino a innalzamento del pH a 7.
Si salifica tutto l'acido tartarico presente rendendolo misurabile e gli ml di NaOH titolati stabiliscono l'acidità totale. (*Fonte: Brancadoro L., 2017*).

Tutti i risultati ottenuti verranno infine inseriti all'interno del progetto di individuazione e interpretazione della vocazionalità del territorio, in riferimento all'annata 2019. Seguiranno poi nei 2 anni successivi altre rilevazioni e valutazioni dei risultati, delineando più precisamente le unità di pedo-paesaggio e l'aspetto climatico della Valcamonica, con l'obiettivo di valorizzare il settore viticolo-enologico camuno.

3. DISCUSSIONE DI RISULTATI

3.1 VALUTAZIONE DELLE UNITA' DI PEDO-PAESAGGIO.

Per recensire un'indicazione sulla vocazionalità della Valcamonica, sono stati inizialmente valutati tutti gli aspetti legati alla componente territoriale camuna, con l'intento di determinare delle unità di pedo-paesaggio preliminari.

Di seguito vengono riportate le considerazioni relative all'analisi delle carte geo-litologiche, delle esposizioni e delle pendenze della Valcamonica, con un'illustrazione della disposizione spaziale dei vigneti guida.

Analisi carta geo-litologica.

All'interno della Valcamonica l'origine di formazione dei suoli e le loro caratteristiche chimico-fisiche, possono largamente diversificare anche in aree molto circoscritte, imponendo a loro volta diverse scelte tecniche per la realizzazione di nuovi impianti.

Analizzando la carta geo-litologica si intuisce chiaramente che esistono notevoli divergenze tra nord e sud della Vallecamonica.

- **Sezione meridionale**

La parte meridionale presenta tre tipologie di terreno (Fig. 3.1/2). La prima, confinata nella zona limitrofa al Lago Moro, risulta essere composta da **roccia arenaria di origine effusiva**, che offre predisposizioni acide al terreno. Si tratta di un ambiente con un profilo del suolo sottile e povero di risorse nutritive, per via delle diverse componenti rocciose affioranti, ma alle quali la vite è in grado di adattarsi bene. La seconda fa riferimento alle zone di Erbanno, Angone e Piamborno, dove si riscontra la presenza di **calcere di formazione detritica**, costituito da uno strato selcifero unito a una marnea calcarea. Al contrario della parte sottostante che conferisce attitudini basiche al suolo. La terza parte viene collocata a livello della **piana alluvionale** di Cividate Camuno. È un terreno subacido, derivato dai depositi trasportati dall'Oglio nel corso delle sue esondazioni, offrendo maggiore spessore degli orizzonti e disponibilità idrica.

- **Sezione centrale**

Addentrando nella parte centrale, a sinistra della sponda orografica del fiume Oglio, ci si imbatte nei terreni appartenenti al comune di Berzo Inferiore, caratterizzati dalla presenza di calcare, il quale fornisce pH basici. Risalendo leggermente la valle ma sulla sponda opposta del fiume, è possibile analizzare la zona limitrofa al conoide della Concarena, comprendente i comuni di Losine, Cerveno, Ono S. Pietro e Capo di Ponte. È una vasta zona dove il

substrato, derivante dalla frammentazione del versante del monte Concarena, si mostra **ricco di calcare**, innalzando anche qui il pH del terreno.

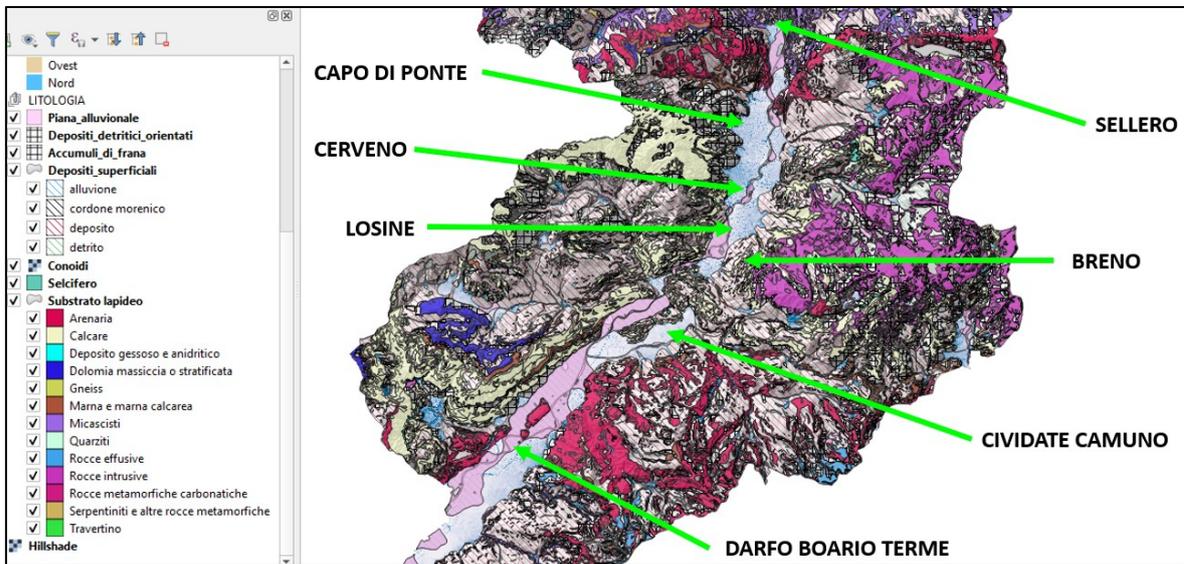


Fig. 3.1/1: Carta geo-litologica della Valcamonica, sezione centromeridionale.

- **Sezione settentrionale**

La porzione settentrionale (Fig. 3.1/2), comprendente i comuni da Sellero fino a Edolo, è caratterizzata dalla presenza di **macisti**, che concorrono nella realizzazione di un substrato acido. Deriva dalla deposizione detritica originata dall'attività di erosione provocata dell'avanzamento del ghiacciaio dell'Adamello.

Anche in questa sezione, però, è possibile rilevare la presenza di depositi alluvionali lungo le sponde del fiume Oglio.

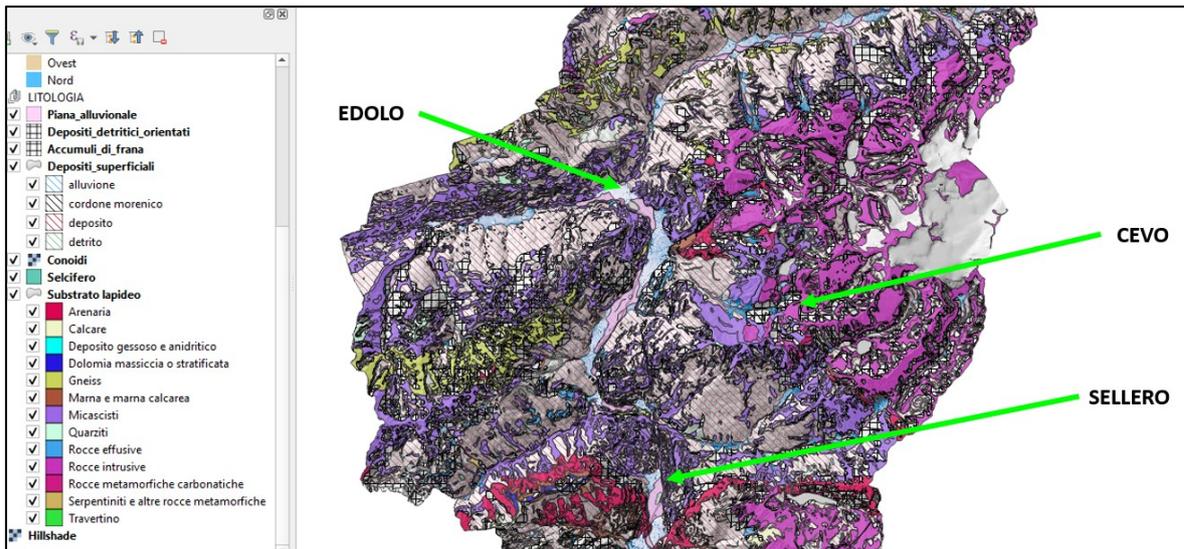


Fig. 3.1/2: Carta geo-litologica della Valcamonica, sezione centromeridionale.

Analisi carta geologica delle esposizioni.

La Valle Camonica è un areale prevalentemente montuoso, composto da numerosi versanti con diversi orientamenti. All'interno della mappa (Fig. 3.1/3) vengono identificate in blu i versanti esposti a nord, in giallo quelli a est, in rosso quelli a sud ed in marrone quelle a ovest.

Attualmente tutti i vigneti guida studiati in Valcamonica sono coltivati su terreni con **esposizione prevalente verso est – sudest**, fatta eccezione per quelli situati nel comune di Berzo Inferiore, che prediligono un'esposizione orientata a **ovest – sudovest**.

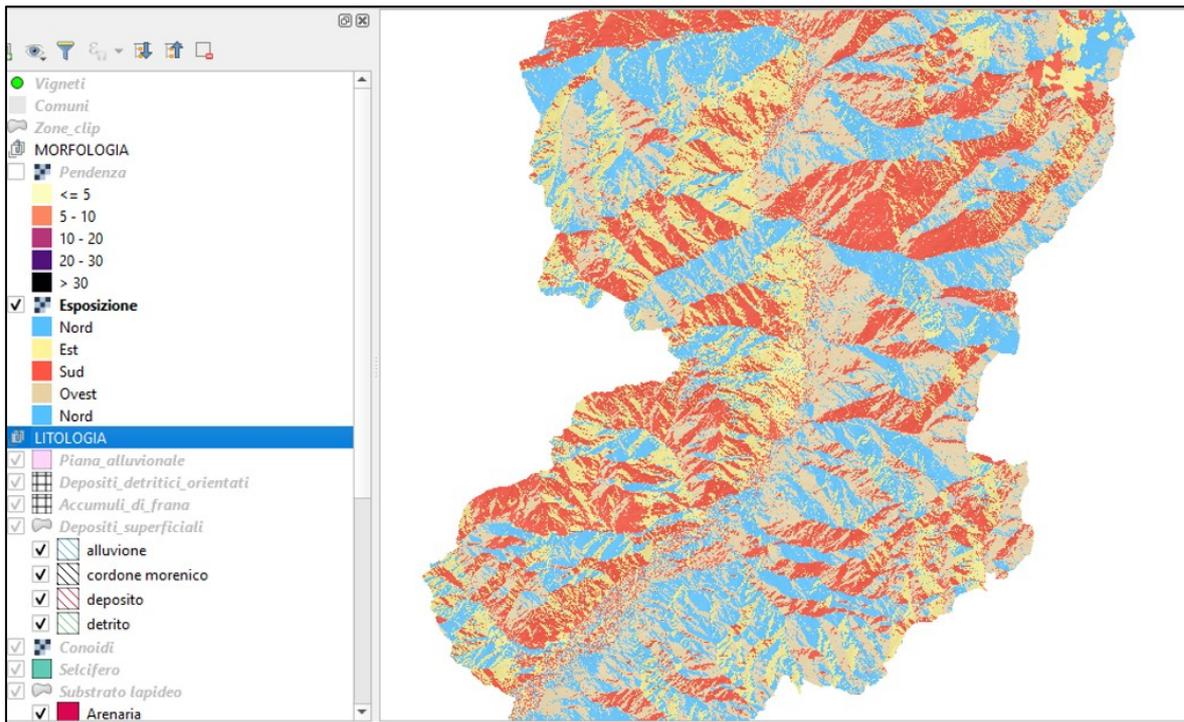


Fig. 3.1/3: Carta geologica delle esposizioni della Valcamonica.

La predilezione di queste tipologie di versanti è **fondamentale in ambito montano**, in quanto fornisce un elevato guadagno in termini di radiazione solare assorbita dalla pianta e dal terreno. Viene incrementata l'attività fotosintetica e velocizzati i processi fenologici, accelerando anche la maturazione. Inoltre, si crea un microclima leggermente più caldo, che preserva la pianta dalle basse temperature.

Per i suoli esposti ad est – sudest si segnala un ulteriore vantaggio, relativo a una maggiore crescita vegetativa. Durante le ore notturne la concentrazione di CO₂ nell'aria circostante alle foglie aumenta a causa della respirazione cellulare. Successivamente, con il sorgere del sole, si ha la ripresa dell'attività fotosintetica, che, con la grande abbondanza di CO₂ in atmosfera, permette che questa venga più facilmente catturata dagli stomi e trasformata in carboidrati per la pianta.

Durante i periodi invernali questi suoli vengono riscaldati con più facilità, garantendo la presenza di acqua libera nel suolo anche nei mesi più freddi.

Analisi Carta geologica delle pendenze.

Dal punto di vista clivometrico (Fig. 3.1/4a e Fig. 3.1/4b), in Valle Camonica diversi vigneti esaminati sono situati in zone di forte pendenza (25–30%), specialmente nella sezione meridionale nei comuni di Darfo Boario Terme, Erbanno e Piamborno. Urge quindi la necessità di realizzare dei

terrazzamenti per consentire la più comoda circolazione possibile all'interno dell'appezzamento e l'utilizzo dei macchinari agricoli, senza però deturpare l'habitat circostante.

Interpretando la mappa, si valuta come nelle altre aree di coltivazione analizzate le pendenze si sono mantenute al di sotto del 15%, sia nella parte centrale che settentrionale della valle, con anche delle superfici pianeggianti (< 5%) localizzate ai margini dell'argine del fiume Oglio.

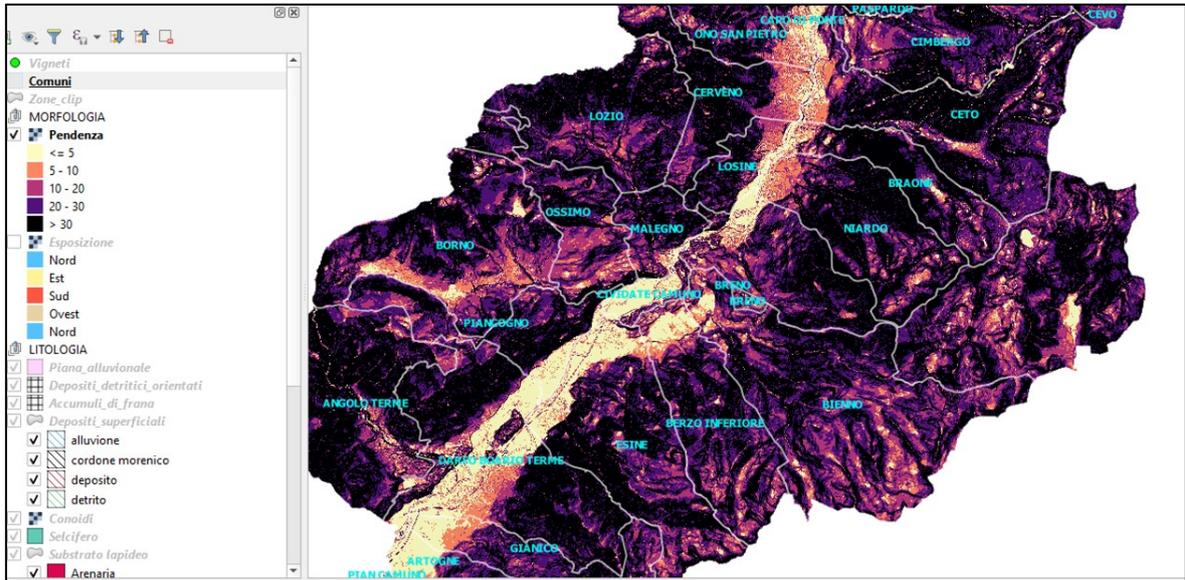


Fig. 3.1/4a: Carta geologica delle pendenze della Valcamonica, sezione centro-meridionale.

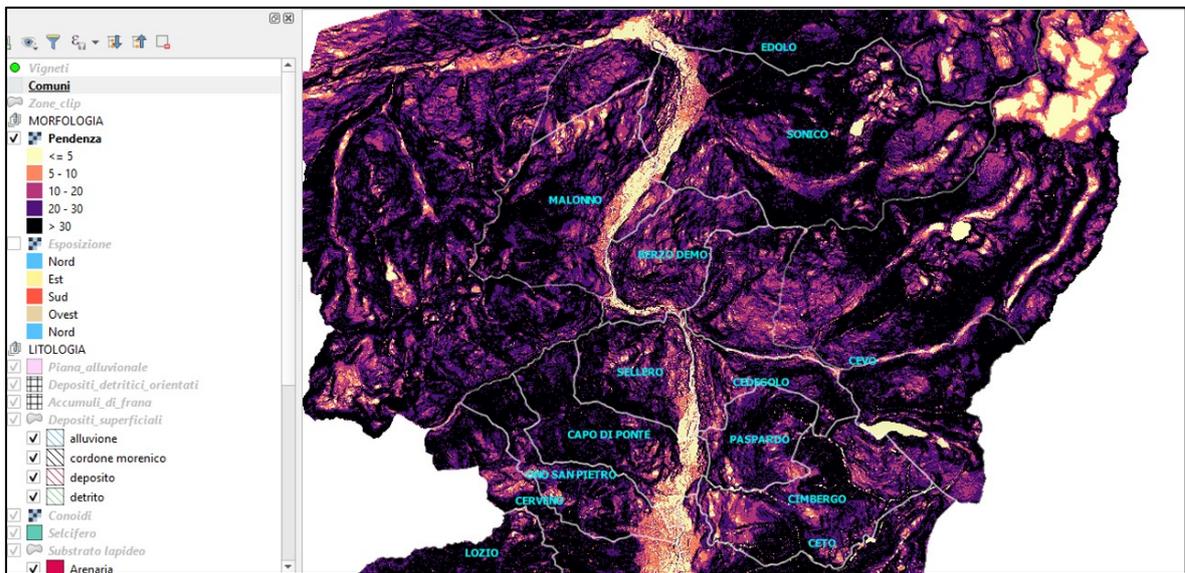


Fig. 3.1/4b: Carta geologica delle pendenze della Valcamonica, sezione centro-settentrionale.

Riepilogo finale sulla valutazione delle unità di pedo-paesaggio.

Successivamente all'elaborazione dei dati forniti dalle carte geologiche del territorio della Valcamonica, è stato realizzato un resoconto volto ad individuare **11 unità di pedo-paesaggio preliminari** distinte in località, 9 principali più 2 aggiuntive (Artogne e Montepiano) che sono ancora in fase di valutazione per identificare la loro giusta collocazione (Tabella 3.1/1). Ognuna di queste unità riassume quelle che sono le principali caratteristiche litologiche con relativa classificazione, l'esposizione prevalente e l'altitudine e la clivometria medie.

Unità	Località	Litologia	Tipologia deposito	Classificazione litologica	Altitudine	Esposizione	Pendenza %
Udp_1	Lago Moro	Arenaria - Rocce effusive	Affiorante	Acido	350	Sud	25
Udp_2	Erbanno/Angone	Calcarea - strato selcifero + marna calcarea	Deposito Detritico	Basico	270	Est - SudEst	25
Udp_2	Piamborno	Calcarea - strato selcifero + marna calcarea	Deposito Detritico	Basico	300	SudEst	30
Udp_3	Cividate	Piana alluvionale	Piana alluvionale	Subacido	260		5
Udp_4	Berzo Inf.	Calcarea	Deposito Detritico	Basico	402	Ovest - SudOvest	15
Udp_5	Losine	Calcarea	Conoide di deiezione	Basico	450	Sud - SudEst	15
Udp_6	Cerveno	Calcarea	Conoide di deiezione	Basico	430	Est - SudEst	7
Udp_7	Ono S.P.	Calcarea	Conoide di deiezione	Basico	530	Est	15
Udp_7	Capo di Ponte	Calcarea - Deposito gessoso + marna calcarea	Conoide di deiezione	Basico	430	Est	5
Udp_8	Sellero	Miscascisto	Conoide di deiezione	Acido	420	Est - SudEst	10
Udp_8	Sellero - Novelle	Miscascisto	Deposito Detritico	Acido	670	Est - SudEst	15
Udp_9	Edolo	Miscascisto	Deposito Detritico	Acido	890	Ovest - SudOvest	10
Udp_10	Artogne	Piana alluvionale	Piana alluvionale	Subacido	200		5
Udp_11	Montepiano	Calcarea	Deposito Detritico	Basico	420	Sud - SudEst	25

Tabella 3.1/1: Unità di pedo-paesaggio preliminari.

I vigneti guida.

Di seguito è riportata la distribuzione spaziale dei **vigneti guida** utilizzati per la determinazione delle unità di pedo-paesaggio preliminari e per la successiva indagine di zonazione, quindi analisi fenologica, maturazione ed espressione vegeto-produttiva (Fig. 3.1/5). Risulta evidente come la viticoltura nel territorio camuno sia concentra nella parte centro-meridionale della valle, a destra della sponda orografica del fiume Oglio.

I terreni studiati racchiusi nel comune di Edolo invece, non sono ubicati all'interno del paese, bensì in 2 frazioni poste a quote più elevate. Rispettivamente a sinistra la località di Plerio, mentre a destra quella di Mù.

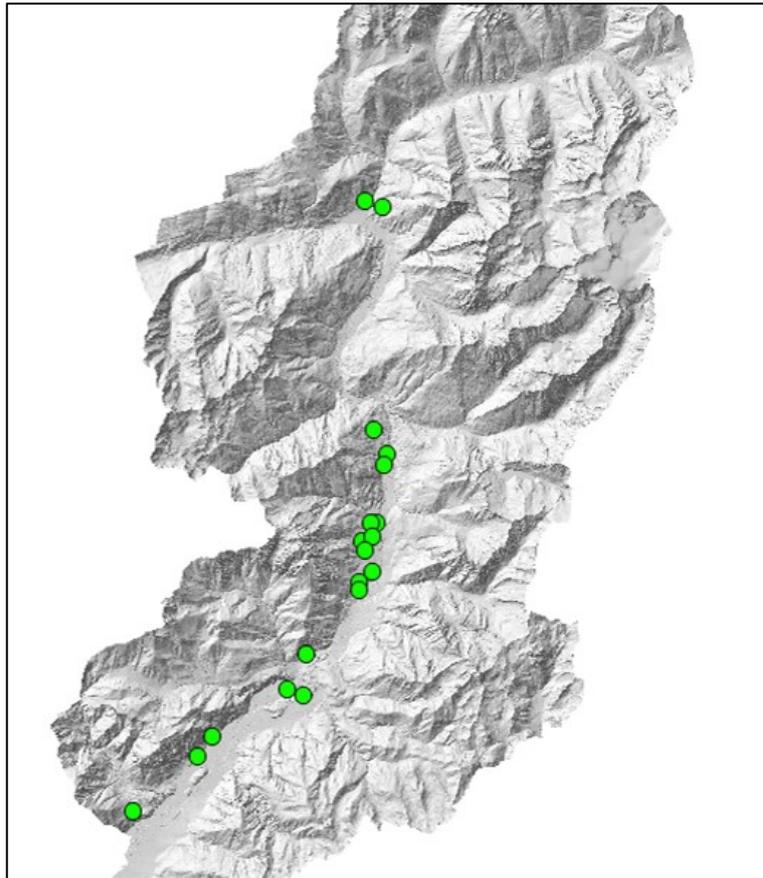


Fig. 3.1/5: Distribuzione spaziale dei vigneti guida lungo la Valcamonica.

3.2 VALUAZIONE DEI VALORI DERIVATI DAGLI INDICI BIOCLIMATICI

Il secondo punto trattato per l'identificazione delle unità di pedo-paesaggio, si basa sulla valutazione dei risultati derivanti dal calcolo dei principali indici bioclimatici, i quali hanno permesso di suddividere il territorio della Valcamonica in diverse sezioni termiche, **direttamente collegate** con lo sviluppo vegeto-produttivo della vite.

Nella lettura dei valori sono stati presi in considerazione solo quelli forniti dalle stazioni di **Darfo Boario Terme, Capo di Ponte e Edolo**, in quanto sono gli unici capaci di offrire delle informazioni climatiche prontamente influenti sulla viticoltura, perché situate nell'areale di coltivazione. Le altre due stazioni, Bienno e Cevo, sono posizionate in zone più elevate rispetto ai terreni coltivati, quindi dispongono di medie termiche inferiori rispetto a quelle effettivamente presenti delle fasce sottostanti, che le rendono poco influenti ai fini della valutazione.

Di seguito vengono riportati gli esiti derivati dall'elaborazione degli indici bioclimatici (Winkler, Huglin e Cool Night Index), delle temperature medie del periodo novembre-marzo e della piovosità media.

Analisi indice bioclimatico di Winkler.

L'indice di Winkler predispone una suddivisione a livello globale in **5 macroregioni principali** in funzione della sommatoria dei gradi giorno e della temperatura media rilevati (Tabella 3.2/1). Nel corso dei numerosi studi, a ogni regione sono state attribuite alcune delle principali varietà coltivate a livello mondiale e le maggiori località riportanti le medesime caratteristiche termiche.

Si possono così avere dei riferimenti importanti, da cui ogni viticoltore può attingere per determinare le proprie scelte, con l'obiettivo di sfruttare gli aspetti di merito della zona nella quale opera e migliorare l'identità e la diversità del vino.

Regione	GDD Winkler	Temperatura media (°C)	Varietà	Tipiche zone vocate.
Regione 1	<1390	<19.8	Pinot Nero, Riesling, Chardonnay, Gewurztraminer, Pinot Grigio, Sauvignon Blanc.	Chablis, Friuli, Tasmania, Champagne, Marlborough.
Regione 2	1391 - 1670	19.9 - 21.3	Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Semillon, Syrah.	Bordeaux, Alsace, Yarra Valley, Frankland River.
Regione 3	1671 - 1940	21.4 - 22.8	Grenache, Barbera, Tempranillo, Syrah.	Clare Valley, Lower Hunter, Rioja, Piemonte.
Regione 4	1941 - 2220	22.9 - 24.3	Carignan, Cinsault, Mourvedre, Tempranillo.	McLaren Vale, Upper Hunter, Langhorne Creek, Montpellier.
Regione 5	>2220	>24.3	Primitivo, Nero d'Avola, Palomino, Fiano.	Isole greche, Jerez, Sicilia, Sardegna.

Tabella 3.2/1

(Fonte: Dr. Andrew Pirie, 2007).

Dalle rilevazioni si vede come percorrendo la valle da nord a sud si assiste a una diminuzione della sommatoria dei GDD (gradi Winkler), con una differenza più marcata tra Darfo Boario Terme e Capo di Ponte (Tabella 3.2/2).

- La parte meridionale della Valcamonica (Darfo) è inclusa all'interno della **regione 3** ed è considerata la zona più calda di tutto il territorio. Ma, rapportato a livello globale, presenta un andamento climatico medio, senza sbilanciarsi né verso una predisposizione più fredda, né verso una più calda.
- La porzione centrale (Capo di Ponte) viene compresa nella **regione 2** e identifica un clima mediamente freddo.

- La zona settentrionale (Edolo) è invece racchiusa nella **regione 1** e presenta le tipiche caratteristiche dei territori freddi alpini, identificando il limite della viticoltura camuna. Difatti, continuando la risalita verso nord, ci si imbatterebbe in un ambiente troppo freddo, che a tratti non consentirebbe nemmeno la crescita della vite.

Stazione	Winkler	Huglin	Cool night index
Darfo	1903	2411	14,4
Capo di Ponte	1554	2187	11,7
Edolo	1370	1967	11,5

Tabella 3.2/2: Indici bioclimatici calcolati sulla base dei dati forniti dalle stazioni Meteo ARPA Lombardia.

La determinazione dei GDD è fondamentale per definire la potenziale espressione vegeto-produttiva della vite nei territori. Laddove si verificano condizioni di sommatorie termiche elevate, esiste un avvicinamento delle fasi fenologiche, con una maturazione delle uve concentrata in un maggiore contenuto zuccherino e con un decremento delle acidità importante. Per questo vitigni dotati di ciclo medio tardivo sono più indicati. Viceversa, laddove ci sono sommatorie termiche basse, esistono espressioni vegeto-produttive più lente, con maturazione delle uve rivolte in un minor accumulo zuccherino e un mantenimento elevato dell'acidità. Motivo per cui, nelle zone più fredde si impiegano vitigni con ciclo vegetativo più corto, ovvero precoci. (Fonte: Cordano E. et al., 2015).

Esaminando l'**andamento dell'indice di Winkler**, si riscontra come le caratteristiche climatiche del territorio della Vallecamonica classificate in regioni, possano essere attribuibili ad altre zone viticole a livello europeo (Fig. 3.2/1a).

Tra le omogeneità di maggior rilievo, spicca la somiglianza dell'areale rappresentato da Edolo, con quello localizzato nell'Europa orientale e nella parte centro-occidentale della Francia. Il clima di Capo di Ponte, invece, è molto simile a quello della parte settentrionale della penisola balcanica, mentre quello di Darfo, si rispecchia bene nella Pianura Padana orientale e sulle sponde ad ovest del Mar Nero.

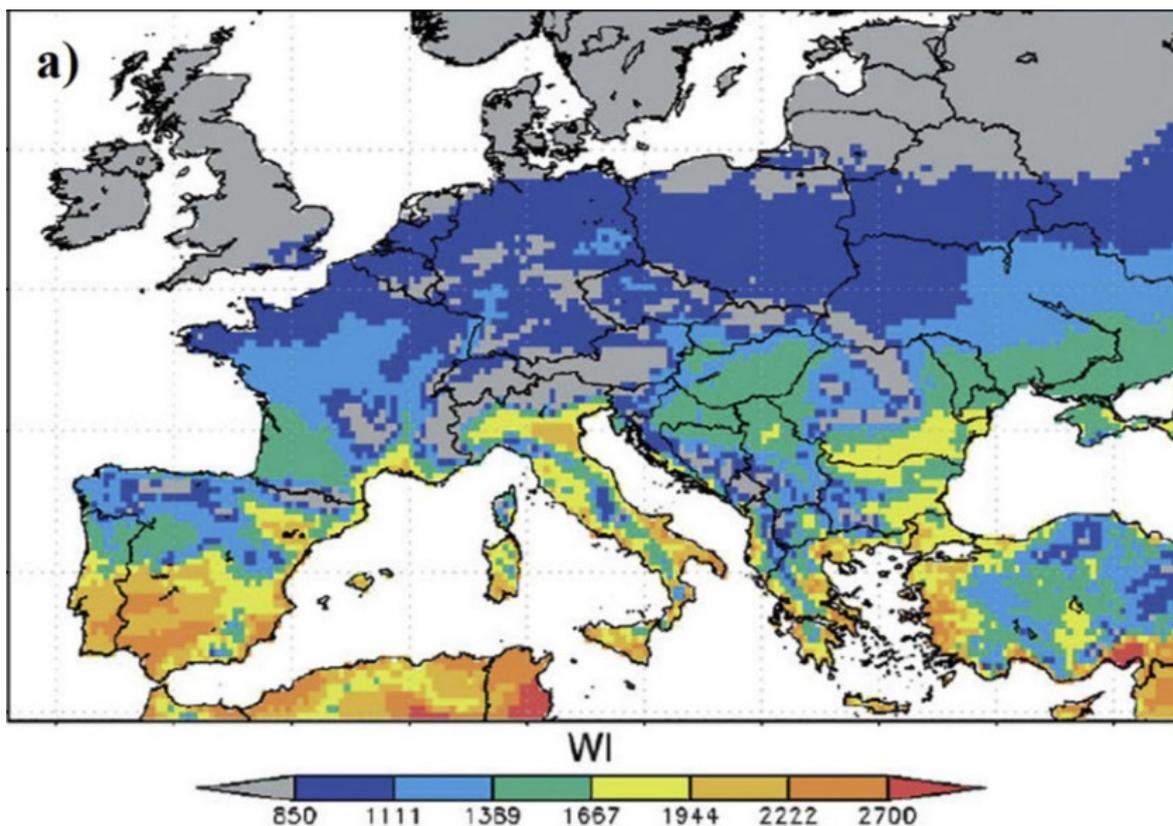


Fig. 3.2/1a Andamento dell'indice di Winkler nel 2019 su scala europea. (Fonte: Etienne Neethling et al. 2019).

Analisi indice bioclimatico di Huglin.

L'indice bioclimatico di Huglin conferisce un valore aggiuntivo a quello derivato tramite Winkler, in quanto tiene conto anche delle temperature massime e non solo delle medie, che concorrono nel periodo di attività vegetativa della pianta. In più esiste un fattore "d" legato alla luminosità della zona.

A livello globale, la suddivisione dei territori tramite l'indice di Huglin, può essere valutata sotto **6 livelli climatici viticoli** (Tabella 3.2/3) in funzione della sommatoria termica rilevata, attribuendo ad ognuno una classe di intervallo. Le categorie vanno da HI-3, che include climi molto freddi, fino a HI+3, che racchiude invece quelli più caldi.

Index	Class of viticultural climate	Acronym	Class interval
Heliothermal index, HI	Very warm	HI + 3	>3000
	Warm	HI + 2	>2400 ≤ 3000
	Temperate warm	HI + 1	>2100 ≤ 2400
	Temperate	HI - 1	>1800 ≤ 2100
	Cool	HI - 2	>1500 ≤ 1800
	Very cool	HI - 3	≤1500

Tabella 3.2/3

Sono stati calcolati i valori dell'indice eliotermico per le diverse località della Valcamonica. Anche qui si osserva come spostandosi sempre più a nord, **la sommatoria termica diminuisca**, ma in maniera più **lineare** rispetto a Winkler, riportando rispettivamente Darfo nella fascia HI+2, Capo di ponte in HI+1 e Edolo in HI-1 (Tabella3.2/3).

Stazione	Winkler	Huglin	Cool night index
Darfo	1903	2411	14,4
Capo di Ponte	1554	2187	11,7
Edolo	1370	1967	11,5

Tabella 3.2/3: Indici bioclimatici calcolati sulla base dei dati forniti dalle stazioni Meteo ARPA Lombardia.

Fornendo delle precisazioni sulla potenziale vocazionalità dei territori, si può intuire quali varietà sia opportuno impiantare e successivamente quale tipologia di vinificazione seguire per trarne il migliore beneficio economico.

Nelle zone come Edolo è consigliabile scegliere delle cultivar a **bacca bianca**, con le quali produrre dei vini giovani, leggeri, meno alcolici e con maggiore acidità. Mentre, nelle restanti zone della Valcamonica, risulta **fattibile l'impiego di varietà a bacca bianca o rossa**, considerando varie tipologie di vinificazione e l'impiego di vitigni più o meno precoci. Richiamando anche i valori Winkler, gli indici di Huglin calcolati evidenziano come nella zona della bassa Valcamonica esistano condizioni favorevoli all'utilizzo di varietà con ciclo più tardivo, rispetto alle zone della media Valle Camonica. In queste ultime, dall'interpretazione dei valori si possono identificare potenzialità di mantenimento dei vini freschi, di medio corpo e buone componenti aromatiche.

Analizzando la mappa dell'Europa riportante l'evoluzione dell'indice di Huglin, si intuisce come Edolo si avvicina molto alle zone della costa orientale del Mar Nero. Invece, Capo di Ponte e Darfo, si identificano nelle aree della Pianura Padana e della Spagna centrale.

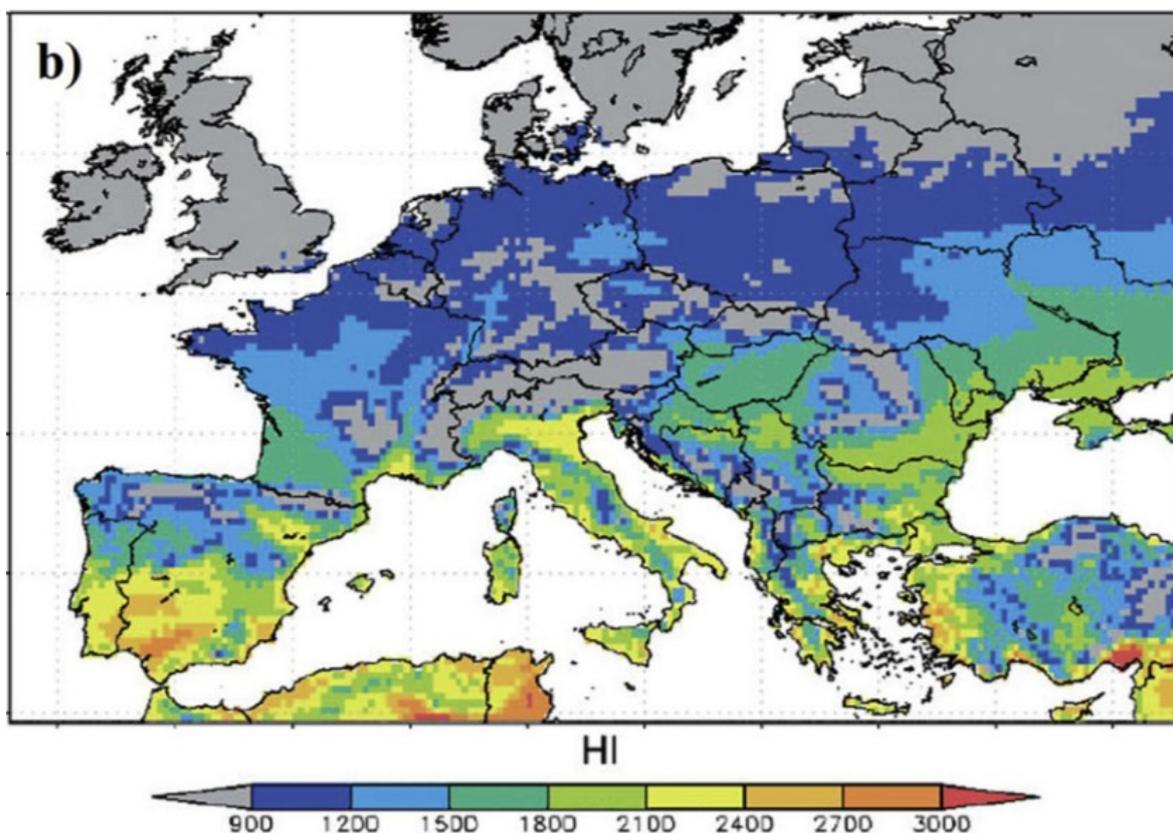


Fig. 3.2/1b: Andamento dell'indice eliotermico nel 2019 su scala europea. (Fonte: Etienne Neethling et al. 2019).

Analisi indice bioclimatico Cool Night Index.

Il Cool Night Index fornisce un valore riferito alla media delle temperature minime della notte, determinanti **la freschezza notturna nell'epoca della maturazione**. Come per Huglin, sono state istituite delle classi di riferimento, volte a suddividere l'areale di coltivazione in **4 livelli** (Tabella 3.2/4), che vanno da CI+2, inquadranti ambienti con temperature medie notturne molto fredde, a CI-2, che racchiudono zone molto calde.

Index	Class of viticultural climate	Acronym	Class interval
Night cold index, CI (°C)	Very cool nights	CI + 2	≤12
	Cool nights	CI + 1	>12 ≤ 14
	Temperate nights	CI - 1	>14 ≤ 18
	Warm nights	CI - 2	>18

Tabella 3.2/4.

Per quanto riguarda la Valcamonica, l'analisi dei risultati derivati dal Cool Night Index ha mostrato un andamento termico notturno **decescente** spostandosi verso il settore settentrionale, passando inizialmente dal livello CI-1 e concludendo con il livello CI+1 (Tabella 3.2/5).

È inoltre evidente come ci sia una netta differenza già tra la zona di Darfo e quella di Capo di Ponte. Questo influisce sulle diversificazioni qualitative della produzione, dato che le uve sottoposte a

temperature minime medie più miti, mostrano una minore permanenza delle acidità rispetto a quelle fredde. Questo, anche in funzione della tipologia di vinificazione che si vuole intraprendere, può risultare un pregio nelle annate tardive, mentre può essere un leggero svantaggio nelle annate calde, dove i livelli di acidità possono essere bassi.

Anche sotto l'aspetto polifenolico nelle zone più temperate, le annate calde possono determinare un minor mantenimento dei complessi aromatici e antocianici, rispetto alle zone fredde.

Stazione	Winkler	Huglin	Cool night index
Darfo	1903	2411	14,4
Capo di Ponte	1554	2187	11,7
Edolo	1370	1967	11,5

Tabella 3.2/5: Indici bioclimatici calcolati sulla base dei dati forniti dalle stazioni Meteo ARPA Lombardia.

Studiando le informazioni riguardanti l'evoluzione nel 2019 del Cool Night Index riportate all'interno della carta geografica europea (Fig. 3.2/1c), si può constatare che l'area CI+2 è quella maggiormente estesa e comprende tutta l'Europa centro-settentrionale. Contrariamente, sono relativamente poche le zone che possono essere comparate a Darfo, limitandosi esclusivamente alla Pianura Padana orientale, al sud del Portogallo e lungo la Costa Azzurra.

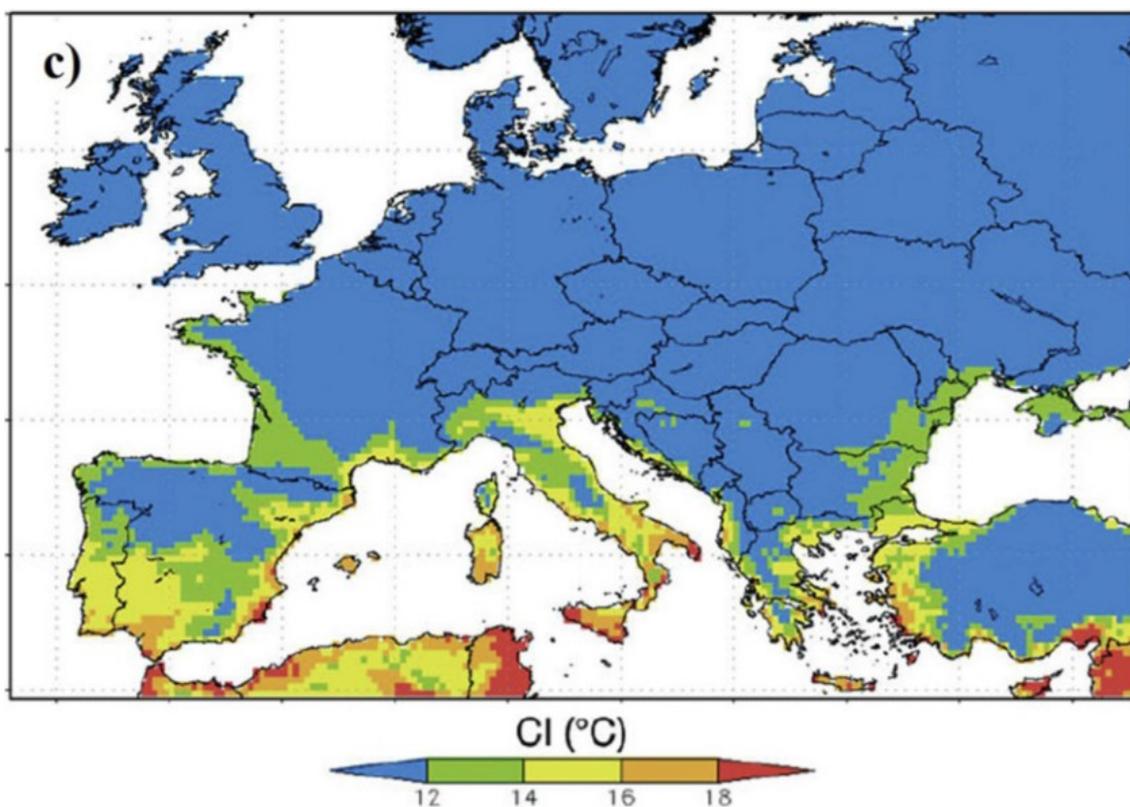


Fig. 3.2/1c: Andamento del Cool Night Index nel 2019 su scala europea. (Fonte: Etienne Neethling et al. 2019).

Analisi delle temperature medie novembre – marzo.

Permette di valutare l'andamento delle temperature medie giornaliere che si verificano nel periodo invernale. Determinano il soddisfacimento del **fabbisogno in caldo** della varietà, quindi l'avvio del germogliamento e le tempistiche delle altre fasi vegeto-produttive.

Analizzando i dati forniti dalle capannine meteo nelle tre stazioni, si evince che esiste una grande differenza tra la zona di Darfo e quella di Capo di Ponte e Edolo, con quest'ultime due che presentano medie termiche quasi uguali (Tabella 3.2/6).

Stazione	T medie (Nov - Marz) Giornaliere
Darfo	7,2
Capo di Ponte	4,5
Edolo	4,4

Tabella 3.2/6: Temperature medie del periodo novembre - marzo per identificare il fabbisogno di caldo colturale.

Data l'elevata temperatura media delle zone meridionali del territorio, si presume che venga meglio soddisfatto il fabbisogno in caldo colturale e che, di conseguenza, si inneschi prima il germogliamento rispetto che nelle zone sovrastanti.

Analisi della piovosità media.

Nel corso della storia, la piovosità media lungo la Valle Camonica si è sempre mantenuta costante e con un quantitativo sufficiente per consentire un adeguato sviluppo, non solo per la vite, ma anche per le altre colture.

L'unica particolarità che emerge dall'analisi, come già riportato nel capitolo riguardante la climatologia, è che la piovosità media **tende a diminuire regolarmente** dirigendosi verso Edolo (Tabella 3.2/7).

Stazione	Piovosità Media
Darfo	1196
Capo di Ponte	1103
Edolo	1034

Tabella 3.2/7: Dati relativi alla piovosità media ricavati dalle stazioni ARPA Meteo Lombardia, nel periodo 2009 - 2018

3.3 ASPETTI NEGATIVI VISTI DEL CORSO DELL'ANNATA 2019

Il 2019 è stata un'annata che **non può essere presa come riferimento** per definire l'andamento medio climatico presente sul suolo camuno. Infatti, si sono verificate diverse criticità che hanno compromesso, più o meno significativamente, la produzione a seconda delle zone.

Il primo trimestre dell'anno si è sviluppato regolarmente. Le temperature si sono mantenute nelle medie stagionali, portando all'avvio del germogliamento nel mese di marzo. Successivamente la stagione si è mostrata subito prosperosa, si sono registrate temperature primaverili leggermente più alte, che hanno consentito un rapido sviluppo vegetativo fin dai primi momenti, soprattutto nella bassa valle. Non su tutto il territorio però si è riscontrato questo effetto. Nelle zone centro-settentrionali, principalmente tra i comuni di Capo di Ponte e Cerveno, la vite ha mostrato un avvio molto più contenuto, evidenziando un accrescimento e maturazione tardivi in tutta l'annata, rispetto anche alle zone più a nord.

A maggio si manifesta la prima avversità climatica del 2019. In questo mese si susseguono ripetute precipitazioni, anche di notevole intensità, con delle temperature medie inferiori di anche 6 – 7°C rispetto a quelle del periodo. Questa situazione ha portato alla manifestazione di shock termici su tutta la pianta, causando danni sia nell'accrescimento che nella produzione.

Durante i sopralluoghi nei vigneti, si è notato che le maggiori problematiche si sono verificate su varietà precoci come il Marzemino, nella località di Losine, e il Cabernet Sauvignon a Cerveno.

Dai rilevamenti eseguiti si è osservato come molti grappoli, su entrambe le cultivar, abbiano riportato diverse tipologie di danni:

- Si sono constatati casi in cui le infruttescenze sono state totalmente o parzialmente tramutate in viticci, riducendo la produzione.



Fig. 3.3/1: Trasformazione totale di un grappolo di Marzemino a viticcio a causa del freddo.



Fig. 3.3/2: Elevata perdita di acini e riduzione di misura dei rimanenti su un grappolo di Marzemino

- Alcuni grappoli che sono riusciti a sopravvivere, hanno mostrato difficoltà di accrescimento, con anche elevata disomogeneità tra gli acini, in modo particolare nel Cabernet Sauvignon.



Fig. 3.3/3: Normale accrescimento di un grappolo di Marzemino, con omogeneità tra gli acini.



Fig. 3.3/4: Disomogeneità di accrescimento tra gli acini su un grappolo di Cabernet Sauvignon.

- Si sono riscontrate anche delle varietà, come il Marzemino, che hanno riportato una riduzione dell'accrescimento vegetativo o delle strutture riproduttive.



Fig. 3.3/5: Limitato accrescimento vegetativo a causa del freddo su pianta di Marzemino.



Fig. 3.3/6: Limitato accrescimento di un grappolo di Marzemino.

Questa perdita quanti-qualitativa può essere limitata e in certi casi addirittura evitata, tramite una più attenta gestione colturale. Ad esempio, è possibile **ritardare il germogliamento**, anche solo di 15 giorni, effettuando una potatura invernale tardiva. Si tratta di un tempo pressoché breve, ma che nel

periodo primaverile può fare un'enorme differenza tra un raccolto ideale, o l'assenza totale o quasi di produzione. Lo scopo è quello di **preservare la pianta** dalle possibili gelate primaverili, o, eventualmente, dalle eventuali temperature fredde dei mesi successivi.

Da un altro punto di vista, il basso livello termico ha comunque portato un vantaggio ai viticoltori camuni. Infatti, c'è stata una **riduzione delle infezioni causate dalle principali crittogame**, per via delle loro mancate evasioni portanti nuovi cicli infettivi, che normalmente si manifestano nel periodo. Ciò ha consentito di diminuire il numero degli interventi fitosanitari nel mese di maggio, limitando parzialmente i costi di gestione del verde.

La seconda avversità climatica nel 2019 è stata invece causata dalla grandine. Nel mese di giugno e luglio, si sono scatenati due violenti temporali, che hanno causato intense grandinate anche con chicchi di dimensioni notevoli. I maggiori danni si sono riscontrati nella porzione di valle compresa tra Pisogne e Civate Camuno, con delle vere e proprie devastazioni nei comuni di Erbanno e Darfo Boario Terme. Il fenomeno della grandine all'interno di questa fascia è spesso frequente, al punto che qualche cantina si è attrezzata allestendo reti antigrandine lungo i propri vigneti. Molte altre hanno invece preferito non investire nell'utilizzo di queste protezioni particolarmente costose, in quanto raramente si assiste a fenomeni così intensi e duraturi.

Nel mese di luglio, invece, l'evento ha capito principalmente la zona di Cerveno, dove sono stati registrati numerosi danni, prevalentemente sull'apparato riproduttivo, in quanto la vite era in una fase di crescita più avanzata.

Nei punti più colpiti sono stati rilevati tralci stroncati, interi grappoli persi e una riduzione significativa dell'attività fogliare, a causa dell'asportazione per oltre il 50% - 70% della chioma. In determinati vigneti si è dovuto interrompere l'attività di campionamento per effettiva mancanza di prodotto.

La poca uva sopravvissuta è rimasta lesionata, più o meno gravemente a seconda della forza del colpo, causando un deprezzamento di prodotto che va dalla macchiatura alla spaccatura degli acini. Quest'ultima può inoltre presentare una via di accesso a molte malattie fungine della vite, come la botrite, aggravando ulteriormente la situazione fitosanitaria.



Fig. 3.3/7: Chicchi di grandine delle dimensioni di palline da ping-pong caduti durante l'evento temporalesco del 11/06/2019 nella bassa Valle Camonica.



Fig. 3.3/8: Il nubifragio del 11/06/2019 trasforma una strada della bassa Valle Camonica in un fiume di acqua e grandine.

3.4 VALUTAZIONE DELLE FASI FENOLOGICHE DI MERLOT E INCROCIO MANZONI

Per ottenere dei risultati realistici sullo studio e valutazione delle unità di pedo-paesaggio, sono stati monitorati nel corso dall'attuale stagione vegetativa i due principali vitigni presenti nell'areale camuno, ovvero il Merlot (bacca nera) e l'Incrocio Manzoni (bacca bianca).

Nel corso di ogni singola uscita in campo, sono stati osservati i livelli di accrescimento vegeto-produttivo su ogni vigneto guida e, facendo riferimento ad una data precisa, sono stati realizzati dei prospetti grafici per poi confrontarli congiuntamente. Così facendo è facile rilevare le località nelle quali le varietà hanno mostrato segnali di sviluppo precoce, medio oppure tardivo.

Successivamente vengono riportati i risultati del trend fenologico del Merlot e Incrocio Manzoni durante il 2019.

BBCH Merlot.

Grazie ai rilevamenti eseguiti si è potuto realizzare un grafico cartesiano, dove sull'asse delle ascisse sono riportati periodo di osservazione, e su quello delle ordinate il valore BBCH identificato (Grafico2.3/1).

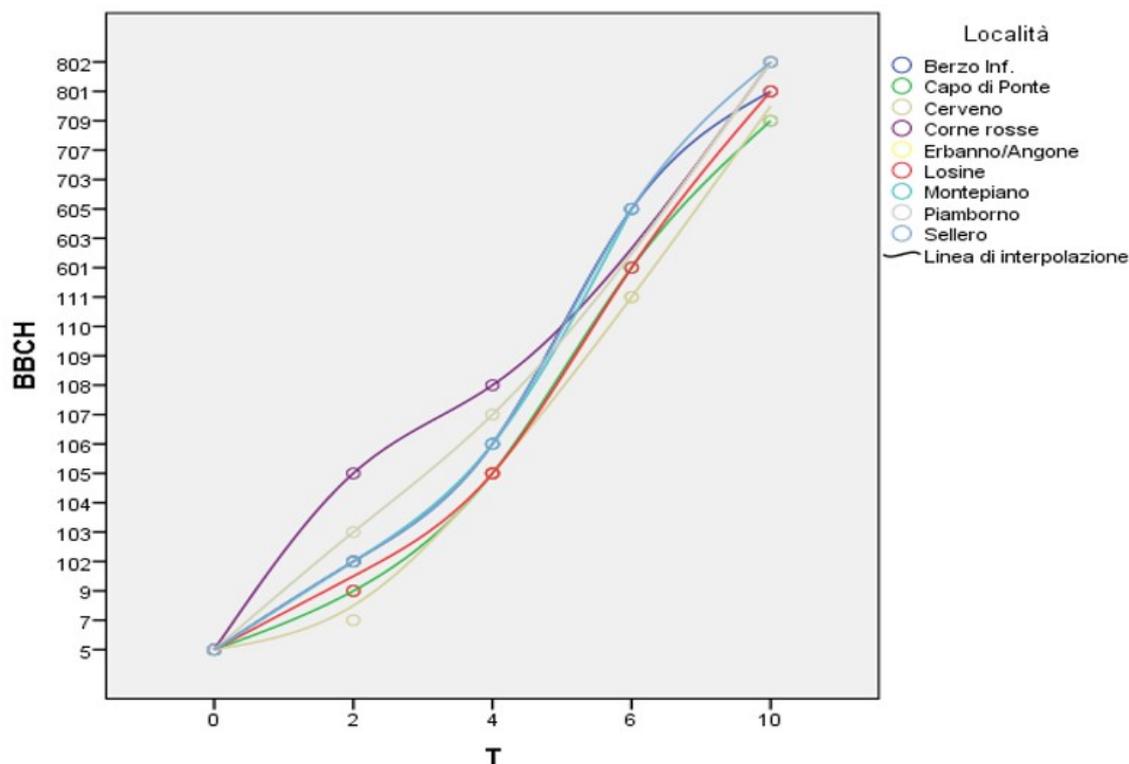


Grafico 3.4/1: Sviluppo vegetativo Merlot nel 2019.

Tra le diverse evoluzioni fenologiche, spostandosi da sud a nord, risalta immediatamente la zona di Corne rosse (Lago Moro), dove si è assistito a una vertiginosa impennata nelle fasi iniziali, per poi lentamente rallentare ma terminando comunque la maturazione molto precocemente. Anche le zone di Erbanno e Piamborno si sono rilevate precoci, ma molto più moderate e regolari rispetto a quella precedentemente trattata.

Spostandosi verso la parte centrale della valle, si rilevano delle caratteristiche completamente diverse rispetto alle zone più a sud, soprattutto per i terreni ubicati lungo il conoide del monte Concarena, nei comuni di Cerveno e Capo di Ponte, dove si è rilevato uno sviluppo molto tardivo fin dal germogliamento. È ipotizzabile che questa caratteristica possa essere determinata dalla presenza del conoide, che mantiene più basse le temperature medie influenzata soprattutto da un'esposizione più a est, in particolar modo nelle giornate primaverili. Questo fenomeno è leggermente attenuato nella zona di Losine, che trovandosi nel lato sud del conoide, è maggiormente soggetta all'effetto mitigazione dal Lago d'Iseo e, predisponendo un orientamento verso sud-sudest, subisce un migliore irraggiamento durante il giorno.

Nella zona di Sellero, sebbene sia più a nord, si è manifestato uno sviluppo vegetativo tendenzialmente precoce, con un'attenuazione nel primo periodo estivo.

Trend fenologico del Merlot nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

UdP	Località	P - T2 (avvio germogliamento) 29 aprile		P - T4 (pieno germogliamento) 27 maggio		P - T6 (Fioritura) 13 giugno		P - T10 (Invaiaura) 13 agosto	
			Sign. (F) ***		Sign. (F) ***		Sign. (F) ***		Sign. (F) ***
UdP_1	Corne rosse	105	MP	108	MP	609	MP	802	P
UdP_2	Erbanno/Angone	103	P	107	P	609	MP	802	P
UdP_2	Piamborno	103	P	107	P	609	MP	802	P
UdP_4	Berzo Inf.	102	P	106	M	605	P	801	M
UdP_11	Montepiano	102	P	106	M	605	P		
UdP_5	Losine	101	M	105	T	601	M	801	M
UdP_6	Cerveno	009	T	105	T	111	T	709	T
UdP_7	Capo di Ponte	009	T	105	T	601	M	709	T
UdP_8	Sellero	102	P	106	M	605	P	802	P

Tabella 3.4/1: Trend fenologico Merlot nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

Sono state effettuate, inoltre, delle comparazioni tra le diverse unità di pedo-paesaggio con il periodo di rilevazione in corrispondenza delle principali fasi fenologiche.

Dall'analisi risulta che i vitigni guida in tutte le località, ad eccezione di quelle poste ai piedi del Monte Concarena, abbiano mostrato un avvio precoce o molto precoce, con differenze anche di 15 – 20 giorni rispetto a Cerveno e Capo di Ponte. Spicca molto l'elevata precocità di Corne rosse, che il 29 aprile presentava già 5 foglie aperte e distaccate dal tralcio (105), mentre nelle località poste sul lato nord del conoide erano in fase di schiusa avanzata della gemma (009). L'intervallo di crescita di una foglia dalla successiva dura circa 7 giorni.

Questo andamento si è protratto lungo tutta la crescita vegetativa. Si vede bene come in pieno germogliamento le zone precoci mostravano già 7/8 foglie distese, con una lunghezza del tralcio di circa 20 cm (107 – 108), mentre quelle tardive possedevano tralci lunghi 5 – 7 cm con solo 5 foglie aperte (105).

Anche la fioritura è molto diversa, nelle zone calde il 13 giugno era quasi completata (609), in quelle intermedie come Berzo Inferiore e Sellero era in pieno svolgimento (605) e a Capo di Ponte, invece, doveva ancora iniziare (111), portando poi ad un'invaiaura ritardata sempre di due settimane rispetto alle zone precoci, che avevano raggiunto la fase di 12°Brix (803).

BBCH Incrocio Manzoni.

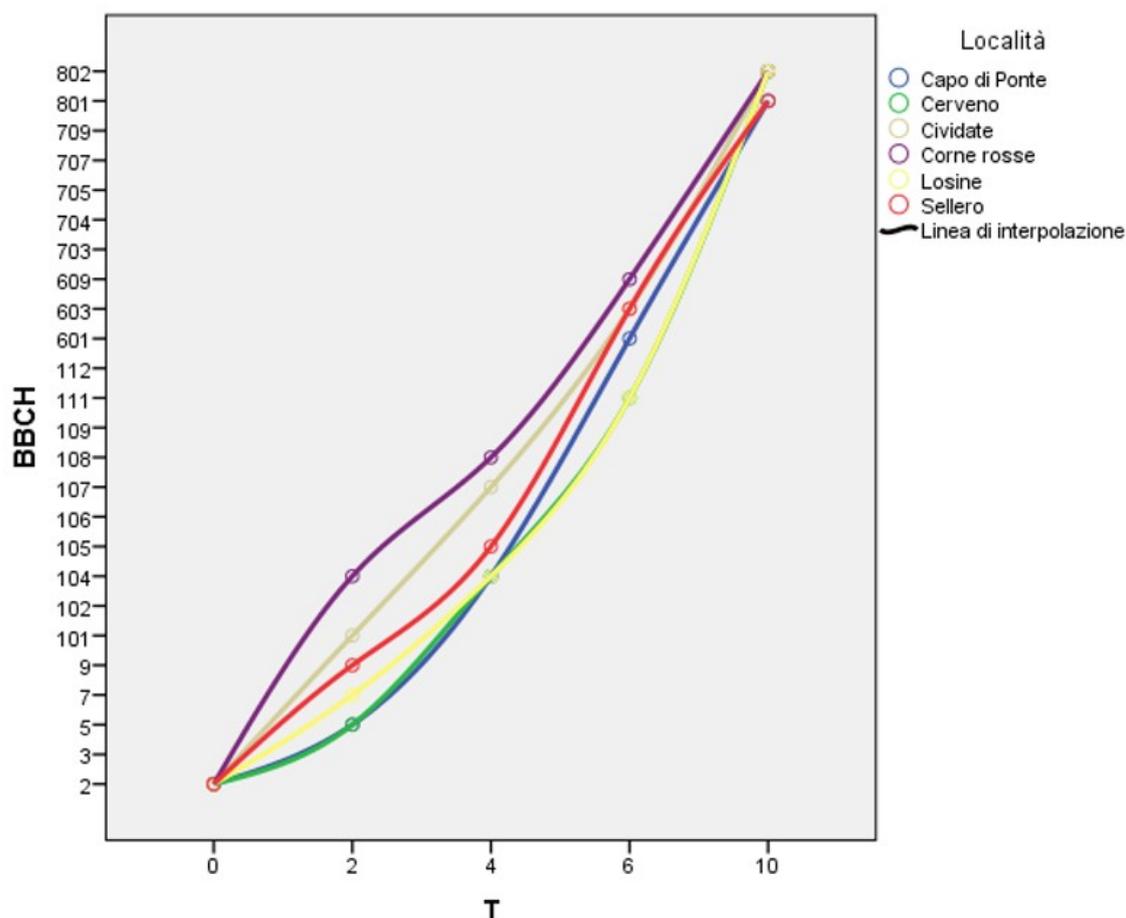


Grafico 3.4/1: Sviluppo vegetativo Incrocio Manzoni nel 2019.

Lo stesso lavoro fatto per il Merlot è stato ripetuto per il Manzoni, così da avere un riscontro anche su una varietà a bacca bianca con un ciclo vegetativo precoce.

Analizzando il grafico fenologico (grafico 3.4/2), si può constatare come anche qui, i vitigni con la maggiore precocità negli stadi iniziali sono quelli localizzati nei pressi di Corne rosse (Lago Moro) e di Cividate Camuno. Le zone della Valcamonica centrale limitrofe al conoide della Concarena hanno dimostrato, come visto per il Merlot, un'ulteriore predisposizione ad un accrescimento molto più tardivo, nonostante il Manzoni sia un vitigno caratterizzato da precocità. La predisposizione a questo andamento nella fascia centrale può sempre essere riportata all'esposizione e alle condizioni litologiche di questi terreni, che risultano essere magri dotati di componente scheletrica importante, oltre che alle caratteristiche climatiche particolarmente fredde a cui sono sottoposte le viti.

Nella zona più a nord di Sellero è molto più evidente come l'effetto termico incida maggiormente sull'accrescimento varietale, facendo emergere un rallentamento momentaneo della crescita nel mese di maggio, per poi riprendere il corso normale fino all'invasatura.

Trend fenologico dell'Incrocio Manzoni nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

UdP	Località	P - T2 (avvio germogliamento) 29 aprile		P - T4 (pieno germogliamento) 27 maggio		P - T6 (Fioritura) 13 giugno		P - T9 (Invaiaura) 30 luglio	
			Sign. (F) ***		Sign. (F) ***		Sign. (F) ***		Sign. (F) ***
UdP_1	Corne rosse	104	MP	108	MP	609	P	802	P
UdP_3	Cividate	101	P	107	P	603	M	801	M
UdP_5	Losine	007	M	104	T	111	T	801	M
UdP_6	Cerveno	005	T	104	T	111	T	709	T
UdP_7	Capo di Ponte	005	T	104	T	601	M	709	T
UdP_8	Sellero	009	M	105	M	603	M	709	T

Tabella 3.4/1: Trend fenologico Incrocio Manzoni nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

Eseguendo anche qui l'interpolazione dei dati rilevati nelle principali fasi fenologiche con le unità di pedo-paesaggio, si evidenzia come risalendo il territorio, si trovano le fasce più precoci nella zona meridionale, con l'area del Lago Moro che il 29 aprile presentava già 4 foglie distese e distaccate dal tralcio (104). Risalendo la valle si ha una tendenza verso un aspetto tardivo, trovando il massimo sempre nella zona di Cerveno e Capo di Ponte dove le gemme sono ancora allo stadio di lana (005). Nella zona di Sellero, invece, si ha un ritorno verso uno sviluppo medio, ritrovando delle gemme verdi esplose, pronte a distaccare la prima foglia.

In piena crescita vegetativa viene mantenuta l'andatura della fase precedente, con un breve rallentamento di Losine che presenta la stessa tardività dei territori sul fronte nord del conoide, ovvero 4 foglie distese e distaccate (104). Particolarmente interessante come ci sia quasi un mese di distanza tra le zone meridionali della Valcamonica e quelle centrali poste sul conoide della Concarena.

Nel corso della rilevazione del 13 giugno si evince come a Corne rosse la fioritura sia già praticamente finita (609), mentre a Losine e Cerveno deve ancora iniziare (111), con Capo di Ponte che ha accelerato lo sviluppo iniziando la fioritura, come anche a Sellero e Cividate (603).

L'invaiaura invece prende un prospetto sempre più tardivo tanto più ci si sposta a settentrione, ma senza eccessive differenze.

3.5 VALUTAZIONE DEL PROCESSO DI MATURAZIONE DI MERLOT E INCROCIO MANZONI

Per la valutazione delle unità di pedo paesaggio, sono state analizzate le principali componenti chimiche delle uve di Merlot e Manzoni. L'obiettivo è quello di individuare il **trend di crescita** per ognuno di questi aspetti qualitativi, nel corso dell'epoca di maturazione nell'anno, che prende inizio con il **verificarsi dell'invaiaura**. Questa fase fenologica indica il momento in cui i vinaccioli risultano pronti per la disseminazione e, di conseguenza, la pianta avvia tutti i processi di intenerimento del frutto, con lo scopo di renderlo appetibile per i diversi animali, che cibandosene, fungono sostanzialmente da vettori, disperdendo i semi nell'ambiente e consentendo alla pianta di espandersi.

Per visualizzare l'andamento sono stati campionati regolarmente alcuni acini di entrambe le varietà durante tutto il periodo di maturazione. Su ogni campione si sono valutati **il livello di °Brix, l'acidità totale e il valore di pH**.

°Brix Merlot.

I °Brix indicano il livello di concentrazione zuccherina in soluzione nel mosto ed è facilmente misurabile in campo tramite l'utilizzo del rifrattometro, ottenendo così un valore immediato. La determinazione di questo indice risulta fondamentale in viticoltura, in quanto permette di conoscere anticipatamente il potenziale alcolico del vino finito e successivamente di valutare come operare in cantina. Maggiore è il tenore di °Brix, maggiore sarà la gradazione alcolica che si ritrova nel vino, quindi, se si dispone di uve con un elevato contenuto di glucosio e fruttosio, si predilige la produzione di vini alcolici, corposi e robusti, che si adattano bene all'invecchiamento in botte. Mentre se si presenta un livello di °Brix più basso, si tende a realizzare vini meno alcolici e più fruttati.

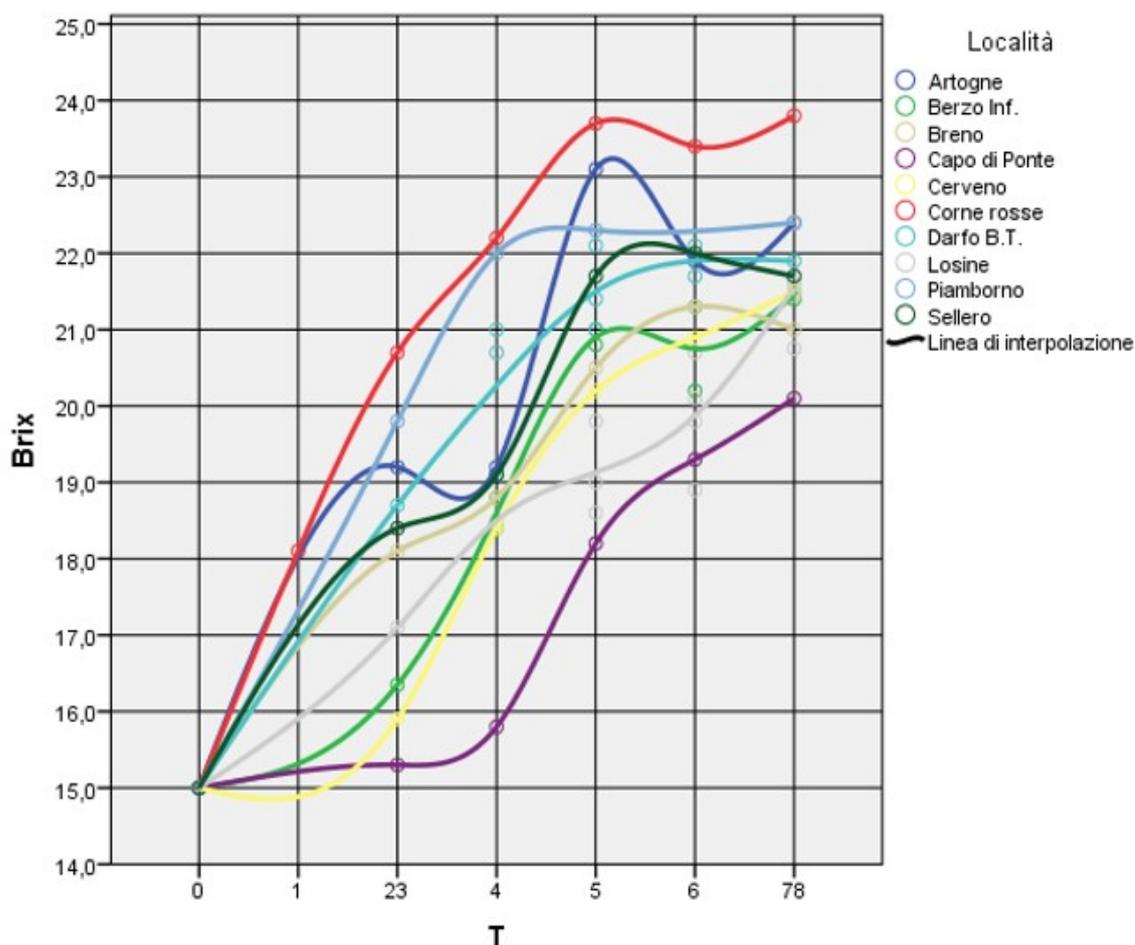


Grafico 3.5/1: Andamento °Brix Merlot nel 2019.

Analizzando le rilevazioni eseguite sul merlot (grafico 3.4/3), si vede come nelle zone di Corne rosse, Piamborno, Artogne e, anche se in misura meno intensa, Darfo Boario Terme, si è riscontrato **una crescita iniziale molto accelerata** del contenuto zuccherino, che ha continuato ad incrementare ad intervalli più o meno intensi. A fine maturazione si sono superati i 22g di zucchero in 100ml di mosto, sfiorando addirittura i 24g/100ml nella zona più calda. Un'altra particolarità interessante che si evidenzia nel corso della maturazione, è quel breve calo di concentrazione verificatosi nella seconda metà di settembre. Questa diminuzione può essere rapportata ad una piccola diminuzione delle temperature che, accompagnata da eventi piovosi più duraturi, ha provocato una diluizione della concentrazione zuccherina nell'acino.

Nella fascia centrale vicina al conoide della Concarena, l'evoluzione dei composti qualitativi dell'uva **ha seguito molto quella dello sviluppo vegetativo**. Infatti, Capo di ponte risulta essere, con i suoi 20 g/100ml, la località dove si ha raggiunto il livello più basso di °Brix, seguita poi da Losine, Berzo Inferiore e Cerveno.

Anche nella zona di Sellero si è verificata la somiglianza tra lo sviluppo fenologico e quello qualitativo dell'uva. Si può esaminare come l'incremento di zuccheri si mantenga abbastanza costante per tutta la durata della maturazione, arrivando a livelli considerevoli.

Acidità totale Merlot.

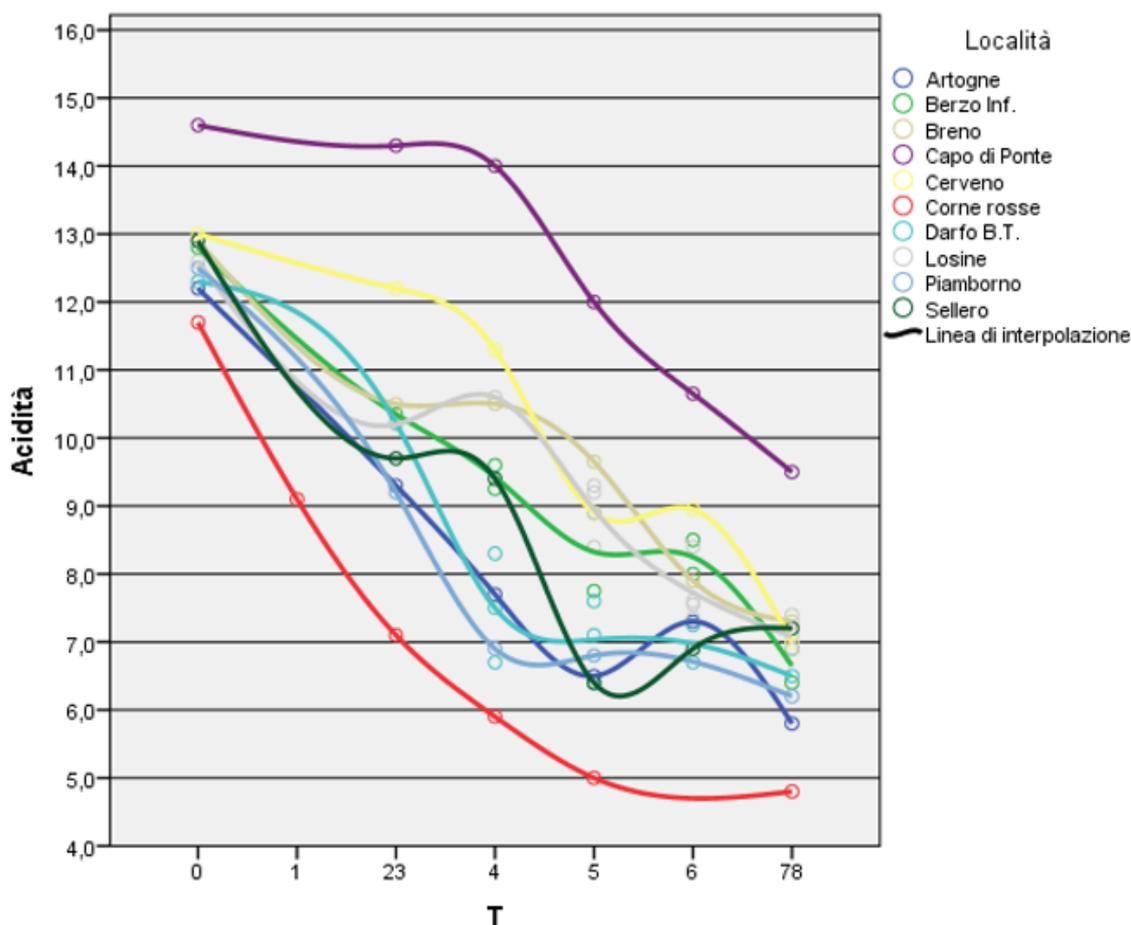


Grafico 3.5/2: andamento acidità totale Merlot nel 2019.

Se nel corso della maturazione gli zuccheri tendono ad aumentare, a sua volta, il contenuto di acidità totale tende a diminuire, per via della trasformazione dei suddetti acidi in glucosio e fruttosio.

Questo valore fornisce delle caratteristiche qualitative **opposte rispetto agli zuccheri**, infatti con un tenore di acidità elevato la predisposizione dei vini vira verso un minor contenuto alcolico, con note fruttate e molto più giovani, lasciando prevalere gli aromi varietali della coltura.

Esaminando la varietà Merlot (grafico 3.4/4), risulta molto evidente come le località rispecchiano l'andamento dei °Brix. I valori più alti vengono registrati nella zona centrale della Valcamonica, con il contenuto più alto presso Capo di Ponte (9.5 g/l), nel quale si rileva anche un'elevata quantità di partenza, presumibilmente determinata dalla tardività nello sviluppo.

Le zone più a sud sono quelle caratterizzate da un minor livello di acidi nel mosto, con la zona precoce del Lago Moro al di sotto dei 5 g/l.

pH Merlot.

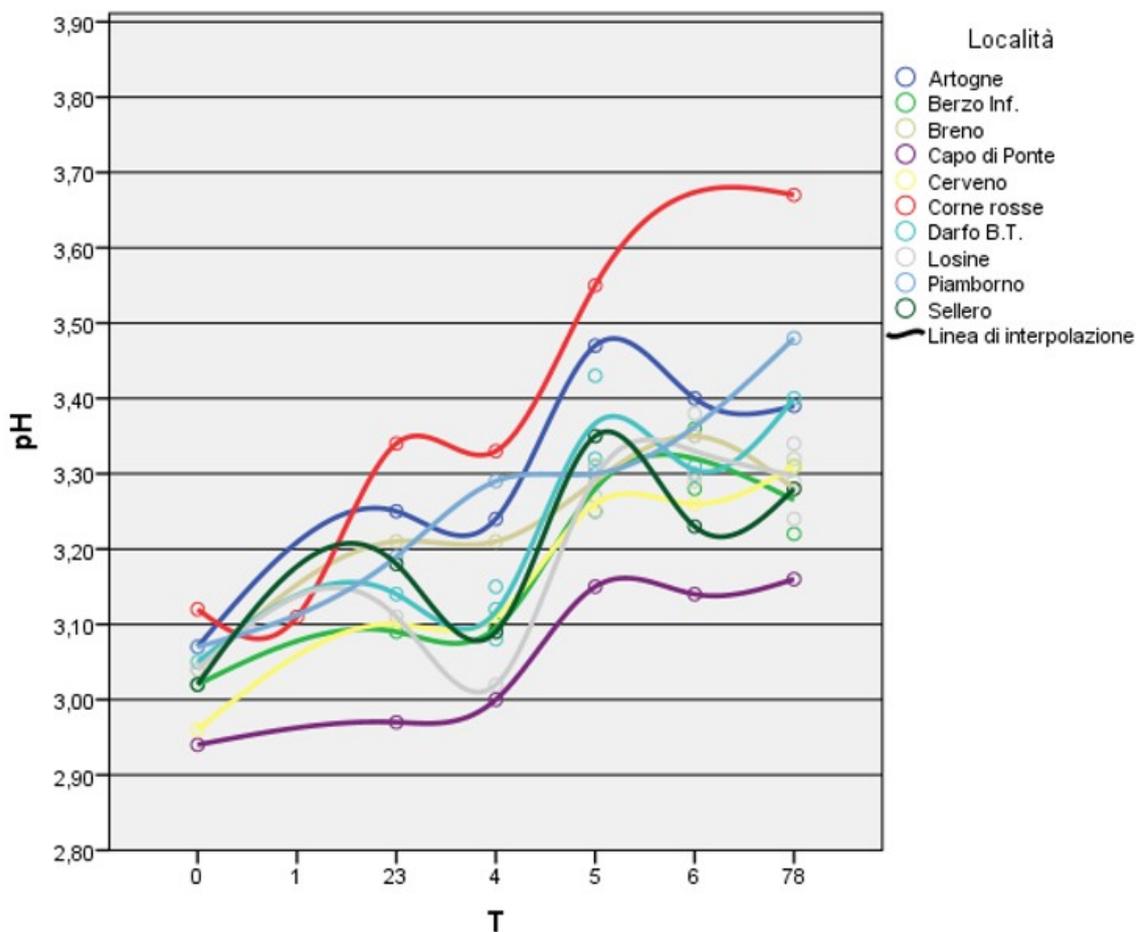


Grafico 3.5/3: andamento pH Merlot nel 2019.

Il pH è sicuramente un elemento essenziale per la realizzazione di un vino di qualità, in quanto ne determina la **stabilità chimica e microbiologica**. Il suo valore è strettamente collegato alla quantità di acidità totale presente nel mosto e deve mantenersi nell'intervallo di 3 – 4 per evitare di imbattersi in alterazioni.

Studiando la sua evoluzione all'interno degli acini di Merlot (grafico 3.4/5), si vede come il suo andamento rimane molto costante a quello dell'acidità, in quanto tanto più questa diminuisce, tanto più il pH risulterà basico, per via della perdita di acidi e in parte della loro salificazione. Si evidenzia anche come il livello di pH venga mantenuto basso, in tutte le località, fino a metà settembre e addirittura nelle zone più tardive, come Capo di Ponte, Cerveno, Losine e Berzo Inferiore, tende anche a rimanere molto costante.

Trend di maturazione del Merlot nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

UdP	Località	T (2-3) (inizi di settembre)				T (7-8) (inizi di ottobre)			
		Brix	Ac. Tit. (g/l)	pH	Sign. (F) ***	Brix	Ac. Tit. (g/l)	pH	Sign. (F) ***
UdP_1	Corne rosse	20.7	7.1	3.34	MP	23.8	4.8	3.67	MP
UdP_10	Artogne	19.2	9.3	3.25	P	22.4	5.8	3.39	P
UdP_2	Darfo B.T.	18.7	10.2	3.14	P	21.9	6.5	3.40	M
UdP_2	Piamborno	19.8	9.2	3.19	P	22.4	6.2	3.48	P
UdP_4	Berzo Inf.	16.4	10.4	3.09	M	21.4	6.9	3.31	M
UdP_4	Breno	18.1	10.5	3.21	P	21.0	7.3	3.28	M
UdP_5	Losine	17.1	10.2	3.11	M	21.6	7.4	3.32	M
UdP_6	Cerveno	15.9	12.2	3.10	M	21.5	7.0	3.31	M
UdP_7	Capo di Ponte	15.3	14.3	2.97	T	20.1	9.5	3.16	T
UdP_8	Sellero	18.4	9.7	3.18	P	21.7	7.2	3.28	M

MP - Molto Precoce
P - Precoce
M - Medio
T - Tardivo

Grafico 3.5/1: Trend di maturazione del Merlot nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

Come avvenuto per le fasi fenologiche, anche per trend di maturazione sono state effettuate delle interpolazioni tra le unità di pedo-paesaggio in Valcamonica, dove risulta essere presente il Merlot, e i due principali stadi di maturazione. L'obiettivo di questa osservazione è quello di identificare in quali località questo vitigno ha presentato **caratteristiche precoci, medie o tardive nella maturazione**.

La prima fase ad inizio settembre (T 2-3), l'uva aveva iniziato da poco il processo di intenerimento. Come per l'andamento fenologico, anche qui ad inizio maturazione le località più precoci si sono dimostrate quelle della bassa Valcamonica e Sellero, con Corne rosse in vantaggio su tutti con i suoi 21°Brix e la più bassa acidità 7.1 g/l. Capo di Ponte si è dimostrata anche qui la zona più tardiva, mostrante 3 – 4 punti di differenza (15.3°Brix e 14.3 g/l di acidità) rispetto alle aree precoci, mentre Losine e Cerveno e Berzo Inferiore risultavano avanti di circa 7 – 10 giorni rispetto a quest'ultima.

Nella seconda fase, verificatasi ad inizio di ottobre (T 7-8), gli acini erano ormai prossimi alla raccolta. In questo stadio si è assistito ad un generale rallentamento delle zone più calde, che hanno portato a delle uve con circa un Brix di differenza con le zone più tardive dell'area centrale della valle. Con Capo di Ponte che, partendo da uno stadio più arretrato, è giunto alla raccolta con basso contenuto zuccherino (20.1°Brix) e una maggiore acidità (9.5 g/l). l'eccezione è rappresentata da Corne rosse, che ha mantenuto il suo avvio molto rapido, concludendo con la minor acidità (4.8 g/l) la maggiore soluzione zuccherina (23.8°Brix).

°Brix Incrocio Manzoni.

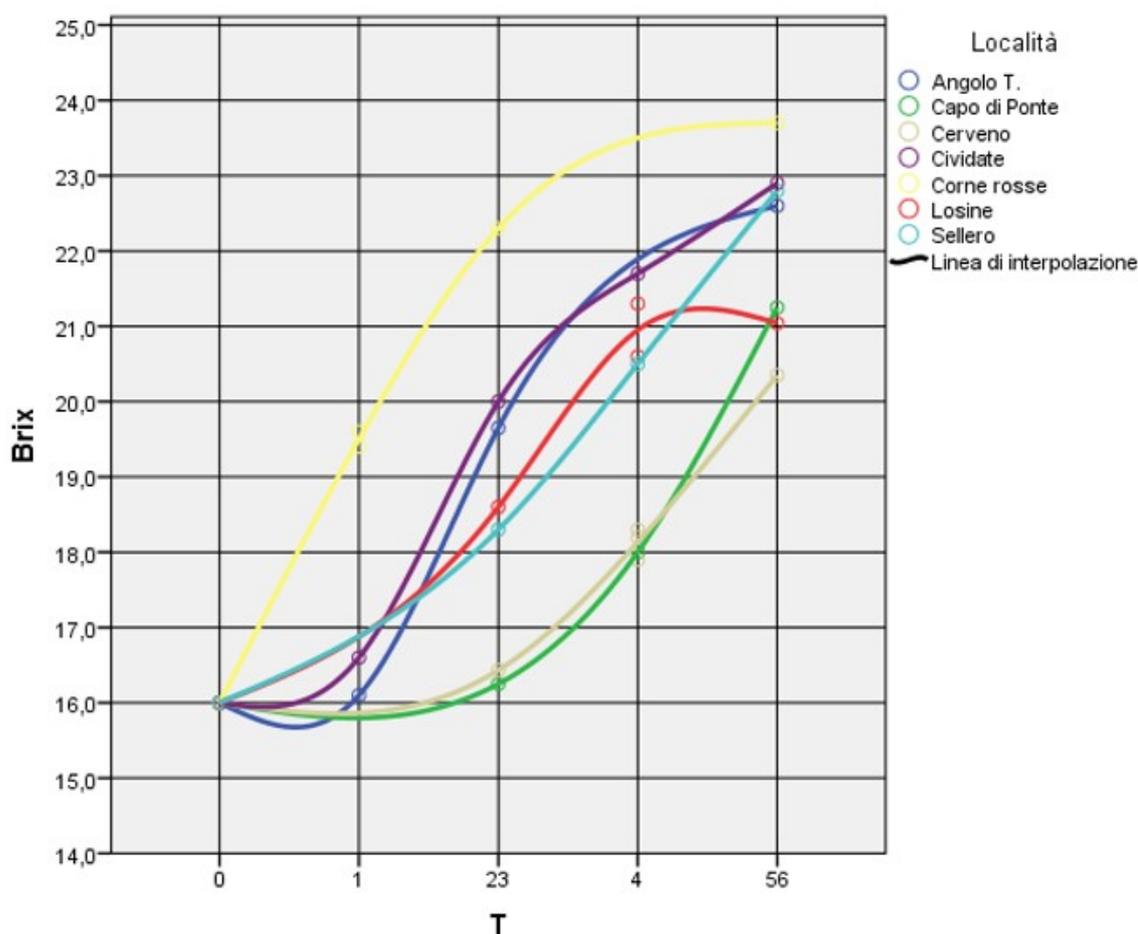


Grafico 3.5/4: andamento °Brix Incrocio Manzoni nel 2019.

Tutte le analisi riferite al Manzoni svolte nel 2019 vengono interrotte al tempo 5-6, perché è una varietà già di per sé precoce e quindi **arriva a maturità prima** rispetto al Merlot.

Per quanto riguarda i °Brix (grafico 3.5/4), appare evidente come in tutte le località si abbia avuto un andamento più regolare, con le uniche variazioni riscontrate unicamente all'inizio della maturazione nelle località di Angolo Terme e Cividate Camuno, le quali successivamente hanno recuperato bene. Losine, Capo di Ponte e Cerveno, sono sempre le aree dove il contenuto di zuccheri si è manifestato il più basso di tutta la valle.

Nelle zone più calde si è assistito a una diminuzione dell'aumento dei °Brix, sempre a causa di un calo termico e eventi piovosi duraturi, che hanno diluito gli zuccheri disciolti.

Acidità totale Incrocio Manzoni.

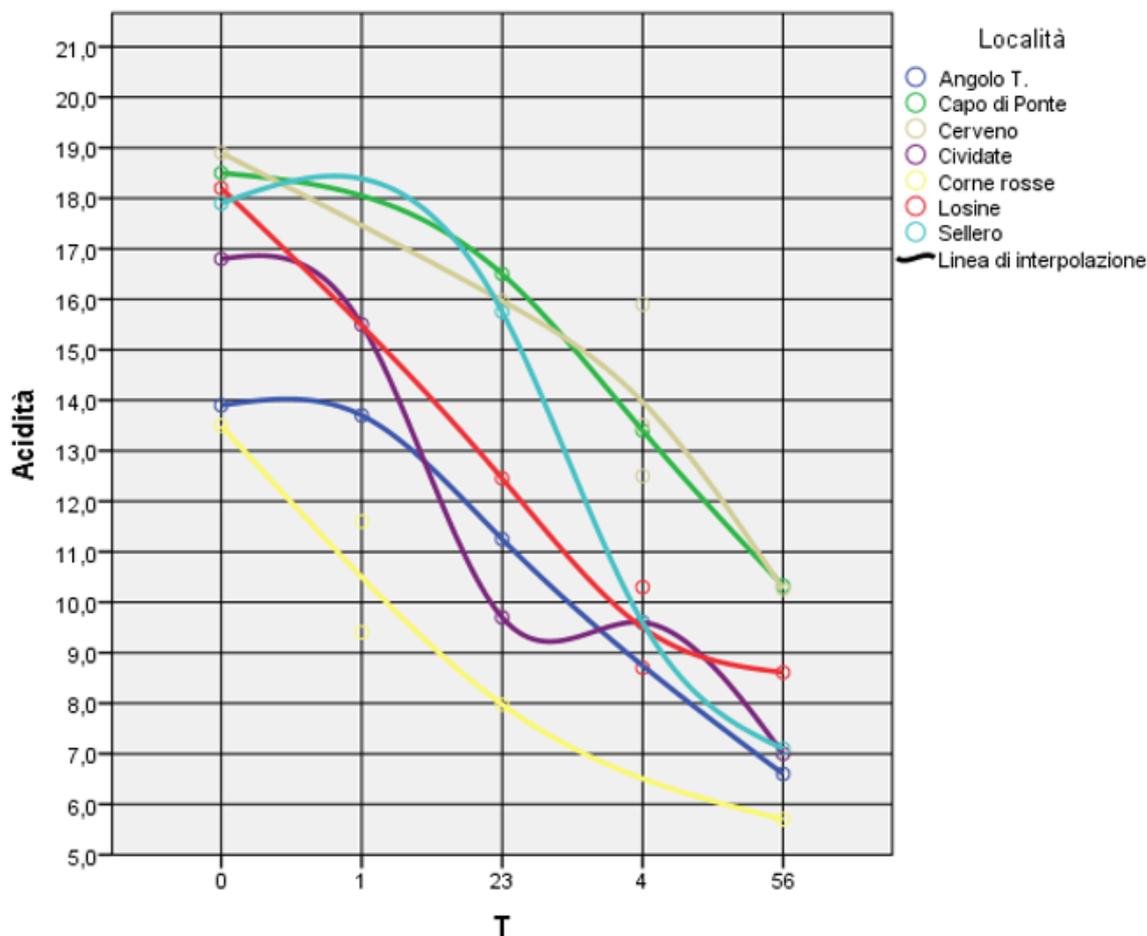


Grafico 3.5/5: andamento acidità totale Incrocio Manzoni nel 2019.

Anche riguardo all'acidità (grafico 3.5/5), viene illustrato come ci sia una certa conformità nella sua diminuzione in tutte le zone, con quelle localizzate posteriormente al conoide della Concarena, che hanno dei livelli di partenza elevati a causa della loro predisposizione tardiva.

Come per i °Brix, anche le acidità hanno subito l'influenza della diminuzione delle temperature e dell'aumento delle piogge, provocando un'attenuazione del calo.

pH Incrocio Manzoni.

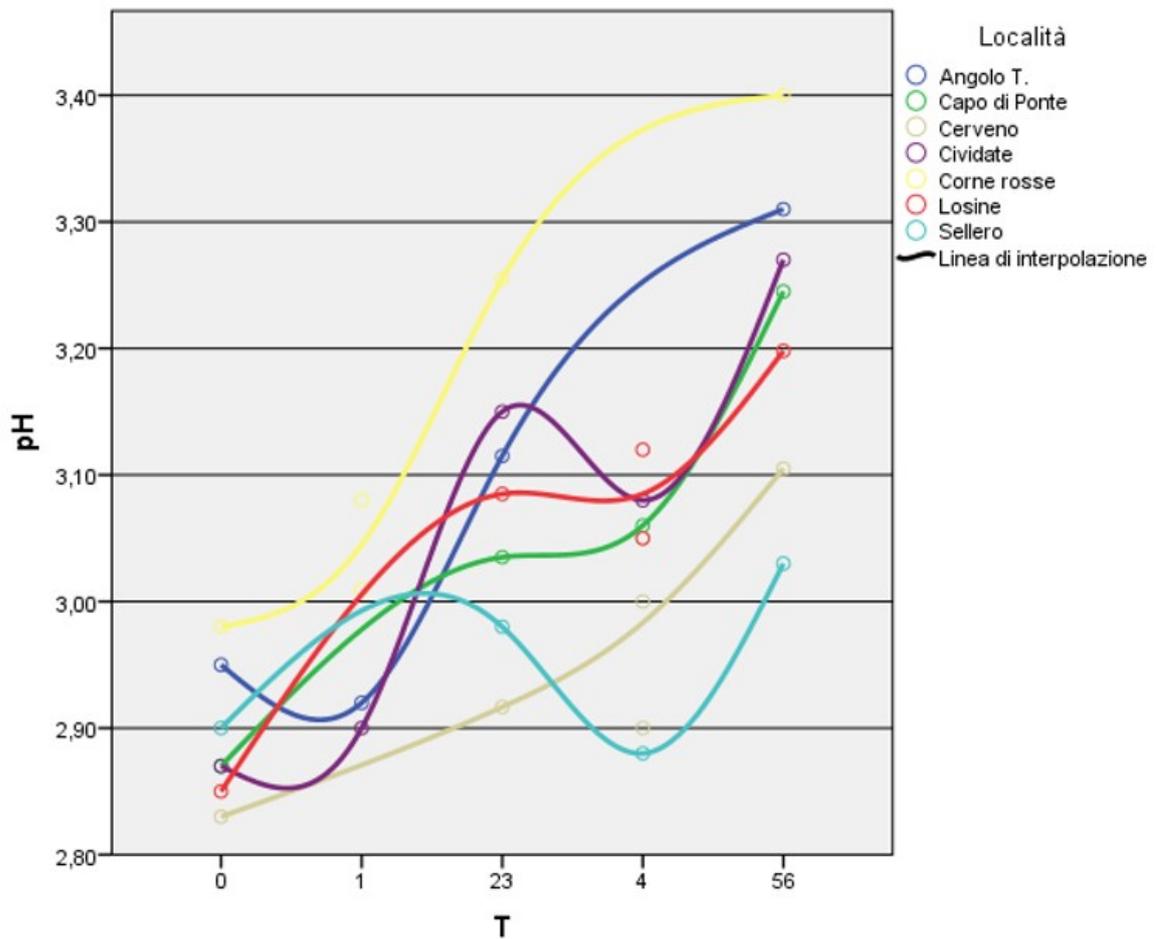


Grafico 3.5/6: andamento pH Incrocio Manzoni nel 2019.

L'andamento del pH, invece, ha mostrato come nelle zone più calde si sia raggiunto un livello più elevato. Per un vitigno destinato a vini di longevità e freschi, i pH considerati evidenziano una situazione meno ottimale, per questo risulta necessario un anticipo della vendemmia. Questo è un esempio soprattutto nelle annate calde.

Trend di maturazione dell'Incrocio Manzoni nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

UdP	Località	T (2 -3) (inizi di settembre)				T (5 - 6) (20 -25 settembre)			
		Brix	Ac. Tit. (g/l)	pH	Sign. (F) ***	Brix	Ac. Tit. (g/l)	pH	Sign. (F) ***
UdP_1	Corne rosse	22.3	8.0	3.26	P	23.7	5.7	3.40	P
UdP_1	Angolo T.	19.7	11.3	3.12	M	22.6	6.6	3.31	P
UdP_3	Cividate	20.0	9.7	3.15	M	22.9	7.0	3.27	P
UdP_5	Losine	18.6	12.5	3.09	M	21.0	8.6	3.20	M
UdP_6	Cerveno	16.4	16.0	2.92	T	20.4	10.3	3.11	T
UdP_7	Capo di Ponte	16.3	16.5	3.04	T	21.3	10.3	3.25	T
UdP_8	Sellero	18.3	15.8	2.98	T	22.8	7.1	3.03	P

P - Precoce
M - Medio
T - Tardivo

Grafico 3.5/1: Trend di maturazione dell'Incrocio Manzoni nel 2019 in rapporto alle unità di pedo-paesaggio.

Lo studio che nasce dalle analisi di confronto tra i dati derivati, rilevati nel corso delle due principali fasi di maturazione del Manzoni e le unità di pedo-paesaggio della Valcamonica (tabella 3.5/2), mostra come ci sia stata una minor velocità nel processo di maturazione su tutto il territorio rispetto al Merlot, con una stratificazione decrescente percorrendo verso nord.

Come anche nello sviluppo vegetativo, **ad inizio maturazione** (T 2-3), le aree più tardive sono sempre quelle nei territori di Capo di Ponte e Cerveno, caratterizzanti da un basso contenuto zuccherino (poco superiore a 16°Brix), e maggiore acidità (circa 16 g/l). Stavolta rispetto alla varietà rossa, anche Sellero si è mostrato tardivo, mentre le zone Meridionali di Angolo Terme e Cividate hanno mostrato un andamento medio. Corne rosse è sempre la località più precoce della valle, anche se con meno intensità rispetto al Merlot, raggiungendo 22.3°Brix e 8.0 g/l di acidità titolabile.

Nell'ultima decade di settembre **l'uva è prossima alla raccolta** (T 5-6). Qui si intuisce come le aree meridionali di Angolo Terme, Cividate Camuno a la zona nord di Sellero, si siano orientate verso una maggiore precocità, riportando poco meno di 23°Brix e un contenuto di acidità, tra 6.6 e 7.1 g/l, mostrando così similitudini con lo sviluppo vegetativo. Al contrario Cerveno e Capo di Ponte si sono mantenute tardive, con differenze in grado zuccherino e acidità di 1 – 2 punti in confronto alle località più calde. Le zone di Losine e di Corne rosse hanno conservato il loro trend di evoluzione espresso ad inizio maturazione, offrendo, per il Manzoni, nella zona più a sud il massimo contenuto in °Brix (23.7) e la minor acidità (5.7).

4. CONCLUSIONI

Negli ultimi 10 anni si è riscontrato un notevole interesse per la viticoltura in Valcamonica, urge quindi la necessità di conoscere bene il territorio, per focalizzare al meglio le risorse ed esaltare le influenze e le caratteristiche di ciascuna area. L'esperienza accumulata negli ultimi anni ha mostrato quelli che sono i pregi e le difficoltà di ogni zona, ma ora è arrivato il momento di comprenderle appieno attraverso lo **studio di zonazione**, per migliorare l'efficienza di ciascuna azienda e per invogliare futuri investitori.

Dai primi risultati emergono già delle significative differenze nelle condizioni mesoclimatiche, litologiche e geomorfologiche. Come evidenziate nella valutazione degli indici bioclimatici si possono apprezzare zone più fredde a nord e più calde a sud, con distinzioni nettamente diverse se si fa un confronto con la bibliografia dei dati a livello globale, nonostante sia un territorio viticolo dislocato in 40 – 50 km di lunghezza. Questa elevata variabilità climatica può essere considerata un **grande vantaggio sotto il profilo viticolo**, in quanto offre un'ampia eterogeneità degli habitat della valle, consentendo la possibilità di impiegare una determinata varietà in funzione dell'areale di coltivazione. Viene fornita così una base dalla quale trarre informazioni su cui ognuno può valutare le proprie scelte in termini di vinificazione, creandosi la possibilità di accrescere quantitativamente la propria produzione aziendale.

Già con questo approccio, si può **delineare una condizione di espressione della vite più o meno tardiva**, che andrà confermata nel corso dei successivi 2 anni di studi.

L'influenza del territorio nelle varie unità di pedo-paesaggio ha manifestato, già per l'annata studiata nel 2019, espressioni fenologiche e di maturazione significativamente diverse nelle varie aree per entrambi i vitigni valutati, ciclo medio (Merlot) e ciclo veloce (Manzoni).

Riassumendo l'espressione fenologica, vista sia per il Merlot che per il Manzoni, si è riscontrato come nelle zone **meridionali della Valcamonica** i vigneti guida abbiano mostrato **fenomeni di precocità**. Questo a causa di un clima più caldo, dato anche dalla presenza del lago d'Iseo, che concede maggior mitigazione e una piovosità più abbondante di circa 100 mm annui rispetto alle aree più a nord. Per entrambi i vitigni, queste sono risultate le zone con maggiore precocità, anche di 15 giorni rispetto a quelle della zona del conoide della Concarena, con Corne rosse che si è manifestata estremamente più in anticipo, anche di una settimana rispetto ad Erbanno, Angone e Cividate Camuno.

Al contrario, **le aree di Cerveno e Capo di Ponte** si sono dimostrate **le più tardive in assoluto** nella valle, sia per il Merlot che per il Manzoni. Questa peculiarità può essere determinata da una

predisposizione dell'orientamento verso est, da terreni molto più scheletrici e magri e da un effetto mitigazione del lago pressoché nullo.

Si sono comunque riconosciute delle zone dove lo sviluppo vegetativo si è rilevato **medio**. Tra queste si riconoscono **Berzo Inferiore**, che si trova in una posizione leggermente più a sud e presenta un'esposizione verso sudovest, e **Losine**, dove le temperature si sono mantenute leggermente più elevate data la sua posizione sul fronte meridionale del conoide della Concarena. La differenza di quest'ultima località con Cerverno è appunto la sua localizzazione che, sebbene sia distante nemmeno 10 km da Cerverno, dimostra una divergenza abbastanza importante in termini di sviluppo vegetativo. Infine, è caratteristica la crescita vegetativa della zona di **Sellero** per entrambi i vitigni. Si trova più a nord rispetto a Capo di Ponte ma, le tipicità litologiche che ne caratterizzano una predisposizione acida, la sua esposizione più orientata verso sud e le temperature leggermente maggiori, rendono incline Sellero a manifestare **condizioni di sviluppo medio**.

A livello di maturazioni delle uve, considerando l'andamento verso fine stagione caratterizzante un'annata piuttosto tardiva, si sono riscontrate similitudini di precocità e tardività simili alle espressioni fenologiche. Si tratta di un'informazione utile considerando le condizioni dei vitigni e la relativa attitudine di vinificazione. Si possono definire per l'annata le zone precoci con un maggiore accumulo del grado zuccherino, anche di un °Brix a fine maturazione rispetto alla porzione del conoide della Concarena, con acidità leggermente più basse e valori di pH più alti.

Per il Merlot, vocato per la produzione di un vino rosso di buona struttura, ma caratterizzato da freschezza e finezza qualità tipiche della valle, nell'annata 2019, si può evincere come **le zone più precoci siano state migliori** sotto questo aspetto. Mentre nelle zone più tardive, si è manifestata una difficoltà nel raggiungimento di 21°Brix, che non risulta ottimale per la qualità del vino, nonostante acidità comunque ancora considerevoli.

Invece nel Manzoni bianco, destinato alla produzione di un vino con un buon contenuto zuccherino, acido e predisposto per longevità, sebbene l'annata sia stata tardiva, si sono riscontrate **le migliori condizioni nelle zone più tardive** di Cerverno e Capo di Ponte, che hanno garantito un buon contenuto di acidità, arrivata a 10 g/l, e di grado zuccherino che ha superato i 21°Brix.

Questa è stata un'annata molto fredda, ma nonostante ciò, tramite gli indici bioclimatici, si è rilevata **una grande diversificazione** tra nord e sud in tutta la Valcamonica, che ha portato i vitigni precoci come il Manzoni, a manifestare difficoltà nelle zone calde, con potenzialità qualitativa del vino leggermente compromessa per via di un calo eccessivo di acidità e pH alto che è arrivato a 3.40. Al contrario nelle zone tendenzialmente più tardive, questa varietà ha prodotto delle uve di maggior pregio, concedendo la possibilità di realizzare vini che esprimono le diverse note qualitative varietali, con un'acidità maggiore e pH più contenuto.

Per il Merlot, sono state proprio queste ultime zone a rappresentare complessità nell'accrescimento vegeto-produttivo, offrendo delle uve meno predisposte al soddisfacimento delle peculiarità qualitative esprimibili nel vino prodotto. Cosa che nelle zone calde non è avvenuta, vinificando delle uve con elevata concentrazione zuccherina che ha sfiorato addirittura i 24°Brix.

Valutando l'annata tardiva, si è visto che le zone precoci hanno maggiore potenzialità verso vini di maggiore struttura impiegando vitigni meno tardivi, ma bisogna prestare attenzione ai periodi caldi che possono dare problematiche. Viceversa, le zone fredde sono più predisposte alla realizzazione di vini più fruttati e acidi, adottando varietà con ciclo precoce.

L'enorme vantaggio deriva proprio da questo aspetto, in quanto, sebbene sia stata una stagione tardiva, si sono comunque sviluppate condizioni ideali per produrre diverse tipologie di vini, esaltando le proprie caratteristiche qualitative in funzione della zona di derivazione delle uve. Ciò significa che anche in annate normali o precoci, esiste la possibilità di ottenere risultati qualitativamente interessanti in ogni areale di coltivazione.

5. BIBLIOGRAFIA

- Acquavota, F. Fratianni S., Garzena D. - Temperature changes in the North-Western Italian Alps from 1961 to 2010, *Theor. Appl. Climatol.* - 122, pp. 619–634, (2014).
- ARPA Meteo Lombardia - servizio metereologico d'Italia - stazione di Darfo Boario Terme.
- ARPA Meteo Lombardia - servizio metereologico d'Italia - stazione di Bienno.
- ARPA Meteo Lombardia - servizio metereologico d'Italia - stazione di Capo di Ponte.
- ARPA Meteo Lombardia - servizio metereologico d'Italia - stazione di Cevo.
- ARPA Meteo Lombardia - servizio metereologico d'Italia - stazione di Edolo
- APAT – Dipartimento Difesa Del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Carta Geologica d'Italia – Foglio 57 – Malonno.
- APAT – Dipartimento Difesa Del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 57 – Malonno.
- APAT – Dipartimento Difesa Del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Carta Geologica d'Italia – Foglio 58 – Monte Adamello.
- APAT – Dipartimento Difesa Del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 58 – Monte Adamello.
- APAT – Dipartimento Difesa Del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Carta Geologica d'Italia – Foglio 78 – Breno.
- APAT – Dipartimento Difesa Del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 78 – Breno.
- Brancadoro L., - Elaborato finale di Spadaccini R. Valutazione agronomica, in alcuni ambienti della Valcamonica, di nuovi vitigni resistenti alle principali crittogame, in confronto con varietà tradizionali (2017).
- Brugnara Y., Auchmann R., Brönnimann S., Bozzo A., Cat Berro D., Mercalli L. - Trends of mean and extreme temperature indices since 1874 at low-elevation sites in the southern Alps *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* doi:10.1002/2015JD024582 - pp. 3304 – 3325 (2016).
- Brunetti, M., Lentini G., Maugeri M., Nanni T., Auer I., Bohm R., Schoner W. - Climate variability and change in the Greater Alpine Region over the last two centuries based on multi-variable analysis, *Int. J. Climatol.* 29, - pp. 2197–2225 (2009).
- Brunetti, M., Maugeri M., Monti F., Nanni T. - Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series, *Int. J. Climatol.* 26, - pp. 345–381(2006).

- Centra M. - Il clima in Italia la classificazione di W. Koppen - meteoservice.net, (2018).
- Cordano E. ed Eccel E. - Progetto Indiclima-Elaborazione di indici Climatici per il Trentino – pp. 21-26 (2015).
- Delaya E., Pioub C., Quenolc H. - The mountain environment, a driver for adaptation to climate change - pp. 51-62 (2015).
- Dr. Andrew Pirie - Defining Cool Climate. Stratford's Brave New World seminar – London, (September 2007).
- Failla O., Brancadoro L., Toninato L. and Scienza A. Grape ripening timing as a base for viticultural zoning: an agro-ecological approach - VI International Terroir Congress 2006 - pp 267-272.
- Failla O., Mariani L., Brancadoro L., Minelli R., Scienza A., Murada G., Mancini S. Spatial Distribution of Solar Radiation and Its Effects on Vine Phenology and Grape Ripening in an Alpine Environment Am. J. Enol. Vitic. 55:2 pp. 128 – 138 (2004).
- Failla O., Rustioni L. - PHENOTYPING TRIAL 2013 - East-West Collaboration for Grapevine Diversity Exploration and Mobilization of Adaptive Traits for Breeding. Pp 2-6 (2013).
- Ferrario P. - Il clima lacustre (2009).
- Flocchini E. Milani L. - Alla scoperta dei vini IGT della Valle Camonica - pp. 7-15 (2014).
- Guido N., Inquadramento climatico della Valtellina e della Val Camonica (2008).
- Jackson D. I. and Lombard P. B. - Environmental and Management Practices Affecting Grape Composition and Wine Quality - A Review pp 414-415 (1993).
- Lucchini F. S., AA.VV. - La Valcamonica, analisi territoriale da Pisogne a Ponte di Legno - Politecnico di Milano D.I.S.E.T. Ingegneria Urbanistica, (1996).
- Mauro C.- Geologia e geografia – Meteorologia e Climatologia (2002)
- Neethlinga E., Barbeau G., Coulon-Leroya C., Quénoib H. - Spatial complexity and temporal dynamics in viticulture: A review of climate-driven scales - pp 1-8 (2019).
- Santos João A., Malheiro Aureliano C., Pinto Joaquim G., Jones Gregory V - Macroclimate and viticultural zoning in Europe: observed trends and atmospheric forcing - pp 90-102 (2012).
- Strahler A.N. - Geografia fisica, Piccin, 1993.
- Toniettoa J., Carbonneaub A. - A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide - pp 81-97 (2004).