

## **Inquadramento climatico della Valtellina e della Val Camonica**

Guido Nigrelli\* ([guido.nigrelli@irpi.cnr.it](mailto:guido.nigrelli@irpi.cnr.it))

### **La moderna scienza del clima**

Il concetto di clima è molto antico. Già i Greci, ai quali mancava la nozione di tempo, si avvicinarono a questa scienza, raccogliendo numerose notizie climatiche sui diversi paesi da essi conosciuti. Clima e tempo meteorologico sono due termini che ancora oggi vengono spesso confusi, anche se il loro significato scientifico è molto diverso. L'Organizzazione Meteorologica Mondiale definisce il clima come l'insieme delle condizioni atmosferiche presenti in una regione geografica per lunghi periodi di tempo, almeno trent'anni. Queste condizioni intervengono sul modellamento del paesaggio, sullo sviluppo e sull'evoluzione della flora, della fauna, dell'ambiente e, non ultimo, influenzando ed indirizzando più di quanto possa sembrare la crescita delle attività umane e della società. Il tempo meteorologico invece, rappresenta la combinazione momentanea dei vari elementi meteorologici, riferita ad un'area definita e limitata.

Accostando lo studio dei fenomeni atmosferici alla crescita della tecnologia, viene naturale pensare che una vera scienza del clima, non poteva svilupparsi del tutto, prima che venissero creati gli strumenti in grado di misurare gli elementi atmosferici. Conseguentemente a ciò, le origini della climatologia non vanno ricercate molto lontano nel tempo ed è possibile individuare in Alessandro von Humboldt - geografo ed esploratore tedesco - il vero fondatore di questa scienza, che iniziò a svilupparsi verso i primi anni del 1800. Venne così a formarsi la cosiddetta Climatologia classica, caratterizzata da uno stretto ed inscindibile rapporto con le discipline biologiche, fondato sull'utilizzo dei valori medi attraverso un approccio di tipo sintetico-statistico. Fra i maggiori climatologi che contribuirono allo sviluppo di questa scienza è importante ricordare J. Hann, W. Köppen e C.W. Thornthwaite.

Durante il decennio precedente la seconda guerra mondiale, vennero fatte alcune critiche alla climatologia classica, tra le quali in principal modo quella di non avere una propria autonomia e quella di ignorare del tutto i progressi che nel frattempo venivano compiuti in campo meteorologico. È seguendo tale direzione che nacque la Climatologia dinamica, altro tipo di climatologia che si prefiggeva l'obiettivo di descrivere il clima di una regione geografica attraverso lo studio delle masse d'aria e della circolazione atmosferica (Pinna, 1955). Nonostante la nascita di questa nuova materia, la climatologia classica non venne messa da parte, anzi, nel secondo dopoguerra riprese vigore, soprattutto grazie all'efficace applicazione delle numerose metodologie che nel frattempo erano state messe a punto, diventando così la disciplina predominante. Mediante la climatologia classica, che ormai poteva avvalersi delle osservazioni effettuate da un numero elevato di stazioni meteorologiche, era possibile ottenere importanti informazioni di tipo applicativo in settori vitali per l'economia e lo sviluppo, come ad esempio nel campo dell'agricoltura (disponibilità di acqua per scopi irrigui) e nella protezione geo-idrologica (piogge in grado di innescare fenomeni franosi o provocare alluvionamenti). Con il progredire delle conoscenze in entrambe le discipline, l'importanza di avvalersi degli apporti provenienti sia dalla climatologia classica e sia dalla climatologia dinamica, fu riconosciuta dalla comunità scientifica. A partire dagli anni '70, prese dunque corpo, quella che tuttora viene individuata come la disciplina di riferimento e cioè la Moderna climatologia, che prende in considerazione entrambe gli approcci adottati dalle due discipline precedenti. Sostanzialmente essa si avvale dei dati provenienti dalle

osservazioni meteorologiche, integrati con le informazioni relative alla circolazione dell'atmosfera e all'evoluzione del tempo (Pinna, 1977). In questo contesto, assume una chiara connotazione la figura del climatologo, che non si sostituisce al meteorologo negli studi sull'atmosfera, ma utilizza per i propri scopi le informazioni che dalla meteorologia possono essergli utili e che sovente sono ottenibili attraverso la lettura delle carte meteorologiche. Mediante questo approccio con l'utilizzo dei dati osservazionali è possibile avere una visione a diverse scale spaziali del clima per una determinata area geografica. Il presente contributo si ispira alle attuali tendenze della materia.

Da un'analisi bibliografica effettuata, è emerso come vi sia una notevole quantità di informazioni utili per la descrizione dei macro-mesoclimi, mentre per quanto riguarda l'area oggetto di studio i lavori di riferimento siano ancora scarsi e spesso con dati non aggiornati, oppure relativi ad alcuni sottobacini. La presente nota cercherà di descrivere il più possibile in forma chiara, il clima della Valtellina e della Val Camonica, con particolare riferimento agli aspetti termo-pluviometrici, tenendo presente che un'analisi climatica dettagliata ed aggiornata sarebbe doverosa e ormai indispensabile, anche alla luce dei sempre più evidenti cambiamenti climatici in atto.

### **Uno sguardo d'insieme**

Il clima può essere analizzato prendendo in considerazione aree geografiche di diversa estensione e le scale spaziali solitamente utilizzate sono quella continentale o nazionale (macroclima), quella regionale (mesoclima), quella locale-zonale (topoclima) e quella a più elevato dettaglio, che fa riferimento ad ambienti di ridotte dimensioni (microclima).

Sotto l'aspetto macroclimatico, l'area geografica studiata rientra in quello che viene definito a grande scala un clima continentale umido, avente in Europa un'estensione in latitudine da 45° a 60° nord. Questa è la zona caratteristica di scontro fra masse d'aria polari e tropicali, vi sono forti contrasti termici stagionali ed il tempo è molto variabile di giorno in giorno. Si possono avere massimi estivi di precipitazioni per invasione di aria marittima tropicale mentre gli inverni, freddi e tendenzialmente siccitosi, sono dominati da incursioni d'aria continentale polare o anche artica ed in questo periodo stagionale le precipitazioni sono in relazione con l'arrivo di masse d'aria polare marittima proveniente dall'Atlantico settentrionale. All'interno di questa vasta area geografico-climatica europea si trova il cosiddetto clima temperato di transizione, cioè un clima che si interpone tra quello freddo subpolare, quello caldo mediterraneo e, nel senso della longitudine, tra il clima umido marittimo dell'ovest e quello continentale secco o peridesertico dell'est. Le condizioni atmosferiche particolarmente instabili provocano un'accentuata variabilità stagionale con escursioni termiche marcate ed una piovosità molto differenziata da una zona all'altra, sia in termini quantitativi e sia nella distribuzione annuale, tendenzialmente con massimi nelle stagioni primaverile ed autunnale. In questo contesto, la catena alpina svolge un ruolo determinante, sia sotto l'aspetto macroclimatico, opponendosi come barriera naturale alla circolazione generale delle masse d'aria e sia sotto l'aspetto meso-microclimatico determinando - grazie alle sue caratteristiche geografico-fisiche - tipi climatici e regimi termo-pluviometrici differenziati. Il sistema orografico alpino è composto da diverse catene e massicci montuosi che suddividono il territorio in innumerevoli distretti geografici aventi caratteristiche climatiche molto variabili (Fig. 1). Più specificatamente, la regione alpina italiana presenta una configurazione irregolare in senso longitudinale, determinando differenze significative soprattutto per quanto riguarda la distribuzione delle precipitazioni. Ad

occidente, il settore alpino che contorna il Piemonte risulta costituito da un'unica catena principale, successivamente il complesso montuoso si fa più vasto ed articolato. Il settore centro-orientale è costituito da una catena principale alla quale si aggiungono a nord altre formazioni montuose ed a sud fasce montane prealpine, composte da rilievi più bassi. La presenza delle Prealpi caratterizza esclusivamente le Alpi centrali ed orientali. Le precipitazioni medie annue (pioggia e neve fusa) presentano significative differenze soprattutto se ci si sposta da ovest ad est dell'arco alpino e risultano anche molto variabili di anno in anno nella stessa zona. I fattori che più incidono su tali differenze sono l'orientamento delle vallate principali, la giacitura, la pendenza e l'esposizione dei versanti, la quota, i venti dominanti e la distanza dal mare. In generale si riscontrano precipitazioni abbondanti sulle Alpi centrali ed orientali poiché queste riescono ad intercettare in modo migliore i venti umidi provenienti dai quadranti inferiori ed i primi ad essere interessati da tali manifestazioni sono i rilievi prealpini. La vicinanza del mare riveste notevole influenza sugli apporti quantitativi, infatti l'areale dove si registrano le precipitazioni medie annue più abbondanti (circa 3000 mm, anche riferite all'intero territorio nazionale), è quello ubicato nei bacini montani del fiume Tagliamento e del fiume Isonzo, in corrispondenza delle Prealpi Carniche e Giulie, prossime al mare ed aperte ai venti sciroccali. Una seconda regione con precipitazioni medie annue considerate abbondanti (superiori a 2000 mm), si riscontra nella regione prealpina lombarda e si estende ad ovest del Lago Maggiore tra la Valle Leventina (canton Ticino, Svizzera) alle pendici delle Alpi Pennine e la Valsesia (Gazzolo et al., 1973). Fra queste due zone di maggior precipitazione, escluso il bacino del fiume Adige, si hanno spesso precipitazioni medie annue oltre i 1500 mm, specie in corrispondenza della fascia prealpina. Le Alpi occidentali, caratterizzate da una orientazione delle vallate che spesso si presenta con direzione ovest-est e quindi normale alla direzione dei venti tirrenici, sono invece soggette a precipitazioni medie annue meno abbondanti rispetto a quelle del settore centro-orientale. Qui i valori maggiori non raggiungono i 2000 mm e si registrano solitamente nei bacini dei torrenti Orco e Pellice. Per quanto riguarda invece le precipitazioni più basse è interessante osservare come queste si presentino esclusivamente nelle vallate poste trasversalmente alle correnti aeree provenienti dai settori meridionali, in zone interne del complesso montuoso, spesso quasi completamente chiuse dai massicci circostanti e ad una discreta distanza dal mare. Esempi significativi di tale situazione sono l'alta Valle d'Aosta e la Val Venosta in Alto Adige, che costituiscono le aree più estese con precipitazioni medie annue scarse, anche inferiori a 500 mm. Per quanto riguarda invece la distribuzione stagionale delle precipitazioni, in generale si osserva che nel settore occidentale alpino le precipitazioni maggiori si verificano in primavera, mentre sulle Alpi centrali ed orientali diventano prevalenti quelle estivo-autunnali. Infatti nella regione alpina la stagione estiva risulta essere quella più ricca di piogge, mentre l'inverno caratterizza ovunque il periodo di minore piovosità (Gazzolo et al., 1973). Il regime nivometrico mensile è in relazione con quello termo-pluviometrico. Infatti la nevosità primaverile è generalmente maggiore di quella autunnale poiché le temperature medie per questa stagione sono solitamente inferiori a quelle di ottobre-dicembre. L'esame dei regimi nivometrici presenta condizioni simili per il settore occidentale e centrale alpino. Per tali aspetti è importante osservare come man mano che si procede verso le quote più elevate la stasi invernale si accentua ed il massimo di nevosità si sposta verso la pianura; alle quote più alte dei grandi massicci alpini il maggior apporto di neve sembra si abbia durante i mesi estivi. La durata del manto nevoso è maggiore nelle zone più interne del rilievo, meno vicine alla pianura e nei versanti meno soleggiati. Per questo parametro, l'aumento della durata con l'altezza non

avviene in modo regolare nei tre settori alpini, seguendo in linea generale l'andamento che caratterizza le precipitazioni liquide (Cati, 1981).

Spostando l'attenzione verso l'area geografica posizionata a sud dei rilievi alpini, arriviamo a definire in linea generale quello che risulta essere il clima della regione padana, ovverosia l'ampio bacino pianeggiante circondato dai rilievi a nord, a ovest e a sud, ma aperto a oriente verso il mare Adriatico. Esso è delimitato, sotto il profilo climatico, dall'isoipsa 1000 m sul versante alpino e dalla linea spartiacque su quello appenninico. In autunno, in inverno e in primavera sono abbastanza frequenti le depressioni sottovento e le depressioni d'origine mediterranea, la cui sequenza è spesso interrotta da periodi di tempo stabile, dovuti all'influenza dell'anticiclone dell'Europa centrale. Nel periodo invernale, l'intera vallata è coperta da uno strato d'aria fredda stagnante dello spessore di un migliaio di metri e a tale strato si devono le fitte nebbie che con tanta frequenza investono la regione. Durante l'estate, l'influenza dell'Anticiclone delle Azzorre attenua la circolazione dell'aria, favorendo grazie anche al forte riscaldamento del suolo, la formazione di nubi cumuliformi a evoluzione diurna, con possibilità di rovesci e temporali di breve durata ma anche di notevole intensità. Un importante valenza climatica è quella che viene svolta in quest'area dai grandi laghi prealpini che con la loro notevole massa di acqua mitigano le temperature, rendendo il clima con caratteristiche più mediterranee anziché continentali.

In questo contesto macroclimatico, come abbiamo visto fortemente influenzato dalla presenza del sistema orografico alpino, è possibile individuare in Lombardia 4 mesoclimi tipici: il mesoclima alpino, il mesoclima dei laghi (insubrico), il mesoclima padano ed il mesoclima delle aree urbane, quest'ultimo di origine antropica.

Il mesoclima alpino, dei cui caratteri generali si è già detto prima, è presente in Lombardia in forma estesa poiché il 40,5% del territorio regionale è montano (poco più di 967.000 ha). Esso presenta una spiccata variabilità locale e risulta caratterizzato da temperature invernali piuttosto basse, temperature estive non elevate e piogge concentrate soprattutto durante il periodo estivo. La neve cade in maniera differenziata da zona a zona; ad esempio alla stazione di Scais (1500 m), si registrano due massimi mensili, il primo in dicembre ed il secondo in marzo. A Codelago invece (1885 m), i due massimi si verificano in novembre ed in aprile e la primavera risulta essere la stagione più nevosa. Al Lago Venina in Valtellina (1800 m), i mesi più nevosi sono dicembre ed aprile. Nell'area compresa fra la valle dell'Adige ed il Lago Maggiore, spiccano valori medi annui di precipitazione nevosa superiori a 500 cm, come ad esempio i 523 cm osservati alla stazione di Careser (2600 m), ed i 642 cm misurati a 1800 m, al Passo del Tonale (Cati, 1981).

Il mesoclima dei laghi o insubrico costituisce una tipologia specifica di mesoclima lombardo, negli aspetti termometrici più simile a quello mediterraneo e meno a quello continentale, soprattutto grazie all'azione mitigatrice che le acque dei bacini lacustri svolgono nei confronti delle temperature medie annuali e stagionali sulle zone litorali e sulle aree limitrofe. Questa azione mitigatrice è in grado di contenere gli abbassamenti termici invernali di circa 2°C, diminuendo anche il numero di giorni di gelo, rispetto al mesoclima padano, mentre per quanto riguarda la calura estiva, l'azione mitigatrice riesce ad abbassare di 1 o anche 2°C la temperatura media rispetto a quella presente nell'area padana. Le escursioni termiche annue risultano quindi meno elevate, attestandosi intorno ai 20°C, contro i circa 25°C di quelle osservate per il mesoclima padano. I laghi Maggiore, Como ed Iseo, ovverosia quelli ubicati in posizione più occidentale, presentano due massimi di precipitazioni simili, in estate ed in autunno, mentre il lago di Garda presenta un massimo autunnale ed uno secondario in maggio-giugno. Il mesoclima insubrico è caratterizzato anche dalla

relativa scarsità di nebbie e dalla presenza delle cosiddette brezze di lago, cioè venti locali che mesolano gli strati atmosferici sul lago e sulle zone litorali rinfrescando l'ambiente (Craveri, 2008).

Il mesoclima padano è presente su tutta la pianura lombarda, un'area di oltre 1.122.000 ha, pari al 47% della superficie totale regionale. Si tratta di un clima di transizione fra quello alpino e quello mediterraneo. La stagione invernale è solitamente caratterizzata da temperature basse, con frequenti giornate di gelo (durante le quali le temperature minime possono scendere a -11 °C) e di nebbie fitte. La nebbia è principalmente diffusa nella parte bassa della Pianura Padana dove i corsi d'acqua abbondano e ne favoriscono la formazione. Le estati sono calde, umide e tendenzialmente poco piovose. In questo periodo le temperature possono superare i 30°C e l'umidità superare il 90% , causando quel fenomeno di caldo umido comunemente chiamato afa, condizione aggravata dalla scarsa ventilazione tipica dell'area padana. Le piogge sono relativamente ben distribuite durante tutto l'anno, anche se la loro manifestazione è fortemente influenzata dalla stagionalità, infatti alle prolungate piogge autunno-primaverili si alternano quelle a carattere temporalesco, generalmente di breve durata e forte intensità tipiche del periodo estivo. Il regime pluviometrico annuale presenta un tipico andamento bimodale con due massimi, uno principale in autunno ed uno secondario in primavera e due minimi di cui il principale in inverno ed il secondario in estate. Le temperature medie annue sono abbastanza uniformi, presentando valori compresi fra 12 e 14°C. La piovosità media annua si manifesta in forma gradualmente crescente partendo dal basso mantovano (600-700 mm) procedendo in direzione nord-ovest per arrivare al distretto dei laghi prealpini con 1600-2000 mm (Craveri, 2008).

Il mesoclima delle aree urbane è ormai una presenza costante nelle regioni padane ed in Lombardia questo si evidenzia con maggior rilevanza nell'area milanese, dove gravitano più di 3.500.000 persone in un'area di oltre 200 km<sup>2</sup>. Le aree urbane sono caratterizzate da temperature più elevate rispetto a quelle delle zone di campagna circostanti a volte anche di 2-3°C, tanto che per queste è stato coniato il termine di "isole di calore". In quest'area le temperature del centro città risultano di qualche grado più elevate rispetto a quelle osservate nei comuni limitrofi. Questo "clima antropizzato" trae origine dall'interazione di molti fattori, tra cui in principal modo le emissioni di calore delle industrie, degli autoveicoli, cioè di tutte le attività umane nel loro complesso, unite alla scarsa presenza di aree verdi soprattutto parchi con vegetazione d'alto fusto (Craveri, 2008).

Per un inquadramento climatico a livello locale-zonale, è importante approfondire le conoscenze sull'andamento delle precipitazioni mensili e stagionali. Alcuni Autori hanno individuato nel bacino padano 5 tipi pluviometrici ben definiti: continentale, sub-litoraneo alpino, sub-litoraneo occidentale, sub-litoraneo padano, sub-litoraneo appenninico e di questi si accennerà brevemente (Cati, 1981; Bandini, 1931).

Il tipo pluviometrico continentale presenta un massimo estivo ed un minimo invernale, predomina in tutto l'arco alpino che comprende le alte vallate dell'Oglio, dell'Adda e del Ticino con propaggini estese sino ai rilievi secondari delle Prealpi.

Il tipo pluviometrico sub-litoraneo alpino è caratterizzato dalla presenza di due massimi, di cui il primo in autunno ed il secondo in primavera e da due minimi, il primo in inverno ed il secondo in estate. È presente in pianura interessando tutta la fascia prealpina della regione Lombardia, protraendosi all'interno del bacino del Toce per ripresentarsi, anche se con caratteri meno marcati, nell'alta Valle d'Aosta.

Il tipo pluviometrico sub-litoraneo occidentale presenta anch'esso due massimi e due minimi, ma in questo caso il primo massimo si presenta in primavera mentre il primo minimo permane in inverno. Questo tipo

riflette tutta la parte occidentale del bacino del Po, dal Ticino al Tanaro, esclusa la valle della Dora Riparia ed i rilievi delle Alpi Marittime e del Monferrato.

Il tipo pluviometrico sub-litoraneo padano si manifesta ancora con due massimi e due minimi, ma in questo caso i valori sono quasi equivalenti. Si estende in tutta la zona di pianura compresa fra i primi rilievi prealpini ed il fiume Po, protraendosi ad ovest sin quasi alla testata della valle Tanaro.

Il tipo pluviometrico sub-litoraneo appenninico ha sempre due massimi e due minimi, con il massimo autunnale più elevato ed il minimo estivo più marcato di quello invernale. Esso comprende tutta la zona dominata dai rilievi dell'Appennino, dal crinale al corso del fiume Bormida e del Po, con esclusione del basso modenese. Questo tipo risulta presente anche in una porzione delle Alpi Marittime.

Infine è importante sottolineare come le classificazioni e le suddivisioni climatiche sopra descritte non debbano ritenersi vincolanti da un punto di vista geografico, poiché i passaggi tra climi diversi avvengono di norma in modo graduale, quasi sfumato e senza brusche variazioni, nelle nostre zone spesso seguendo la morfologia e l'orografia del territorio.

Alcune stazioni significative della Valtellina e della Valcamonica, compresa la stazione di Robbia/Poschiavo ubicata in territorio svizzero ma all'interno del bacino idrografico del fiume Adige, sono riportate in Figura 2 e per tali stazioni sono stati costruiti i diagrammi ombrotermici. Questi diagrammi vengono costruiti con due ordinate, l'una a scala doppia dell'altra, al fine di poter evidenziare graficamente eventuali periodi aridi, secondo quanto proposto da Bagnouls e Gaussen (1957). Va precisato a questo proposito che i dati utilizzati provengono da serie ridotte nel tempo oppure non aggiornate agli ultimi anni. Le analisi climatiche, per poter fornire indicazioni rappresentative, devono essere svolte utilizzando serie di dati omogenei e almeno trentennali. Al fine di ovviare a tale carenza, sono state riportate le precipitazioni medie annue e le temperature medie mensili raccolte da alcuni Autori per alcuni intervalli temporali significativi (Tabelle 1 e 2).

## **Il clima in Valtellina**

La Valtellina si presenta morfologicamente come un ampio e lungo solco vallivo ad andamento ovest-est, nel quale si immettono diverse valli laterali, spesso mediante conoidi di notevoli dimensioni. Le condizioni di soleggiamento dei versanti costituenti il vallone principale sono nettamente differenziate, soprattutto durante il periodo autunno-invernale; il versante retico esposto a sud, riceve maggior quantità di luce rispetto a quello orobico esposto a nord, presentando anche valori di temperatura a parità di quota più elevati. Durante il periodo invernale in condizioni di alta pressione è possibile che le basse temperature al fondovalle determinino un abbassamento dello strato di rimescolamento, con mancanza di circolazione atmosferica verso l'alto ed il conseguente accumulo degli inquinanti al suolo. Il periodo primaverile-estivo risulta invece caratterizzato dalla presenza delle brezze alpine (di valle e di monte) che creano condizioni di tempo ventilato rimescolando l'aria e rendendo meno afose le calde giornate estive.

Il clima della Valtellina è per la maggior parte di tipo continentale, gennaio è il mese più freddo e luglio il più caldo, in piena sintonia con quelle che sono le caratteristiche mesoclimatiche dell'area geografica. La piovosità media annua risulta estremamente variabile; ad esempio si passa nello spazio di pochi chilometri dai 726 mm/anno di Tirano, ubicata nel fondovalle, ai 1715 mm/anno di Scais, nelle Alpi Orobie (Ceriani et al., 2000). In generale, la piovosità media annua diviene progressivamente più elevata man mano che si scende verso il Lario. A ridosso dello spartiacque fra la Val Brembana ed il versante orobico della Valtellina

si concentrano le aree di maggior piovosità (Iago Trona, 2011 mm/anno), così come sul lato occidentale della Valchiavenna (Bodengo, 1822 mm/anno). Le zone di minor precipitazione, che è possibile riferire a tutto il territorio della Lombardia alpina, presentano valori compresi fra 700 e 900 mm/anno e corrispondono all'alta Valtellina ed all'area di Livigno (Trepalle 646 mm/anno, Bormio 724 mm/anno e Santa Caterina 865 mm/anno). Pertanto sulla base dei valori riportati nella carta di Figura 3, è possibile suddividere la provincia di Sondrio in tre grandi settori: il primo con valori superiori ai 1300 mm/anno che comprende la Valchiavenna occidentale e le Orobie valtelinesi sino al Passo dell'Aprica; il secondo con valori compresi fra i 1100 ed i 1300 mm/anno che comprende la Valchiavenna orientale, la Valmasino e l'alta Valmalenco (gruppo del Bernina); infine il terzo settore con valori inferiori a 1100 mm/anno comprendente la Valmalenco e la parte medio-alta della Valtellina con l'area di Livigno (Ceriani et al., 2000).

Il diagramma ombrotermico per la stazione di Bema mostra un andamento delle temperature medie mensili tipico per i climi delle nostre latitudini, con valori minimi in inverno, massimi in estate e valori intermedi pressoché di uguale entità in primavera ed autunno (Fig. 4). Gennaio è il mese più freddo (1,1°C) e luglio quello più caldo (17,8°C) anche se le temperature medie mensili di luglio ed agosto sono molto simili. Il regime pluviometrico è di tipo continentale, il massimo estivo delle precipitazioni medie è di 294,6 mm mentre il minimo invernale è di 98,8 mm. I valori autunnali si avvicinano a quelli estivi (284,2 mm). Il maggior numero di giorni piovosi si registra a maggio (16 gg piovosi) mentre il minimo in febbraio (6 gg piovosi). Secondo l'indice climatico di Bagnouls e Gaussen, non si registra mai la condizione "P<2T" e quindi non vi sono periodi definiti aridi, anche se in questo caso i valori termo-pluviometrici medi mensili di febbraio sono riportati sul diagramma in posizioni molto vicine.

I dati della stazione di Sondrio mostrano un andamento delle temperature simile a quello di Bema, anche se vi sono due valori negativi (Fig. 4). La città di Sondrio è collocata in posizione centrale rispetto al solco vallivo della Valtellina, allo sbocco della Valmalenco e sul conoide di deiezione formato dal torrente Mallero. Il clima di questa città può definirsi temperato fresco, la temperatura media annua è di 11,4°C e le precipitazioni medie annue sono di circa 836 mm. Gennaio e dicembre sono i mesi più freddi (rispettivamente -0,8°C e -0,7°C) e luglio quello più caldo (22,4°C). Il regime pluviometrico per questa stazione può definirsi una via di mezzo fra il continentale ed il tipo sublitoraneo alpino, poiché il massimo delle precipitazioni medie stagionali si riscontra in autunno (281,7 mm), ma il secondo massimo anziché avvenire in primavera lo si riscontra in estate, con 241 mm di pioggia. L'inverno risulta essere la stagione con il minor apporto di precipitazioni (99,5 mm). Da notare come vi siano valori di precipitazione molto simili fra Bema e Sondrio per quanto riguarda il periodo primaverile (rispettivamente 212,5 mm e 213,9 mm). Il maggior numero di giorni piovosi si registra anche qui in maggio (19 gg piovosi) mentre il minimo è egualmente presente in gennaio e febbraio (5 gg piovosi). Secondo l'indice climatico di Bagnouls e Gaussen, non si registra mai la condizione "P<2T" e quindi non vi sono periodi definiti aridi.

Il diagramma ombrotermico per la stazione di Robbia/Poschiavo mostra un andamento delle temperature medie mensili tipico per i climi alpini, con valori minimi negativi nei tre mesi invernali e massimi in estate (Fig. 4). Gennaio è il mese più freddo (-2,3°C), ma con temperature medie al di sotto dello zero anche in febbraio (-1,1°C) ed in dicembre (-1,0°C) e luglio quello più caldo (15,4°C). Il regime pluviometrico è di tipo continentale, il massimo estivo delle precipitazioni è di circa 312 mm mentre il minimo invernale è di 157 mm. Il maggior numero di giorni piovosi si registra a maggio (12 gg piovosi) mentre il minimo in gennaio,

febbraio e dicembre (6 gg piovosi). Secondo l'indice climatico di Bagnouls e Gausсен, non si registra mai la condizione "P<2T" e quindi non vi sono periodi definiti aridi.

Il diagramma ombrotermico per la stazione di Bormio mostra un andamento delle temperature medie mensili con gennaio che risulta essere il mese più freddo (-1,5°C), con temperature medie al di sotto dello zero anche in dicembre (-1,0°C) e luglio quello più caldo, con 17,2°C (Fig. 4). Il regime pluviometrico è di tipo continentale, il massimo estivo delle precipitazioni è di 329,9 mm mentre il minimo invernale è di 81,6 mm. In questa stazione le precipitazioni autunnali sono significativamente più elevate di quelle primaverili, rispettivamente 255,1 mm e 144,3 mm. Il maggior numero di giorni piovosi si registra ad agosto (17 gg piovosi), ma con un crescendo graduale per i mesi precedenti che presentano valori di 15 gg piovosi in maggio e 16 gg piovosi in giugno e luglio. Febbraio è il mese con il minimo numero di gg piovosi, 7. Secondo l'indice climatico di Bagnouls e Gausсен, non si registra mai la condizione "P<2T" e quindi non vi sono periodi definiti aridi, anche se in questo caso, come per la stazione di Bema, i valori termo-pluviometrici medi mensili di febbraio sono riportati sul diagramma in posizioni molto vicine.

Per quanto riguarda il regime termico di Sondrio e di Bormio, è importante sottolineare come recenti studi abbiano messo in evidenza variazioni significative dell'escursione termica fra le temperature medie mensili di luglio e di gennaio, calcolate per il trentennio 1926-1955 e 1955-1984. Per questo parametro i valori calcolati risultano essere per Bormio rispettivamente di 18,7°C e di 18,2°C e per Sondrio di 21,2°C e di 19,9°C (Belloni et al., 2005).

## **Il clima in Val Camonica**

La Val Camonica presenta un'assetto geografico con direzione preferenziale nord-sud, occupando un territorio che nella sua parte più settentrionale confina con l'alta Valtellina mentre nella sua porzione più meridionale termina nel bacino del Lago d'Iseo nel quale il fiume Oglio vi si immette. In funzione di questo assetto è possibile rilevare tipologie climatiche anche molto differenti, con caratteri spiccatamente alpini verso nord e con caratteri più vicini al clima insubrico e padano verso sud. Risalendo la valle si assiste al passaggio dal regime pluviometrico sub-litoraneo (a due massimi, primaverile ed autunnale) tipico dell'area a clima padano (esempio Chiari) e di quella a clima insubrico (esempio Iseo e Lovere), al tipo di regime pluviometrico continentale, con il massimo estivo, tipico del clima alpino interno che si rileva in linea generale a partire da Breno. In termini di apporti quantitativi questo significa che risalendo la Val Camonica si osserva una progressiva riduzione delle precipitazioni medie annue spostandosi dal Lago d'Iseo sino alla testata della valle: stazione di Lovere 1191 mm/anno, Sonico 1085 mm/anno, Temù 982 mm/anno e Passo del Tonale 1118 mm/anno (Ceriani et al., 2000).

Il primo tratto della Val Camonica - disposto in direzione da sud-ovest verso nord-est, dal Lago d'Iseo sino a Gianico - risente maggiormente delle brezze che di giorno risalgono dal vicino lago. Questo influenza le temperature massime primaverili ed estive che sono generalmente più basse rispetto al tratto superiore. Il tratto fra Gianico e Cividate Camuno, sempre disposto in direzione da sud-ovest verso nord-est, è caratterizzato da massime estive più alte che nei restanti segmenti, causate dalla minore incidenza delle brezze e dal notevole soleggiamento, dovuto alla modesta altezza dei monti che non superano i 2300 m e dalla notevole larghezza della vallata. Appena più a nord di Boario Terme, nella piana vicino al fiume Oglio, d'inverno si formano dei banchi di nebbia, elemento raro in Valcamonica (Santoro, 2008). Tra Cividate

Camuno e Forno d'Allione la valle subisce un primo restringimento e le temperature massime e minime, estive ed invernali, decrescono lentamente man mano che si sale verso nord. La disposizione nord-sud unitamente al profilo alto dei monti che delimitano la vallata e che arrivano sino a 2800 m, riducono il soleggiamento del fondovalle, ma contemporaneamente riducono anche l'influsso delle correnti fredde da nord-est. Questo tratto è molto ventoso e spesso interessato dal favonio, con raffiche anche violente. Per questo tratto di valle le perturbazioni che portano maggiori precipitazioni sono quelle provenienti da sud-ovest. I temporali sono frequenti viste le numerose e alte cime che favoriscono lo sviluppo di cumuli, ma raramente sono violenti; la nebbia praticamente non esiste e le brezze termiche sono molto accentuate sino a sembrare vento teso. Il tratto fra Forno d'Allione ed Edolo è disposto anch'esso secondo l'asse nord-sud, non in maniera così marcata come il tratto precedente poiché in questo settore la piana di Malonno orienta l'asse principale più verso est. Le temperature massime decrescono gradatamente man mano che si sale, mentre le minime subiscono un brusco calo presso la piana di Malanno, dove si insacca l'aria fredda a causa della strozzatura di Forno d'Allione. La piana di Malonno (500 m), nonostante sia ubicata ad una quota media inferiore rispetto a quella di Edolo (699 m), risulta termicamente più fredda di quest'ultima (Santoro, 2008). L'ultimo tratto, da Edolo al Passo del Tonale, è orientato quasi da ovest verso est, ed è il più continentale della Valcamonica. Le temperature minime sono molto basse d'inverno e il sole riesce a scaldare poco anche di giorno. La neve cade spesso, anche se raramente in modo molto abbondante, e resiste bene per lunghi periodi, soprattutto nella zona più fredda e nevosa che è quella di Sozzina, poco dopo Ponte di Legno, che riceve l'aria fredda che discende dal ghiacciaio del Pisana, e la neve che arriva da Tonale. La temperatura scende bruscamente poco dopo Edolo, scende ancora sino a Ponte di Legno per poi risalire leggermente sino a Sozzina e nuovamente ridiscendere sino al Tonale. Durante la stagione estiva le nuvole di carattere locale sono spesso presenti, e i temporali sono violenti visto che l'aria da nord e da nord-est arriva con facilità, rispetto al resto della zona. Per una analisi dettagliata delle diverse condizioni climatiche presenti nelle numerose vallate laterali, si rimanda alla bibliografia (Santoro, 2008).

Il diagramma ombrotermico per la stazione di Breno mostra un andamento delle temperature medie mensili con gennaio che risulta essere il mese più freddo (2,6°C) e luglio quello più caldo, con 23,2°C (Fig. 4). Il regime pluviometrico è di tipo continentale, il massimo estivo delle precipitazioni è di 253,4 mm mentre il minimo invernale è di 105,4 mm. Il maggior numero di giorni piovosi si registra in maggio (16 gg piovosi), ma con valori elevati anche in giugno, luglio ed agosto (15 gg piovosi). Febbraio è il mese con il minimo numero di gg piovosi, 7. Secondo l'indice climatico di Bagnouls e Gausсен, anche qui non si registra mai la condizione " $P < 2T$ " e quindi non vi sono periodi definiti aridi, però per questa stazione è importante notare come vi siano quattro mesi non consecutivi che presentano valori termo-pluviometrici medi mensili molto vicini: febbraio, aprile, settembre e dicembre.

Il diagramma ombrotermico per la stazione di Edolo mostra un andamento delle temperature medie mensili con dicembre che risulta essere il mese più freddo (0,8°C) e luglio quello più caldo (19,7°C), quasi eguagliato da agosto con 19,2°C (Fig. 4). Il regime pluviometrico è di tipo continentale, il massimo estivo delle precipitazioni è di 302,7 mm mentre il minimo invernale è di 108,1 mm. Il maggior numero di giorni piovosi si registra in maggio (16 gg piovosi), ma con valori elevati anche in giugno ed agosto (15 gg piovosi). Febbraio è il mese con il minimo numero di giorni piovosi, 5. Secondo l'indice climatico di Bagnouls e Gausсен, anche qui non si registra mai la condizione " $P < 2T$ " e quindi non vi sono periodi definiti aridi, anche

se è possibile osservare come i valori termo-pluviometrici medi mensili di febbraio occupino posizioni molto vicine.

### **I Cambiamenti climatici in Lombardia: un breve cenno**

Le variazioni della temperatura e delle precipitazioni, sono fra i segnali più evidenti del climate change. Queste variazioni, manifestano andamenti diversi a seconda delle scale spaziale e temporale considerate.

La temperatura media globale è aumentata di circa 0,7°C negli ultimi 100 anni. Questo incremento è stato maggiore in Europa, con circa 0,95°C dal 1900. Inoltre le temperature medie invernali sono aumentate in misura maggiore rispetto a quelle estive (I.P.C.C., 2007; Trenberth et al., 2007; E.E.A., 2004).

Nel corso degli ultimi 130 anni, il clima italiano è diventato più caldo e asciutto. Al nord, negli ultimi 50 anni, si è osservato un aumento dell'intensità delle precipitazioni ed una diminuzione degli eventi con scarsi apporti (Buffoni et al., 2003). Gli andamenti annuale e stagionale delle piogge totali mensili, periodo 1865-2003, hanno evidenziato *trends* generalmente negativi, ma raramente significativi (Brunetti et al., 2006). Il clima sta cambiando anche in ambiente alpino. Le temperature medie estive, invernali ed annuali, sono in chiaro aumento. Dal 1850 al 1980 le aree glaciali sono diminuite di un terzo e la calda estate del 2003 ha ridotto ulteriormente di circa il 10% questa importante risorsa naturale (E.E.A., 2004), lo stesso anno è risultato il più caldo dal 1500 (Casty et al., 2005). Le precipitazioni sembrano assumere caratteristiche diverse rispetto al recente passato, diventando più intense e più pericolose, anche se per questo parametro, gli andamenti sono ancora contrastanti (Schmidli et al. 2002).

Per quanto riguarda la Lombardia, recenti studi sui cambiamenti climatici svolti nell'ambito di diversi progetti nazionali ed europei hanno dato modo di individuare all'interno di essa regioni climatiche diverse, sia per gli aspetti termometrici e sia per quelli pluviometrici (Maugeri, 2008; Brunetti et al., 2006; Buffoni et al., 2003). Rimandando alla bibliografia specifica per un'analisi dettagliata sull'argomento, ci si limiterà in questa sede a riportare alcune conclusioni di carattere generale, ricordando che l'intervallo temporale considerato in questi studi è stato dal 1803 al 2003. L'evoluzione della temperatura media nel corso degli ultimi due secoli evidenzia come i valori si mantengono piuttosto bassi fino al 1860, con il 1816 identificabile come l'anno più freddo dell'intero periodo. Successivamente si nota una tendenza graduale verso valori via via più alti il cui contributo maggiore proviene dagli anni '60 e '90 del XIX secolo e dagli anni '20 e '40 del XX secolo. Dopo un massimo relativo raggiunto intorno al 1950 si ha un andamento stazionario fino agli anni '70, seguito da un nuovo periodo di forte crescita che culmina nell'anno 2003, il più caldo dell'intera serie. È anche interessante osservare come l'analisi delle serie stagionali mostri differenze significative tra le diverse stagioni. In particolare, il forte riscaldamento che ha caratterizzato gli ultimi due decenni è evidente in primavera ed estate, ma non in autunno ed inverno, stagioni nelle quali il *trend* recente è meno ripido (Maugeri, 2008). L'andamento delle precipitazioni nel corso degli ultimi due secoli mostra una sequenza di massimi e minimi relativi senza alcuna tendenza evidente né verso un incremento né verso una diminuzione. I valori più alti si sono raggiunti attorno al 1800, tra gli anni '40 e gli anni '50 del XIX secolo, intorno al 1900, al 1960 ed al 1980. I periodi più secchi si sono riscontrati intorno al 1990 e negli anni '20 e '40 del XX secolo, mentre altri minimi relativi di minore entità si sono avuti tra gli anni '20 e gli anni '30 del XIX secolo ed intorno al 1860. A livello stagionale esistono molte differenze, soprattutto nella collocazione dei periodi contraddistinti dai minimi e massimi (Maugeri, 2008).

## Bibliografia

1. Bandini A. (1931) – Tipi pluviometrici dominanti sulle regioni italiane. In “Il Servizio Idrografico Italiano”, XV Congresso Internazionale di Navigazione, Venezia, Settembre, Regno D'Italia, Min. LL. PP., Tipografia del Senato, Roma, pp. 111-118
2. Belloni S. (1972) - Il clima della Valtellina in relazione all'utilizzazione del suolo, alla sua evoluzione ed alla sua difesa. Istituti di Geologia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Milano, pp. 34
3. Belloni S., Annovazzi A., Diolaiuti G. (2005) – Il regime termico annuo in Lombardia nel trentennio 1955-1984. Definizione dei tipi di clima fondamentali mediante il confronto dei regimi termici delle due metà dell'anno. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, Supplemento VII, pp. 41-49
4. Brunetti M., Maugeri M., Monti F., Nanni T. (2006) - Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenized instrumental time series. *Int. J. Climatol.* 26, pp. 345-381
5. Buffoni L., Brunetti M., Mangianti F., Maugeri M., Monti F., Nanni T. (2003) - Ricostruzione del clima italiano negli ultimi 130 anni e scenari per il XXI secolo. Workshop “CLIMAGRI”, Cagliari, 16-17 gennaio, dalla rete
6. Casty C., Wanner H., Luterbacher J., Esper J., Böhm R. (2005) - Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500. *Int. J. Climatol.* 25, pp. 1855-1880
7. Cati L. (1981) – Idrografia e Idrologia del Po. Min. LL. PP., Servizio Idrografico, Pubblicazione n 19 dell'Ufficio Idrografico del Po, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, pp. 310
8. Ceriani M., Carelli M. (2000) – Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della regione Lombardia. Regione Lombardia, Servizio Geologico, Ufficio Rischi Geologici, dalla rete
9. Craveri L. (2008) – Il contesto regionale. In “L'acqua una risorsa per il sistema agricolo lombardo. I dati del Servizio Agrometeorologico”. ERSAF Lombardia, pp. 8-13, dalla rete
10. European Environment Agency (2004) - Impacts of Europe's changing climate. Rep. n 2, Copenhagen, pp. 107, dalla rete
11. Gazzolo T., Raffa U. (1973) – La distribuzione delle precipitazioni nel versante sud delle Alpi. CNR, Pubblicazione n 8 della collana di pubblicazioni presentate dall'Italia come contributo al Decennio Idrologico Internazionale, Roma, pp. 18
12. I.P.C.C. 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon S., Qin D, Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., Miller H. L. eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 18
13. Maugeri M. (2008) – Variabilità e cambiamenti climatici nel corso degli ultimi due secoli: evidenze osservative e problemi aperti. In “L'acqua una risorsa per il sistema agricolo lombardo. I dati del Servizio Agrometeorologico”. ERSAF Lombardia, pp. 16-23, dalla rete
14. Pinna M. (1955) - Climatologia dinamica e Geografia. *Boll. Soc. Geogr. Ital.* pp. 143-152
15. Pinna M. (1977) - Climatologia. UTET, Torino, pp. 442

16. Trenberth K. E., Jones P.D., Ambenje P., Bojariu R., Easterling D., Klein Tank A., Parker D., Rahimzadeh F., Renwick J. A., Rusticucci M., Soden B., Zhai P. (2007) - Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon S., Qin D, Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., Miller H. L. eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33
17. Santoro G. L. (2008) – Il clima della Valle Camonica. 3bmeteo.com, dalla rete
18. Schmidli J., Schmutz C., Frei C., Wanner H., Schär C. (2002) - Mesoscale precipitation variability in the region of the European Alps during the 20th Century. *Int. J. Climatol.* 22, pp. 1049-1074



Figura 1 – Posizione geografica della Valtellina e della Val Camonica (contorni rossi) in riferimento al sistema orografico alpino ed alla regione Lombardia (contorno giallo). Immagine di fondo acquisita dal satellite Terra Modis e scattata il 19.09.2003 alle ore 10:05 UTC (risoluzione 250 m, fonte NASA, MODIS Rapid Response System).



Figura 2 – Ubicazione delle stazioni meteorologiche per le quali sono stati costruiti i grafici ombrotermici della Figura 4. 1, Bema; 2, Sondrio; 3, Robbia/Poschiavo; 4, Bormio; 5, Edolo; 6, Breno. Immagine di fondo acquisita dal satellite Terra Modis e scattata il 19.09.2003 alle ore 10:05 UTC (risoluzione 250 m, fonte NASA, MODIS Rapid Response System).

Figura 3 – Particolare della Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino della regione Lombardia (periodo 1891-1990), in cui sono riportate le aree della Valtellina e della Val Camonica. La legenda fa riferimento alle classi di precipitazione (mm) individuate mediante metodo di kriging (da Ceriani et al., 2000, modificata).

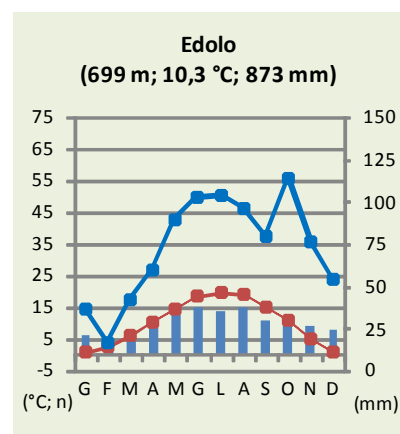
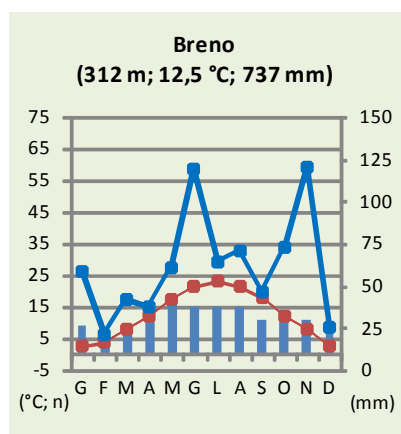
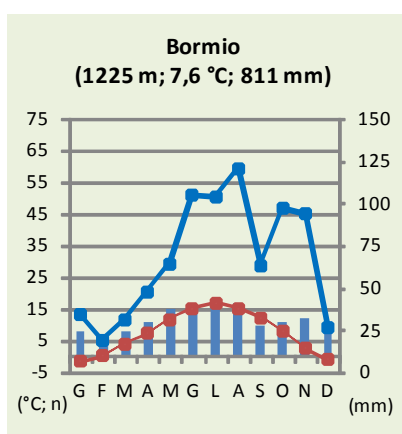
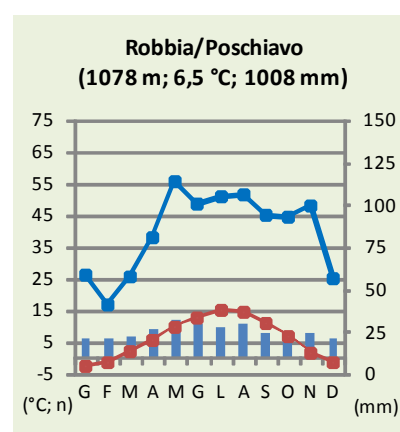
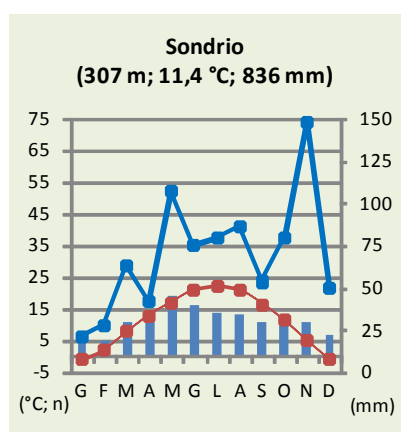
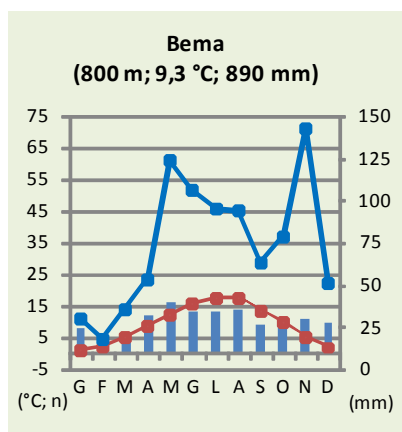
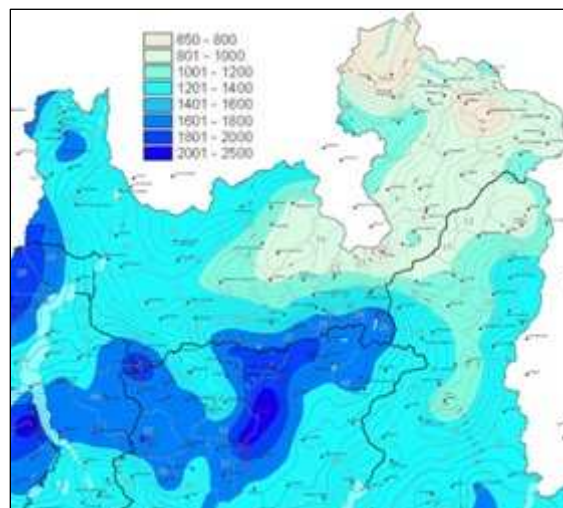


Figura 4 – Diagrammi ombrotermici per le sei stazioni di Figura 2. Sotto il toponimo sono riportate la quota, la temperatura e le precipitazioni medie annue. All'ordinata sinistra fanno riferimento le temperature medie mensili (linea rossa, °C) ed il numero medio di giorni piovosi mensili (barre blu, n), mentre sull'ordinata destra vi sono le precipitazioni medie mensili (linea blu, mm). Periodi di osservazione: Bema, 1993÷2007; Sondrio, 2001÷2007; Robbia/Poschiavo, 1961÷1990; Bormio, 1993÷2007; Breno, 1992÷2007; Edolo, 1993÷2007. Fonte dati A.R.P.A. Lombardia, Servizio Meteorologico Regionale e Ufficio Federale di Climatologia e MeteoSvizzera, dalla rete.

Tabella 1 – Precipitazioni medie annue (mm) calcolate da alcuni Autori per diversi periodi di osservazione, relative alle stazioni di Sondrio, Bormio, Breno ed Edolo (A, Cati 1981; B, Ceriani et al. 2000; C, A.R.P.A. Lombardia 2008). Per A e B la fonte dei dati è l'Ufficio Idrografico del Po, per C è l'Ente stesso.

	A	A	A	B	C
Sondrio	1083 (1921÷1950)	915 (1951÷1970)	1016 (1921÷1970)	970 (1876÷1990)	836 (2001÷2007)
Bormio	728 (1921÷1950)	743 (1951÷1970)	734 (1921÷1970)	742 (1895÷1990)	811 (1993÷2007)
Breno	1019 (1921÷1950)	936 (1951÷1970)	987 (1921÷1970)	1012 (1907÷1983)	737 (1992÷2007)
Edolo	1004 (1921÷1950)	997 (1951÷1970)	1001 (1921÷1970)	1009 (1923÷1982)	873 (1993÷2007)

Tabella 2 – Temperature medie mensili ed annue (°C), relative alle stazioni di Sondrio, Bormio, Breno ed Edolo, per diversi periodi di osservazione. Per ogni stazione, i dati nella colonna di sinistra sono stati ricavati dagli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico del Po, mentre quelli riportati nella colonna di destra provengono da Belloni et al., 2005.

	Sondrio 298 m s.l.m.		Bormio 1225 m s.l.m.		Breno 312 m s.l.m.		Edolo 690 m s.l.m.	
	dal 1875 al 1991	1955 1984	1895 1991	1955 1984	1914 1987	1955 1984	1922 1994	1955 1984
	Gennaio	0,6	1,1	1,3	-1,6	0,3	1,2	0,7
Febbraio	3,3	3,6	2,4	-0,2	1,2	3,1	3,3	3,2
Marzo	7,7	7,4	6,1	2,8	6,0	6,6	7,7	6,9
Aprile	11,5	11,1	5,0	6,9	10,0	10,1	9,7	10,3
Maggio	15,4	15,0	11,8	11,1	13,8	14,0	14,2	13,9
Giugno	19,1	18,6	13,1	14,3	17,8	17,7	17,2	17,3
Luglio	21,4	21,0	17,3	16,6	20,5	20,4	19,8	19,4
Agosto	20,8	20,3	16,9	15,7	20,2	19,9	20,2	18,7
Settembre	17,5	17,2	12,3	13,2	16,6	16,9	15,4	15,7
Ottobre	12,2	11,9	9,2	9,0	11,3	11,4	10,1	11,2
Novembre	6,2	6,3	2,3	3,1	5,9	6,3	4,7	6,2
Dicembre	1,4	1,8	-2,6	-0,6	1,2	1,9	0,4	2,1
Anno	11,4	11,3	7,9	7,5	10,4	10,8	10,3	10,5

\* Lavoro svolto nell'ambito del Progetto di Ricerca IRer n 2007B023 "Definizione delle soglie pluviometriche d'innescio di frane superficiali e colate torrentizie: accorpamento per aree omogenee". Un sincero ringraziamento a Fabio Luino, Chiara Giorgia Cirio, Marcella Biddoccu e Mara Di Palma per gli utili consigli e le belle giornate passate insieme. Ottobre 2008.