



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

ATLANTE CLIMATICO DEL VENETO

- Precipitazioni -

*Basi informative per l'analisi delle correlazioni tra
cambiamenti climatici e dinamiche forestali nel Veneto*



La presente pubblicazione è stata realizzata dall'Unità di Progetto Foreste e Parchi della Regione del Veneto in collaborazione con ARPAV.

Il gruppo di lavoro è stato coordinato da Maurizio Dissegna, Giovanni Carraro e Daniele Savio.

Gli Autori ringraziano Mauro Giovanni Viti, responsabile dell'Unità di Progetto Foreste e Parchi, e Maurizio Dissegna, Dirigente del Servizio Pianificazione e Ricerca Forestale e del Servizio Parchi e Aree protette, per aver sostenuto la realizzazione del lavoro, e Daniele Savio per la revisione critica del testo.

UNITÁ DI PROGETTO FORESTE E PARCHI – REGIONE DEL VENETO
via Torino 110 – 30172 Mestre (Venezia)

ARPAV – AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E LA PROTEZIONE
AMBIENTALE DEL VENETO
via Matteotti 27 – 35137 Padova

ISBN 978-88-908313-2-4

Citazione bibliografica

Barbi A., Cagnati A., Cola G., Checchetto F., Chiaudani A., Crepaz A., Delillo I., Mariani L., Marigo G., Meneghin P., Parsi S. G., Rech F., Renon B., Robert-Luciani T., 2013. *Atlante climatico del Veneto. Precipitazioni - Basi informative per l'analisi delle correlazioni tra cambiamenti climatici e dinamiche forestali nel Veneto*. Regione del Veneto, Mestre.

Stampato in 200 copie nel mese di settembre 2013.

Foto di copertina di Rocco Delillo

ATLANTE CLIMATICO DEL VENETO

-Precipitazioni-

Basi informative per l'analisi delle correlazioni tra cambiamenti climatici e dinamiche forestali nel Veneto

INDICE

1 Introduzione	9
1.1 Obiettivi e motivazioni dello studio	11
1.2 Guida alla lettura	19
2 Inquadramento climatico del Veneto	21
2.1 I principali fattori che generano il clima del Veneto	23
2.2 I mesoclimi del Veneto	29
2.3 Approfondimento sui meccanismi di genesi delle precipitazioni orografiche	35
3 Le precipitazioni sul Veneto	43
3.1 Le fonti dei dati pluviometrici	45
3.2 Cartografie	63
3.3 Le precipitazioni sul Veneto - Valori annuali	127
3.4 Le precipitazioni sul Veneto - Valori stagionali	143
3.5 Le precipitazioni sul Veneto - Valori mensili	169
3.6 Le precipitazioni sul Veneto – Quadro riepilogativo delle precipitazioni annuali, stagionali e mensili	195
3.7 Le precipitazioni sul Veneto – Variazioni di piovosità media evidenziate dal confronto tra i periodi 1961-1990 e 1981-2010	201
3.8 I cambiamenti bruschi del clima in Veneto: focus su inverno e autunno	205
3.9 Conclusioni	213
Case study Prova sperimentale di monitoraggio intensivo - La distribuzione delle precipitazioni sulle Prealpi venete orientali	217

4 Clima e vegetazione forestale	223
4.1 Indice di Paterson	225
4.2 La fenologia del larice (<i>Larix decidua</i> , Mill)	233
4.3 Caratterizzazione climatica a scopo forestale delle Comunità Montane della Regione Veneto	241
 Appendice metodologica	 245
a Strumenti, criteri di osservazione e di gestione dei dati. La serie pluviometrica 1950-2009 dell'Ufficio Idrografico	 247
b Strumenti, criteri di osservazione e di gestione dei dati. La serie pluviometrica 1984-2010 dell'ARPAV	 267
c Controlli di qualità sulle serie pluviometriche e analisi spaziale	 289
 Bibliografia	 293

Indice delle cartografie pluviometriche

Periodo 1961-1990

1)	Precipitazione media Annuale	70
2)	Precipitazione media stagionale Inverno	71
3)	Precipitazione media stagionale Primavera	72
4)	Precipitazione media stagionale Estate	73
5)	Precipitazione media stagionale Autunno	74
6)	Precipitazione media mensile Gennaio	75
7)	Precipitazione media mensile Febbraio	76
8)	Precipitazione media mensile Marzo	77
9)	Precipitazione media mensile Aprile	78
10)	Precipitazione media mensile Maggio	79
11)	Precipitazione media mensile Giugno	80
12)	Precipitazione media mensile Luglio	81
13)	Precipitazione media mensile Agosto	82
14)	Precipitazione media mensile Settembre	83
15)	Precipitazione media mensile Ottobre	84
16)	Precipitazione media mensile Novembre	85
17)	Precipitazione media mensile Dicembre	86

Periodo 1981-2010

18)	Precipitazione media Annuale	87
19)	Precipitazione media stagionale Inverno	88
20)	Precipitazione media stagionale Primavera	89
21)	Precipitazione media stagionale Estate	90
22)	Precipitazione media stagionale Autunno	91
23)	Precipitazione media mensile Gennaio	92
24)	Precipitazione media mensile Febbraio	93
25)	Precipitazione media mensile Marzo	94
26)	Precipitazione media mensile Aprile	95
27)	Precipitazione media mensile Maggio	96
28)	Precipitazione media mensile Giugno	97
29)	Precipitazione media mensile Luglio	98
30)	Precipitazione media mensile Agosto	99
31)	Precipitazione media mensile Settembre	100
32)	Precipitazione media mensile Ottobre	101
33)	Precipitazione media mensile Novembre	102
34)	Precipitazione media mensile Dicembre	103

Periodo 1951-2010

35)	Precipitazione media Annuale	104
36)	Precipitazione media stagionale Inverno	105
37)	Precipitazione media stagionale Primavera	106
38)	Precipitazione media stagionale Estate	107
39)	Precipitazione media stagionale Autunno	108

Variazioni di piovosità media tra i periodi 1961-1990 e 1981-2010

40)	Variazione precipitazione media Annuale	109
41)	Variazione precipitazione media stagionale Inverno	110
42)	Variazione precipitazione media stagionale Primavera	111
43)	Variazione precipitazione media stagionale Estate	112
44)	Variazione precipitazione media stagionale Autunno	113
45)	Variazione precipitazione media mensile Gennaio	114
46)	Variazione precipitazione media mensile Febbraio	115
47)	Variazione precipitazione media mensile Marzo	116
48)	Variazione precipitazione media mensile Aprile	117
49)	Variazione precipitazione media mensile Maggio	118
50)	Variazione precipitazione media mensile Giugno	119
51)	Variazione precipitazione media mensile Luglio	120
52)	Variazione precipitazione media mensile Agosto	121
53)	Variazione precipitazione media mensile Settembre	122
54)	Variazione precipitazione media mensile Ottobre	123
55)	Variazione precipitazione media mensile Novembre	124
56)	Variazione precipitazione media mensile Dicembre	125

Indice delle cartografie di produttività forestale

57)	Indice di produttività potenziale di Patterson periodo 1961-1990	229
58)	Indice di produttività potenziale di Patterson periodo 1981-2012	230
59)	Variazioni della produttività potenziale tra i periodi 1961-1990 e 1981-2010	231

Allegato^(*):

Caratterizzazione climatica a scopo forestale delle Comunità Montane

- Comunità Montana Agordina
- Comunità Montana dell'Alpago
- Comunità Montana Cadore Longaronese Zoldo
- Comunità Montana Val Belluna
- Comunità Montana Centro Cadore
- Comunità Montana Comelico-Sappada
- Comunità Montana Feltrina
- Comunità Montana della Valle del Boite
- Comunità Montana del Grappa
- Comunità Montana delle Prealpi Trevigiane
- Comunità Montana del Baldo
- Comunità Montana della Lessinia
- Comunità Montana Alto Astico e Posina
- Comunità Montana dall'Astico al Brenta
- Comunità Montana del Brenta
- Comunità Montana Agno-Chiampo
- Comunità Montana Leogra-Timonchio
- Comunità Montana Spettabile Reggenza dei Sette Comuni
- Comunità Montana Bellunese-Belluno-Ponte nelle Alpi

(*) Documento scaricabile dai seguenti siti:

- Regione del Veneto, Unità di Progetto Foreste e Parchi

www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/pubblicazioni-online

- Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, sezione Agrometeo

www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti



CAPITOLO 1
Introduzione





1.1 Obiettivi e motivazioni dello studio

Luigi Mariani¹, Simone Gabriele Parisi¹, Francesco Rech²

*¹Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*

*²Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



Come nasce l'Atlante Climatico

Nel corso del 2009 l'Unità di Progetto Foreste e Parchi della Regione del Veneto ha incaricato l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV) dell'esecuzione dello studio dal titolo: "Analisi delle correlazioni fra cambiamenti climatici e dinamiche evolutive del bosco nell'areale montano della Regione Veneto".

L'attività è stata finalizzata, in primo luogo, al reperimento, ordinamento ed analisi dei dati termopluviometrici di lungo periodo in grado di caratterizzare il clima regionale con particolare riferimento alle aree a vocazione forestale.

Si sono ricercate, quindi, risposte a quesiti del tipo: il clima della regione sta cambiando?, in che misura?, con quali effetti sull'ambiente e sui popolamenti forestali? Per affrontare queste domande è stato necessario dapprima reperire in formato cartaceo e poi digitalizzare, trasferendole da formato cartaceo al formato elettronico, le serie di osservazioni meteorologiche di lungo periodo (1950-2010) che erano state prevalentemente effettuate dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia e riportate negli Annali Idrologici o nei Bollettini Idrologici. In tali pubblicazioni sono disponibili, principalmente, dati giornalieri di temperatura massima, minima e di precipitazione, mentre le misure di altre variabili meteorologiche sono estremamente rare.

L'acquisizione dei dati storici, che risulta essere estremamente laboriosa, era già stata avviata da ARPAV - Servizio Meteorologico di Teolo nell'ambito di una precedente iniziativa, finanziata dalla Regione Veneto - Direzione Regionale Agroambiente e Servizi per l'Agricoltura, tramite il progetto: "Indagine regionale per il monitoraggio dei cambiamenti meteoroclimatici e delle loro ripercussioni nel settore agricolo", che ha portato alla redazione, nel 2010, del "Atlante Agroclimatico del Veneto - Temperature", il cui testo è disponibile e scaricabile presso il sito internet di ARPAV all'indirizzo: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti/atlante-idroclimatico-veneto>. Al suo interno è contenuto un approfondito studio delle temperature sul territorio veneto e della loro variabilità nel periodo 1961-2008.

Con il presente lavoro si è proseguito lo studio indagando approfonditamente la climatologia delle precipitazioni mediante analisi statistiche e rappresentazioni cartografiche. Sono stati considerati, inoltre, i determinanti termo-pluviometrici del bilancio idrico e della produttività forestale. Poiché le indagini climatiche a scopo forestale hanno l'obiettivo di valutare la vocazione territoriale alla selvicoltura, sono state definite, in termini quantitativi, le risorse climatiche a livello di:

- risorse idriche (riserva idrica presente nel terreno), descritte per mezzo di modelli di bilancio idrico territoriale che considerano tanto gli apporti precipitativi che le perdite evapotraspirative;
- risorse termiche indagate per mezzo di appositi indici;
- risposta produttiva del sistema descritta attraverso l'indice di Paterson.

Il concetto di clima

Il vocabolo clima deriva dal greco *klima* (κλίμα) inclinazione, con riferimento all'effetto che ha la latitudine, e quindi l'**inclinazione** dei raggi solari sulla superficie terrestre, nel determinare i diversi climi terrestri.

Alcune definizioni di clima di una regione possono essere tratte dai padri della moderna climatologia. Alexander von Humboldt, nel trattato "Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung" del 1845, con una visione geografica, scrive che il clima nel suo significato più ampio considera tutte le variazioni dell'atmosfera in grado di interferire sensibilmente con le condizioni fisiche degli esseri viventi. Julius von Hann nel suo "Handbuch der Klimatologie" del 1883 definisce il clima come: "somma di tutti i fenomeni meteorologici che caratterizzano la condizione media

dell'atmosfera in ogni luogo della superficie terrestre" ed afferma che lo scopo della climatologia è quello di "farci conoscere le condizioni medie dell'atmosfera nelle differenti zone della superficie terrestre e nel contempo di informarci di ogni allontanamento da queste condizioni che possa capitare, in una data zona, nel corso di lunghi intervalli di tempo". Wladimir Köppen, con studi condotti tra il 1884 ed il 1936, propone un sistema di classificazione climatica basato sull'analisi combinata dei valori medi di temperatura e di precipitazione e definisce il clima come "andamento abituale del tempo atmosferico in una data regione".

Secondo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) il clima è: "la sintesi delle condizioni del tempo atmosferico in una determinata area, caratterizzate dalle statistiche di lungo periodo delle variabili di stato dell'atmosfera in quell'area"¹.

La definizione dell'OMM, a cui di qui in avanti ci atterremo, è anzitutto interessante perché contrappone il concetto di clima a quello di tempo atmosferico o tempo meteorologico che può essere definito, invece, come lo stato dell'atmosfera in un determinato luogo o territorio ed in un determinato e limitato periodo temporale.

Il clima, quindi è un'astrazione statistica frutto dell'analisi di lungo periodo di serie storiche di variabili atmosferiche quali temperatura, precipitazione, umidità, pressione atmosferica, radiazione solare, vento e altre misure meteorologiche.

Il termine **sintesi** utilizzato dall'OMM è certamente associabile al concetto di media statistica e, infatti, una definizione ricorrente di clima è proprio quella di "stato medio, nel lungo periodo, del tempo atmosferico" (tale definizione è riscontrabile per esempio in wikipedia.it alla voce clima), ma può essere convenientemente esteso allo studio della variabilità intorno alla media e delle frequenze di accadimento dei valori più o meno estremi delle diverse variabili meteorologiche, al punto che una più complessa definizione di clima potrebbe essere: "sintesi delle distribuzioni di probabilità dei fenomeni meteorologici, misurabili mediante la determinazione delle frequenze degli eventi pregressi".

Sempre dalla definizione OMM emerge il concetto di **statistica di lungo periodo** che nella "Guide to Climatological Practices", WMO n. 100 edizione 1983, viene meglio dettagliato introducendo il concetto di **normale climatica**, calcolata su periodi di almeno trent'anni (più precisamente si parla di 3 periodi consecutivi di almeno 10 anni). In tale sede viene anche introdotto il concetto di **normale climatica standard**, definita come media di dati climatologici calcolata per i periodi di 30 anni consecutivi: 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, ecc. Questo insieme di definizioni ha determinato varie discussioni tra gli esperti di climatologia circa la questione se sia più corretto utilizzare, quale riferimento per definire il clima, la normale climatica del trentennio 1961-90, da usarsi fino al completamento del trentennio 1991-2020, oppure la normale climatica del trentennio più prossimo al periodo attuale (1981-2010). Risulta anche controversa l'opportunità di utilizzare periodi di riferimento diversi dai trent'anni per definire il clima.

Aspetti climatici analizzati

In questo lavoro riguardante la pluviometria, si è operata la scelta di analizzare le normali climatiche per i trentenni 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010. A livello cartografico si è focalizzata l'attenzione sul periodo 1961-1990, in quanto normale climatica standard e sul periodo 1981-2010, in quanto trentennio più recente e quindi rappresentativo della situazione pluviometrica in essere. L'intero periodo 1951-2010 è stato infine considerato soprattutto ai fini dell'analisi di trend. Il principio generale da considerare è che la climatologia opera su serie di osservazioni meteorologiche di durata almeno trentennale per il fatto che il

¹ Definizione tratta dalla "Guide to Climatological Practices", WMO n. 100. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva - Switzerland, 1983. e dall'"International Meteorological Vocabulary", WMO n. 182. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva - Switzerland, 1966.

campione di dati oggetto di studio dev'essere statisticamente significativo, in modo che eventuali andamenti estremi non ne influenzino l'analisi.

Le principali variabili climatiche studiate sono la precipitazione e la temperatura per le quali si dispone di svariate serie storiche di dati, ma l'analisi climatologica può riguardare tutti gli elementi che caratterizzano il tempo atmosferico.

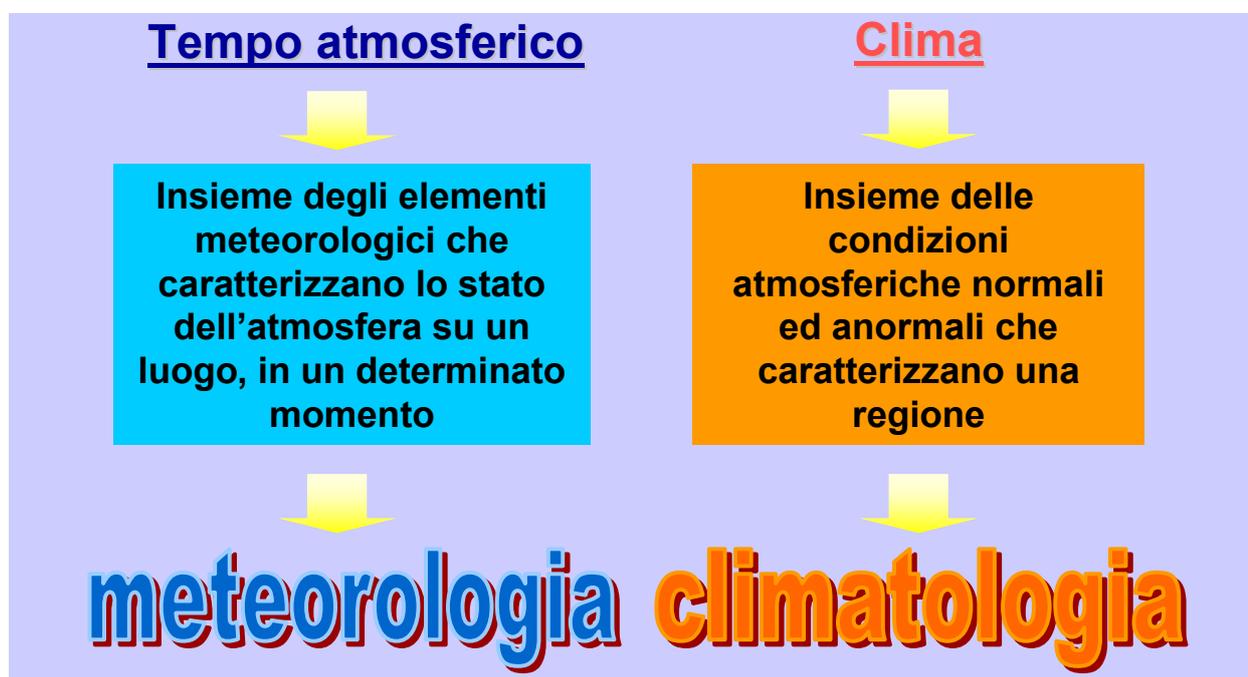


Fig. 1 – Definizioni di tempo atmosferico e clima tratte dal Nuovo Dizionario della Lingua Italiana Zingarelli - XI^a Edizione (1991).

Infine è opportuno soffermarci sul concetto, espresso nella definizione di clima dell'OMM, per cui l'analisi delle variabili atmosferiche deve essere riferita ad una "**determinata area**". Le indagini climatologiche devono trovare sempre una contestualizzazione geografica ben determinata, ma, più in particolare, i fenomeni climatici devono essere suddivisi secondo scale spaziali caratteristiche; in **tabella 1** si riporta lo schema di classificazione cui ci si è attenuti nel corso di questo lavoro e che è frutto di considerazioni desunte soprattutto dal libro "Introduzione all'agroclimatologia, parte prima – le basi della climatologia" del professor Ezio Rosini (1988).

Tipo	Definizione	Dimensione spaziale orientativa	Esempio
Macroclima	Clima di grandi porzioni della superficie del globo coperta da terre su cui agiscono i fattori generatori a macroscale (fattori astronomici, geografici, circolazione generale)	1000 km e oltre	Clima oceanico del Europa centro-occidentale (clima Cfb di Koeppen), clima mediterraneo (clima Csa di Koeppen)
Mesoclima	Clima intermedio fra macroclima e clima locale	50-1000 km	Clima padano, clima prealpino, clima del lago di Garda
Clima locale	Clima dell'areale per cui è rappresentativa una stazione meteorologica installata per scopi climatologici	1-50 km	Clima di un versante collinare, clima di una piccola valle
Microclima	Clima frutto dell'interazione dei fattori generatori del clima con le coperture del suolo	< 1 km	Clima di un campo coltivato, clima di un piccolo bosco, di una piccola area urbana

Tab. 1 – Classificazione dei fenomeni climatici secondo scale spaziali (Rosini, 1988).

In proposito si evidenzia che questo lavoro ha operato secondo le seguenti scale:

- a livello di macroclima, nel capitolo 2, è stata effettuata la descrizione delle caratteristiche generali del clima regionale, inquadrandolo nel contesto europeo e riferendolo alle principali strutture circolatorie atmosferiche caratteristiche dell'Europa centro-meridionale;
- a livello di mesoclima e di clima locale, nei capitoli 3, 4 e nelle schede monografiche dedicate alle aree montane (allegati), sono stati evidenziati i tratti climatici salienti che caratterizzano il territorio regionale, principalmente dal punto di vista pluviometrico ma valutando anche le caratteristiche termo-pluviometriche e i loro effetti sulla vocazione forestale del territorio regionale.

Il livello di microclima è invece stato appena sfiorato in quanto se è vero che il dettaglio delle elaborazioni cartografiche e del modello digitale del terreno ad esse associato presenta una risoluzione inferiore al km, occorre precisare che per analizzare adeguatamente i microclimi occorrerebbe calarsi all'interno delle coperture vegetali apprezzando aspetti quali la variabilità delle diverse variabili atmosferiche (temperature, umidità, venti, ecc.) all'interno delle canopy vegetali boschive colte in differenti stati vegetativi e di sviluppo (novellame, bosco giovane, bosco maturo, ecc.), il che va chiaramente oltre gli obiettivi del presente lavoro.

Questa tipologia di analisi climatica va oltre le possibilità offerte da una rete di osservazioni meteorologiche tradizionale, con una densità di stazioni che, mediamente, è dell'ordine di 1 stazione ogni 100 km²; conseguentemente nelle cartografie prodotte risulta arduo il tracciamento di linee nette di separazione fra territori a differente vocazione agro-forestale, scopo per il quale viene tipicamente condotta l'analisi microclimatica.

Con riferimento al concetto di scala occorre considerare infine che le precipitazioni sono una variabile meteorologica complessa alla cui distribuzione nello spazio cooperano una serie di processi che avvengono alle diverse scale (dalla macroscale alla microscale). Ciò rende la disponibilità di dati provenienti da reti climatologiche di adeguata fittezza un requisito essenziale per apprezzare la variabilità spazio-temporale di tale grandezza.

Importanza della climatologia regionale

La climatologia è importante, per la realtà regionale, in quanto:

- consente di pianificare l'uso del territorio in funzione delle risorse e delle limitazioni climatiche
- consente, in sede di progettazione di opere o di pianificazione dell'uso delle risorse ambientali, di valutare la probabilità che si verifichino eventi meteorologici estremi in grado di compromettere la funzionalità dei sistemi.
- consente di capire se un evento meteorologico in corso, in un determinato luogo, presenta caratteristiche di eccezionalità o se rientra nel campo di variabilità della media o se è comunque assimilabile a fenomeni già verificatisi nel passato.

I fattori meteo-climatici agiscono direttamente sull'ambiente ed in particolar modo sulle attività produttive del settore primario che sono pesantemente condizionate da siccità, alluvioni, eventi estremi, andamenti termici anomali. Più in generale essi influenzano le attività umane quali il turismo, i trasporti, la produzione e il consumo di energia, l'edilizia e le attività all'aperto, la pesca, fino ad intervenire direttamente sulla salute umana (si pensi agli effetti sulla morbilità delle ondate di calore o di freddo) e sulla disponibilità delle risorse idriche (siccità) ed alimentari (carestie).

Il crescente interesse di cittadini, media, amministratori e tecnici per la climatologia è determinato proprio dalla percezione degli impatti che il clima ha sull'uomo, sull'ambiente e sulle attività produttive.

Interazioni tra clima e foreste

I sistemi forestali non si limitano a subire gli effetti del clima ma agiscono direttamente sull'atmosfera e sul clima stesso:

- assorbendo ed immobilizzando negli alberi e nell'humus il biossido di carbonio, che è uno dei gas ad effetto serra;
- contribuendo alla produzione di biocombustibili e di legname (risorse rinnovabili) con conseguente riduzione dell'impiego di combustibili fossili.

Secondo vari studi della FAO, le foreste del pianeta assorbono in totale più di un trilione di tonnellate di carbonio, il doppio di quello che si stima si trovi nell'atmosfera. A livello mondiale la conservazione delle foreste esistenti, la lotta alla deforestazione, l'uso razionale e sostenibile delle foreste e la ri-forestazione delle aree disboscate sono temi fondamentali anche per gli effetti che ne derivano sul clima.

Si consideri, inoltre, che le formazioni forestali, grazie all'azione schermante di fusti e di chiome e all'attività di traspirazione, modificano le condizioni microclimatiche all'interno del bosco rispetto agli ambienti aperti, creando, soprattutto nelle zone più estreme degli areali, condizioni favorevoli alla rinnovazione delle specie forestali.

D'altra parte il clima ha rilevanti effetti sulla vegetazione. L'areale delle specie vegetali dipende in larga misura dalle temperature e dalle precipitazioni e, dato che i cambiamenti climatici potrebbero modificare profondamente entrambe le variabili, è probabile che ne risulti un riassetto della distribuzione delle specie arboree. In particolare l'aumento delle temperature tende a far traslare gli areali della vegetazione verso latitudini maggiori o verso altitudini maggiori.

Più in generale le variazioni del clima hanno effetti non necessariamente negativi sulle produzioni forestali, sull'evoluzione delle fitopatologie, sulla diffusione di danni da gelo e sui danni da siccità. Per esempio, l'aumento delle temperature potrebbe determinare incrementi di produttività nei popolamenti forestali delle zone montane.

Oltre agli effetti diretti vanno poi considerati gli effetti indiretti del clima; per esempio l'aumento delle temperature, l'eventuale decremento (o la diversa distribuzione) delle precipitazioni e/o la variazione dei regimi anemometrici, costituiscono dei fattori in grado di modificare la frequenza e la gravità degli incendi forestali. Anche l'estremizzazione degli eventi atmosferici, determinata dall'aumento delle temperature, che si concretizza nella maggior frequenza di piogge di elevata intensità, o di nevicate intense o di fenomeni meteorici di particolare violenza può avere effetti negativi (es. schianti da neve, da vento) sui popolamenti forestali e sulle attività del settore.

Il concetto di cambiamento climatico

Il cambiamento climatico per un determinato sito o territorio può essere definito in due modi diversi e, per molti aspetti, complementari, ovvero:

- come variazione significativa negli indici statistici che caratterizzano una o più variabili meteorologiche;
- come variazione significativa nella frequenza e persistenza dei tipi di tempo atmosferico.

Tali variazioni possono essere "forzate" e cioè indotte da modifiche intervenute nei fattori naturali o antropici del clima (es. cambiamenti nell'uso del suolo, modificazione nella composizione atmosferica, ecc.) oppure "non forzate" e cioè frutto della variabilità interna al sistema climatico che, essendo un sistema turbolento ed intrinsecamente caotico, è soggetto a tali fenomeni.

Per "variazione degli indici statistici" si intendono sia cambiamenti nei cosiddetti momenti di primo ordine (valori medi) sia cambiamenti nei momenti di secondo ordine (deviazioni standard) (**fig 2**).

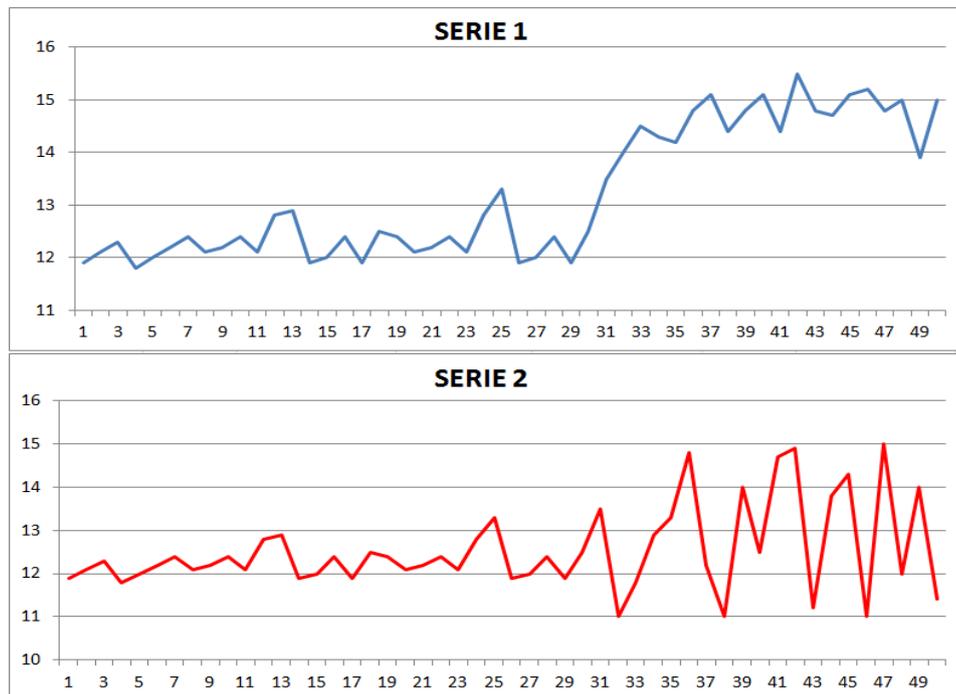


Fig. 2 – La serie numerica 1, composta da 50 valori, rappresenta una netta variazione dei valori medi con persistenza della deviazione standard, mentre la serie numerica 2 rappresenta una netta variazione della deviazione standard con la media che rimane sostanzialmente costante.

Il concetto di "variazione nella frequenza e persistenza dei tipi di tempo atmosferico" deriva dalla constatazione che il clima è determinato in misura rilevante dagli effetti della circolazione atmosferica che, alle medie latitudini, si traducono spesso in modifiche nella frequenza e persistenza delle masse d'aria (artica, polare e subtropicale) che interessano un certo territorio. Da questo punto di vista occorre ricordare che, a partire dagli anni '30 del XX secolo, i climatologi, sulla scorta degli studi condotti dalla scuola norvegese di Bergen, ed in particolare da Thor Bergeron, hanno iniziato a concepire una *climatologia dinamica sinottica* basata sia sulla classificazione delle masse d'aria sia su quella dei tipi circolatori (tipi di tempo). In questo ambito l'Italia ha prodotto una serie di interessanti sistemi di classificazione quali quello di Filippo Eredia e quello di Sergio Borghi e Mario Giuliacci.



1.2 Guida alla lettura

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Lo scopo di questa guida alla lettura è di fornire a coloro che consulteranno *l'Atlante pluviometrico* le basilari informazioni sulla struttura dell'Atlante stesso e sull'organizzazione dei suoi contenuti, facilitando il reperimento dei testi e delle cartografie di interesse.

Il **capitolo 1** spiega le ragioni che hanno determinato l'avvio dell'iniziativa: "Analisi delle correlazioni fra cambiamenti climatici e dinamiche evolutive del bosco nell'areale montano della Regione Veneto" che ha visto la cooperazione dell'Unità di Progetto Foreste e Parchi della Regione del Veneto con l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente del Veneto e introduce il significato di alcuni termini chiave utilizzati nei capitoli successivi quali: clima, tempo meteorologico e cambiamento climatico.

Il **capitolo 2** è introduttivo e propedeutico alla lettura dell'Atlante; il lettore può trovare una sintetica illustrazione dei principali fattori che influenzano in modo significativo il clima regionale e la descrizione generale delle caratteristiche climatiche e pluviometriche del territorio del Veneto.

Il **capitolo 3** costituisce la parte centrale e fondamentale dell'Atlante pluviometrico. Al suo interno possono essere reperite informazioni cartografiche, grafiche e descrittive relative alla pluviometria del Veneto, rappresentata mediante l'utilizzo dei dati rilevati, nel periodo 1950-2010, primariamente dalla strumentazione manuale e meccanica dell'ex Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia e successivamente dai sistemi automatici dell'ARPAV.

In primo luogo vengono qui descritte le caratteristiche delle serie storiche di dati pluviometrici utilizzate per questo lavoro, considerandone la continuità temporale e la distribuzione spaziale dei punti di misura.

La sezione cartografica riporta:

- 34 carte delle precipitazioni medie dei due trentenni 1961-1990 e 1981-2010 riferite all'anno, alle quattro stagioni ed ai dodici mesi;
- 5 carte delle precipitazioni medie del periodo 1951-2010 riferite all'anno e alle stagioni;
- 17 carte delle variazioni di piovosità risultanti da un confronto tra le precipitazioni medie annuali, stagionali e mensili del trentennio 1981-2010 e le equivalenti precipitazioni medie del periodo 1961-1990.

I due paragrafi successivi, mediante l'utilizzo di grafici, tabelle e valori numerici, descrivono la pluviometria del Veneto nel periodo 1950-2010.

Gli ulteriori due paragrafi trattano specificatamente il tema delle variazioni nel tempo della pluviometria sul territorio regionale.

Il paragrafo conclusioni riporta, in sintesi, i risultati delle analisi pluviometriche contenute nei precedenti paragrafi.

Infine, l'allegato al capitolo 3 espone i risultati di una prova di monitoraggio sperimentale che aveva lo scopo di evidenziare gli effetti dell'orografia prealpina sul passaggio di un articolato sistema perturbato.

Il **capitolo 4** riporta i risultati di due differenti analisi volte a caratterizzare gli effetti del clima sulla vegetazione forestale.

L'**appendice metodologica**, infine, fornisce informazioni sugli strumenti utilizzati dall'Ufficio Idrografico prima e dall'ARPAV poi, per il monitoraggio delle precipitazioni, nonché sui criteri di acquisizione, controllo e gestione dei dati pluviometrici. Vengono riportate anche delle sintetiche informazioni sui criteri elaborativi utilizzati per l'analisi dei dati pluviometrici e per la loro restituzione cartografica.



CAPITOLO 2
Inquadramento climatico del Veneto





2.1 I principali fattori che generano il clima del Veneto

Adriano Barbi ⁽¹⁾, Gabriele Cola ⁽²⁾, Luigi Mariani⁽²⁾, Simone Gabriele Parisi ⁽²⁾

*⁽¹⁾ Servizio Meteorologico - Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*

*⁽²⁾ Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*



Il Veneto presenta peculiari caratteristiche climatiche che sono il risultato dell'azione combinata di un insieme di fattori che agiscono a diverse scale. Un ruolo chiave lo gioca anzitutto la collocazione della regione alle medie latitudini, da cui derivano caratteristici effetti stagionali. A ciò si aggiunga il fatto che il Veneto si pone in una zona di transizione fra:

- areale centro-europeo in cui predomina l'influsso delle grandi correnti occidentali e dell'oceano atlantico (clima "Cfb" secondo Köppen) o talvolta di quelle nord-orientali più fredde e asciutte di origine euroasiatica,
- areale sud-europeo ove domina l'influsso degli anticicloni subtropicali e del mare Mediterraneo (clima "Csa" secondo Köppen).

A tali influssi fondamentali si associano importanti fattori che influenzano in modo significativo il clima regionale fino a definire specifiche sottozone climatiche:

- l'appartenenza al bacino padano - veneto, delimitato a Nord dalla catena alpina, a Sud da quella appenninica e con un'apertura principale verso Est;
- la presenza lungo il lato sud-orientale della regione dell'estesa fascia adriatica;
- la presenza di un vasto areale montano alpino e prealpino ad orografia complessa;
- la presenza del Lago di Garda a Ovest.

1. A MACROSCALA

Posizione geografica a livello continentale: il Veneto si trova in posizione di transizione tra l'area continentale centro-europea e quella mediterranea ed è influenzato da:

- vicinanza di "regioni sorgenti" di masse d'aria (aria continentale, marittima e sue varianti a seconda della zona di origine)
- strutture circolatorie atmosferiche (grandi correnti occidentali, grandi anticicloni subtropicali, ecc.)

2. A MESOSCALA E MICROSCALA

Appartenenza alla regione Padano-Alpina

Il Veneto è inserito nel settore orientale del grande bacino padano, delimitato a Nord dalla catena alpina e a Sud da quella appenninica con un'apertura principale e uno sbocco sul Mare Adriatico, a Est.

Presenza dei rilievi alpini e prealpini

Il settore settentrionale del Veneto è montano, ad orografia complessa in cui i diversi fattori topografici (altitudine, giacitura, pendenza, esposizione) giocano un ruolo importante modificando la circolazione atmosferica e influenzando le diverse variabili atmosferiche ed in particolare:

- **la radiazione solare** (effetti di pendenza ed esposizione, effetti dell'orizzonte orografico);
- **la temperatura** (es: aree di compluvio di fondovalle con accumulo notturno di aria fredda da cui derivano inversioni termiche con nebbie, gelate e brinate; pendici caratterizzate da maggiore mitezza, che si accentua per le pendici esposte a meridione);
- **l'umidità relativa** (es: aree di fondovalle con valori più elevati);
- **le precipitazioni** (es: intensificazioni orografiche);
- **il vento** (brezze di monte e valle, föhn, ecc.).

Presenza di grandi masse d'acqua

L'Alto Adriatico e il Lago di Garda danno luogo ad alcuni effetti caratteristici fra cui:

- la mitigazione delle temperature (gli estremi si smorzano, con aree litoranee che rispetto alla pianura interna presentano temperature medie più elevate in inverno e più basse in estate);
- la cessione di umidità all'atmosfera, favorevole ad esempio all'attività temporalesca;
- la genesi di venti caratteristici (brezze).

Da notare, tuttavia, che l'Alto Adriatico è un bacino interno poco profondo e relativamente freddo rispetto, ad esempio, al Mar Tirreno, per cui l'effetto mitigante sul clima risulta attenuato.

Copertura del suolo e uso del suolo

La variabilità spaziale della copertura e dell'uso del suolo ha significativi effetti sul clima e da tali effetti deriva la genesi dei diversi microclimi; ad esempio un suolo nudo, rispetto a uno coperto da vegetazione, si scalda molto di più durante il giorno e si raffredda più velocemente di notte; le città ed il loro immediato circondario presentano caratteristiche isole di calore, ecc.

Tab.1 – Sintesi dei principali fattori che determinano il clima del Veneto.

Cruciali sono gli effetti sul clima legati all'influenza che sono in grado di esercitare importanti regioni sorgenti di masse d'aria con caratteri peculiari, ed in particolare:

- il Mediterraneo in quanto fonte di masse d'aria umida e mite in tutte le stagioni, è in grado di mitigare le masse d'aria più fredde provenienti dall'esterno del bacino e di umidificare quelle di provenienza continentale;
- l'Oceano Atlantico che dà origine a masse d'aria umida e relativamente mite (aria marittima polare più fredda proveniente dal Nord Atlantico o dalle medie latitudini, più mite originaria del medio Atlantico) che, tuttavia, risulta solitamente più fredda rispetto a quella mediterranea. Ciò si rivela fondamentale per la formazione di perturbazioni, in forma di sistemi frontali e di vortici, particolarmente frequenti nel periodo che va dall'autunno alla primavera. Nel periodo che va da marzo a novembre, invece, l'aria atlantica che irrompe sull'area dopo aver attraversato le Alpi si rivela fattore d'innescio di una vivace attività temporalesca;
- la vasta area continentale euro-asiatica, origine di masse d'aria polare continentale (aria siberiana) che, provenienti dalla Russia settentrionale particolarmente fredde ed asciutte, in inverno entrano in Italia attraverso la "porta di Trieste" dando luogo al fenomeno della Bora (chiamata per questo anche "porta della Bora");
- la zona oltre il circolo Polare che dà origine, in tutte le stagioni, a masse d'aria fredda (aria artica, marittima o continentale) talvolta in grado di raggiungere l'area mediterranea aggirando le grandi catene montuose (Pirenei ed Alpi);
- la fascia intertropicale che favorisce la formazione di masse d'aria torrida (aria subtropicale, marittima o continentale) che tende a umidificarsi passando sul Mediterraneo e in grado di generare sulla regione forti ondate di calore, specie in estate, in situazioni caratterizzate dalla presenza di promontori di alta pressione o al contrario intensi flussi meridionali perturbati, specie in autunno se richiamata da profonde saccature di origine atlantica.

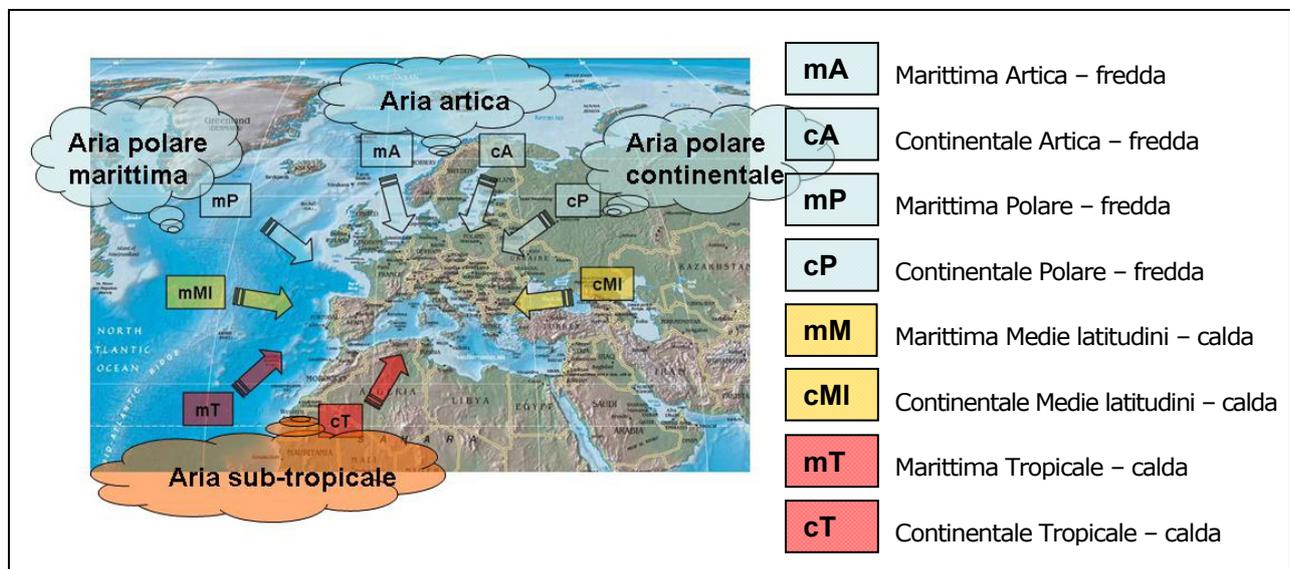


Fig.1 - Le principali masse d'aria che interessano l'Europa e che influenzano il clima dell'Italia e del Veneto.

Le sopra elencate masse d'aria possono influenzare sensibilmente il clima del Veneto in virtù delle strutture circolatorie atmosferiche che ne determinano gli spostamenti. Tra le più importanti ricordiamo:

- gli **anticicloni dinamici**, come ad esempio l'anticiclone delle Azzorre, il cui stabile ingresso sul Mediterraneo segna l'affermarsi di condizioni estive, ed i promontori anticiclonici africani, responsabili della maggior parte delle ondate di caldo che interessano l'area italiana;

- gli **anticicloni termici** ed in particolare l'anticiclone russo – siberiano, la cui espansione verso il Mediterraneo nel periodo invernale coincide con le grandi irruzioni di gelida aria polare continentale (monsone invernale europeo);
- le **saccature atlantiche**, depressioni a forma di V il cui transito è più frequente nei mesi autunnali, invernali e primaverili e che sono all'origine di precipitazioni anche abbondanti sulla regione. La disposizione delle saccature (orientamento dell'asse, estensione verso sud, ecc.) determina le aree e i versanti più esposti alle precipitazioni;
- le **depressioni mobili del Mediterraneo**, in genere innescate dall'irruzione di masse d'aria fredda da aree esterne al bacino. Fra queste ricordiamo, per il contributo al quadro precipitativo della nostra regione, le depressioni del Golfo di Genova², innescate dall'interazione con la barriera alpina di saccature atlantiche in transito. La traiettoria delle depressioni di Genova le porta, nella maggior parte dei casi, a transitare sulla Valpadana con traiettoria verso Est-SudEst.

In tale contesto dinamico gioca un ruolo fondamentale la catena alpina che agisce sulla circolazione atmosferica alterandola profondamente. Le Alpi, ad esempio, intercettano l'umidità dalla circolazione dando luogo ad intensificazioni orografiche sui versanti sopravvento (effetto "stau") e ad attenuazione delle precipitazioni sottovento (effetto "föhn"). Per questo motivo le zone montane della regione, in particolare quelle prealpine, rappresentano le aree mediamente più piovose del Veneto nelle quali, soprattutto in occasione di forti flussi perturbati di provenienza meridionale, le precipitazioni si intensificano e divengono più persistenti, dando luogo, specie nel periodo autunnale, a eventi pluviometrici particolarmente abbondanti.

Al contrario, specie durante la stagione invernale, in caso di correnti perturbate provenienti da Nord, la catena alpina rappresenta un'efficace barriera per i versanti meridionali e le pianure limitrofe che, risultando sottovento, spesso registrano condizioni di tempo stabile e senza precipitazioni anche per lunghi periodi di tempo. Anche per tali motivi la stagione invernale, in Veneto, a differenza di quelle zone a clima più tipicamente mediterraneo, rappresenta la stagione mediamente meno piovosa. In estate invece lunghi periodi secchi risultano più rari a causa delle precipitazioni a prevalente carattere convettivo che, seppur distribuite in modo molto irregolare sul territorio, possono risultare abbastanza frequenti durante la stagione calda, anche in condizioni anticicloniche o in occasione di deboli fronti perturbati in quota (origine termo-convettiva delle precipitazioni dovuta al forte riscaldamento diurno della superficie terrestre o aumento dell'instabilità atmosferica dovuto al sopraggiungere di correnti in quota leggermente più fresche).

² Il Golfo Ligure, è la principale area ciclogenetica del Mediterraneo totalizzando a livello annuo il 20% circa del totale di ciclogenese dell'intero bacino (Cantù, 1977).

Esempio di evento pluviometrico autunnale con profonda saccatura sul Mediterraneo occidentale e flusso sciroccale sull'Alto Adriatico.

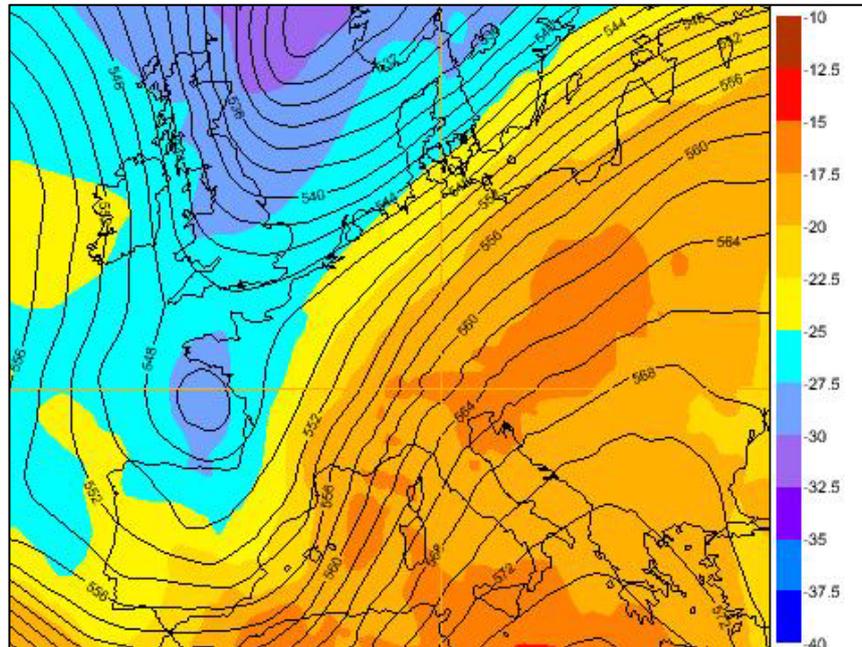


Fig.2a - Carta di analisi in quota (Topografia del livello di pressione di 500 hPa - circa 5500 m di quota) delle ore 00 del 23/11/2007 (modello ECMWF, elaborazione ARPAV-CMT): la carta mostra la situazione circolatoria sull'Europa analizzata ai livelli medio-alti della troposfera. Sull'Europa occidentale è presente una profonda saccatura che provoca un forte afflusso verso sull'Italia settentrionale di masse di masse d'aria temperate dai quadranti meridionali.

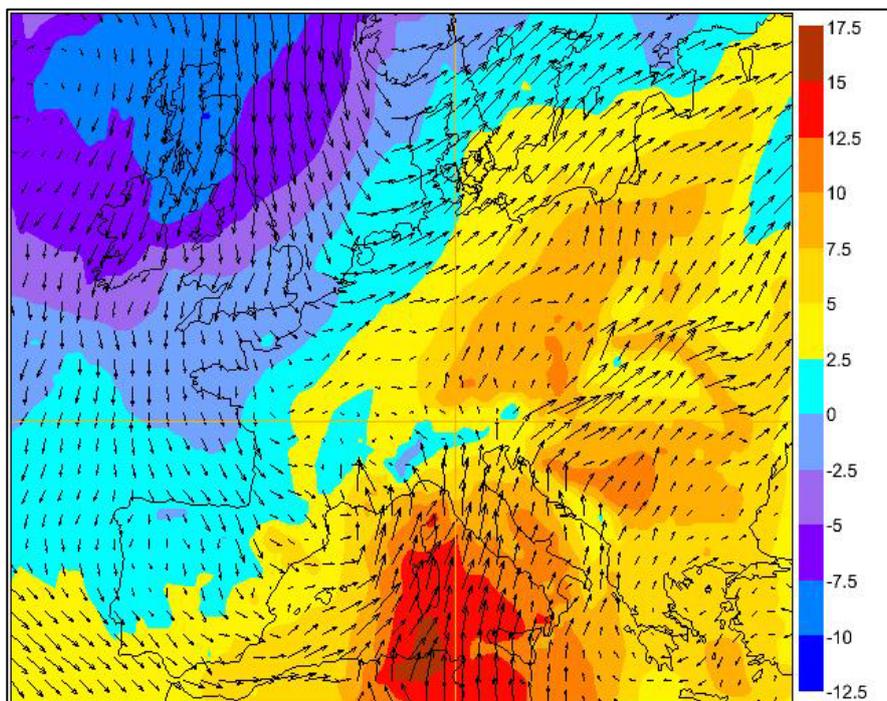


Fig.2b - Carta di analisi (a circa 1500m, venti e T° a 850hPa) delle ore 00 del 23/11/2007 (modello ECMWF elaborazione ARPAV-CMT). La carta mostra la situazione dei venti e delle temperature analizzate nella bassa troposfera (a circa 1500 m di quota). Sull'Italia settentrionale si osserva un forte flusso di correnti miti meridionali (circolazione sciroccale).

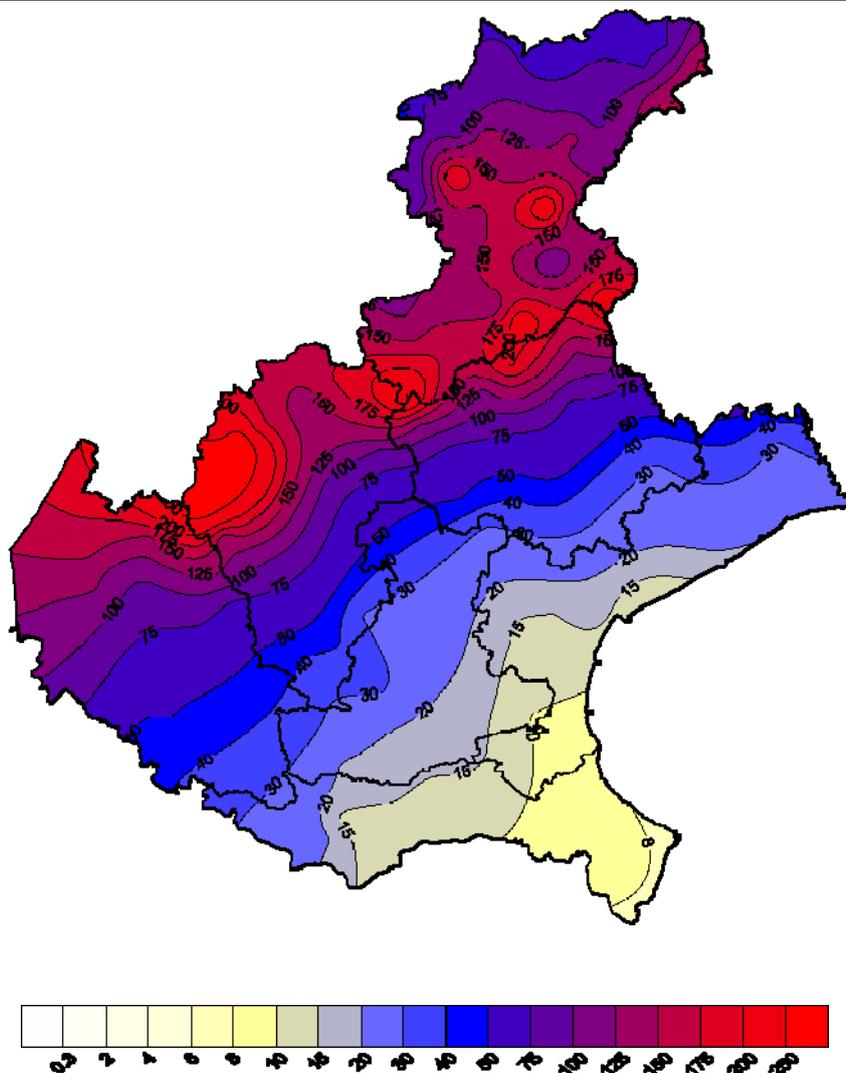


Fig.2c - Carta delle isolinee di precipitazione totale (mm) registrata dal 22 al 24 Novembre 2007 in Veneto (dati ed elaborazioni ARPAV-CMT).

Tra il 22 e il 24 Novembre 2007 la persistente circolazione sciroccale provoca precipitazioni particolarmente abbondanti sulle zone montane e pedemontane della regione, con massimi localizzati lungo la fascia prealpina ove si registrano quantitativi anche di 250-340 mm in tre giorni. Da notare il forte gradiente pluviometrico dalla pianura verso i rilievi prealpini ove si manifesta una caratteristica fascia di massimi pluviometrici. La struttura del campo delle precipitazioni è tipica di eventi autunno-invernali di tipo sciroccale.



2.2 I mesoclimi del Veneto

Adriano Barbi

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Come risultato dei fattori generatori descritti in precedenza, nel Veneto si possono distinguere tre mesoclimi fondamentali:

- il mesoclima della pianura;
- il mesoclima prealpino;
- il mesoclima alpino interno.

Il **mesoclima della pianura** caratterizza l'area pianeggiante della regione, compresa tra la fascia litoranea e l'areale pedemontano, comprendendo anche i Colli Euganei e i Colli Berici. In quest'area prevale un certo grado di continentalità con inverni relativamente rigidi ed estati calde. Le temperature medie annue sono comprese fra i 13°C delle zone più interne e i 14°C della fascia litoranea. Secondo la classificazione climatica di Köeppen, elaborata per i climi italiani da Pinna in funzione della temperatura (Pinna, 1978), il mesoclima della pianura appartiene al clima temperato sub-continentale. In condizioni di tempo anticiclonico la massa d'aria che sovrasta la pianura veneta manifesta condizioni di elevata stabilità o di inversione termica al suolo che si traducono in fenomeni a spiccata stagionalità quali le foschie, le nebbie, le gelate, l'afa e l'accumulo di inquinanti in vicinanza del suolo.

Al verificarsi di tali fenomeni cooperano:

- la presenza di importanti fonti di umidità (areali irrigui, superficie marina, lago di Garda) in grado di rifornire di vapore acqueo la massa d'aria in vicinanza del suolo;
- la presenza di circolazioni di origine termica caratteristiche, le brezze, che interessano poche centinaia di metri al di sopra del suolo. Esse si distinguono in brezze di monte - valle (con risalita diurna dalla pianura verso i rilievi e drenaggi notturni di aria fredda dai rilievi alla pianura) e in brezze di lago e brezze di mare.

È da rilevare che le brezze sono spinte dalla radiazione (suolo che si riscalda di giorno per effetto del soleggiamento e si raffredda di notte per irraggiamento verso lo spazio) e, pertanto, tendono a scomparire in presenza di notevole nuvolosità e di ventosità accentuata indotta da grandi strutture circolatorie.

Nell'area della pianura viene compresa anche la fascia costiera, caratterizzata dalla vicinanza del mare, dal quale le brezze penetrano con efficacia nell'entroterra. L'azione mitigatrice delle acque è comunque limitata, sia perché si è in presenza di un mare interno, stretto e poco profondo, sia perché la dislocazione dell'areale marino lo pone in grado di mitigare solo le masse d'aria provenienti da settori sud-orientali o orientali. Da ciò ne consegue che le temperature invernali, seppur mitigate, risultano comunque basse, in particolare per le incursioni della bora, fredda e asciutta, da NE.

Gli effetti di brezza nella fascia litoranea sono più spiccati nel periodo estivo ed in situazioni anticicloniche, allorché la debolezza della circolazione generale consente il pieno sviluppo di circolazioni locali dovute alle discontinuità termiche fra mare e terra. Durante il giorno si sviluppa la brezza di mare che raggiunge la massima intensità nelle ore pomeridiane e soffia generalmente da SudEst. La brezza notturna, che generalmente soffia da NE, non è perpendicolare alla costa come normalmente accade, ma ad essa parallela, poiché il fenomeno vede il prevalere di interazioni più ampie fra la catena alpina e il Mare Adriatico.

Le precipitazioni a livello mensile e stagionale, in pianura, sono distribuite abbastanza uniformemente durante l'anno raggiungendo totali annui mediamente compresi tra 700 e 1000 mm; l'inverno è solitamente la stagione più secca mentre nelle stagioni intermedie prevalgono le perturbazioni atlantiche e mediterranee, con eventi pluviometrici a volte importanti. In estate i fenomeni temporaleschi risultano abbastanza frequenti, seppur distribuiti in modo molto irregolare. Non di rado sono associati a grandine e, più raramente, a trombe d'aria. Anche in tarda estate o

inizio autunno non sono comunque rari, eventi pluviometrici a forte componente convettiva: talvolta possono risultare particolarmente intensi e abbondanti specie in prossimità della zona costiera dove, l'influsso del mare, ancora relativamente caldo, e l'azione dei venti a scala locale giocano un ruolo essenziale nel favorire lo sviluppo e la persistenza di tali fenomeni intensi. Anche per tali motivi, spesso la pianura, ma in particolare la zona più prossima alla costa, dimostra, rispetto ad altre aree mediamente più piovose della regione, un grado di concentrazione delle precipitazioni più elevato: a fronte di una cumulata di pioggia annua non molto elevata (700-1000 mm annui circa) i totali annui sono determinati in maggior misura da pochi eventi particolarmente intensi ed abbondanti.

Esempio di evento pluviometrico di inizio autunno a forte componente convettiva e concentrato in prossimità dell'area costiera del Veneto

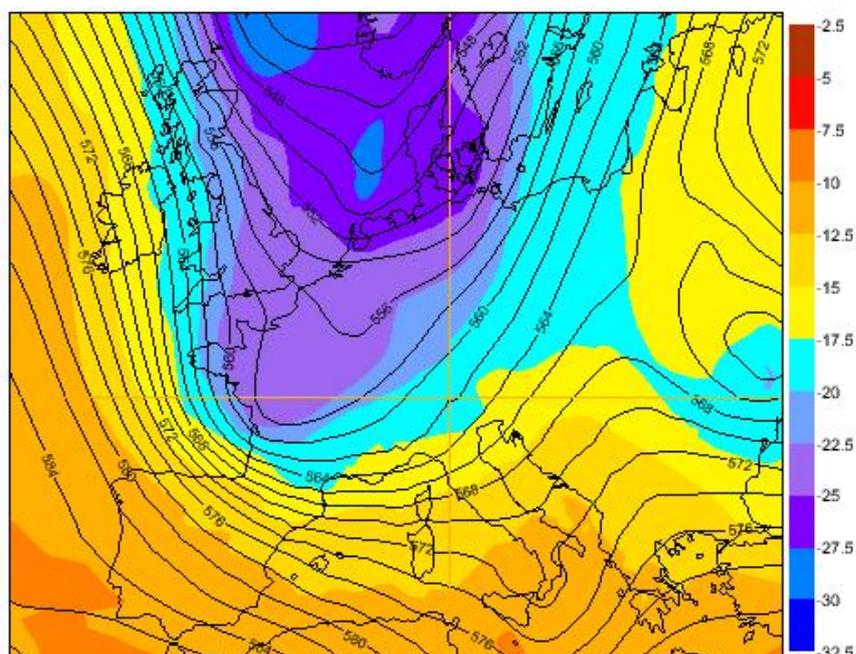


Fig.3a - Carta di analisi in quota (Topografia del livello di pressione di 500 hPa - circa 5500 m di quota) delle ore 00 del 26/09/2007 (modello ECMWF, elaborazione ARPAV-CMT): la carta mostra la situazione circolatoria sull'Europa analizzata ai livelli medio-alti della troposfera. Sull'Europa centro-settentrionale è presente una profonda saccatura estesa dalla Scandinavia alla Francia meridionale che tende a convogliare sull'Italia settentrionale masse d'aria fredda in quota e a provocare una crescente instabilità atmosferica favorevole allo sviluppo di sistemi convettivi.

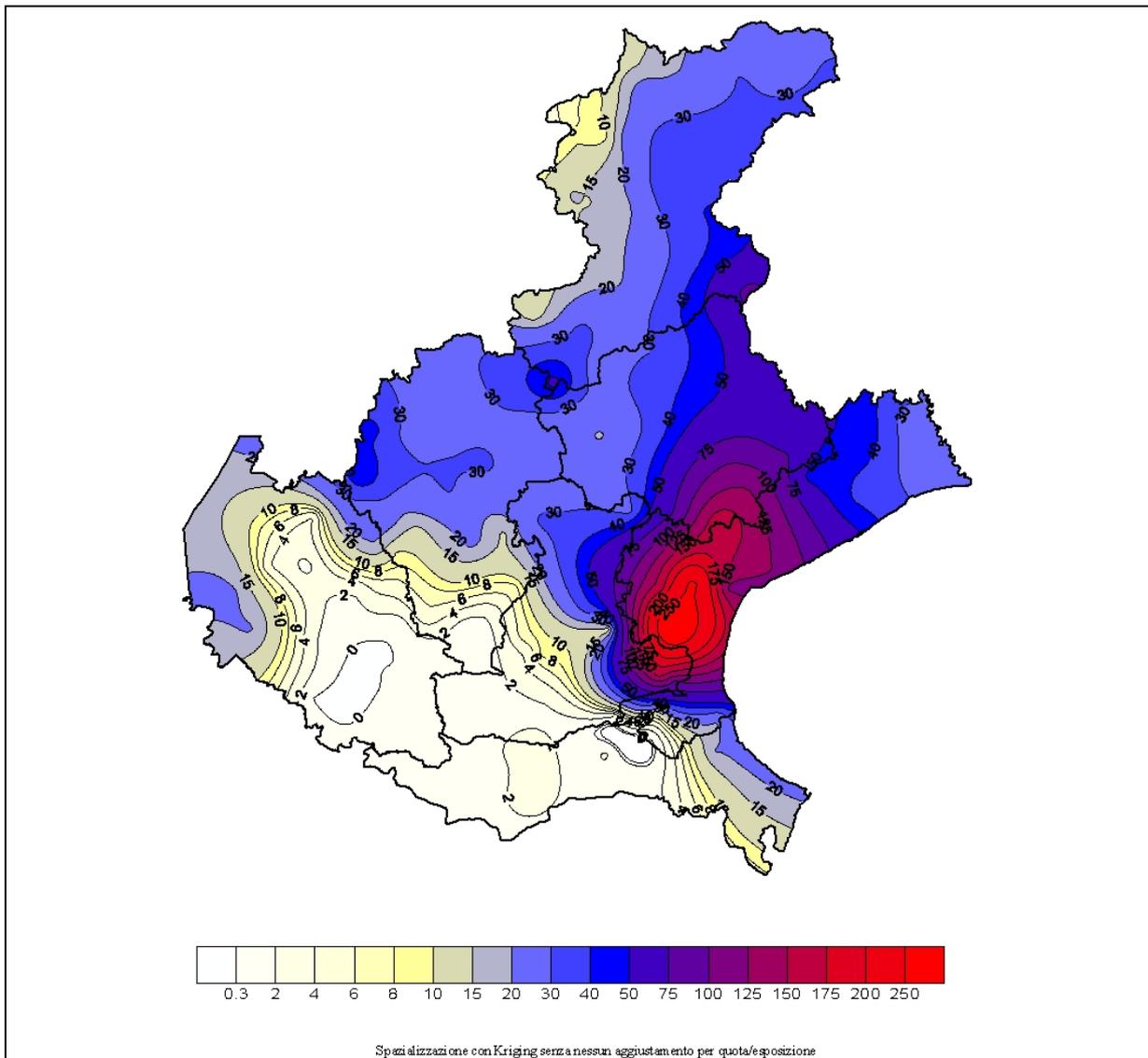


Fig.3b - Carta delle isolinee di precipitazione totale (mm) registrata il 26 settembre 2007 in Veneto (dati ed elaborazioni ARPAV-CMT).

La mattina del 26 settembre un intenso e persistente sistema temporalesco interessa con forti precipitazioni la fascia costiera centro-meridionale del Veneto tra il Piovese, il Veneziano centrale e il basso Trevigiano, colpendo in particolar modo la zona adiacente alla Laguna di Venezia, tra Codevigo e Venezia-Mestre. Le precipitazioni risultano in prevalenza concentrate nell'arco di 6 ore con valori che raggiungono picchi massimi di intensità particolarmente elevati. A fine evento nelle aree più colpite si registrano: 324 mm a Valle Averno (VE), 260 mm a Mestre-Marghera (VE), 166 mm a Mogliano (TV) e a Mira (VE), 160 mm a Codevigo (PD). La struttura del campo di precipitazioni registrate sul territorio è tipica di fenomeni convettivi intensi e persistenti che possono colpire in particolare le aree più prossime alla costa, specie ad inizio autunno.

Il **mesoclima prealpino** caratterizza l'area prealpina della regione e le parti più settentrionali della fascia pedemontana, a ridosso dei rilievi. L'elemento più caratteristico di tale mesoclima è dato dall'abbondanza delle precipitazioni che presentano valori medi intorno ai 1200 – 1500 mm annui, con massimi che possono raggiungere anche i 2000 mm. Il regime pluviometrico assume un più spiccato carattere equinoziale (massimi pluviometrici in primavera e soprattutto in autunno): gli eventi pluviometrici più importanti si registrano solitamente durante la stagione autunnale in concomitanza di forti flussi perturbati meridionali che, impattando con la barriera prealpina, favoriscono forti e persistenti precipitazioni le quali, non di rado, possono assumere carattere anche alluvionale. Come per il resto della regione, la stagione mediamente più secca è, invece, l'inverno; queste aree, però, a differenza di quelle di pianura, sono caratterizzate, in questa stagione,

anche per una maggiore serenità del cielo. Durante il periodo estivo, invece, in prossimità dei rilievi si attivano svariati fenomeni favorevoli alla convezione: ciò si traduce in una maggiore nuvolosità rispetto alla pianura e a frequenti precipitazioni in forma di locali rovesci, specie nelle ore pomeridiane.

Sul fronte delle temperature si registrano valori medi annui di poco inferiori a quelli della pianura (12 °C circa) ma la continentalità diviene più rilevante così come rilevanti si fanno gli effetti della tipologia del singolo rilievo sulle temperature, legati all'estrema variabilità assunta da:

- altitudine (le temperature in genere diminuiscono al crescere della quota)
- giacitura (l'aria più fredda e quindi più pesante tende a raccogliersi a fondovalle)
- esposizione (i pendii esposti a mezzogiorno sono più caldi di quelli esposti a settentrione; i pendii esposti a ovest sono termicamente più favoriti di quelli esposti a Est).

Secondo la classificazione climatica di Köppen elaborata per i climi italiani da Pinna in funzione della temperatura (Pinna, 1978), il mesoclima prealpino appartiene in prevalenza al clima temperato fresco o, alle quote più alte, temperato freddo.

Il **mesoclima alpino** interessa le aree montane più interne e settentrionali, ovvero la parte centro-settentrionale della provincia di Belluno (Dolomiti). Rispetto a quello della fascia prealpina, questo clima si caratterizza per precipitazioni ancora relativamente elevate ma, leggermente inferiori e distribuite più uniformemente nel corso dell'anno, con massimi stagionali spesso riferibili alla tarda primavera, all'inizio dell'estate e all'autunno. Anche nelle zone caratterizzate da questo clima, l'inverno è mediamente la stagione meno piovosa e le precipitazioni spesso assumono carattere nevoso anche fino a fondovalle. Durante l'estate, in modo molto simile alle zone prealpine, la presenza dei rilievi favorisce la convezione diurna che porta, perciò, a frequenti annuvolamenti di tipo cumuliforme con associati locali rovesci, specie nelle ore pomeridiane.

Le temperature presentano valori nettamente inferiori rispetto a quelli delle Prealpi, con medie annue di circa 7-8 °C e valori medi mensili che scendono sotto lo zero nei mesi invernali.

Secondo la classificazione climatica di Köppen elaborata per i climi italiani da Pinna in funzione della temperatura (Pinna, 1978), il mesoclima alpino appartiene in prevalenza al clima temperato fresco alle quote più basse e al clima temperato freddo o freddo alle quote più alte.

Anche in quest'area l'orografia complessa gioca un ruolo chiave nel determinare l'accentuata variabilità spaziale, non solo delle temperature, ma anche di altre variabili meteorologiche quali le precipitazioni, i venti, l'umidità relativa e la radiazione solare. Il lungo permanere di copertura nevosa, specie alle quote più elevate e nei versanti esposti a Nord, si traduce, inoltre, in un prolungamento della fase invernale ed in un conseguente ritardo nell'affermarsi di condizioni primaverili.



2.3 Approfondimento sui meccanismi di genesi delle precipitazioni orografiche

Adriano Barbi ⁽¹⁾, Simone Gabriele Parisi ⁽²⁾

*⁽¹⁾ Servizio Meteorologico - Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*

*⁽²⁾ Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*



La genesi delle precipitazioni è un fenomeno complesso al quale cooperano processi attivi a scale assai diverse.

L'intensità delle precipitazioni dipende dall'intensità dei moti verticali e dal grado di turbolenza, per cui vi è:

- intensità modesta in nubi a convezione obliqua, prevalentemente stratificate;
- intensità forte o violenta (rovesci) in nubi a convezione verticale, prevalentemente cumuliformi.

È fondamentale, inoltre, la relazione fra l'orografia e le precipitazioni. Le montagne si comportano a tutti gli effetti come una "macchina" per l'estrazione dell'umidità dalla circolazione generale.

I rilievi svolgono un ruolo cruciale sull'entità e sulla distribuzione nello spazio e nel tempo delle precipitazioni. La precipitazione, infatti, è frutto di un insieme di processi differenti ed è possibile individuare sette differenti meccanismi di base di precipitazione orografica che possono essere anche compresenti in una perturbazione ³:

- 1) il meccanismo "seeder - feeder" (seminatore-mangiatore), descritto per la prima volta da Bergeron, in virtù del quale nubi orografiche più basse forniscono l'alimento in acqua liquida necessaria per tramutare in pioggia o neve le "gocce" che cadono da nubi più elevate (nubi medie) [**fig. 4a**];
- 2) la condensazione derivante dalla risalita forzata dell'aria umida lungo il rilievo [**fig. 4b**];
- 3) l'innesco della convezione sopravvento per risalita orografica [**fig. 4c**];
- 4) la formazione di nubi sopravvento derivante dal blocco orografico del flusso o da onde di gravità che si propagano verticalmente [**fig. 4d**];
- 5) l'innesco della convezione per effetto termico dovuto a consistenti sorgenti di calore (classici casi di attività convettiva ad evoluzione diurna sulle cime) [**fig. 4e**];
- 6) la convergenza sottovento di una massa d'aria costretta a fluire attorno ad un ostacolo [**fig. 4f**];
- 7) l'accentuazione sottovento della precipitazione dovuta a onde di gravità prodotte dalle montagne [**fig. 4g**].

³ Le immagini sono derivate dalla documentazione del progetto MAP-Mesoscale Alpine Programme (1999)

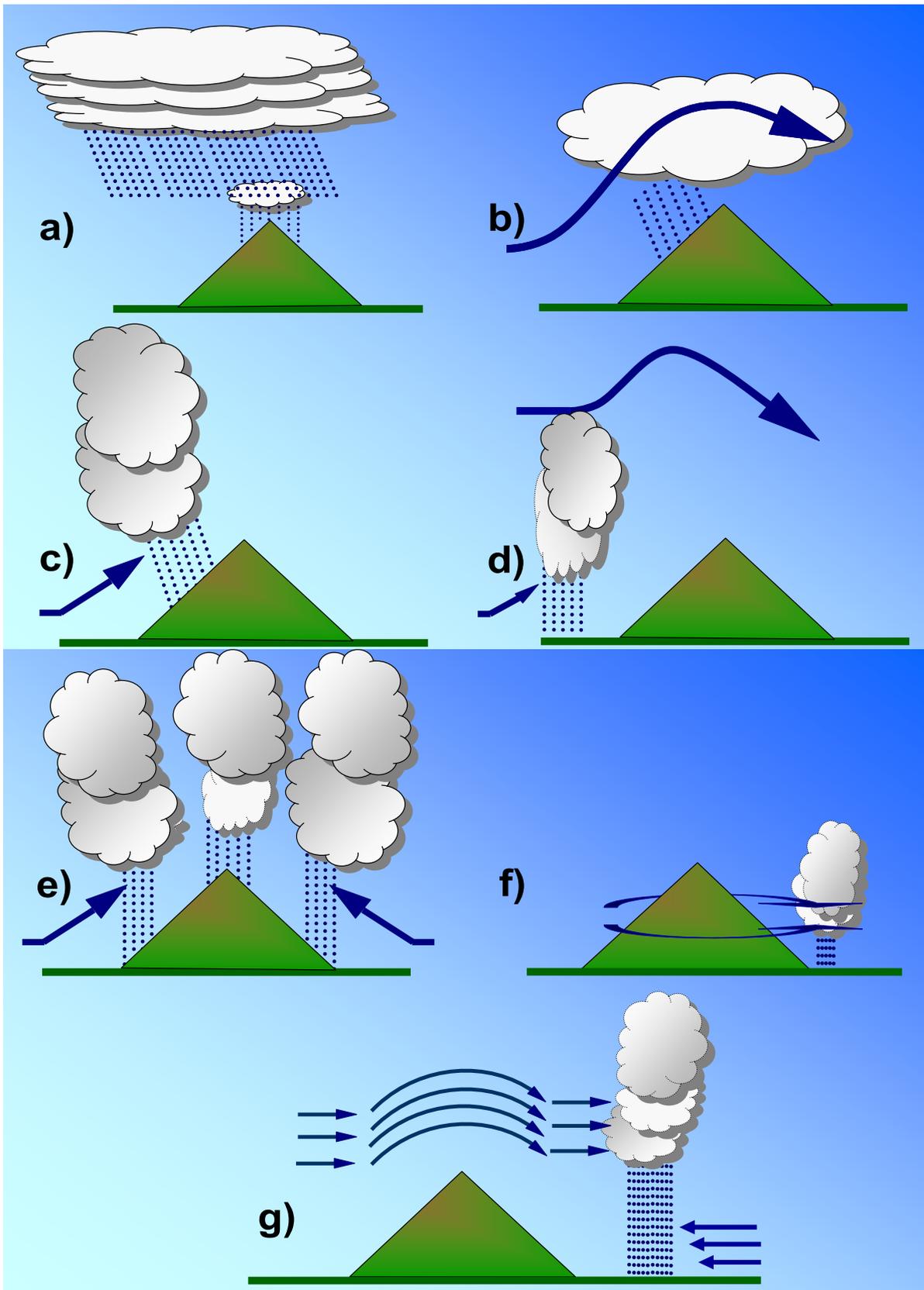


Fig. 4 - Meccanismi di base delle precipitazioni orografiche.

In aggiunta a tali meccanismi esiste un importante effetto legato alla concentrazione del flusso sopravvento all'interno delle valli [fig. 5h]. Tale convergenza del flusso è spesso responsabile di eventi estremi e di conseguenti fenomeni franosi o alluvionali .

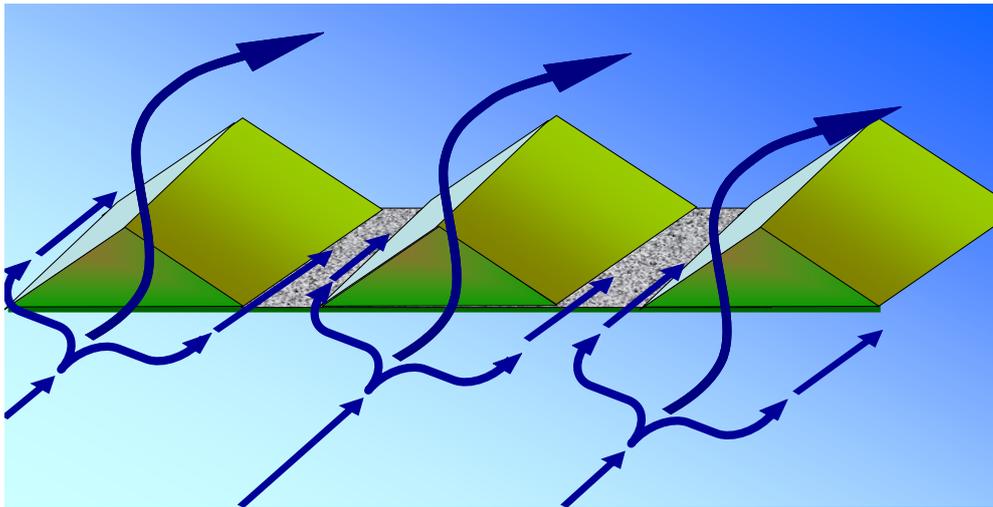


Fig. 5 – Concentrazione del flusso sopravvento all'interno delle valli.

2.3.1 Effetti dell'orografia sul movimento dei fronti

L'avanzata di un fronte freddo può essere temporaneamente rallentata quando questo si avvicina ad una catena montuosa e viene costretto a risalirla, si parla, pertanto, di effetto di blocco dei rilievi.

Al crescere dello spessore della sopraggiungente massa di aria fredda possono generarsi vari processi, spesso presenti contemporaneamente. Il flusso di aria fredda può infatti:

- incanalarsi nelle valli;
- dividersi e fluire attorno ai confini della barriera montana;
- ascendere la barriera e discenderla sottovento, se dispone dell'energia sufficiente.

Il movimento del fronte freddo in fase ascendente risulta rallentato; viceversa, il moto risulta accelerato quando viene superato il culmine della catena montuosa e inizia il moto discendente sottovento [fig. 6].

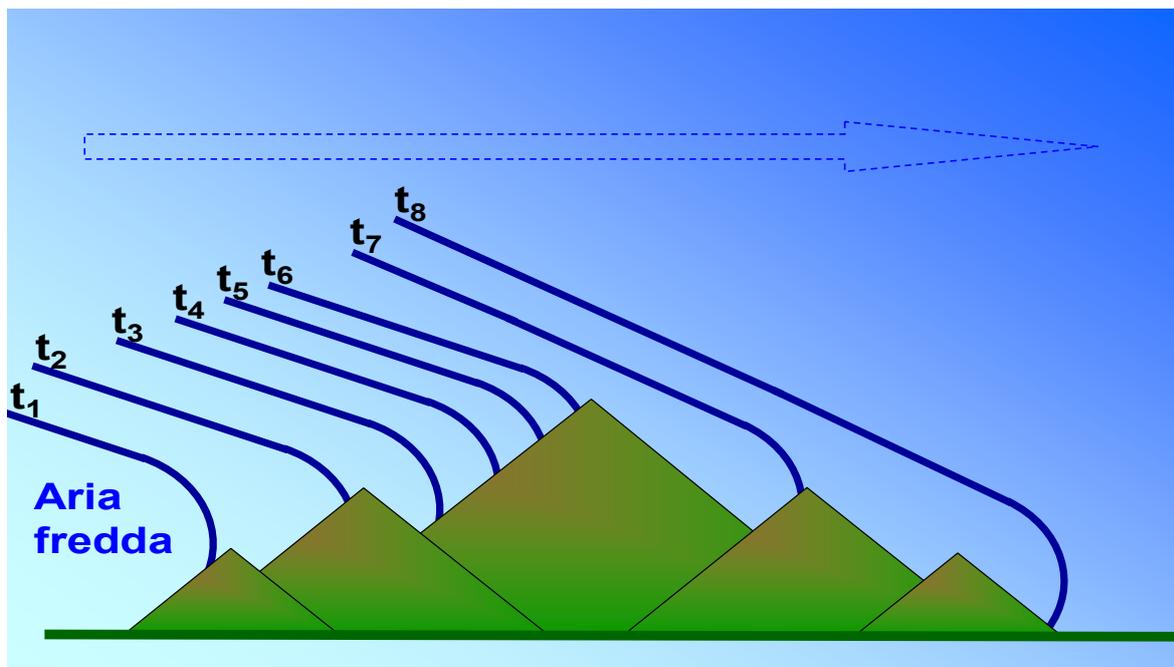


Fig. 6 – Movimento di un fronte freddo attraverso una catena montuosa. I fronti sono ritardati quando risalgono il lato sopravvento di una barriera montana ma accelerano dopo averla sormontata. I simboli t_1, t_2, \dots, t_8 indicano intervalli costanti di tempo ed evidenziano l'accelerazione del movimento del fronte in fase discendente. (Tratta da Whiteman, 2000)

I fronti freddi provenienti da nord ovest subiscono frequentemente un'azione di blocco sulle Alpi mentre proseguono la loro corsa aggirando la barriera montana sui settori Tirrenici e Adriatici riuscendo, successivamente, a riformare un fronte continuo sul Mediterraneo [Fig. 7].

Le barriere montuose, oltre ad agire sul moto dei sistemi perturbati, condizionano pesantemente la distribuzione spaziale delle precipitazioni, generalmente incrementando gli apporti sulle aree sopra vento e diminuendo gli apporti sulle aree interne e/o sui versanti sottovento.



Fig. 7 - Posizioni successive di un fronte freddo che si avvicina e supera le Alpi provenendo da nord -ovest. A seconda dei casi l'intrusione di aria fredda può essere più rilevante su versante orientale Adriatico o sul versante occidentale tirrenico. Immagine tratta da Colella, 2003 - Cesti, 2011; cartografia da www.freeworldmaps.net.

E' da rilevare che i sistemi frontali impattando sulle catene montuose subiscono un'alterazione anche della loro struttura.

Il fronte freddo, risalendo lungo i versanti sopravvento intensifica i processi di condensazione [Fig. 8] e [Fig. 9]; dopo il superamento del culmine della barriera, per effetto dei moti discendenti l'aria subisce processi di riscaldamento (effetto föhn) con conseguente attenuazione o scomparsa delle precipitazioni sul lato sottovento.

Continuando il proprio moto il fronte tende a ricostituirsi ad una certa distanza dalla catena montuosa riprendendo l'attività meteorica [Fig. 10].

Il fronte caldo, impattando su una barriera orografica [Fig. 11] può determinare la persistenza di uno strato di aria fredda sul versante sopravvento con conseguente persistenza anche dei fenomeni di precipitazione [Fig. 12].

Con l'avanzare del fronte caldo si assiste ad un'attenuazione dei fenomeni meteorici sulle aree sopravvento, con un'eventuale ripersa degli stessi ad una certa distanza dalla barriera montuosa [Fig. 13].

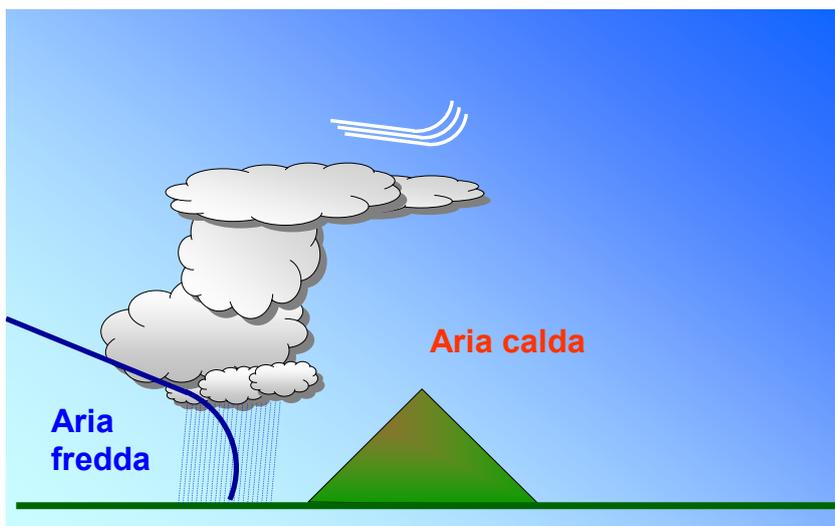


Fig. 8

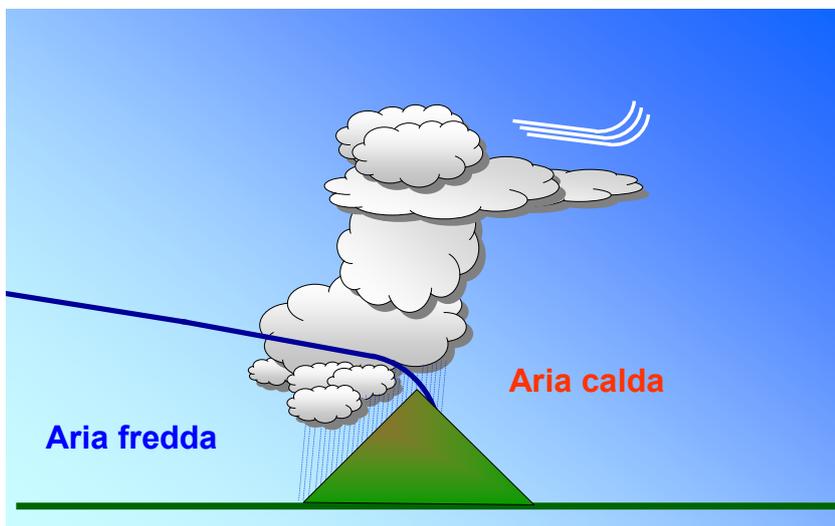


Fig. 9

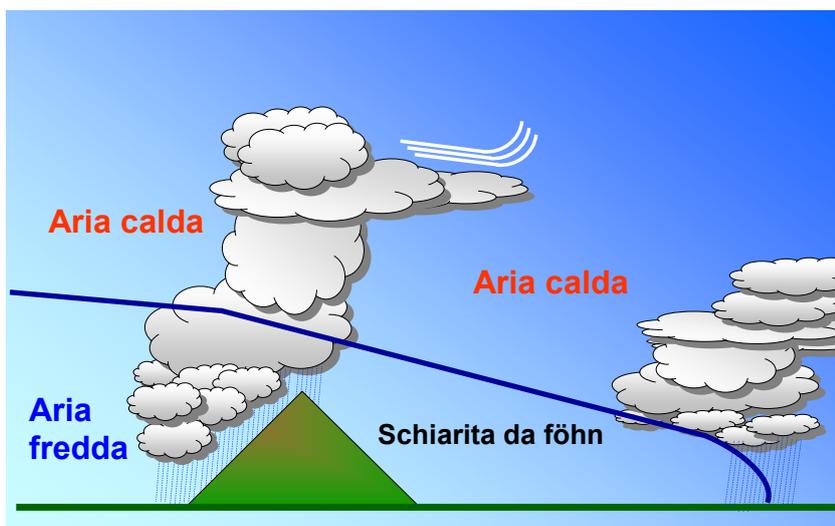


Fig. 10

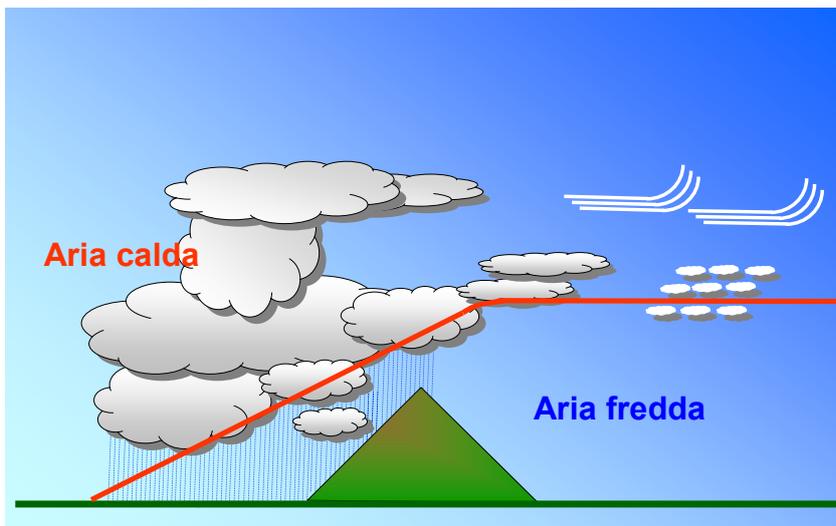


Fig. 11

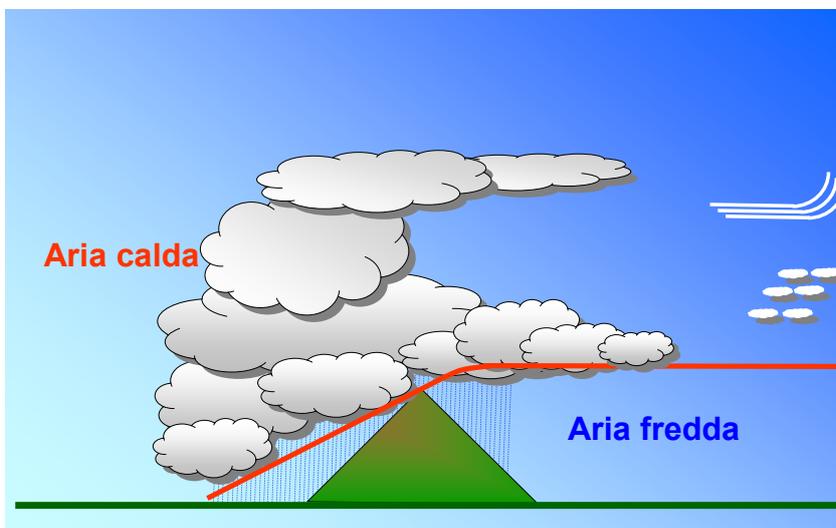


Fig. 12

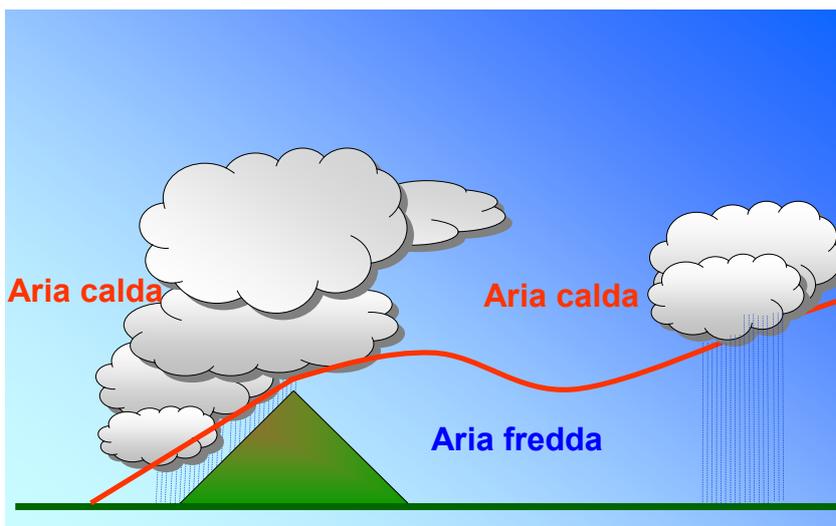


Fig. 13 Immagini tratte da Colella, 2003 - Cesti, 2011.



CAPITOLO 3
Le precipitazioni sul Veneto





3.1 Le fonti dei dati pluviometrici

Paolo Meneghin, Francesco Rech

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Il clima di una regione è definito dalle osservazioni, di lungo periodo, delle principali variabili meteorologiche; per realizzare degli studi climatici è pertanto fondamentale disporre di un'adeguata base di dati in grado di rappresentare il territorio nella sua complessità spaziale e temporale.

Prima di esaminare i risultati del presente lavoro è importante quindi conoscere l'origine e le caratteristiche dei dati utilizzati.

Ci si è avvalsi di 2 distinte serie di dati pluviometrici:

- **la serie pluviometrica del periodo 1950-2009 dell'Ufficio Idrografico;**
 - 100 stazioni pluviometriche sul territorio regionale operative per 48-60 anni;
 - 104 stazioni pluviometriche operative per 10-47 anni;
 - 15 stazioni pluviometriche operative per meno di 10 anni;
 - osservazioni effettuate manualmente 1 volta al giorno alle ore 9 antimeridiane, con rilevazione della precipitazione caduta nelle 24 ore precedenti l'istante di lettura;
 - dati raccolti sugli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Venezia dal 1955 al 1996 e nei Bollettini Mensili dal 1917 al 1954.
- **la serie pluviometrica del periodo 1984-2010 dell'ARPAV;**
 - 174 stazioni pluviometriche sul territorio regionale operative per 7-27 anni
 - 13 stazioni pluviometriche operative per meno di 7 anni;
 - osservazioni effettuate in modo automatico, 288 volte al giorno, con registrazione di un dato di precipitazione ogni 5 minuti;
 - dati informatizzati, archiviati in banca dati dell'ARPAV.

A seguito di un'analisi preliminare dei dati si è deciso di utilizzare congiuntamente le due serie pluviometriche, anche considerando il fatto che gli strumenti di misura utilizzano identiche superfici di captazione, collocate alla medesima altezza dal suolo.

Per ciascun giorno (inteso come le 24 ore precedenti le ore 9 antimeridiane del giorno di rilevazione) del periodo analizzato sono stati presi in considerazione tutti i dati stazionali disponibili, operando la ricostruzione dei dati mancanti mediante spazializzazione con metodo di Kriging ordinario sui residui, utilizzando l'altitudine del terreno come variabile correlata.

In altri termini, per tentare di rappresentare al meglio la variabilità spaziale del fenomeno precipitazione, si è optato per l'approccio di calcolo che consentiva l'utilizzo di tutti i dati puntuali disponibili, anche se in tal modo le differenze nel tempo di consistenza del numero di stazioni pluviometriche e le variazioni di localizzazione dei punti di misura hanno sicuramente esercitato delle influenze sulla distribuzione dei campi di precipitazione sul territorio regionale.

La serie pluviometrica del periodo 1950-2009 dell'Ufficio Idrografico

Con 60 anni di dati è la "vera" serie storica in grado di rappresentare l'evoluzione nel tempo del clima regionale.

Le rilevazioni sono state effettuate a cura dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia poi Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale della Presidenza del Consiglio dei Ministri, le cui funzioni attualmente risultano trasferite all'ARPAV.

La serie nella sua interezza è stata utilizzata per l'analisi dei trend lineari e delle discontinuità, mentre sono stati utilizzati i dati di sintesi, rispettivamente dei periodi:

- 1951-2010 clima dell'ultimo sessantennio;
- 1961-1990 clima del trentennio di riferimento;
- 1981-2010 clima attuale.

Consistenza temporale delle serie

I dati di questa serie storica sono stati acquisiti mediante trasformazione in formato digitale delle precipitazioni giornaliere riportate prima nei Bollettini Mensili e poi negli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Venezia.

I Bollettini Mensili sono stati pubblicati a cadenza mensile dal 1917 al 1954.

Gli Annali Idrologici risultano essere stati regolarmente pubblicati per il periodo 1955-1996.

I dati del periodo 1997-2009 sono stati, invece, forniti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (poi Servizio Idrografico Regionale di ARPAV) sotto forma di file excel.

Purtroppo all'atto della esecuzione del presente studio non risultavano disponibili i dati dell'anno 2010, peraltro estremamente interessanti in quanto, il 2010, è risultato essere, per diverse aree regionali, l'anno più piovoso dell'intero periodo di analisi.

Tali dati sono stati quindi ricostruiti a partire dalle rilevazioni delle stazioni automatiche di ARPAV, con tutti i conseguenti limiti.

Il grafico (**Fig. 3**) riporta il numero di serie pluviometriche annuali rilevate dalle stazioni dell'Ufficio Idrografico disponibili nel periodo 1950-2010. La linea rossa individua il numero di serie complete o con meno di 10 giorni di dati mancanti nell'anno. La linea blu individua il numero di serie con meno di 60 giorni di dati mancanti nell'anno.

Il numero di stazioni operative per anno, varia tra 191 (anno 1957) e 39 (anno 2009) ed è in media di 140,4.

Si osservi che negli anni '50, a testimonianza dell'importanza attribuita alle osservazioni pluviometriche anche ai fini dello sfruttamento delle risorse idriche per le produzioni idroelettriche, erano operative sul Veneto circa 180 stazioni pluviometriche. A partire dagli anni '60 inizia una progressiva diminuzione del numero di pluviometri operativi, che procede in parallelo allo scadimento dell'Ufficio Idrografico in termini di dotazioni di personale, di strumenti e di risorse economiche. Tale situazione era probabilmente determinata anche dal raggiungimento dei massimi limiti nelle possibilità di sfruttamento delle territorio a scopi idroelettrici.

Dal 2000, con il trasferimento alla Regione dell'Ente, si riscontra una ulteriore decisa contrazione dei punti di misura che si riducono a 40. Ciò per effetto della riorganizzazione delle diverse reti di monitoraggio meteorologico esistenti sul territorio regionale, che vede dare priorità al potenziamento delle stazioni meteorologiche automatiche in grado di trasmettere dati in tempo reale, con conservazione, a fini climatologici, di pochi punti di misura manuale/meccanica.

Valutando in dettaglio la consistenza temporale delle serie, solo 15 stazioni pluviometriche nel periodo 1950-2009 dispongono di una serie completa di dati (60 anni), mentre 87 stazioni dispongono di almeno 50 anni di dati.

Ai fini del presente studio è stato individuato un set di 100 stazioni che dispongono di almeno 48 anni di osservazioni (**Tab. 3.a** e **Tab. 3.b**); questo gruppo di 100 stazioni è stato utilizzato (con i dati mancanti ricostruiti) sia per le analisi di trend e di discontinuità, che per alcune descrizioni territoriali delle precipitazioni annuali e stagionali.

Un ulteriore gruppo di 119 stazioni, che dispongono di meno di 48 anni di osservazioni (**Tab. 4.a** e **Tab. 4.b**) sono state utilizzate (con i dati mancanti ricostruiti) per la redazione delle cartografie. Di tale sottogruppo 47 stazioni dispongono di almeno 30 anni di osservazioni e 104 di almeno 10 anni di osservazioni.

Rappresentatività spaziale delle serie

La localizzazione spaziale delle **100** stazioni pluviometriche è riportata nella carta **A** mentre la carta **A.1** riporta gli anni di funzionamento di queste stazioni.

Ad un'elevata concentrazione di stazioni sulla provincia di Venezia (ed in particolare nel veneziano settentrionale), si contrappone la scarsità di stazioni nell'area del Garda, nella pianura veronese meridionale, nel padovano centro meridionale e sul Polesine meridionale. Molto elementare appare anche la copertura spaziale della montagna Bellunese.

Le carte **B** e **B.1** riportano invece la localizzazione spaziale e gli anni di funzionamento delle **104** stazioni con serie di dati comprese tra 47 e 10 anni. E' evidente che la combinazione dei due gruppi di stazioni garantisce un'ottima copertura spaziale del territorio Veneto, purtroppo la limitata lunghezza delle serie ne impedisce un efficace utilizzo climatologico.

Rappresentatività altitudinale delle serie

La tabella a lato (**Tab.1**) e il grafico in **Fig. 1** analizzano la distribuzione nelle diverse fasce altimetriche delle 100 stazioni pluviometriche con serie temporalmente consistenti.

E' mediamente presente sulla regione una stazione ogni 184 km².

Mentre le quote tra 100 e 1200 m di altitudine risultano abbastanza ben monitorate con una stazione ogni 70-170 km², la rete osservativa diventa carente a quote superiori ai 1200 m con assenza di serie consistenti al di sopra dei 1520 m della stazione di Andraz (BL) nell'alto Cordevole.

Fascia altimetrica m	Superficie		Stazioni pluviometriche	
	Km ²	%	numero	km ² / stazione
0-25	8050	44%	42	192
25-50	1550	8%	6	258
50-100	1298	7%	5	260
100-200	1088	6%	10	109
200-300	582	3%	8	73
300-400	503	3%	5	101
400-500	355	2%	4	89
500-600	333	2%	2	167
600-900	935	5%	10	94
900-1200	1015	6%	6	169
1200-1500	998	5%	1	998
1500-1800	751	4%	1	751
1800-2100	536	3%	0	NO
2100-2400	283	2%	0	NO
2400-3300	122	1%	0	NO
Totale Veneto	18399		100	184

Tab. 1 - Superficie regionale nelle diverse fasce altimetriche e numero di stazioni pluviometriche dell'Ufficio Idrografico con serie storica di 48-60 anni in ciascuna fascia

E' importante considerare poi che nelle aree montane, quasi tutte le stazioni risultano essere localizzate nei fondovalle, pertanto restano ignote le dinamiche pluviometriche di versante e sommitali.

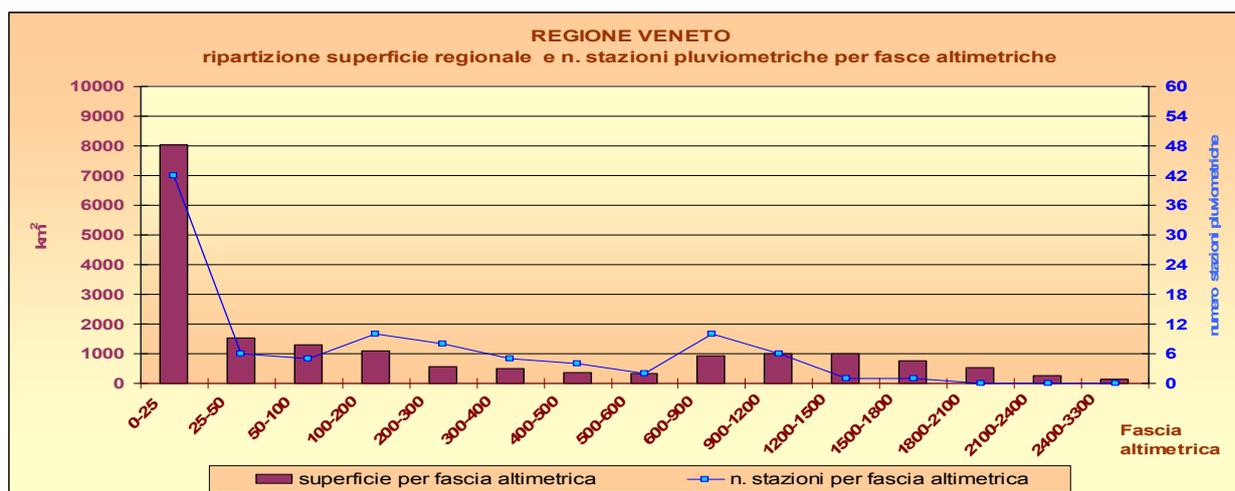


Fig. 1 - Superficie regionale nelle diverse fasce altimetriche e numero di stazioni pluviometriche dell'Ufficio Idrografico con serie storica di 48-60 anni in ciascuna fascia.

La tabella a lato (**Tab. 2**) e il grafico in **Fig. 2** analizzano la distribuzione nelle diverse fasce altimetriche delle 104 stazioni pluviometriche con serie di 47-10 anni. Tale gruppo di stazioni garantisce una buona copertura delle aree montane tra le quote di 600 e 1500 m sul livello del mare. La stazione a quota maggiore è quella di Passo Falzarego (BL) a 1985 m.

Tra i 1500 ed i 1800 m abbiamo, inoltre, le stazioni di Misurina (BL) a 1760 m, del Monte Grappa (TV) a 1690 m e di Arabba (BL) a 1612 m.

Fascia altimetrica m	Superficie		Stazioni pluviometriche	
	Km ²	%	numero	km ² / stazione
0-25	8050	44%	41	196
25-50	1550	8%	9	172
50-100	1298	7%	7	185
100-200	1088	6%	4	272
200-300	582	3%	2	291
300-400	503	3%	4	126
400-500	355	2%	4	89
500-600	333	2%	5	67
600-900	935	5%	5	187
900-1200	1015	6%	11	92
1200-1500	998	5%	8	125
1500-1800	751	4%	3	250
1800-2100	536	3%	1	536
2100-2400	283	2%	0	NO
2400-3300	122	1%	0	NO
Totale Veneto	18399		104	177

Tab. 2 - Superficie regionale nelle diverse fasce altimetriche e numero di stazioni pluviometriche dell'Ufficio Idrografico con serie storica di 47-10 anni in ciascuna fascia.

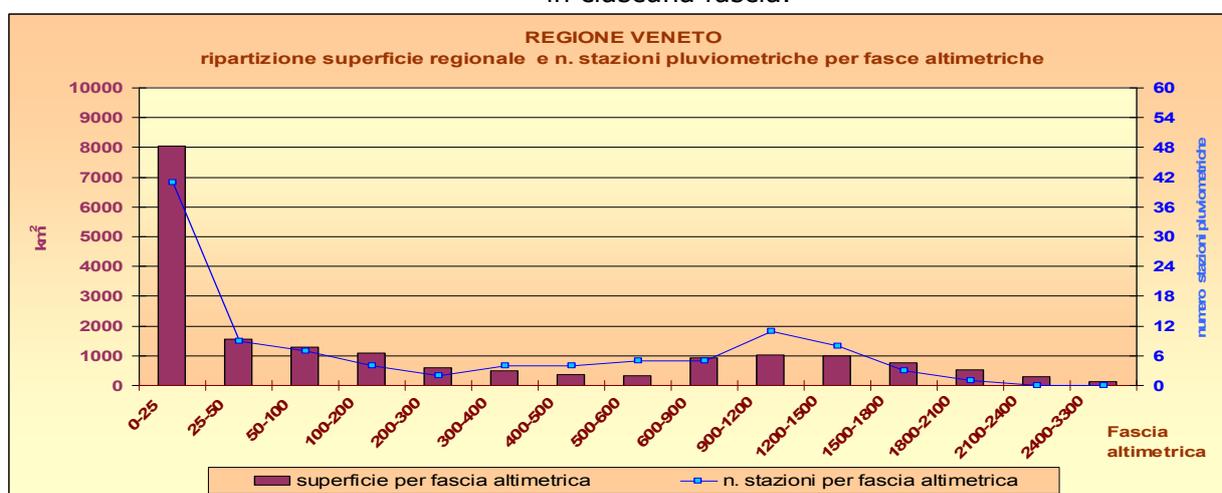
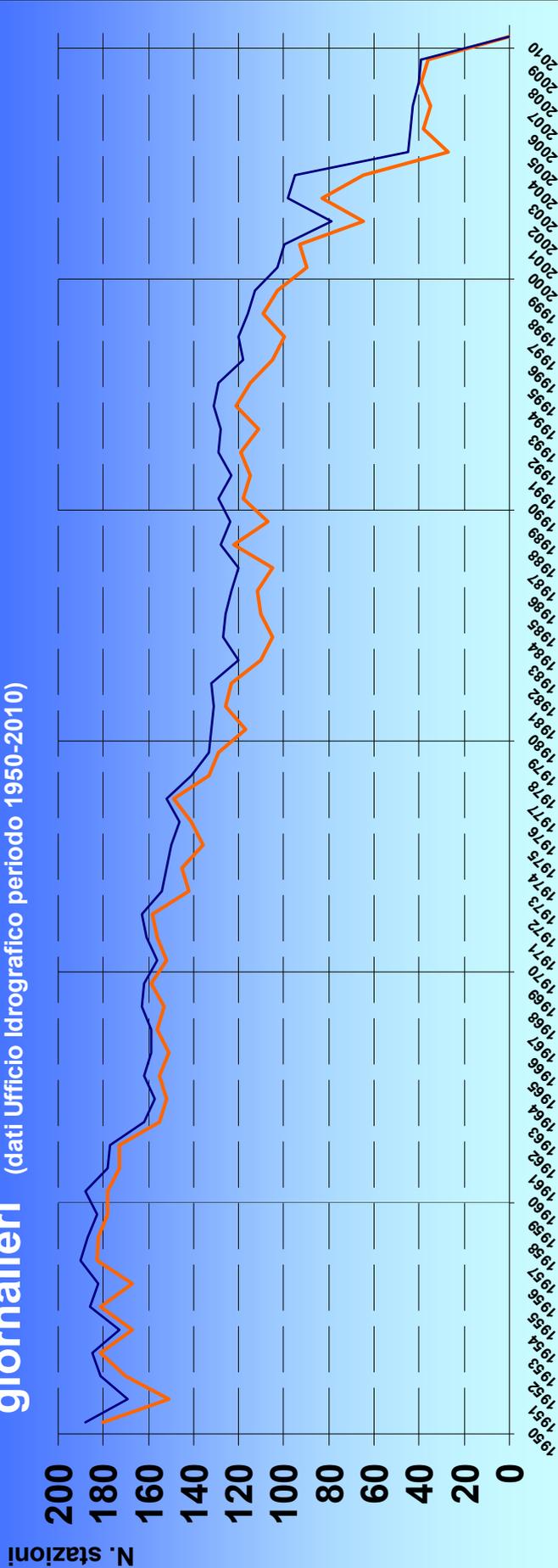


Fig. 2 - Superficie regionale nelle diverse fasce altimetriche e numero di stazioni pluviometriche dell'Ufficio Idrografico con serie storica di 47-10 anni in ciascuna fascia.

Disponibilità annuale di serie complete di dati pluviometrici giornalieri (dati Ufficio Idrografico periodo 1950-2010)



— Stazioni con meno di 10 giorni di dati annuali mancanti — Stazioni con meno di 60 giorni di dati annuali mancanti

2010	0
2009	20
2008	16
2007	13
2006	26
2005	34
2004	57
2003	63
2002	29
2001	23
2000	33
1999	42
1998	69
1997	41
1996	57
1995	48
1994	2
1993	109
1992	112
1991	107
1990	111
1989	99
1988	7
1987	8
1986	9
1985	13
1984	8
1983	10
1982	13
1981	10
1980	17
1979	8
1978	10
1977	13
1976	20
1975	7
1974	14
1973	5
1972	12
1971	11
1970	8
1969	17
1968	11
1967	15
1966	6
1965	3
1964	5
1963	9
1962	4
1961	3
1960	5
1959	4
1958	3
1957	2
1956	3
1955	3
1954	2
1953	4
1952	1
1951	4
1950	1
Anni completi	165
meno di 10 - giorni mancanti	133
tra 11 e 60 - giorni mancanti	145
tra 61 e 180 - giorni mancanti	139
Somma	468

Fig. 3 – Numero di serie pluviometriche annuali dell'Ufficio Idrografico disponibili annualmente nel periodo 1950-2010.

n.	Stazione Pluviometrica	Prov.	Quota m s.l.m.	Coordinate		1950-2010			1951-1980			1961-1990			1971-2000			1981-2010			
				Gauss X	Gauss Y	anni presenti	anni completi	meno di 60 giorni mancanti	anni presenti	anni completi	meno di 60 giorni mancanti	anni presenti	anni completi	meno di 60 giorni mancanti	anni presenti	anni completi	meno di 60 giorni mancanti				
1	ANDRAZ	BL	1620	1729372	5152693	60	59	1	30	30	0	30	30	0	30	29	1	29	28	1	
2	ARISIE'	BL	315	1713636	5095837	55	49	5	30	30	0	30	30	0	30	28	2	30	24	19	4
3	AURONZO DI CADORE	BL	864	1765601	5159862	55	54	1	30	30	0	30	30	0	30	30	0	30	24	23	1
4	BELLUNO	BL	380	1748100	5114610	50	42	6	26	21	3	25	19	4	25	21	3	23	20	3	
5	CAPRILE	BL	1023	1729403	5147186	48	43	4	30	30	0	28	26	2	28	27	4	27	17	12	4
6	CENCENIGHE	BL	773	1728968	5136625	55	50	4	30	28	2	30	27	3	30	26	3	24	21	2	
7	CHIES D'ALPAGO	BL	705	1761712	5117938	55	54	1	30	30	0	30	30	0	30	29	1	24	23	1	
8	CORTINA D'AMPEZZO	BL	1275	1740468	5158759	58	58	0	30	30	0	30	30	0	30	30	0	27	27	0	
9	FENER	BL	177	1728611	5086962	60	57	3	30	28	2	30	30	0	30	30	0	29	28	1	
10	FORNO DI ZOLDO	BL	848	1744926	5137858	54	52	1	30	28	1	30	28	1	30	30	0	23	23	0	
11	FORTOGNA	BL	435	1753953	5125402	60	59	1	30	30	0	30	30	0	30	30	0	29	28	1	
12	GOSALDO	BL	1141	1727986	5122825	48	41	5	29	25	3	29	27	1	28	25	2	18	15	2	
13	LA GUARDA	BL	605	1727510	5112548	54	53	1	25	25	0	30	30	0	30	30	0	29	28	1	
14	PEDAVENA	BL	359	1723211	5101804	49	46	2	20	20	0	26	26	0	30	30	0	29	26	2	
15	S. ANTONIO DI TORTAL	BL	513	1744787	5103557	55	50	4	30	29	1	30	29	1	30	28	2	24	20	3	
16	S. CROCE DEL LAGO	BL	409	1756473	5113827	60	57	2	30	30	0	30	29	1	30	29	1	29	26	2	
17	S. STEFANO DI CADORE	BL	908	1776357	5164470	54	46	6	29	27	1	29	26	2	24	20	3	24	18	5	
18	SOVERZENE	BL	390	1754815	5122047	54	52	2	29	29	0	29	28	1	29	29	1	24	22	2	
19	BATTAGLIA TERME	PD	11	1718254	5018754	49	48	1	30	29	1	30	30	0	28	28	0	18	18	0	
20	BOVOLENTA	PD	7	1730014	5017814	60	55	4	30	29	1	30	28	2	30	28	2	29	25	3	
21	CITTADELLA	PD	49	1716795	5058473	54	51	1	30	30	0	29	26	1	29	26	1	23	20	1	
22	CURTAROLO	PD	19	1721405	5044837	55	43	10	30	28	2	30	25	5	29	20	9	24	14	8	
23	MASSANZAGO	PD	22	1734554	5049121	49	49	0	30	30	0	29	29	0	28	28	0	18	18	0	
24	PIOMBINO DESE	PD	24	1733671	5054822	52	43	8	30	28	2	28	24	3	28	20	7	21	14	6	
25	PIOVE DI SACCO	PD	7	1738381	5020285	53	48	2	30	25	2	30	27	2	30	30	0	22	22	0	
26	ROSARA DI CODEVIGO	PD	3	1745407	5021101	55	49	5	30	24	5	30	26	3	30	29	1	24	24	0	
27	S. MARGHERITA DI CODEVIGO	PD	4	1744955	5014386	55	52	2	30	29	1	30	30	0	30	28	1	24	24	1	
28	STANGHELLA	PD	7	1716800	5001528	48	38	8	30	27	3	28	25	3	27	18	7	17	10	5	
29	BADIA POLESINE	RO	11	1697129	4995764	55	51	3	30	30	0	30	29	1	24	20	3	24	20	3	
30	CASTELMASSA	RO	12	1682430	4986810	59	48	7	30	26	2	30	25	2	30	22	4	29	22	5	
31	ROVIGO	RO	4	1717758	4995166	57	47	8	29	27	2	30	26	4	30	26	4	27	20	5	
32	CASTELFRANCO VENETO	TV	44	1728503	5061905	55	46	8	30	27	3	30	28	2	20	18	2	24	18	5	
33	CISON DI VALMARINO	TV	261	1743412	5095644	50	46	4	27	26	1	20	19	1	20	18	2	22	19	3	
34	CORNUDA	TV	163	1732443	5078717	49	47	2	28	27	1	24	24	0	24	23	1	20	19	1	
35	FONTANELLE	TV	19	1767378	5082313	52	47	5	30	29	1	27	23	4	27	23	4	21	17	4	
36	FORMENIGA	TV	239	1753128	5092219	55	43	9	30	28	1	30	29	1	20	18	1	24	14	8	
37	ISTRANA	TV	40	1741032	5065006	49	47	2	27	26	1	19	18	1	19	18	1	21	20	1	
38	MOGLIANO VENETO	TV	8	1752420	5050469	50	49	1	30	30	0	29	29	0	29	28	1	19	19	1	
39	MONTEBELLUNA	TV	120	1736467	5073679	57	49	4	27	26	0	27	20	4	27	19	4	29	22	4	
40	MOTTA DI LIVENZA	TV	9	1780292	5075313	53	47	5	30	27	3	30	25	5	30	27	3	22	19	2	
41	NERVESA DELLA BATTAGLIA	TV	78	1748711	5078643	60	49	8	30	30	0	30	29	1	30	25	3	29	18	8	
42	ODERZO	TV	20	1772746	5076424	53	47	5	30	26	3	28	26	2	28	26	2	22	20	2	
43	TREVISO	TV	16	1752224	5061776	53	47	4	30	30	0	28	24	3	22	24	3	22	16	4	
44	VALDOBBIADENE	TV	280	1732050	5086712	53	51	1	29	28	0	30	30	0	29	28	1	23	22	1	
45	VILLORBA	TV	38	1750428	5070752	55	53	2	30	29	1	30	28	2	30	29	1	24	23	1	
46	BEVAZZANA	VE	6	1812480	5065087	58	51	6	30	28	2	30	29	1	30	28	2	27	22	4	
47	BOCCAFOSSA	VE	2	1791629	5063415	55	52	3	30	29	1	30	30	0	30	29	1	24	22	2	
48	BOTTI BARBARIGHE	VE	7	1737849	5000246	59	56	3	29	27	2	30	30	0	30	30	0	29	28	1	
49	CA' PORCIA	VE	2	1780822	5045540	50	45	4	30	28	1	30	26	3	29	25	3	19	16	3	
50	CAORLE	VE	3	1803020	5057039	51	50	4	30	30	0	30	30	0	30	29	0	20	19	0	

Tab 3.a – Elenco delle 100 (1-50) stazioni pluviometriche storiche utilizzate per lo studio climatologica e numero di anni di dati disponibili nei periodi 1950-2010, 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010.

n.	Stazione Pluviometrica	Prov.	Quota m s.l.m.	Coordinate		1950-2010			1961-1980			1961-1990			1971-2000			1981-2010		
				Gauss X	Gauss Y	anni Presenti	anni completi	meno di giorni mancanti												
51	CAYANELLA MOTTE	VE	1	1754616	5007193	55	52	2	30	29	30	30	0	30	30	0	24	22	1	
52	CHIOGGIA	VE	2	1757800	5012446	56	51	4	30	30	27	27	0	26	23	3	25	20	4	
53	CONCORDIA SAGITTARIA	VE	5	1801495	5068238	60	58	2	30	30	30	30	0	30	30	0	29	27	2	
54	CONETTA DI CONA	VE	4	1735374	5006709	60	56	3	30	28	30	29	1	30	29	1	29	27	2	
55	CORTELLAZZO	VE	2	1785737	5048983	60	50	7	30	28	30	24	5	30	24	5	29	21	6	
56	Fiumicino	VE	4	1785129	5060441	60	58	2	30	29	30	29	1	30	29	1	30	29	1	
57	Fossa'	VE	4	1784957	5062320	56	55	0	30	30	30	30	0	30	30	0	24	24	0	
58	GAMBARARE	VE	3	1746468	5033798	54	48	4	30	30	30	30	0	30	28	2	23	18	3	
59	LANZONI CAPO SILE	VE	2	1773603	5052343	54	52	2	30	28	30	28	2	30	29	1	24	24	0	
60	MESTRE	VE	4	1753675	5042888	53	46	5	30	29	30	28	2	29	27	1	23	20	2	
61	MIRANO	VE	9	1740670	5042348	54	50	2	30	29	29	27	1	29	27	1	23	20	2	
62	PORTESINE SILE	VE	2	1768460	5050924	55	55	0	30	30	30	30	0	30	30	0	24	24	0	
63	PORTOGRUARO	VE	6	1759169	5077228	60	56	3	30	27	30	27	2	30	27	2	29	28	1	
64	S.DONA' DI PIAVE	VE	4	1777818	5059011	56	55	0	30	30	30	30	0	30	30	0	24	24	0	
65	STAFFOLO	VE	2	1789593	5062077	60	57	2	30	30	30	29	1	30	28	1	29	26	2	
66	STRA'	VE	8	1735439	5023993	59	55	1	30	30	30	30	0	30	27	0	29	24	1	
67	TERMINE	VE	2	1795902	5066734	54	50	3	30	28	30	27	3	29	27	3	23	21	1	
68	VILLA BACINO	VE	3	1807473	5066625	54	50	3	30	30	30	28	2	30	28	2	23	19	3	
69	ZUCCARELLO	VE	2	1763764	5048253	58	54	3	28	26	28	25	2	28	25	2	29	27	2	
70	ASIAGO	VI	1046	1696146	5082296	54	53	1	29	29	30	30	0	30	30	0	24	23	1	
71	BASSANO DEL GRAPPA	VI	129	1712028	5071535	54	54	0	30	30	29	29	0	30	29	0	23	23	0	
72	CALVENE	VI	201	1696320	5071113	53	46	5	29	25	30	27	3	30	27	3	24	21	3	
73	CASTELVECCHIO	VI	802	1675773	5055722	54	51	2	29	26	29	27	2	29	28	1	24	24	0	
74	CEOLATI	VI	620	1672197	5069637	53	50	2	29	29	29	29	0	29	29	0	23	20	2	
75	CHIAMPÒ	VI	180	1677031	5045948	56	46	6	29	27	26	23	1	26	22	1	26	18	5	
76	CISON DEL GRAPPA	VI	205	1711812	5088542	54	43	10	26	23	29	27	2	29	25	3	27	19	7	
77	CROSARA	VI	417	1709151	5072276	60	53	6	30	28	30	27	2	30	27	2	29	24	4	
78	FERRAZZA	VI	361	1672399	5054944	52	43	8	30	29	27	26	1	27	21	6	21	13	7	
79	ISOLA VICENTINA	VI	80	1690494	5055703	60	44	12	30	25	30	26	2	30	23	4	29	18	7	
80	LASTEBASSE	VI	610	1676276	5087007	56	50	5	29	28	27	25	1	27	22	4	26	21	4	
81	OLIERO	VI	155	1707198	5080426	51	46	4	27	26	30	27	3	30	26	3	23	19	3	
82	POSINA	VI	544	1677676	5074290	55	50	3	26	23	26	23	2	26	24	2	29	26	2	
83	RECOARO	VI	445	1672791	5063584	58	52	2	28	26	30	28	0	30	27	0	29	25	2	
84	SANDRIGO	VI	69	1702205	5059633	50	45	4	30	28	30	27	2	29	24	4	19	16	3	
85	SCHIO	VI	234	1688234	5065210	58	55	3	30	30	30	30	0	30	30	0	27	24	3	
86	STARO	VI	632	1673524	5066120	57	52	4	28	27	28	26	1	28	25	2	28	24	4	
87	THIENE	VI	147	1692096	5063506	53	45	6	30	26	30	26	3	28	25	2	22	18	3	
88	TONEZZA	VI	935	1681234	5081969	58	57	0	28	27	29	28	0	30	29	0	29	29	0	
89	VALDAGNO	VI	295	1679088	5056693	49	32	9	30	26	25	19	3	24	13	4	18	6	4	
90	VICENZA	VI	42	1699866	5044565	55	51	1	30	27	30	27	0	30	26	1	24	23	1	
91	ZOVENCEDO	VI	280	1695519	5033554	60	55	5	30	29	30	30	0	30	28	2	29	25	4	
92	AFFI	VR	188	1638616	5045768	48	45	2	30	30	30	29	1	27	24	2	17	14	2	
93	COLOGNA VENETA	VR	24	1696800	5020142	48	43	3	30	28	30	28	2	26	23	1	17	14	1	
94	DOLCE'	VR	115	1644736	5051301	52	46	5	30	28	27	23	4	21	17	3	21	17	3	
95	FOSSE DI S. ANNA	VR	964	1650924	5056406	48	44	2	30	29	30	28	2	27	23	2	17	14	1	
96	ROVERE' VERONESE	VR	847	1661085	5049995	50	43	4	28	23	30	28	2	27	24	1	21	19	1	
97	S. PIETRO IN CARIANO	VR	160	1647073	5042237	49	48	1	30	30	27	28	1	28	27	1	18	17	1	
98	SOAVE	VR	40	1675646	5032171	59	48	8	29	29	29	25	2	28	27	4	28	20	5	
99	VERONA	VR	60	1656533	5035149	53	48	3	29	29	27	27	0	28	27	1	23	18	3	
100	VILLAFRANCA VERONESE	VR	54	1644481	5023748	53	46	5	30	29	30	27	3	30	25	5	22	16	4	

Tab.3.b - Elenco delle 100 (51-100) stazioni pluviometriche storiche utilizzate per lo studio climatologica e numero di anni di dati disponibili nei periodi 1950-2010, 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010.

n.	Stazione Pluviometrica	Prov.	Quota m s.l.m.	Coordinate		1950-2010			1951-1980			1961-1990			1971-2000			1981-2010		
				Gauss X	Gauss Y	anni Presenti	anni completi	meno di 60 giorni mancanti												
101	AGORDO	BL	511	1733706	5129810	47	46	1	30	30	0	30	30	0	26	25	1	16	15	1
102	ALLEGHE	BL	979	1737844	5142867	6	5	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	ARABBA	BL	1612	1720856	5153329	45	37	4	28	27	1	26	23	1	3	2	4	16	9	3
104	BOSCO CANSIGLIO	BL	1081	1764099	5106080	24	22	1	23	21	1	13	11	1	3	2	0	0	0	0
105	CESIOMAGGIORE	BL	482	1731001	5108127	40	39	0	30	30	0	29	28	0	19	18	0	9	8	0
106	CIMA CANALE	BL	1200	1778131	5167490	3	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	COL DI PRA	BL	876	1725441	5131006	22	19	3	21	18	3	11	8	3	0	0	0	0	0	0
108	DOSOLEDO	BL	1337	1766971	5167080	34	29	1	30	26	1	23	18	1	13	10	0	3	2	0
109	FALCADE	BL	1150	1720127	5137517	35	31	3	30	26	3	24	24	0	14	14	0	4	4	0
110	FELTRE	BL	280	1729154	5100177	3	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	GARES	BL	1381	1722244	5133378	28	23	5	26	22	4	17	15	2	7	5	2	4	3	1
112	LA SECCA	BL	375	1751011	5113043	4	3	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	4	3	1
113	LAMBRE D'AGNI	BL	848	1669932	5064757	35	35	0	27	27	0	25	25	0	16	16	0	0	0	0
114	LONGARONE	BL	474	1756277	5128968	29	29	0	28	28	0	19	18	0	9	8	0	0	0	0
115	LORENZAGO DI CADORE	BL	880	1766731	5153006	45	42	0	29	28	0	19	18	0	15	12	0	15	13	0
116	MALGA CIAPELA	BL	1428	1723454	5145166	24	24	0	23	23	0	13	13	0	3	3	0	0	0	0
117	MARESON DI ZOLDO	BL	1260	1739208	5142073	36	35	1	30	30	0	26	24	1	15	14	1	5	4	1
118	MISURINA	BL	1760	1748592	5162278	27	25	1	26	24	1	16	15	1	6	5	1	0	0	0
119	PASSO CROCE D'AUNE	BL	1045	1719819	5105120	12	11	1	11	10	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
120	PASSO FALZAREGO	BL	1985	1730814	5156140	27	21	4	26	20	4	16	11	3	6	5	1	0	0	0
121	PASSO MONTE CROCE COMELICO	BL	1400	1762222	5172066	13	13	0	13	13	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0
122	PERAROLO DI CADORE	BL	532	1757972	5143511	43	39	3	30	29	1	30	27	3	22	19	2	12	9	2
123	PIEVE DI CADORE	BL	878	1759338	5147519	4	2	1	2	2	0	2	2	1	2	2	1	2	2	1
124	PODESTAGNO	BL	1498	1740999	5176099	17	12	2	16	12	1	6	6	0	0	0	0	0	0	0
125	PONTE NELLE ALPI	BL	404	1754555	5118721	9	9	0	8	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
126	RIVALGO	BL	496	1756933	5138988	11	11	0	10	10	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
127	RONCADIN	BL	1253	1766756	5178976	7	7	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	7	7	0
128	S.VITO DI CADORE	BL	1011	1746700	5142861	30	27	2	28	25	2	19	17	1	8	8	0	1	1	0
129	SAPPADA	BL	1217	1764387	5164301	28	26	0	27	27	0	17	17	0	7	7	0	0	0	0
130	SEREN DEL GRAPPA	BL	387	1720477	5096593	31	28	3	29	26	3	20	18	2	11	9	2	1	1	0
131	SOMPRADE	BL	1010	1756469	5162120	24	23	0	19	19	0	24	23	0	15	14	0	6	4	0
132	SOSPIROLO	BL	454	1737377	5114487	32	31	0	30	30	0	21	20	0	11	10	0	1	1	0
133	SOTTOCASTELLO	BL	707	1760059	5146635	15	15	0	14	14	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0
134	TAIBON AGORDINO	BL	628	1731932	5131788	4	4	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	ZOPPE DI CADORE	BL	1465	1743491	5141901	32	20	8	20	14	5	20	11	6	19	10	6	11	5	3
136	BAGNOLI DI SOPRA	PD	6	1726354	5007516	44	37	2	27	25	1	26	24	1	22	16	2	11	11	1
137	CA' PASQUALI	PD	2	1772584	5040006	28	24	4	4	4	0	14	13	1	24	21	3	24	20	4
138	CASALSERUGO	PD	8	1729318	5021969	11	10	1	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	COLLE VENDA	PD	580	1709564	5020460	13	13	0	12	12	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
140	ESTE	PD	130	1709008	5011339	46	30	12	30	25	4	28	17	7	26	12	10	15	4	8
141	LEGNARO	PD	10	1731777	5025951	28	28	0	4	4	0	14	14	0	24	24	0	24	24	0
142	LOZZO ATESTINO	PD	19	1706325	5018474	21	19	0	10	10	0	6	6	0	10	8	0	10	8	0
143	MONTAGNANA	PD	14	1693430	5017768	45	42	3	30	29	1	29	26	3	24	21	3	14	12	2
144	PADOVA	PD	12	1724870	5030445	46	40	5	28	28	0	26	20	4	23	18	4	17	11	5
145	VILLA DEL CONTE	PD	28	1723146	5051437	13	12	1	12	11	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0
146	ADRIA	RO	1	1739587	4994749	27	26	1	0	0	0	8	8	0	18	18	0	27	26	1
147	BARICETTA	RO	3	1737377	4994166	37	35	1	30	28	1	26	26	0	16	16	0	6	6	0
148	CA' CAPPELLINO	RO	2	1756636	4987847	36	33	3	30	29	1	25	23	2	15	13	2	5	3	2
149	CA' MELLO	RO	1	1761458	4980050	8	8	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	FIAROLO	RO	10	1692114	4950897	24	22	0	23	21	0	13	12	0	3	2	0	1	1	0
151	FIESSO UMBERTIANO	RO	9	1705239	4981761	32	29	2	30	28	1	21	21	0	11	11	0	0	0	0
152	ISOLA DEL MEZZANO	RO	3	1739301	4984971	31	25	2	30	24	2	20	17	1	10	8	0	0	0	0
153	LEGNINARA	RO	9	1704698	4995464	11	11	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	MOTTA DI LAMA	RO	3	1728777	4990802	30	22	7	29	21	7	19	14	4	9	6	2	0	0	0
155	PAFOZZE	RO	6	1736236	4955382	13	5	0	4	3	0	6	5	0	6	5	0	2	2	0
156	PIZZON	RO	3	1732745	5001478	13	12	0	12	11	0	2	2	0	6	5	0	0	0	0
157	S. MARTINO DI VENEZZE	RO	6	1725942	4999747	26	24	1	25	23	1	16	13	1	5	4	1	13	11	2
158	SADOCICA	RO	2	1762693	4993285	14	12	2	1	1	0	8	6	2	14	12	2	14	11	2
159	ASOLO	TV	207	1726405	5076303	28	26	0	27	25	0	18	18	0	8	8	0	0	0	0
160	BIANCADE	TV	10	1762354	5059890	40	37	0	40	30	0	29	26	0	19	16	0	9	6	0

Tab 4.a - Elenco delle ulteriori 119 (101-160) stazioni pluviometriche storiche utilizzate per le elaborazioni cartografiche e numero di anni di dati disponibili nei periodi 1950-2010, 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010.

n.	Stazione Pluviometrica	Prov.	Quota m s.l.m.	Coordinate		1950-2010			1951-1990			1961-1990			1971-2000			1981-2010		
				Gauss X	Gauss Y	anni Presenti	anni completi	giorni mancanti												
161	CHIARANO	TV	7	1778451	5070177	14	13	0	13	13	3	3	0	0	0	0	0	0	0	
162	CIMADOLMO	TV	32	1763048	5072792	8	4	1	0	0	0	0	0	0	4	3	2	4	4	1
163	CONEGLIANO VENETO	TV	85	1754987	5085701	9	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
164	LORIA	TV	72	1722831	5068138	13	11	2	12	10	2	1	1	0	0	0	0	0	0	
165	MILIES	TV	685	1730379	5092665	9	8	1	8	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
166	MONTE GRAPPA	TV	1690	1717396	5082474	34	25	5	26	18	5	18	5	16	12	2	16	14	2	
167	PIEVE DI SOLIGO	TV	133	1746113	5087882	37	35	2	30	29	1	26	24	16	14	2	16	14	2	
168	POSSAGNO	TV	329	1723305	5091669	12	12	0	11	11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
169	S. FIOR	TV	80	1759370	5088249	17	13	2	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	
170	SALETTO DI PIAVE	TV	9	1764521	5096991	47	38	7	28	22	5	27	21	13	11	0	17	13	2	
171	BERNIO	VE	2	1751616	5074518	28	26	1	4	3	0	14	12	1	0	0	24	23	1	
172	CAMPOVERALDO (FOSSO)	VE	5	1739727	5031428	11	10	1	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
173	CAVARZERE	VE	3	1742568	5002803	13	12	1	0	0	0	7	6	1	13	12	1	13	12	1
174	FARO ROCCHETTA	VE	1	1761748	5026589	45	31	8	28	24	1	27	17	5	24	10	8	16	7	7
175	JESOLO	VE	1	1784129	5049027	13	13	0	12	12	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
176	LOVA	VE	3	1745549	5025582	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	MALAFESTA	VE	10	1807570	5081918	27	26	1	3	3	0	13	12	1	6	6	0	10	10	0
178	S. NICOLO' DI LIDO	VE	2	1764659	5036304	47	42	4	26	24	2	21	18	3	21	18	3	20	17	2
179	TORRE DI FINE	VE	2	1792542	5052706	11	11	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	VENEZIA ISTITUTO CAVANIS	VE	20	1760365	5038127	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	4	0
181	ALBETTONE	VI	18	1701949	5025872	15	15	0	15	15	0	11	11	0	2	2	0	0	0	0
182	CAL DI GUA'	VI	60	1697666	5037250	47	45	2	30	30	0	30	30	0	26	24	2	16	14	2
183	CAMISANO VICENTINO	VI	24	1714729	5046922	33	23	6	26	18	4	16	11	2	9	6	1	6	4	2
184	CAMPO D'ALBERO	VI	901	1669015	5090066	46	45	1	30	30	0	29	28	1	25	24	1	15	14	1
185	CAMPOMEZZAVIA	VI	1022	1699018	5078958	45	39	5	27	25	2	30	27	3	27	22	4	17	13	3
186	CARTIGLIANO	VI	88	1709357	5063776	13	13	0	12	12	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
187	COGOLLO DEL CENGIO	VI	250	1687960	5073328	12	12	0	11	11	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
188	FOZA	VI	1083	1704065	5086005	46	38	6	22	21	1	19	18	1	0	0	0	23	16	5
189	LAGO DI FIMON	VI	28	1698550	5038808	13	12	1	0	0	0	0	0	0	9	8	1	13	12	1
190	LONGARE	VI	29	1703884	5039358	13	13	0	12	12	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
191	LONIGO	VI	31	1697042	5028633	35	35	0	30	30	0	24	24	0	14	14	0	14	14	0
192	MONTECCHIO MAGGIORE	VI	62	1689458	5040527	18	18	0	0	0	0	4	4	0	14	14	0	18	18	0
193	MONTEGALLI DELLA	VI	23	1708932	5035129	43	38	2	28	25	2	20	17	1	18	14	1	14	12	0
194	NOVENTA VICENTINA	VI	16	1699216	5078199	13	13	0	12	12	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
195	PIAN DELLE FUGAZZE	VI	1157	1669530	5069319	36	32	1	29	26	1	25	22	0	15	14	0	6	5	0
196	QUINTARELLO	VI	32	1704625	5048923	11	10	1	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
197	ROVEGLIANA	VI	596	1675640	5063730	11	11	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	RUBBIO	VI	1057	1700371	5075728	43	36	4	24	21	2	28	23	3	28	24	2	18	14	2
199	TRESCHE' CONCA	VI	1097	1688967	5078821	47	41	4	28	27	1	29	26	3	28	23	3	18	13	3
200	VELO D'ASTICO	VI	362	1683721	5073317	44	31	7	28	25	3	27	21	3	24	12	6	15	5	4
201	VILLAVERA	VI	58	1697095	5056680	19	17	1	0	0	0	5	4	0	15	13	1	19	17	1
202	ALBAREDO D'ADIGE	VR	24	1679321	5020445	23	21	1	22	20	1	12	10	1	4	4	0	0	0	0
203	BELLUNO VERONESE	VR	148	1647420	5058739	24	20	2	23	20	1	13	10	1	3	3	0	0	0	0
204	BONAVIGO	VR	19	1678763	5074230	13	11	1	12	10	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0
205	BOVOLONE	VR	24	1666298	5073833	42	32	5	27	24	2	25	21	2	21	13	3	14	7	3
206	CA' DI DAVID	VR	49	1666339	5027132	11	10	1	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
207	CASTELNUOVO VERONESE	VR	130	1638058	5033275	39	38	1	30	30	0	27	26	1	18	17	1	8	7	1
208	CAVALO FUMANE	VR	600	1649599	5048074	20	20	0	0	0	0	1	1	0	11	11	0	20	20	0
209	ISOLA DELLA SCALA	VR	29	1657366	5015052	33	27	5	28	24	3	24	20	4	14	11	3	4	2	2
210	LEGNAGO	VR	16	1697599	5006946	46	40	5	29	26	3	29	25	3	26	20	4	16	13	2
211	MALCESINE	VR	135	1640674	5095928	21	20	1	11	11	0	16	15	0	11	11	0	10	9	1
212	MARZANA	VR	135	1657776	5060039	8	8	0	7	7	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
213	NOGAROLE ROCCA	VR	36	1647449	5071988	11	7	3	10	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
214	PESCHIERA	VR	67	1632734	5033351	47	43	4	30	28	2	30	26	4	21	17	4	17	15	2
215	S. ZENO DI MONTAGNA	VR	583	1634129	5054414	16	15	1	16	15	1	15	14	1	13	12	1	5	4	1
216	SANGUINETTO	VR	19	1669012	5006255	26	26	0	25	25	0	15	15	0	6	5	0	0	0	0
217	TORRETTA VENETA	VR	10	1681312	4998119	36	32	3	30	28	2	26	21	3	15	11	3	5	3	1
218	TREGNAGO	VR	371	1668877	5042425	31	29	1	30	28	1	20	18	1	10	8	1	0	0	0
219	ZEVIO	VR	31	1667185	5026675	38	34	3	29	26	3	27	25	1	18	17	0	8	7	0

Tab 4.b - Elenco delle ulteriori 119 (161-219) stazioni pluviometriche storiche utilizzate per le elaborazioni cartografiche e numero di anni di dati disponibili nei periodi 1950-2010, 1951-1990, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010.

La serie pluviometrica del periodo 1984-2010 dell'ARPAV

Disponendo di 174 stazioni di monitoraggio (operative per 7-27 anni), collocate in siti conformi alle indicazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (W.M.O.), con sensoristica periodicamente controllata ed in grado di acquisire dati ad elevata scansione temporale, questa rete meglio si presta a descrivere la complessità dei fenomeni meteorici anche nella loro evoluzione temporale.

I 7-27 anni di misure disponibili sono però insufficienti per effettuare attendibili indagini sui cambiamenti del clima e sui trend, pertanto questi dati sono stati utilizzati per la ricostruzione dei dati mancanti e per migliorare il dettaglio delle rappresentazioni cartografiche dell'ultimo trentennio.

Ulteriori 13 stazioni (per un totale di 187 stazioni) risultano operative per un periodo inferiore ai 7 anni.

Queste rilevazioni meteorologiche sono state eseguite da strutture della Regione Veneto afferenti inizialmente al Dipartimento Regionale per l'Agrometeorologia e trasferite successivamente all'A.R.P.A.V. - Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio.

I dati originariamente riferiti all'orario solare e rilevati ogni 5 minuti, sono stati riaggregati giornalmente con gli stessi criteri utilizzati per le osservazioni nelle stazioni meccanico-manuali dell'Ufficio Idrografico (ovvero il totale giornaliero di precipitazione è riferito alle ore 9 antimeridiane ed è costituito dalla somma la precipitazione caduta nelle 24 ore precedenti detto orario).

I dati di questa serie sono acquisiti giornalmente via radio, sono oggetto di sistematiche procedure di controllo manuali ed automatiche e sono archiviati in una banca dati relazione su piattaforma ORACLE denomina SIRAV (Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto).

Consistenza temporale della serie

Nel grafico in **Fig. 5** viene riportato il numero di serie pluviometriche annuali rilevate dalle stazioni automatiche di ARPAV nel periodo 1984-2010. La linea rossa individua il numero di serie complete o con meno di 10 giorni di dati mancanti nell'anno. La linea blu individua il numero di serie con meno di 60 giorni di dati mancanti nell'anno.

Il numero di stazioni operative per anno varia tra 8 (anno 1984) e 161 (anno 2008) ed è in media di 116,4.

Tra il 1984 ed il 1991 l'azione di monitoraggio ha riguardato principalmente la montagna veneta con 30-49 stazioni operative. Dal 1992 al 2010 il monitoraggio delle principali variabili meteorologiche è stato esteso all'intero territorio regionale con una presenza media, in tale arco temporale, di 151 stazioni pluviometriche attive sulla regione.

Valutando in dettaglio la consistenza temporale delle serie all'anno 2010 si osserva che 18 stazioni pluviometriche risultano operative per 25-27 anni, 24 stazioni risultano operative per 20-24 anni, 67 stazioni risultano operative per 19 anni e ulteriori 24 stazioni per 15-18 anni (**Tab.6.a** e **Tab. 6.b**)

Rappresentatività spaziale della serie

La localizzazione spaziale delle **174** stazioni pluviometriche operative per 7-27 anni è riportata nella carta **C** mentre la carta **C.1** riporta gli anni di funzionamento di queste stazioni. Si osservi l'assenza di punti di monitoraggio nella peculiare area del Lago di Garda e la disomogenea copertura di aree quali: la costa settentrionale, l'alta montagna veronese e vicentina settentrionale, il centro Cadore ed il basso bellunese (sia Dolomiti meridionali che Prealpi occidentali). Esiste, di contro, un'elevata concentrazione di stazioni pluviometriche nel vicentino nord-occidentale (valli dell'Astico, Posina, Leogra, Timonchio ed Agno) motivata dagli elevati apporti pluviometrici che si registrano in quest'area.

E' mediamente presente sulla Regione un pluviometro ogni 106 km². Considerando il numero degli abitanti della Regione (4.949.000 abitanti) si stima un rapporto medio di 1 stazione pluviometrica automatica ogni 28.440 abitanti.

Rappresentatività altitudinale delle serie

La tabella a lato (**Tab.5**) e il grafico in **Fig. 4** analizzano la distribuzione nelle diverse fasce altimetriche delle 174 stazioni pluviometriche automatiche dell'ARPAV. Alle quote comprese tra 100 e 1500 m sul livello del mare la densità di pluviometri è di 1 ogni 71 km². Tra i 1500 ed i 2100 è di circa 1 pluviometro ogni 180 km². Tra i 2100 ed i 2400 m, nel Bellunese, sono operative le stazioni di Faloria (2240 m) e di Passo Pordoi (2155 m) che garantiscono una copertura di 1 stazione ogni 140 km² mentre, la stazione di Col di Varda (2150 m), ha operato per un limitato numero di anni. Al di sopra dei 2240 m nessuna stazione pluviometrica è attualmente operativa

Fascia altimetrica m	Superficie		Stazioni pluviometriche	
	Km ²	%	numero	km ² / stazione
0-25	8050	44%	58	139
25-50	1550	8%	11	141
50-100	1298	7%	9	144
100-200	1088	6%	16	68
200-300	582	3%	8	73
300-400	503	3%	9	56
400-500	355	2%	3	118
500-600	333	2%	7	48
600-900	935	5%	16	58
900-1200	1015	6%	13	78
1200-1500	998	5%	14	71
1500-1800	751	4%	4	188
1800-2100	536	3%	3	179
2100-2400	283	2%	3	94
2400-3300	122	1%	0	NO
Totale Veneto	18399		174	106

Tab. 5 - Superficie regionale nelle diverse fasce altimetriche e numero di stazioni pluviometriche automatiche di ARPAV con serie storica di 7-27 anni in ciascuna fascia.

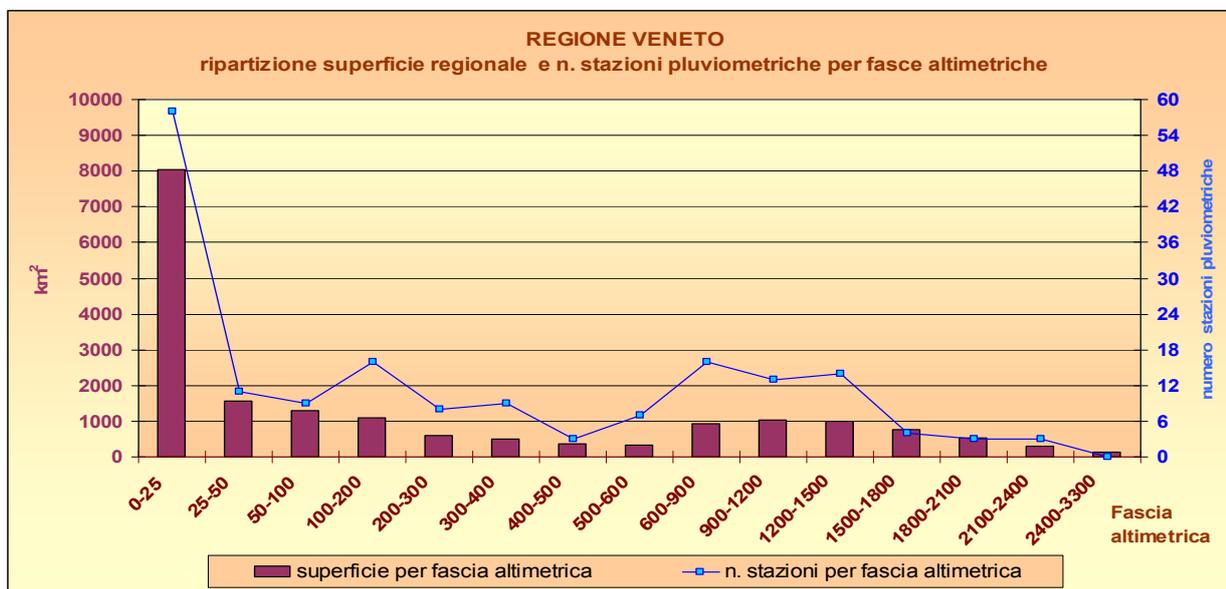
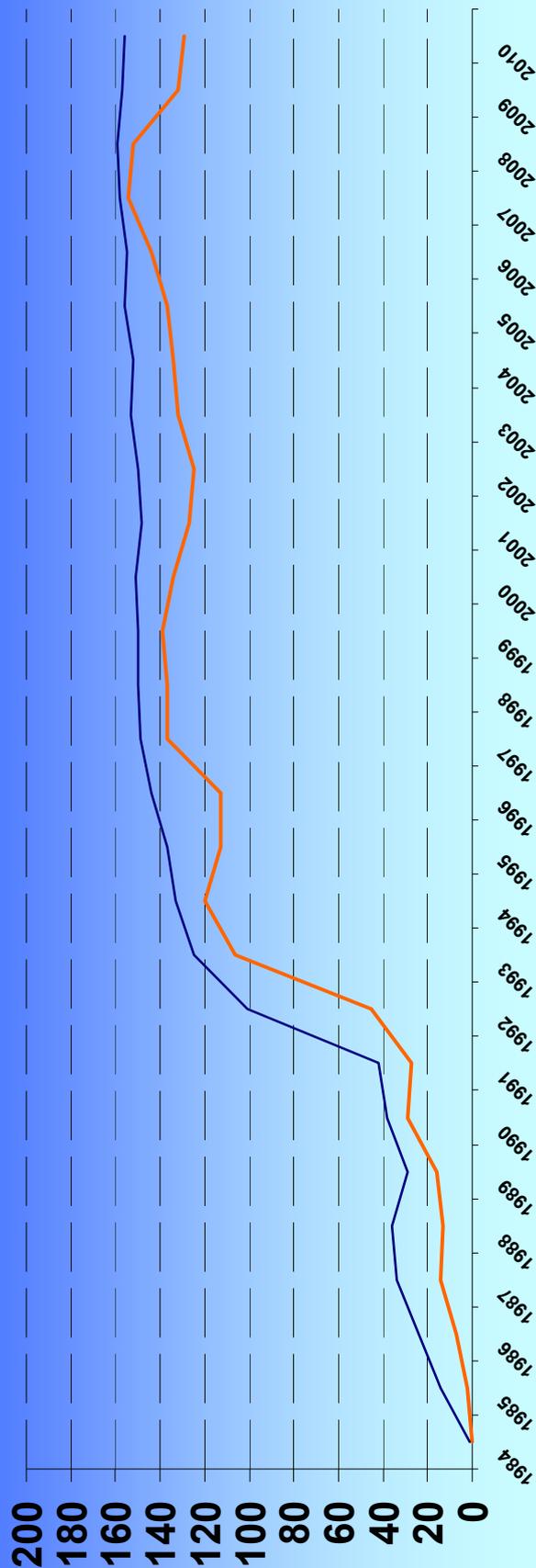


Fig. 4 - Superficie regionale nelle diverse fasce altimetriche e numero di stazioni pluviometriche automatiche di ARPAV con serie storica di 7-27 anni in ciascuna fascia.

Disponibilità annuale di serie complete di dati pluviometrici giornalieri

(dati stazioni automatiche A.R.P.A.V. periodo 1984-2010)

N. stazioni



— Stazioni con meno di 10 giorni di dati annuali mancanti — Stazioni con meno di 60 giorni di dati annuali mancanti

Anni completi	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
meno di 10 giorni mancanti	0	0	0	0	1	0	0	13	20	68	74	58	53	86	88	83	77	50	51	51	43	55	55	112	60	43	60	
tra 11 e 60 giorni mancanti	0	2	7	14	12	16	29	14	25	38	46	55	60	51	49	56	57	77	74	81	91	82	89	42	92	89	69	
tra 61 e 180 giorni mancanti	1	12	17	20	23	13	9	15	56	19	13	24	31	12	13	11	17	21	25	21	18	19	11	4	7	25	27	
Somma	7	6	6	7	7	13	3	7	22	8	5	5	6	5	3	2	5	7	3	1	3	2	3	2	2	2	2	0
	8	20	30	41	43	42	41	49	123	133	138	142	150	154	153	152	156	155	153	154	155	158	158	160	161	159	156	156

Fig.5 - Numero di serie pluviometriche annuali rilevate dalle stazioni automatiche di ARPAV nel periodo 1984-2010

n.	Stazione Pluviometrica	Prov.	Quota m s.l.m.	Coordinate		1981-2010		
				Gauss X	Gauss Y	anni presenti	anni completi	meno di 80 giorni mancanti
1	Agordo	BL	585	1733713	5129437	26	19	0
2	Andraz	BL	1425	1729211	5152147	9	2	0
3	Arabba	BL	1645	1720718	5153640	27	21	5
4	Auronzo	BL	849	1762629	5161582	26	19	6
5	Belluno (aeroporto)	BL	376	1750557	5117453	6	6	0
6	Belluno Viale Europa	BL	396	1746856	5113883	15	12	2
7	Biois a Cencenighe	BL	770	1728263	5137495	27	22	2
8	Campo di Zoldo	BL	864	1745042	5137517	26	22	2
9	Cansiglio loc. Tramedere	BL	1028	1764055	5108352	18	18	0
10	Caprile	BL	1008	1729708	5147354	27	21	4
11	Casamazzagno (Comelico Sup.)	BL	1341	1769316	5166067	18	18	0
12	Cimacanale (Val Visdende)	BL	1240	1778097	5167374	14	13	1
13	Col di Pra (Taibon)	BL	860	1725599	5131136	15	9	2
14	Col di Varda	BL	2150	1750369	5162589	8	2	4
15	Col Indes (Tambre)	BL	1183	1765832	5113056	24	19	4
16	Cortina (Gilardon)	BL	1270	1739833	5158457	19	18	0
17	Costalta	BL	1135	1773984	5164594	18	18	0
18	Crep di Pecol	BL	1740	1737890	5140871	22	19	2
19	Domègge di Cadore	BL	841	1761893	5150941	22	19	2
20	Falcade	BL	1145	1720787	5137567	13	10	3
21	Faloria	BL	2240	1743531	5157576	26	11	8
22	Feltre	BL	267	1724099	5099945	15	13	1
23	Foèn Case Rosse	BL	390	1724461	5102900	10	6	4
24	Gares (Canale d'Agordo)	BL	1360	1721980	5132902	27	22	3
25	Goima (Zoldo Alto)	BL	1200	1739093	5136811	7	6	0
26	Lamon	BL	660	1712495	5103277	19	19	0
27	Longarone	BL	440	1754623	5128442	19	18	1
28	Malga Ciapela	BL	1475	1723214	5145786	26	21	4
29	Misurina	BL	1743	1749057	5163251	19	18	0
30	Monte Avena	BL	1412	1718812	5101524	25	16	7
31	Passo Falzarego	BL	2090	1730665	5166102	25	16	6
32	Passo Monte Croce Comelico	BL	1620	1762015	5172231	24	22	1
33	Passo Pordoi	BL	2155	1716666	5151658	26	17	8
34	Passo Valles	BL	2020	1715631	5135568	19	18	1
35	Perarolo	BL	527	1758086	5143344	8	8	0
36	Pescul	BL	1403	1735782	5147232	9	8	1
37	Podestagno	BL	1317	1738428	5164732	25	19	3
38	Quero	BL	249	1727948	5089994	8	7	1
39	S. Andrea (Gosaldo)	BL	1250	1728092	5123837	26	21	4
40	S. Antonio di Tortal	BL	540	1744072	5104281	22	20	1
41	S. Giustina	BL	270	1737599	5107373	6	5	0
42	S. Stefano di Cadore	BL	895	1727376	5162172	25	21	3
43	San Martino d'Alpago	BL	832	1762187	5119735	19	17	1
44	Sappada 2000	BL	2002	1783344	5165609	12	5	5
45	Sappada	BL	1264	1784181	5164160	13	8	5
46	Sappadè Falcade	BL	1320	1721636	5139182	16	11	2
47	Sella Ciampigotto	BL	1790	1775145	5154420	5	2	0
48	Selva di Cadore	BL	1475	1733606	5148934	17	14	2
49	Soffranco (ex Rizzapol)	BL	605	1749855	5130088	19	11	0
50	Sospirolo	BL	385	1737877	5114339	27	21	4
51	Tignes	BL	510	1758396	5116435	7	6	1
52	Torch (Pieve d'Alpago)	BL	590	1759720	5116406	24	22	1
53	Valle di Cadore	BL	793	1756116	5145629	14	14	0
54	Valpore (Valle di Seren)	BL	1275	1717709	5086487	5	0	1
55	Villanova (Borca di Cadore)	BL	968	1746303	5148323	26	21	2
56	Agna	PD	2	1732500	5004921	19	14	5
57	Balduina Sant'Urbano	PD	8	1703222	5001188	17	15	1
58	Boccon di Vo'	PD	92	1708330	5021763	7	4	3
59	Ca' di Mezzo (Codevigo)	PD	6	1746929	5012991	15	14	0
60	Ca' Oddo (Monselice)	PD	6	1715662	5008292	15	14	1
61	Campodarsego	PD	15	1727668	5042147	18	15	3
62	Cittadella	PD	56	1717437	5060795	19	10	8
63	Codevigo	PD	0	1743297	5014716	19	17	2
64	Este (loc. Calaone)	PD	69	1708384	5013285	17	13	4
65	Faedo Cinto Euganeo	PD	247	1711449	5020414	16	11	5
66	Galzignano (Via Ca Demia)	PD	13	1715064	5019974	6	5	1
67	Galzignano Terme	PD	20	1714488	5020149	13	10	2
68	Grantorto	PD	31	1714504	5052654	19	14	5
69	Legnaro	PD	8	1731296	5025799	19	18	1
70	Masi	PD	8	1695166	4999008	17	12	4
71	Montagnana	PD	13	1693723	5012987	20	16	4
72	Orto Botanico di Padova	PD	12	1725465	5031295	11	10	0
73	Orto Botanico Micros	PD	12	1725474	5031372	7	2	2
74	Ponte Zata (Tribano)	PD	4	1723829	5007659	15	13	2
75	Rosa'	PD	85	1716095	5066330	19	19	0
76	San Pietro Viminario	PD	5	1721214	5012297	13	10	3
77	Teolo	PD	158	1709767	5024532	19	17	1
78	Trebaseleghe	PD	23	1736015	5054913	15	12	3
79	Adria Bellombra	RO	1	1737013	4989122	19	17	2
80	Castelnovo Bariano	RO	9	1681389	4989028	19	14	4
81	Concadirame (Rovigo)	RO	6	1714125	4996919	22	19	0
82	Frassinelle Polesine	RO	4	1711195	4985401	19	17	1
83	Lusia	RO	6	1707268	4996612	15	14	1
84	Papozze	RO	2	1739569	4986497	8	6	0
85	Pellizzare Bagnolo di Po	RO	6	1699431	4984911	22	19	2
86	Pradon Porto Tolle	RO	-3	1765952	4979306	21	18	3
87	Rosolina Po di Tramontana	RO	-2	1756791	4996051	19	18	0
88	Rosolina Porto Caleri	RO	1	1761808	4998965	9	4	3
89	San Bellino	RO	6	1703023	4989689	22	16	4
90	Sant' Apollinare (Rovigo)	RO	2	1722631	4990567	13	9	4
91	Trecenta	RO	10	1691214	4988242	18	10	6
92	Villadose	RO	0	1730075	4995054	19	15	3

Tab. 6.a - Elenco delle 187 (1-92) stazioni pluviometriche automatiche utilizzate per le elaborazioni cartografiche e numero di anni di dati disponibili nel trentennio 1981- 2010.

n.	Stazione Pluviometrica	Prov.	Quota m s.l.m.	Coordinate		1981-2010		
				Gauss X	Gauss Y	anni presenti	anni completi	meno di 60 giorni mancanti
93	Breda di Piave	TV	21	1759803	5068127	19	17	2
94	Castelfranco Veneto	TV	50	1729544	5064403	20	18	1
95	Conegliano Veneto	TV	83	1754728	5086125	19	17	2
96	Crespano del Grappa	TV	401	1720610	5080406	8	7	0
97	Farra di Soligo	TV	172	1740846	5087888	19	17	2
98	Follina	TV	286	1741576	5094037	20	9	10
99	Gaiarine	TV	16	1771060	5088027	19	18	1
100	Maser	TV	101	1728768	5073708	19	18	0
101	Mogliano Veneto	TV	5	1758086	5052812	13	13	0
102	Oderzo	TV	8	1774069	5074080	19	18	0
103	Ponte di Piave	TV	6	1774311	5068689	16	12	2
104	Roncade	TV	6	1764703	5059832	19	17	2
105	Treviso città	TV	20	1750868	5063692	9	7	1
106	Valdobbiadene (Bigolino)	TV	222	1733368	5085364	19	16	3
107	Vazzola	TV	40	1759626	5078592	19	15	4
108	Villorba	TV	41	1751649	5071267	19	16	3
109	Vittorio Veneto	TV	122	1756207	5097775	11	10	0
110	Volpago del Montello	TV	125	1742000	5074920	19	17	2
111	Zero Branco	TV	12	1747685	5053500	19	16	3
112	Bibione	VE	1	1817759	5062307	3	2	1
113	Ca' Bianca (Chioggia)	VE	2	1751117	5008917	7	5	2
114	Campagna Lupia	VE	1	1747642	5030045	8	5	2
115	Cavallino (Treporti)	VE	1	1772595	5039845	19	16	2
116	Chioggia loc. Sant'Anna	VE	-1	1757563	5004263	19	17	2
117	Eraclea	VE	-1	1789122	5066679	19	12	6
118	Fossalta di Portogruaro	VE	4	1802760	5076624	19	17	2
119	Gesia (Cavarzere)	VE	1	1742665	5005560	15	13	2
120	Lugugnana di Portogruaro	VE	0	1807248	5068864	19	15	4
121	Mestre Marghera	VE	12	1751491	5037298	2	2	0
122	Mestre palazzo del Gazzettino	VE	30	1754303	5041216	18	11	4
123	Mira	VE	5	1743864	5036132	19	16	3
124	Noventa di Piave	VE	2	1779548	5063479	19	14	5
125	Portogruaro Lison	VE	2	1792604	5072676	19	17	1
126	Valle Averso	VE	0	1746123	5026591	13	8	5
127	Venezia Istituto Cavanis	VE	20	1760365	5036127	11	5	5
128	Asiago (aeroporto)	VI	1010	1694869	5084184	14	9	4
129	Astico a Pedescala	VI	308	1683840	5079537	25	17	5
130	Barbarano Vicentino	VI	16	1701211	5030367	19	17	2
131	Bassano del Grappa	VI	128	1712258	5073804	11	8	2
132	Breganze	VI	182	1700519	5066236	19	18	1
133	Brendola	VI	147	1693183	5038765	19	17	2
134	Brustole' Velo d'Astico	VI	328	1682121	5074661	19	18	1
135	Buso della Neve	VI	1820	1686800	5088647	6	0	2
136	Castana (Arsiero)	VI	430	1679369	5076164	22	17	4
137	Chiampo	VI	175	1679112	5045126	4	3	1
138	Contra' Doppio Posina	VI	725	1672938	5075022	24	16	6
139	Crespadoro	VI	382	1672246	5054903	23	15	4
140	Lastebasse	VI	1450	1675453	5085536	6	1	2
141	Lonigo	VI	28	1686304	5029116	20	18	2
142	Lusiana	VI	772	1701210	5073345	19	19	0
143	Malga Resteletto	VI	1425	1678038	5083913	6	3	0
144	Malo	VI	99	1692000	5060290	19	17	1
145	Marcesina	VI	1310	1702486	5091759	13	6	6
146	Molini Laghi	VI	597	1675208	5078024	19	19	0
147	Monte Summano	VI	619	1687964	5069297	21	5	13
148	Montecchio Precalcino	VI	74	1698530	5059290	17	15	2
149	Montegalda	VI	23	1708173	5036371	19	15	4
150	Noventa Vicentina	VI	14	1701379	5015558	19	16	3
151	Passo Santa Caterina Valdagno	VI	772	1676151	5054310	19	17	2
152	Passo Xomo Posina	VI	1056	1674012	5071777	19	13	5
153	Pove del Grappa loc. Pra' Gollin	VI	675	1712940	5076113	23	13	8
154	Quinto Vicentino	VI	33	1705283	5049560	19	16	3
155	Recoaro 1000	VI	1171	1673358	5060979	24	20	3
156	Rifugio la Guardia (Recoaro)	VI	1131	1669793	5065149	19	17	2
157	Sossano	VI	0	1696502	5026124	3	1	0
158	Trissino	VI	265	1683986	5050040	17	13	3
159	Turcati Recoaro	VI	705	1670107	5063499	24	19	4
160	Valdagno	VI	228	1679980	5055700	23	17	5
161	Valli del Pasubio	VI	600	1672265	5069542	19	17	2
162	Vicenza (Città)	VI	45	1697419	5047824	12	11	0
163	Arcole	VR	27	1679789	5027250	19	17	2
164	Bardolino Calmasino	VR	165	1637929	5042074	19	19	0
165	Bernardi a Selva di Progno	VR	570	1666283	5054586	2	0	2
166	Boscochiesanuova	VR	1050	1658971	5053801	11	7	4
167	Buttapietra	VR	39	1657503	5024149	19	17	2
168	Caprino Veronese	VR	320	1635570	5051829	9	7	1
169	Castelnuovo del Garda	VR	120	1638607	5035006	19	17	2
170	Cerea	VR	15	1675501	5008843	10	9	0
171	Colognola ai Colli	VR	90	1673913	5032598	7	6	0
172	Dolcè	VR	105	1644210	5051242	19	17	2
173	Grezzana	VR	156	1657307	5041581	19	16	3
174	Illasi	VR	146	1669803	5036390	19	18	1
175	Marano di Valpolicella	VR	296	1650168	5045646	19	18	0
176	Montecchia di Crosara	VR	50	1678503	5037502	19	16	3
177	Ponton S. Ambrogio di Valp.	VR	116	1641284	5041581	10	8	0
178	Roverchiara	VR	20	1676635	5014964	19	17	1
179	S.Giovanni Ilarione	VR	320	1673701	5046287	19	10	7
180	Salizzole	VR	23	1663752	5011695	19	11	7
181	San Bortolo	VR	936	1670129	5052884	24	16	7
182	San Pietro in Cariano	VR	130	1647514	5041286	19	18	1
183	Sorga'	VR	24	1657750	5009143	19	17	1
184	Torricelle Verona Città	VR	325	1656921	5037907	10	4	5
185	Valeggio sul Mincio	VR	115	1635660	5024480	8	5	3
186	Vangadizza	VR	14	1679852	5003017	9	7	2
187	Villafranca Veronese	VR	66	1643529	5025977	20	17	3

Tab. 6.b - Elenco delle 187 (93-187) stazioni pluviometriche automatiche utilizzate per le elaborazioni cartografiche e numero di anni di dati disponibili nel trentennio 1981-2010.

La disponibilità complessiva di dati pluviometrici nel periodo 1950-2010

Nel grafico in **Fig. 6** viene proposto il quadro riepilogativo della disponibilità di serie pluviometriche annuali nel periodo 1950-2010 combinando le osservazioni dell'Ufficio Idrografico con quelle dell'ARPAV. La linea rossa individua il numero di serie complete o con meno di 10 giorni di dati mancanti nell'anno. La linea blu individua il numero di serie con meno di 60 giorni di dati mancanti nell'anno.

Mediamente nel periodo 1950-2010 vi è la disponibilità annuale di 189,7 punti di rilevazione pluviometrica con una densità di 1 stazione ogni 97 km².

La minima disponibilità di punti di rilevazione pluviometrica si verifica nel 1983 con 122 stazioni operative (1 ogni 151 km²).

La massima disponibilità di punti di rilevazione pluviometrica si verifica nel 1996 con 283 stazioni operative (1 ogni 65 km²).

Si può constatare che gli organi regionali hanno avviato un'autonoma azione di monitoraggio a seguito della diminuita efficienza dell'Ufficio Idrografico, che era l'ente istituzionalmente preposto alla rilevazione dei dati meteo-idrologici. Si consideri inoltre che le rilevazioni svolte con modalità meccanico-manuali, su brogliacci spediti periodicamente all'Ufficio Idrografico, risultavano, negli anni '80, del tutto inefficaci ai fini della conoscenza della disponibilità di risorse idriche per scopi operativi, pianificativi e gestionali.

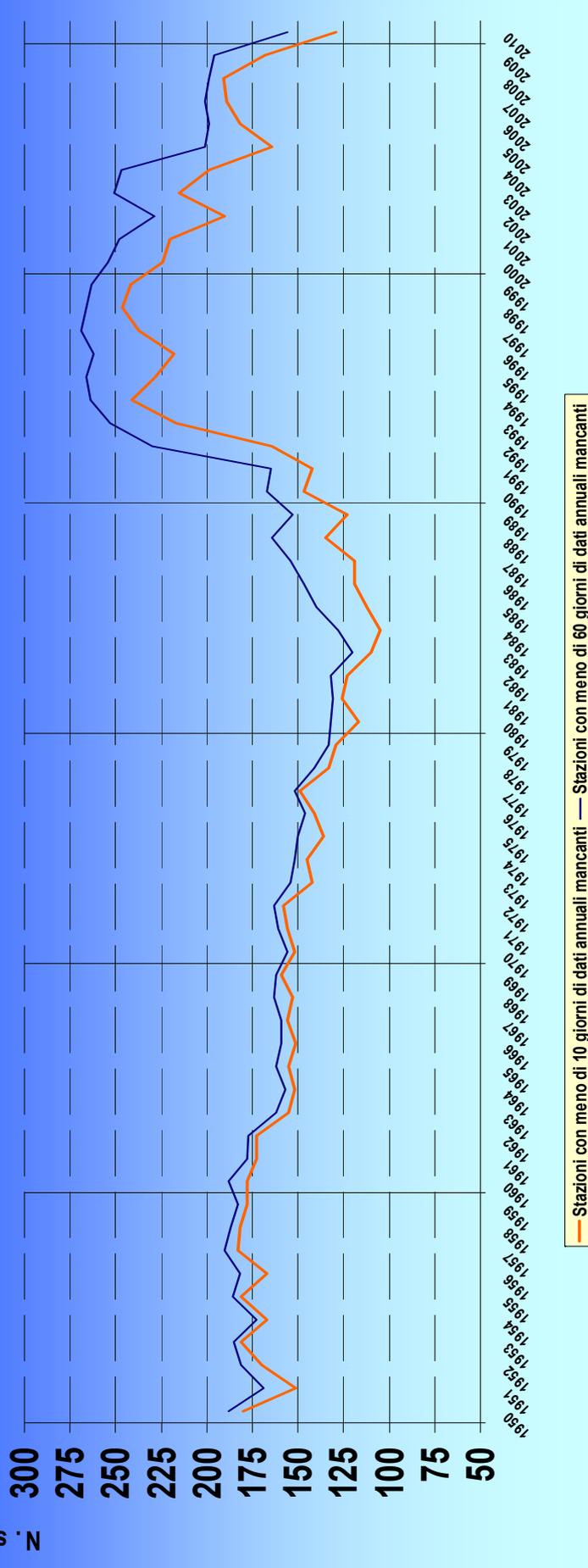
Le reti di rilevazione automatica delle variabili meteo-idrologiche, con trasmissione dei dati in tempo reale, inizialmente si affiancano al pre-esistente sistema di osservatori ma finiscono col soppiantarli in modo pressoché totale.

Peraltro, la scarsità di risorse economiche verificatasi negli ultimissimi anni non ha favorito ulteriori significative espansioni dei sistemi automatici di monitoraggio ambientale, il cui numero di punti di misura tende a rimanere stazionario se non in contrazione.

Questo insieme di fattori ha determinato una limitata e regolare contrazione del numero di punti di rilevazione pluviometrica nel periodo 1960-1983 seguita da una fase di incremento, prima graduale, poi negli anni '90, decisamente consistente del numero di stazioni. Infine dal 2000 si assiste ad una nuova fase di contrazione del numero di stazioni pluviometriche in larga misura determinata dalla dismissione delle stazioni meccanico-manuali.

Disponibilità annuale di serie complete di dati pluviometrici giornalieri

(Stazioni Ufficio Idrografico ed ARPAV periodo 1950-2010)



Anni completi	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
meno di 10 giorni mancanti	15	18	19	34	54	37	31	37	63	39	31	28	13	37	19	33	35	23	37	31	23	29	41	7	10	22	17	18	7	8	70	27	10	8	10	15	15	23	19	24	36	22	32	40	54	121	108	110	89	117	114	147	110	144	148	108	123	64	101	105	69
tra 11 e 60 giorni mancanti	8	18	11	4	6	5	15	7	5	5	10	5	4	7	5	7	8	3	10	3	4	5	5	12	7	14	5	3	8	4	15	5	9	10	23	28	28	36	29	30	20	23	66	36	23	36	44	32	20	21	30	28	39	36	48	37	17	12	8	28	27
tra 61 e 180 giorni mancanti	0	8	4	1	1	4	1	4	1	2	4	0	1	3	1	2	3	3	0	2	7	3	5	4	2	4	3	2	5	10	5	1	2	15	12	10	10	12	22	7	15	25	13	8	10	21	8	13	8	11	13	30	4	8	3	2	2	0			
Somma	188	177	185	186	174	190	186	191	189	187	188	178	178	165	155	164	162	162	163	164	163	164	168	168	154	149	155	143	138	142	136	133	122	143	152	157	164	176	175	174	180	255	266	272	276	283	277	279	271	265	261	259	255	204	202	203	201	198	156		

Fig.6 - Numero complessivo di serie pluviometriche annuali disponibili nel periodo 1950-2010.



3.2 Cartografie

Simone Gabriele Parisi ⁽¹⁾, Luigi Mariani ⁽¹⁾, Francesco Rech ⁽²⁾, Irene Delillo ⁽²⁾

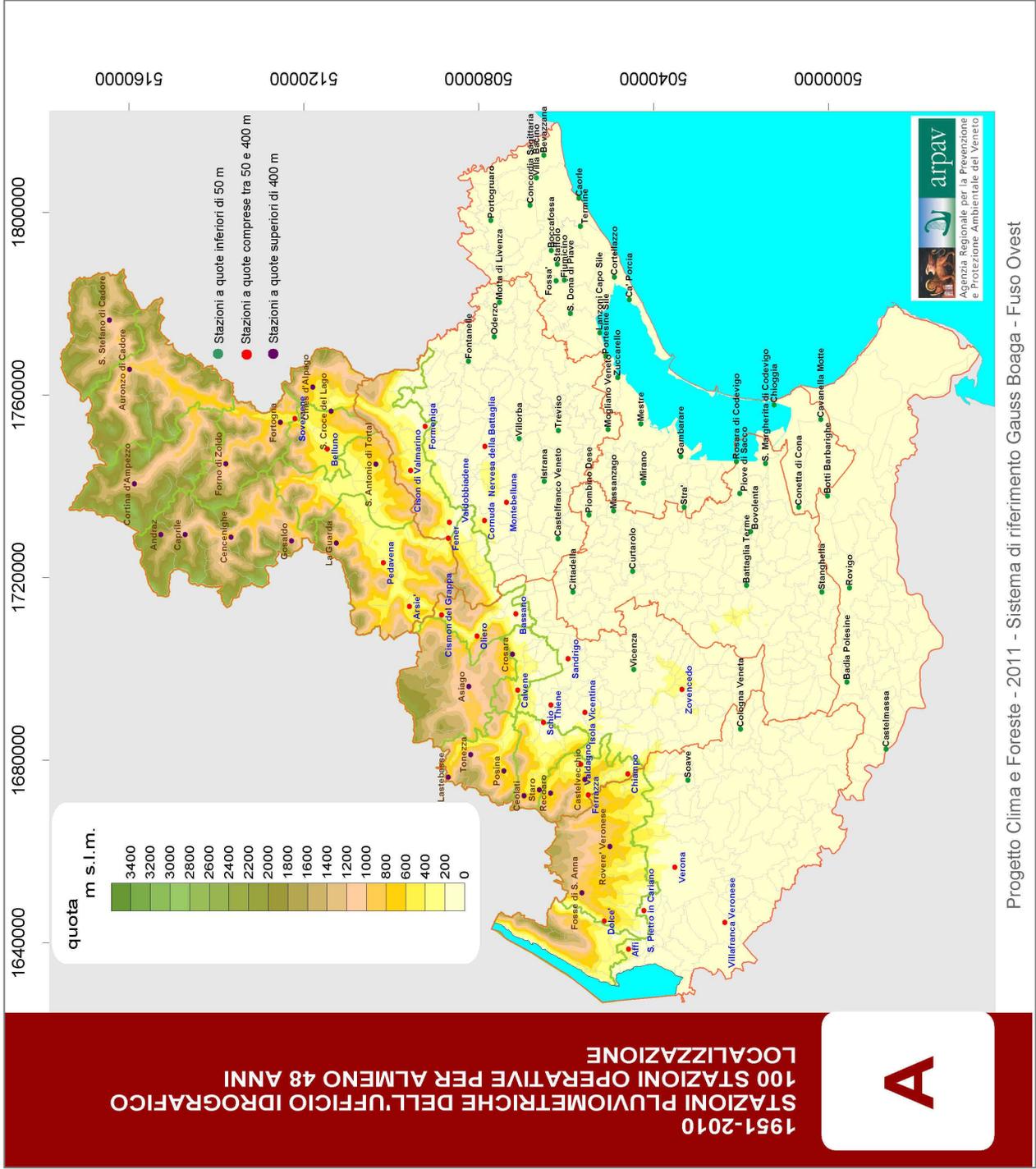
*⁽¹⁾ Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*

*⁽²⁾ Servizio Meteorologico - Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



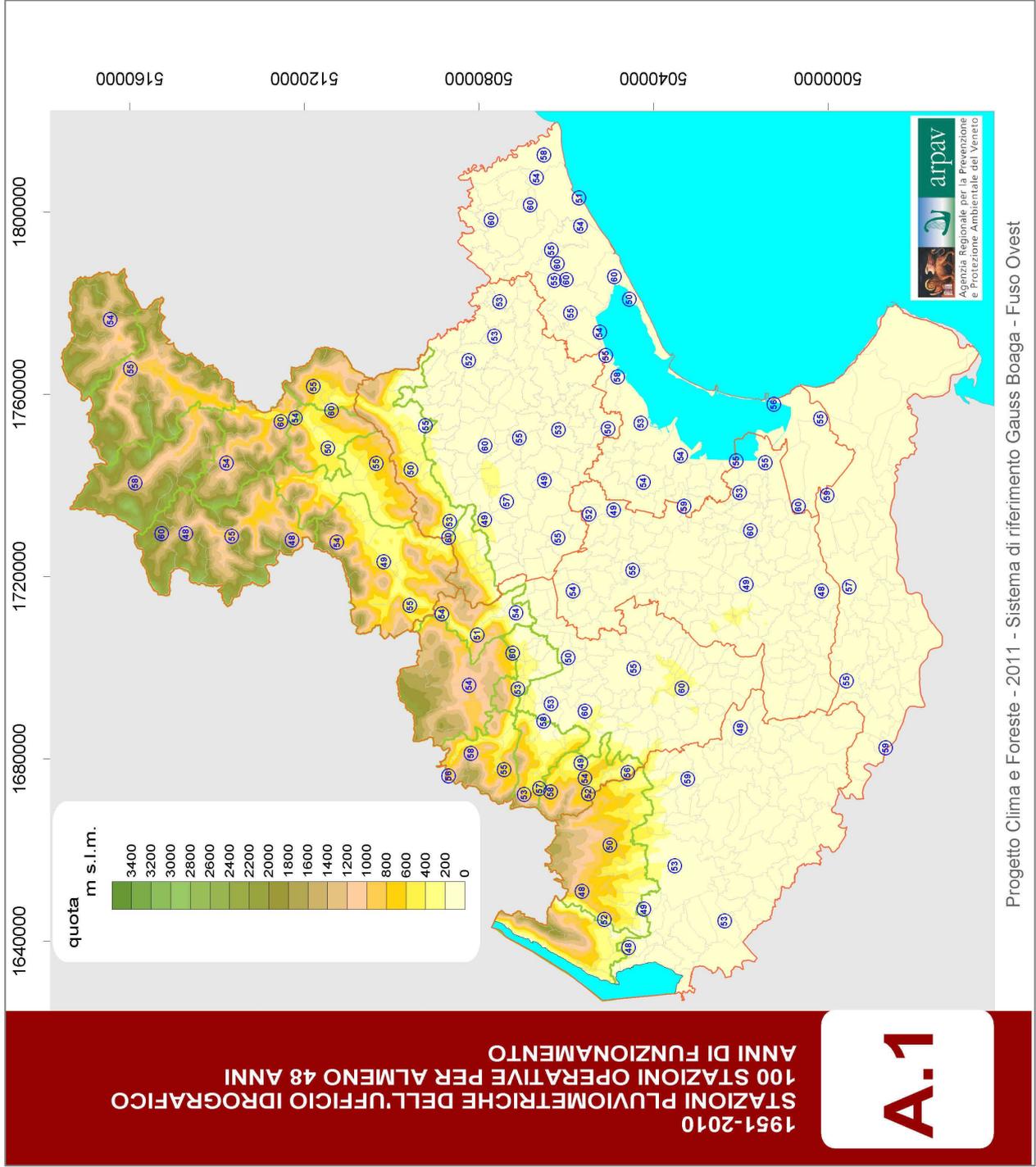
**1951-2010
STAZIONI PLUVIOMETRICHE DELL'UFFICIO IDROGRAFICO
100 STAZIONI OPERATIVE PER ALMENO 48 ANNI
LOCALIZZAZIONE**

A



**1951-2010
STAZIONI PLUVIOMETRICHE DELL'UFFICIO IDROGRAFICO
100 STAZIONI OPERATIVE PER ALMENO 48 ANNI
ANNI DI FUNZIONAMENTO**

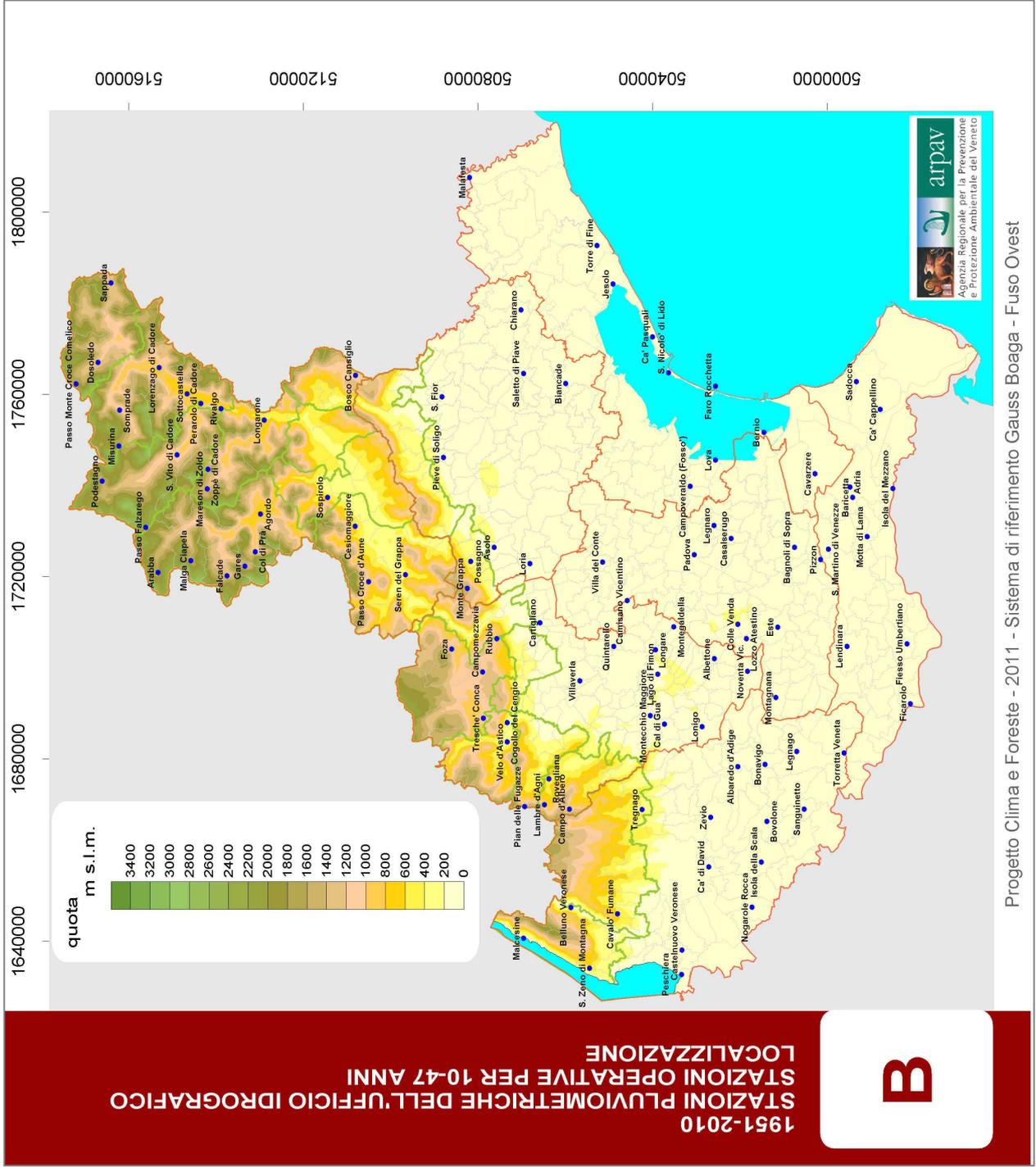
A.1



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gausso Boaga - Fuso Ovest

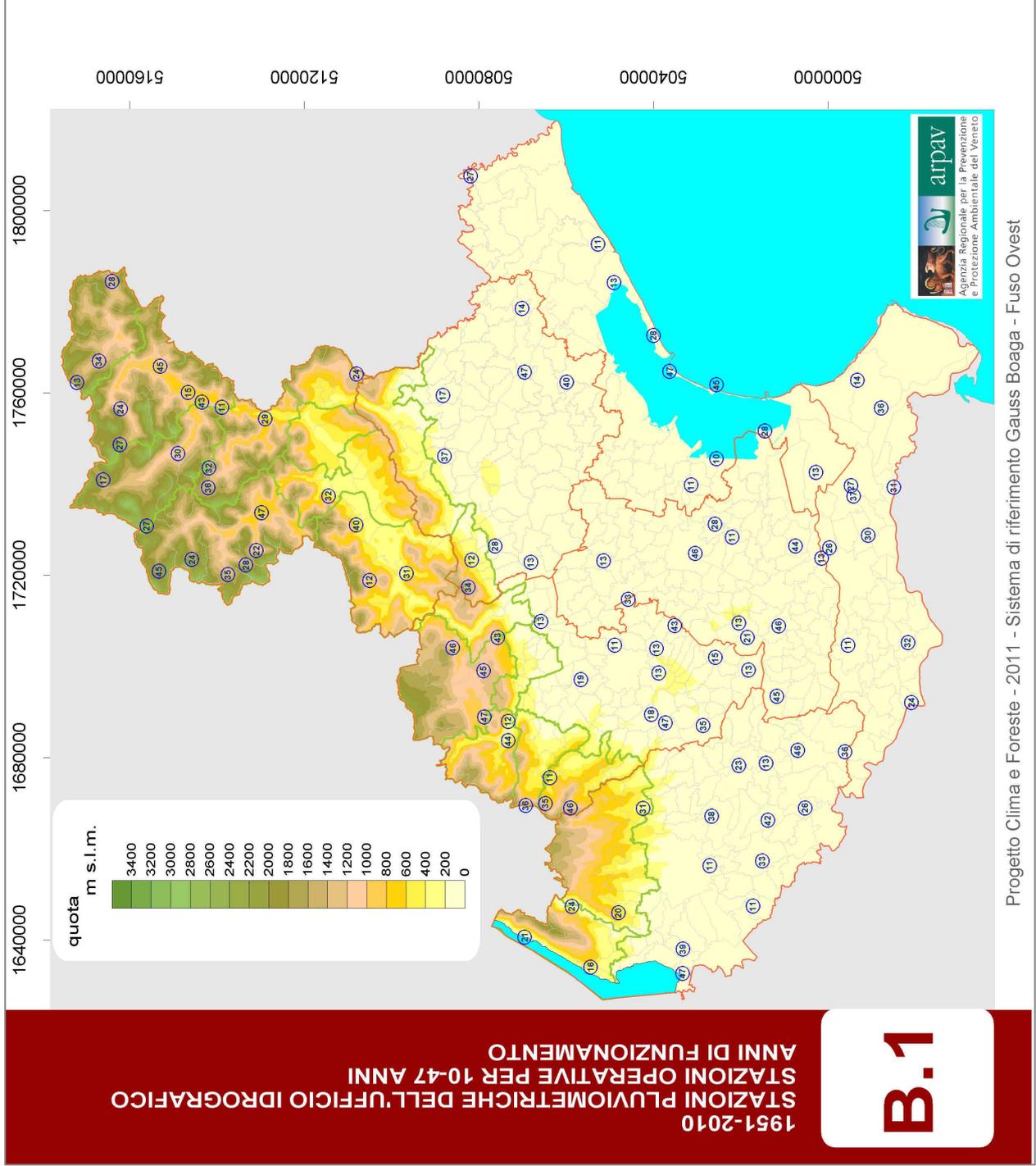
**1951-2010
STAZIONI PLUVIOMETRICHE DELL'UFFICIO IDROGRAFICO
LOCALIZZAZIONE**

B



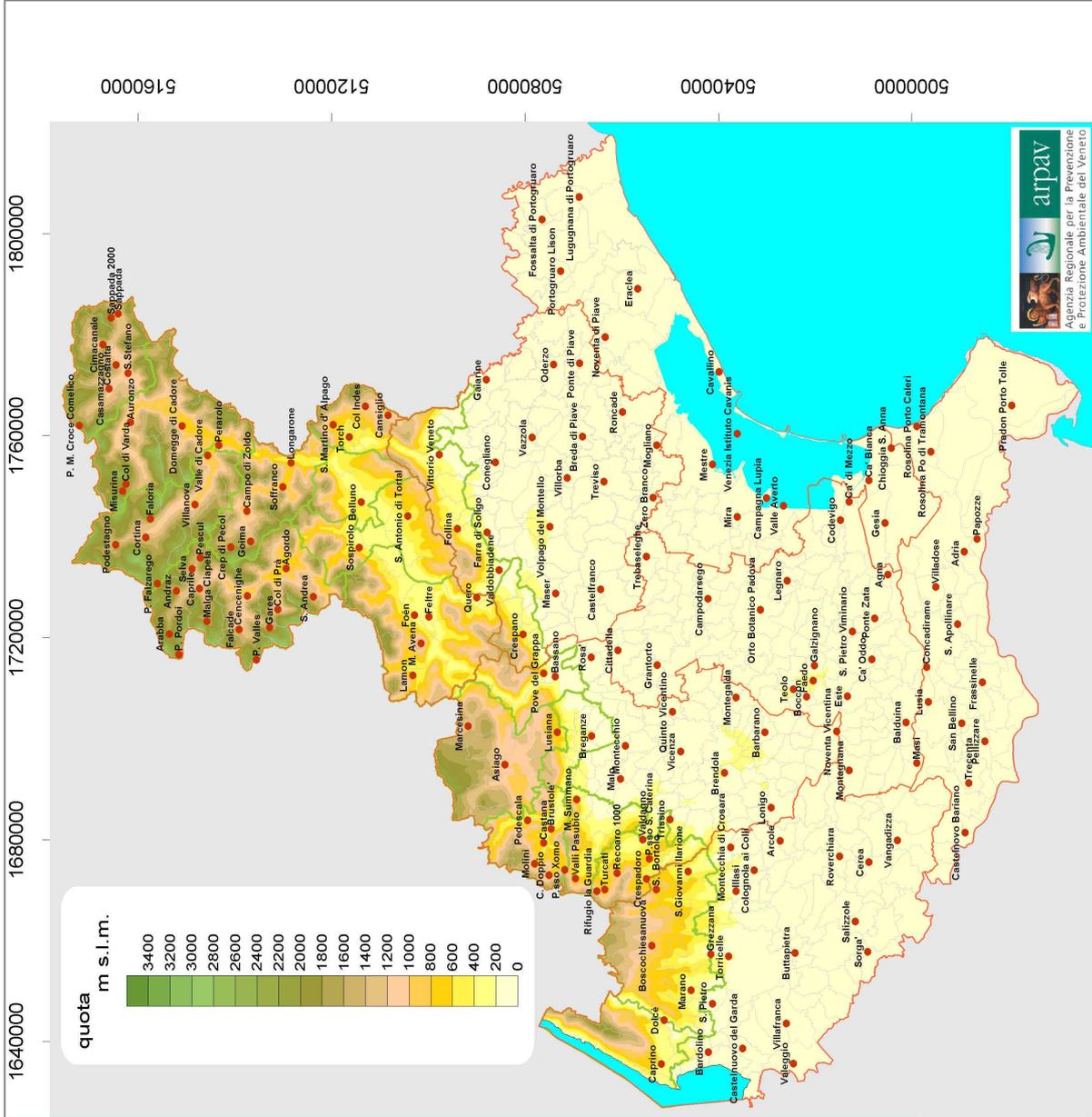
1951-2010
 STAZIONI PLUVIOMETRICHE DELL'UFFICIO IDROGRAFICO
 ANNI DI FUNZIONAMENTO

B.1



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

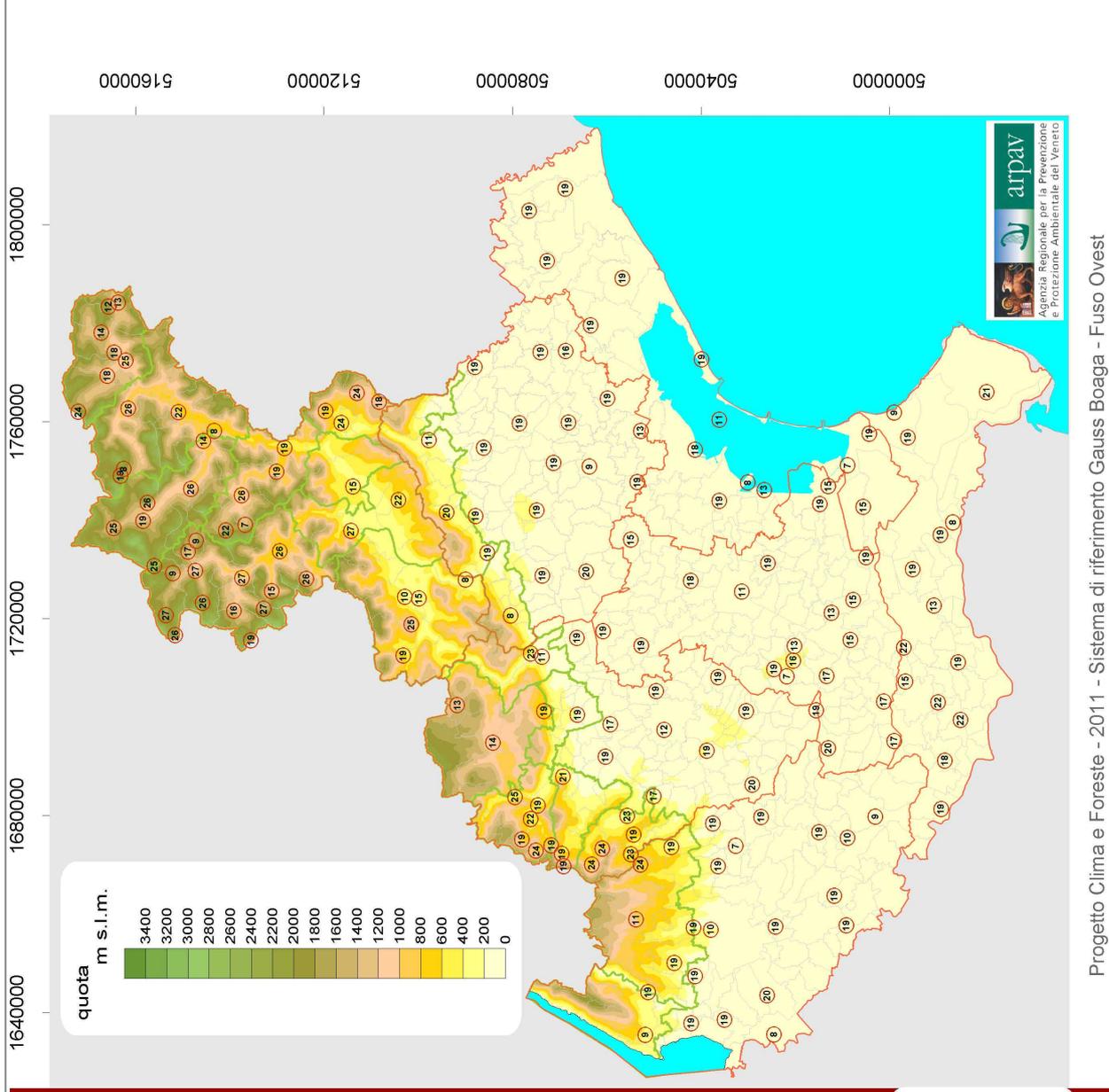
1984-2010
STAZIONI PLUVIOMETRICHE AUTOMATICHE DELL'A.R.P.A.V.
LOCALIZZAZIONE

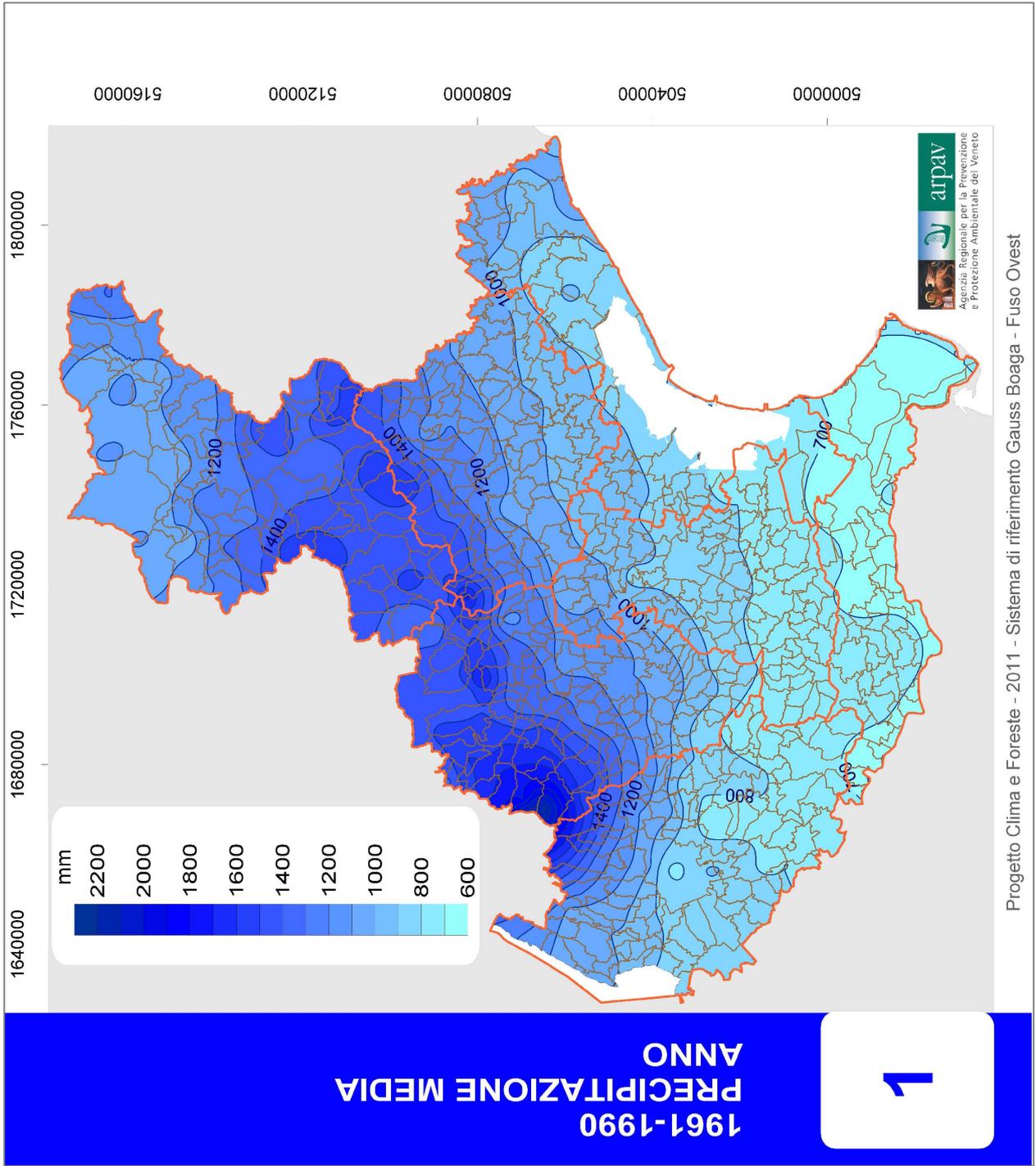


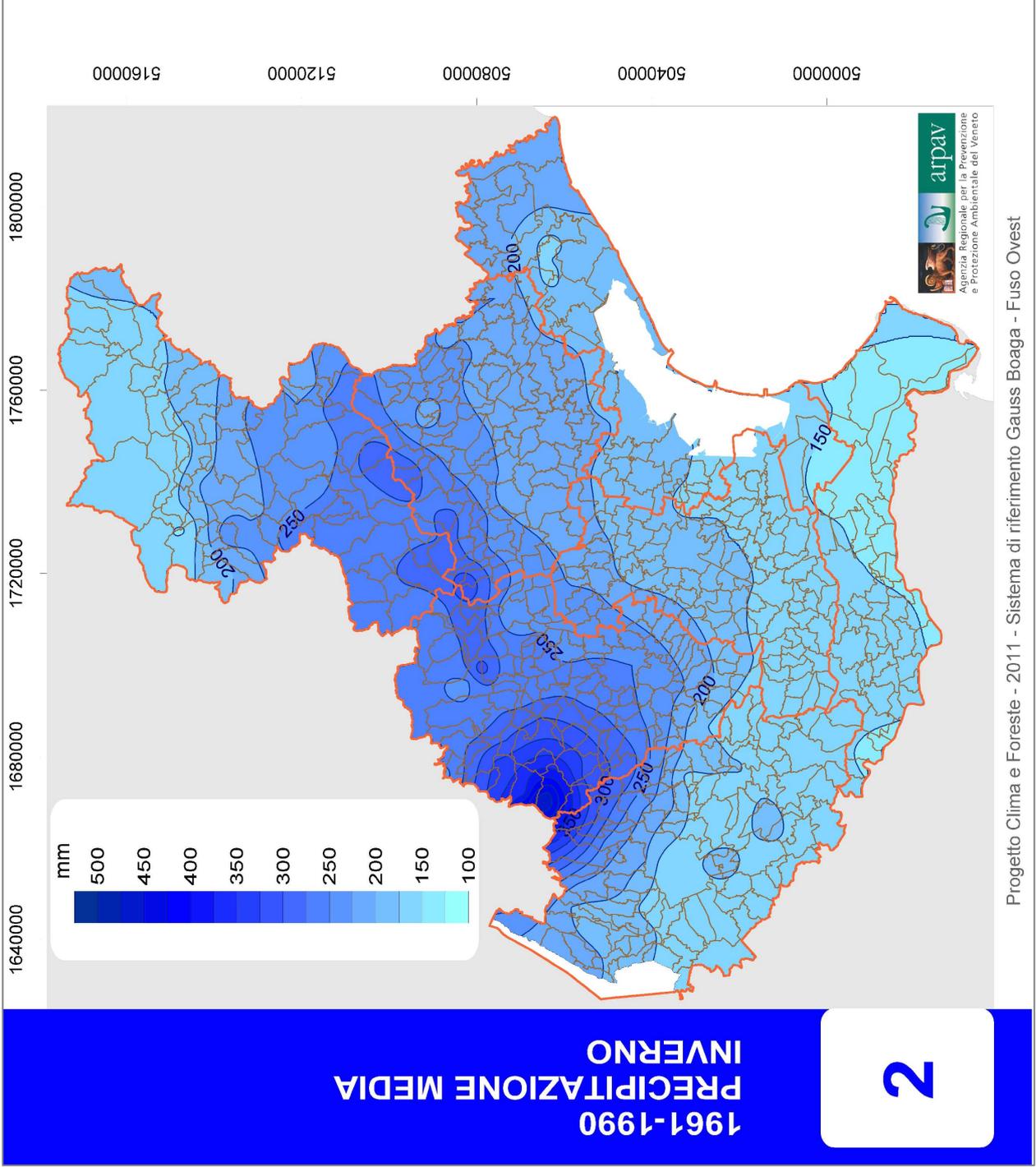
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gausso Boaga - Fuso Ovest

1984-2010
 STAZIONI PLUVIOMETRICHE PER 7-27 ANNI
 ANNI DI FUNZIONAMENTO

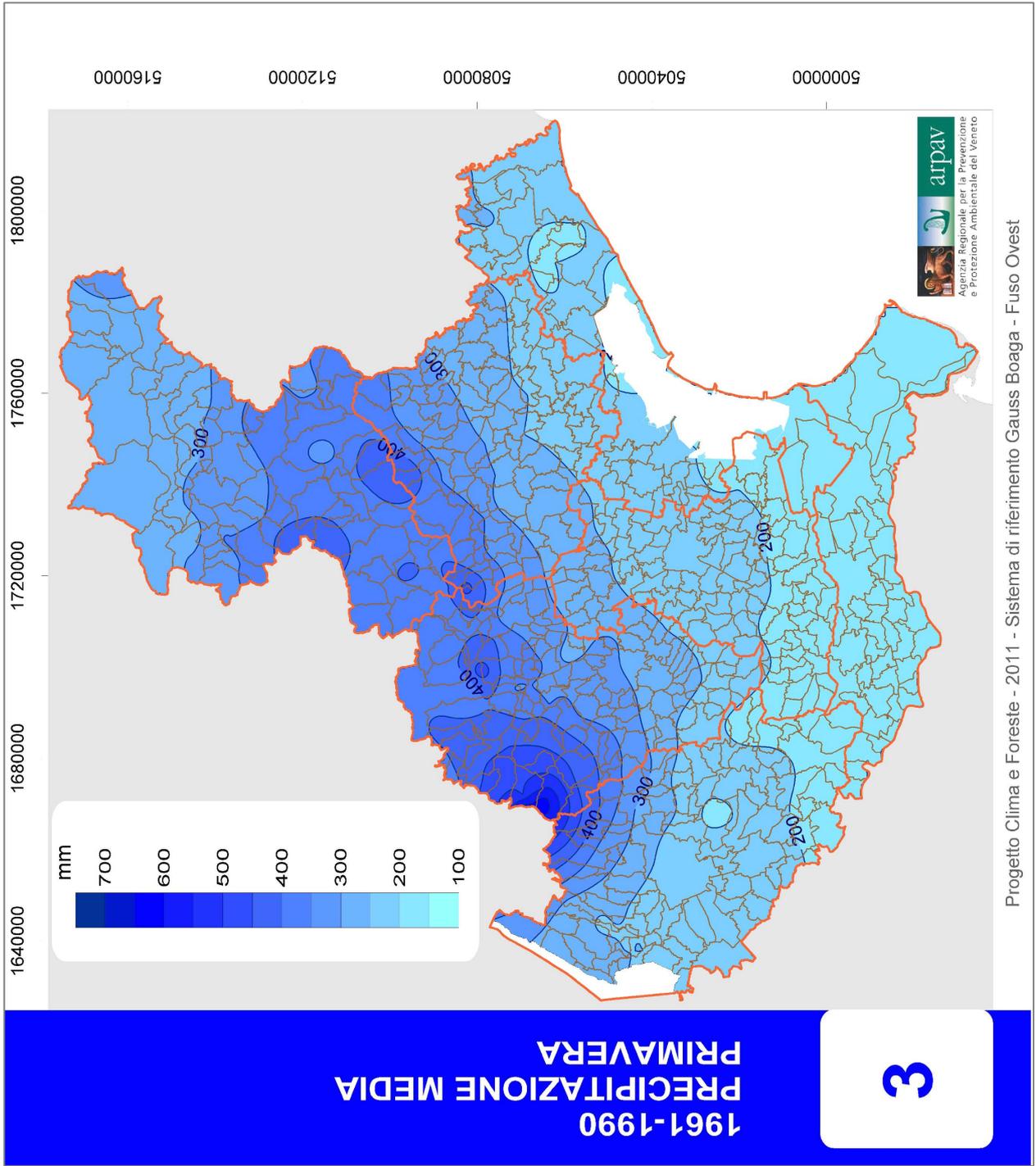
C.1

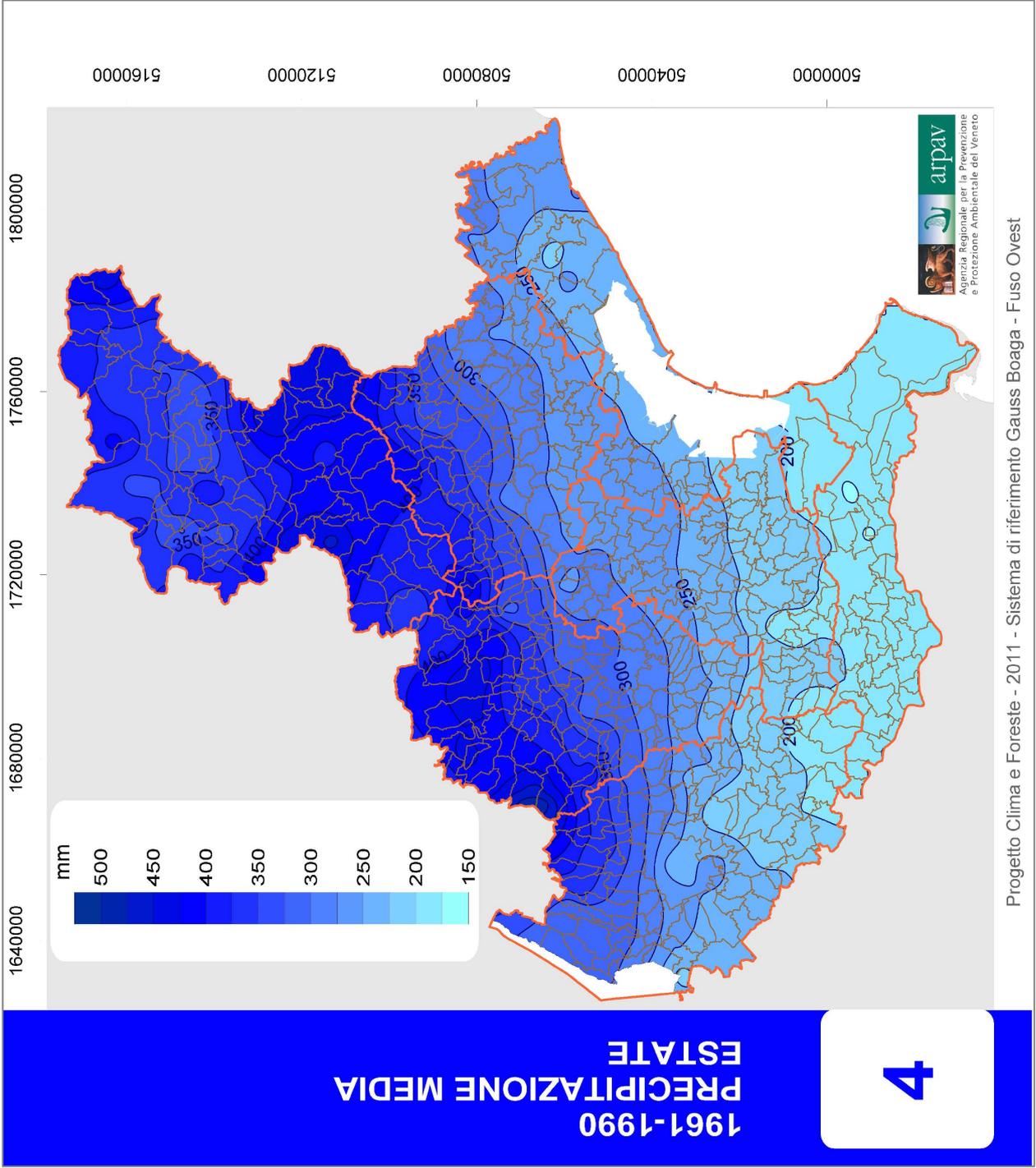




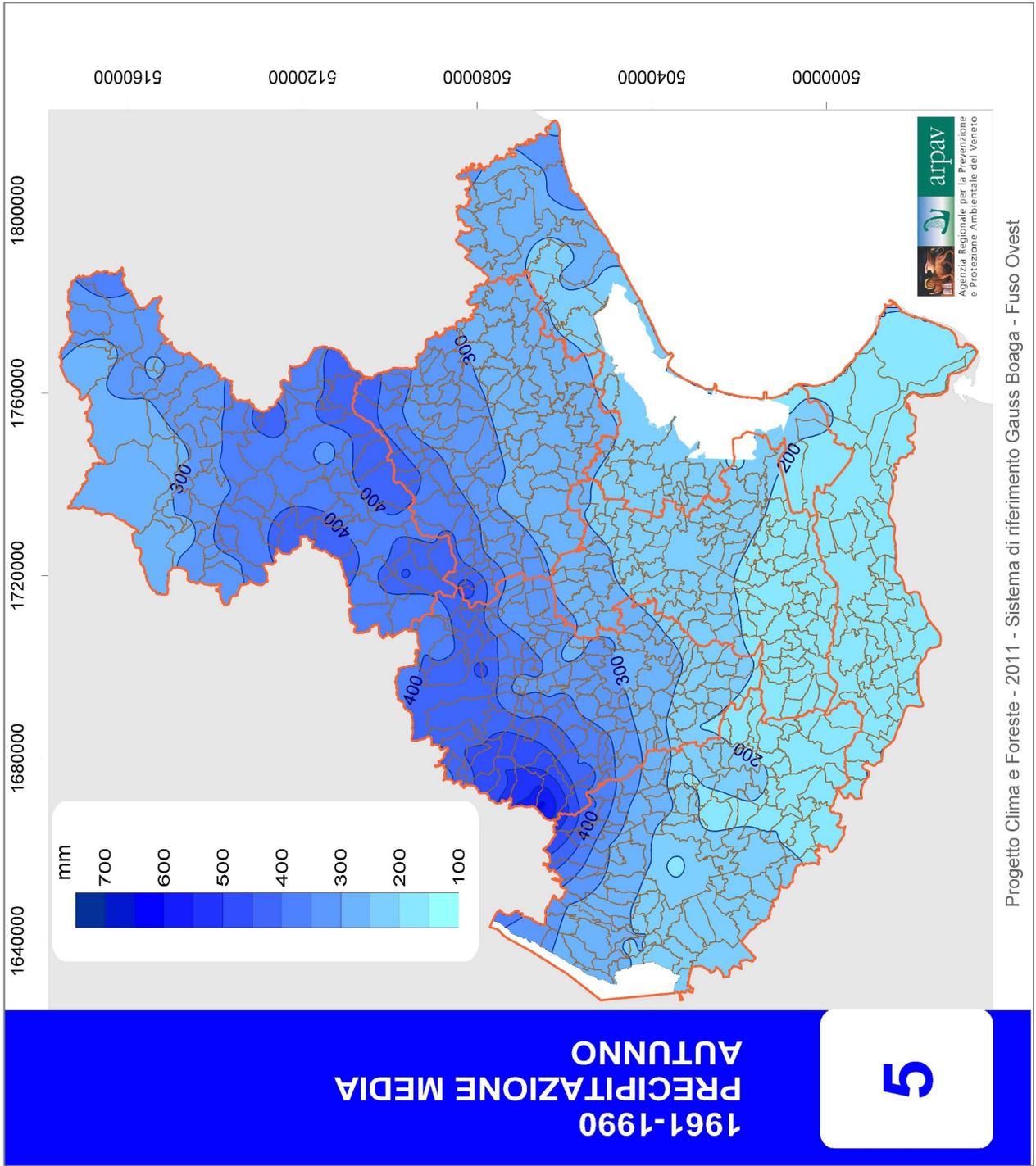


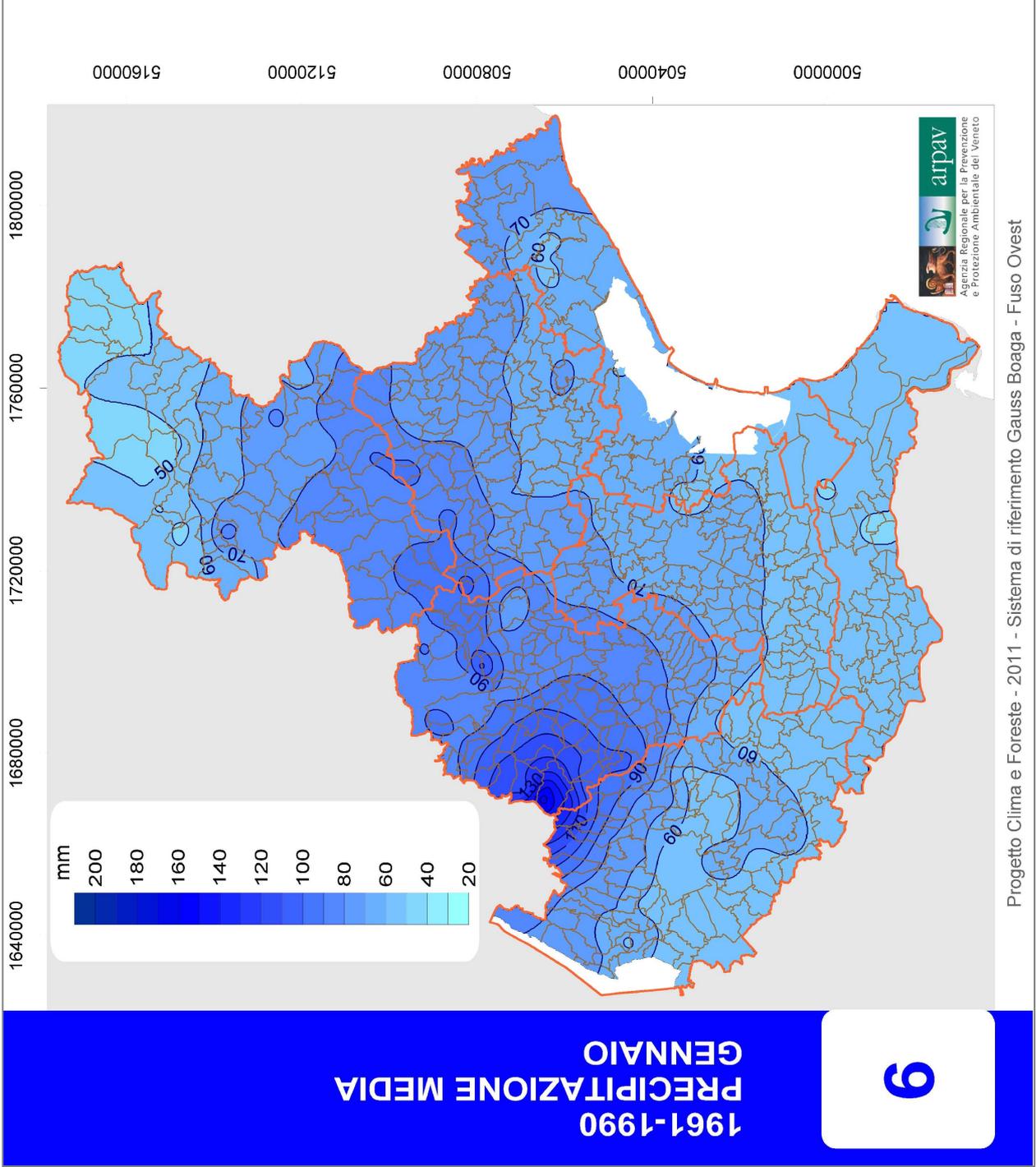
2





4

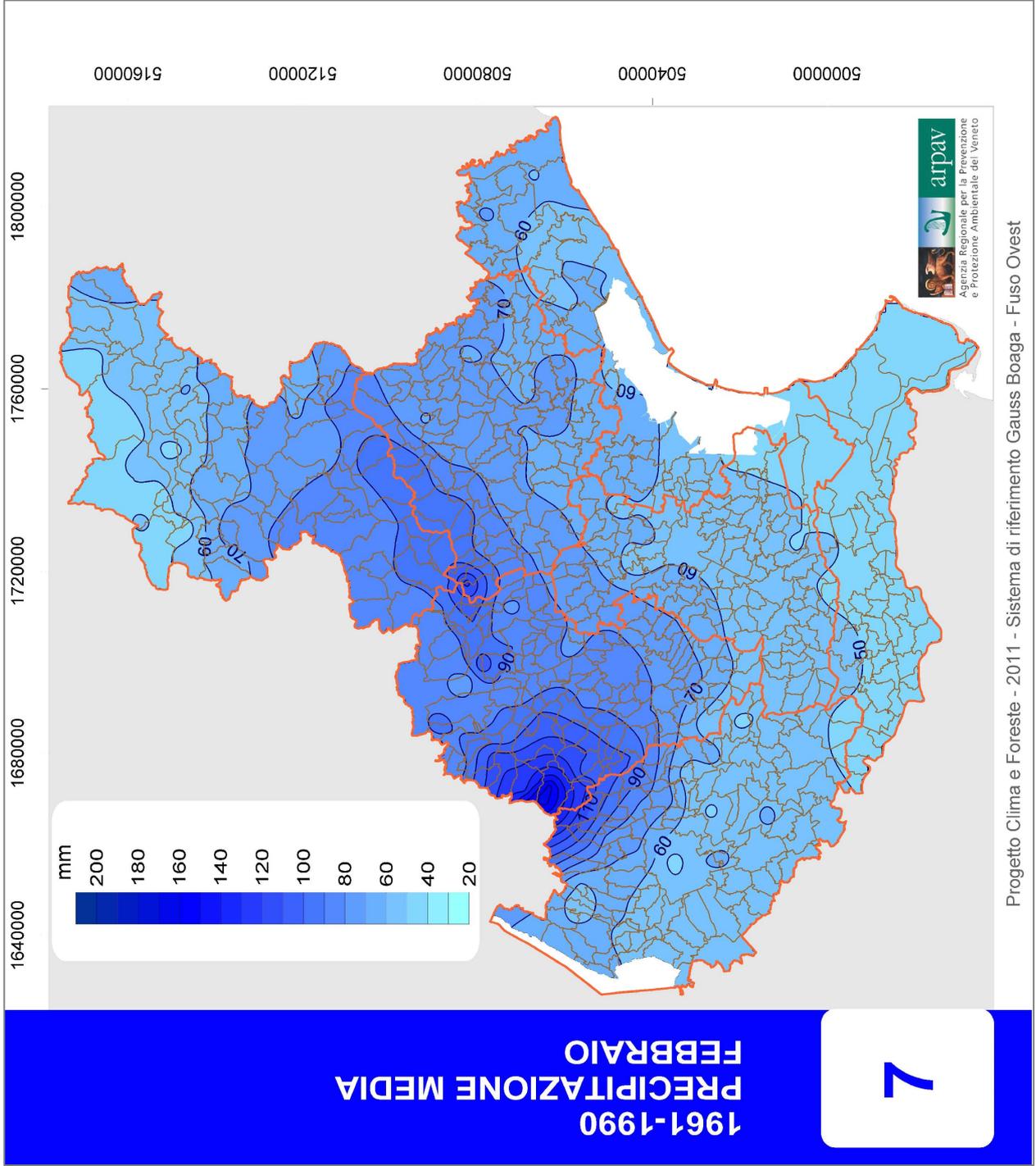




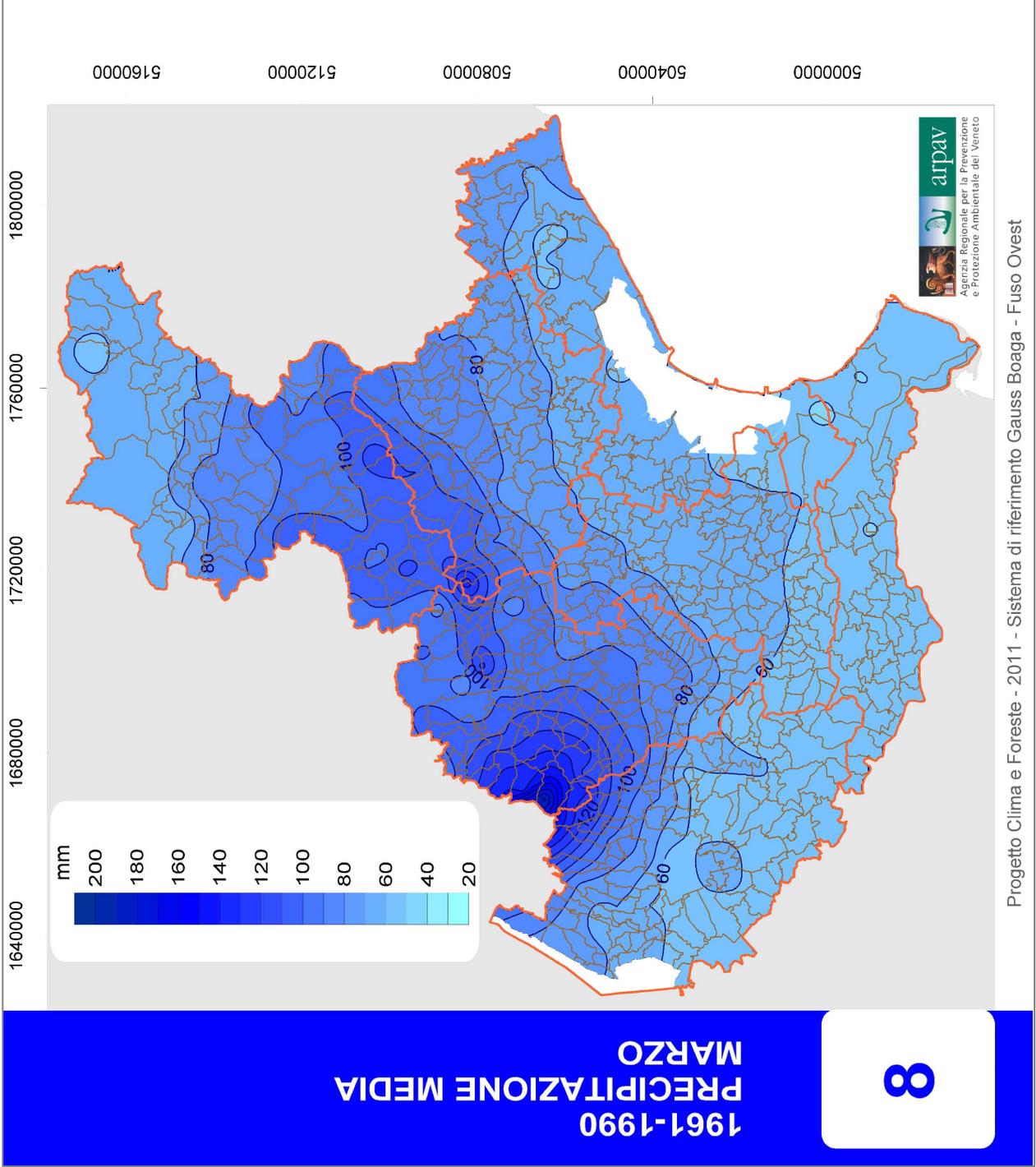
6

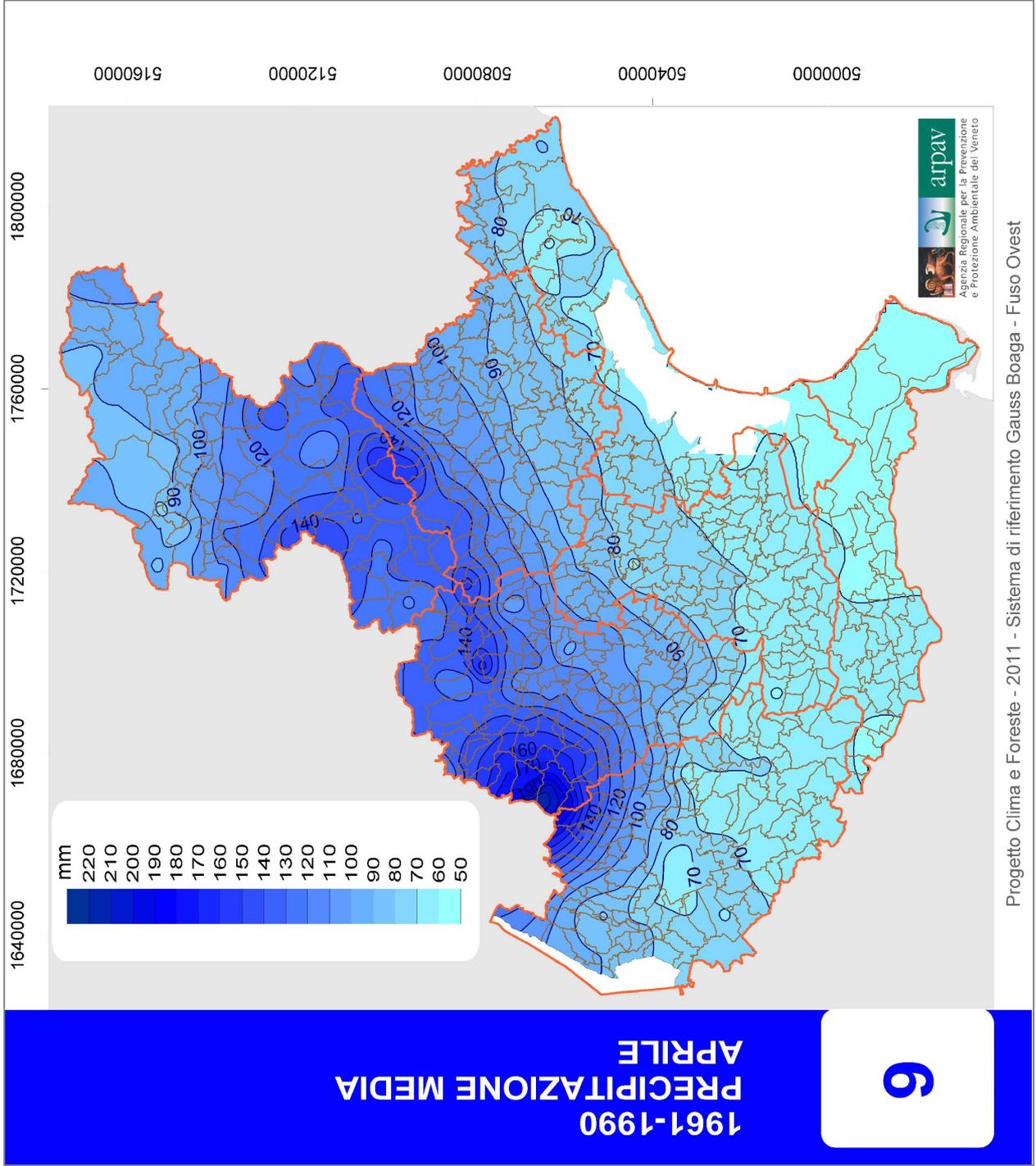
1961-1990 PRECIPITAZIONE MEDIA FEBBRAIO

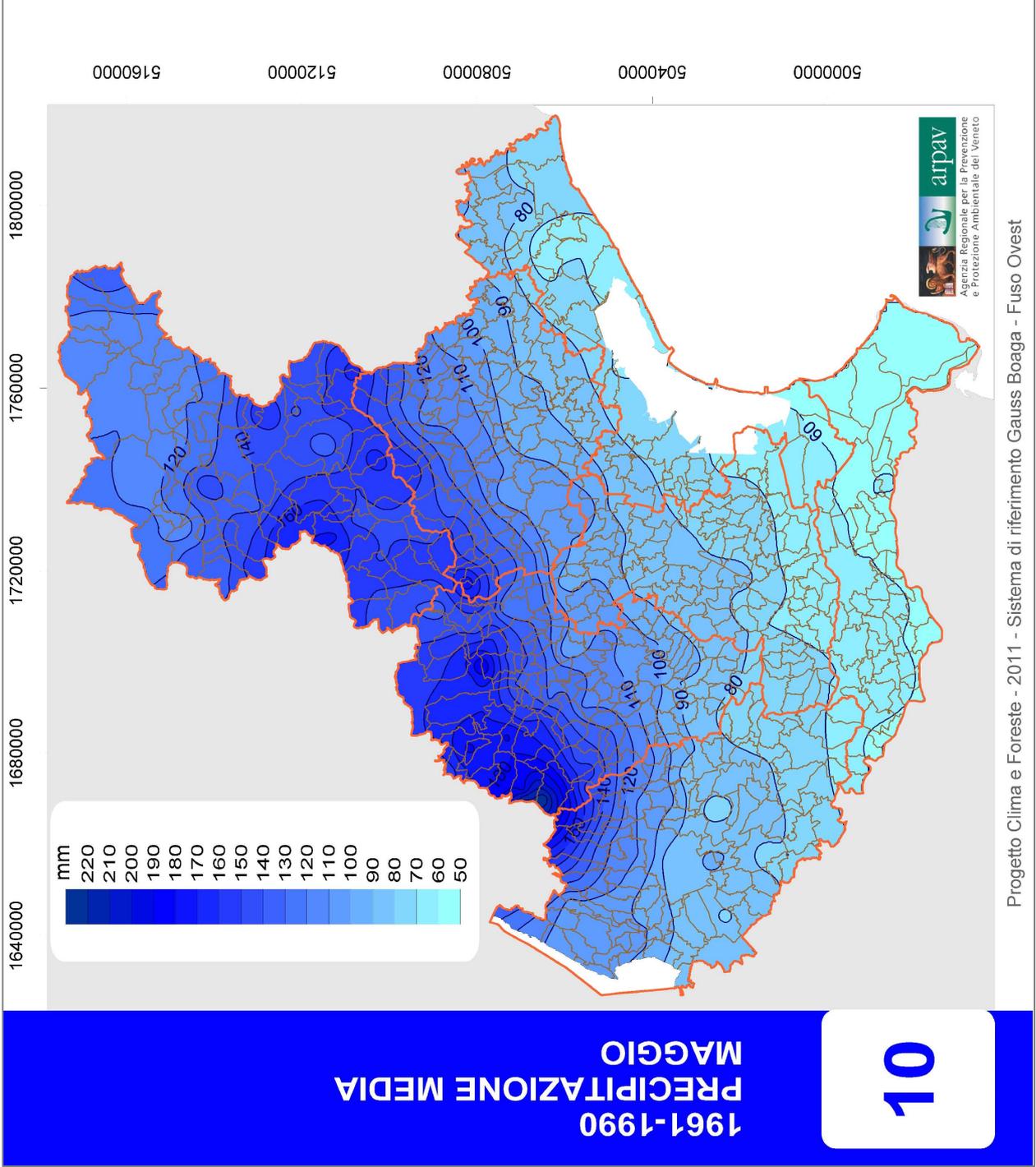
7

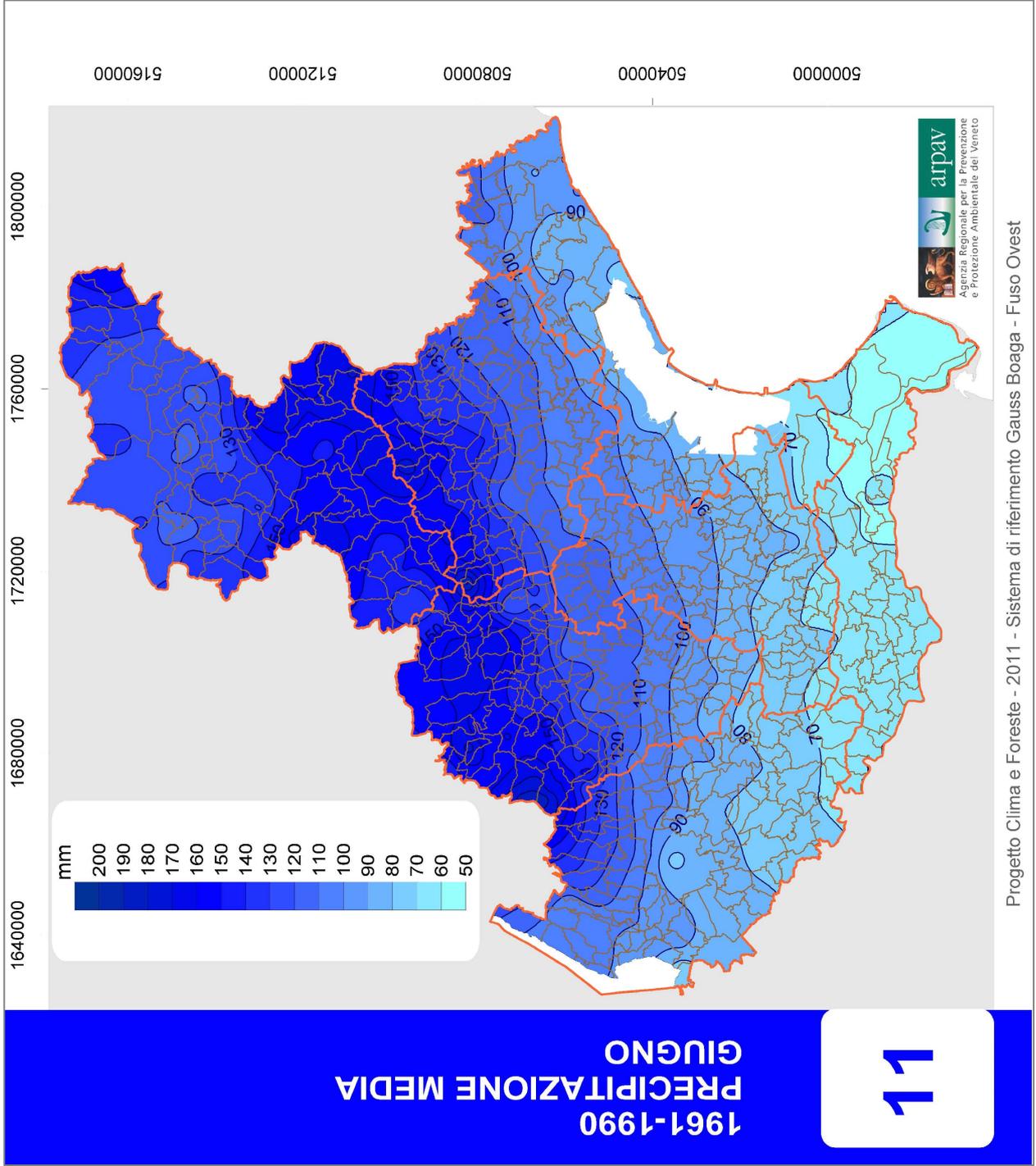


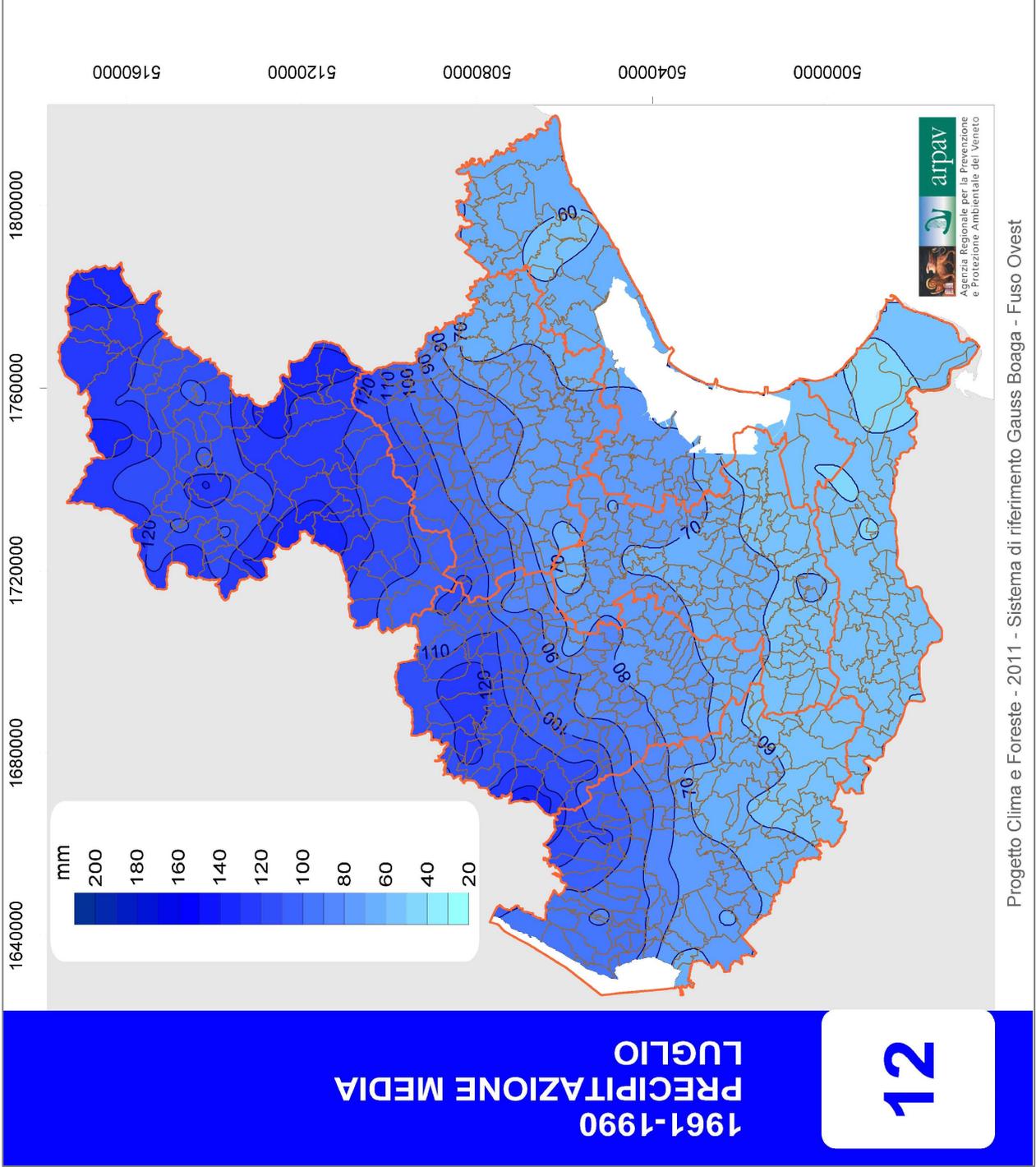
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest



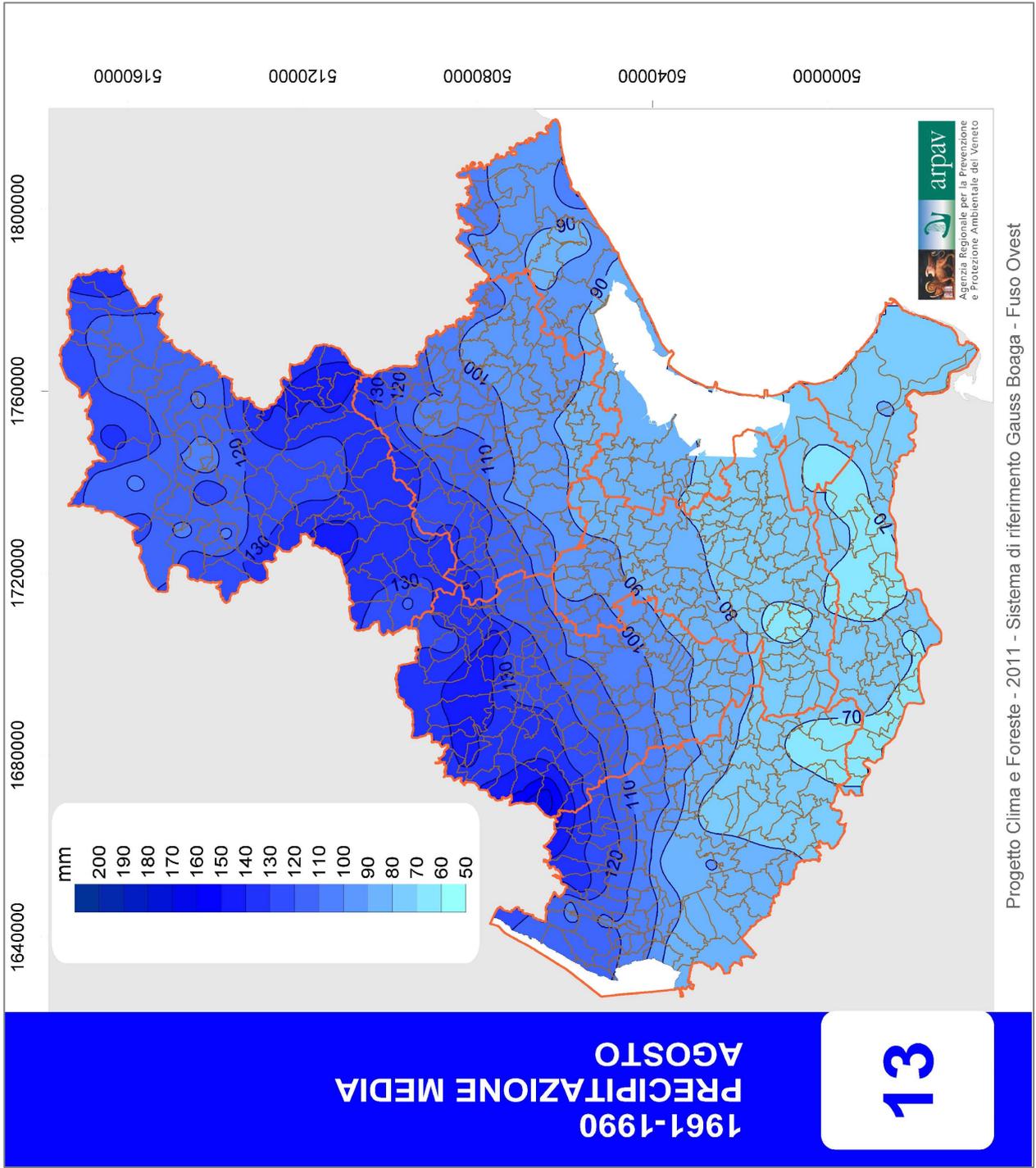


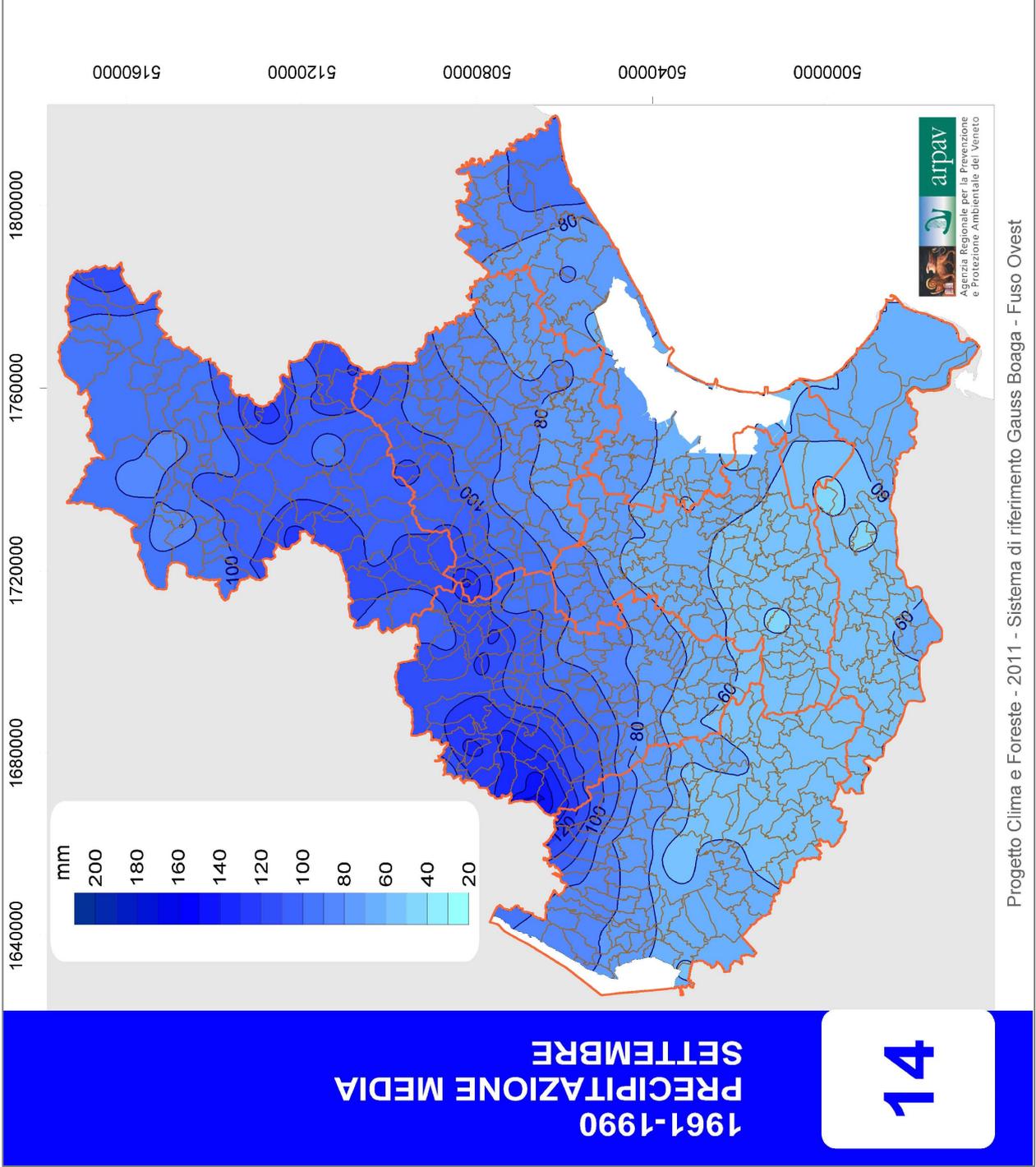






Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

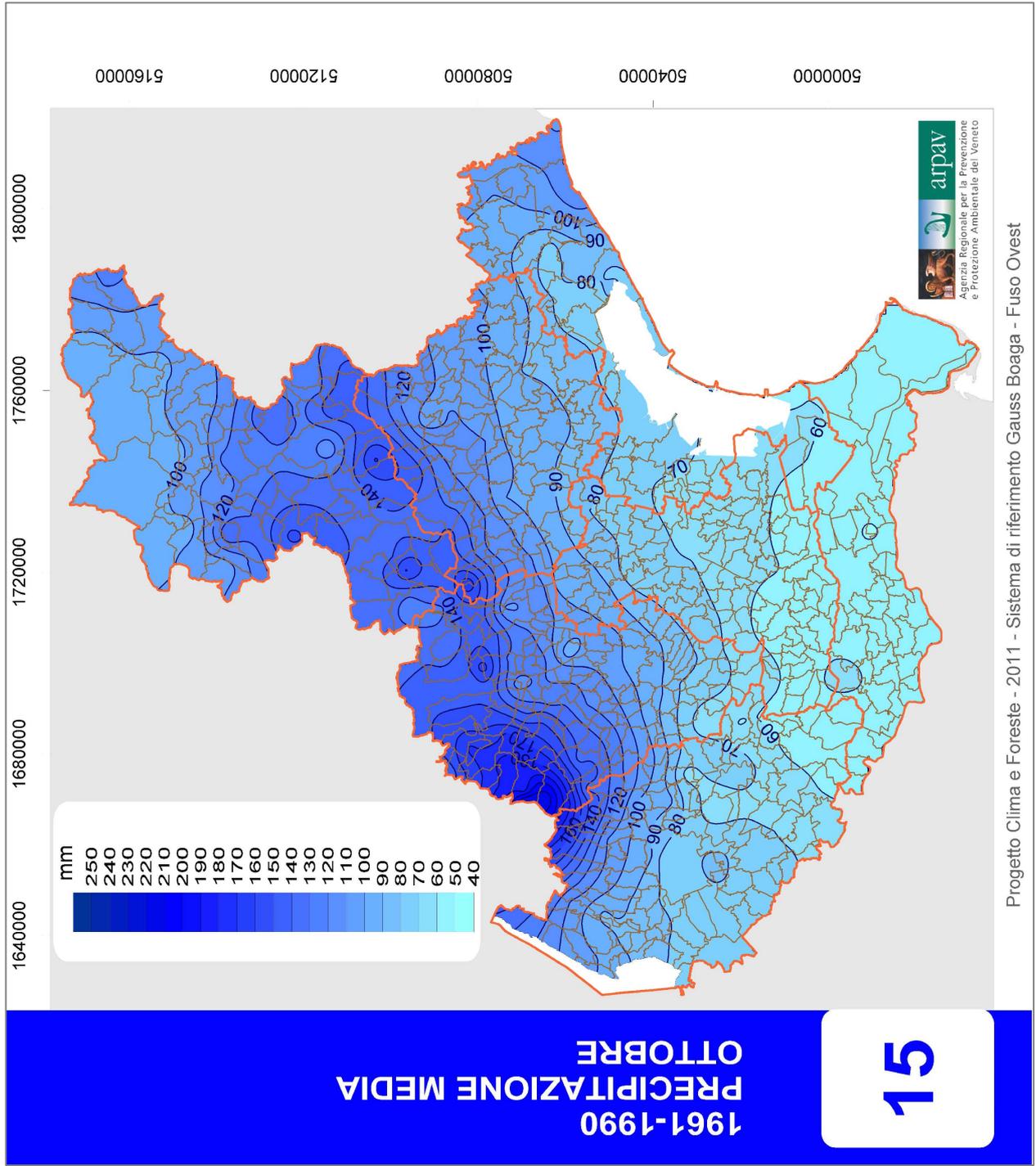




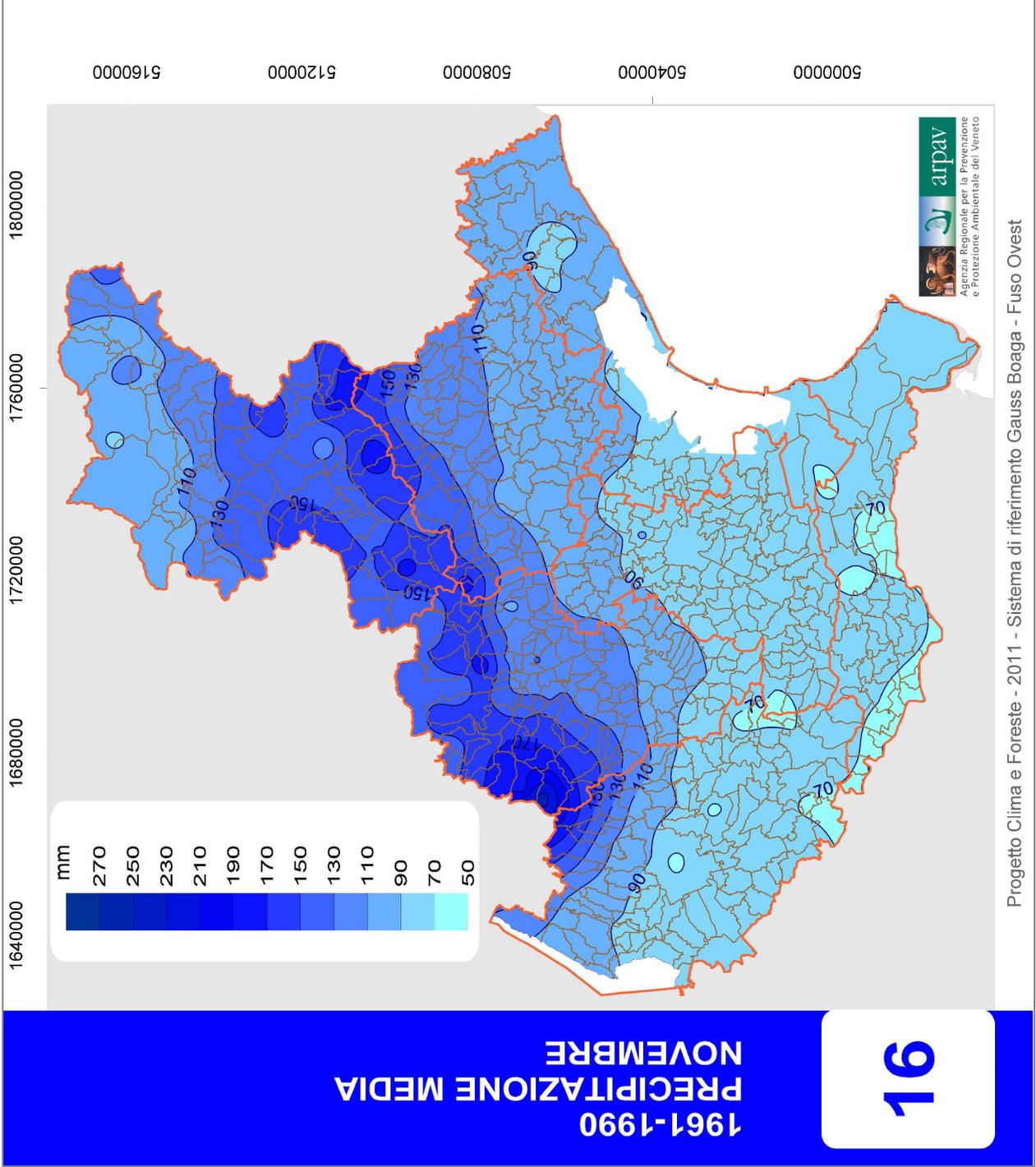
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

1961-1990 PRECIPITAZIONE MEDIA OTTOBRE

15



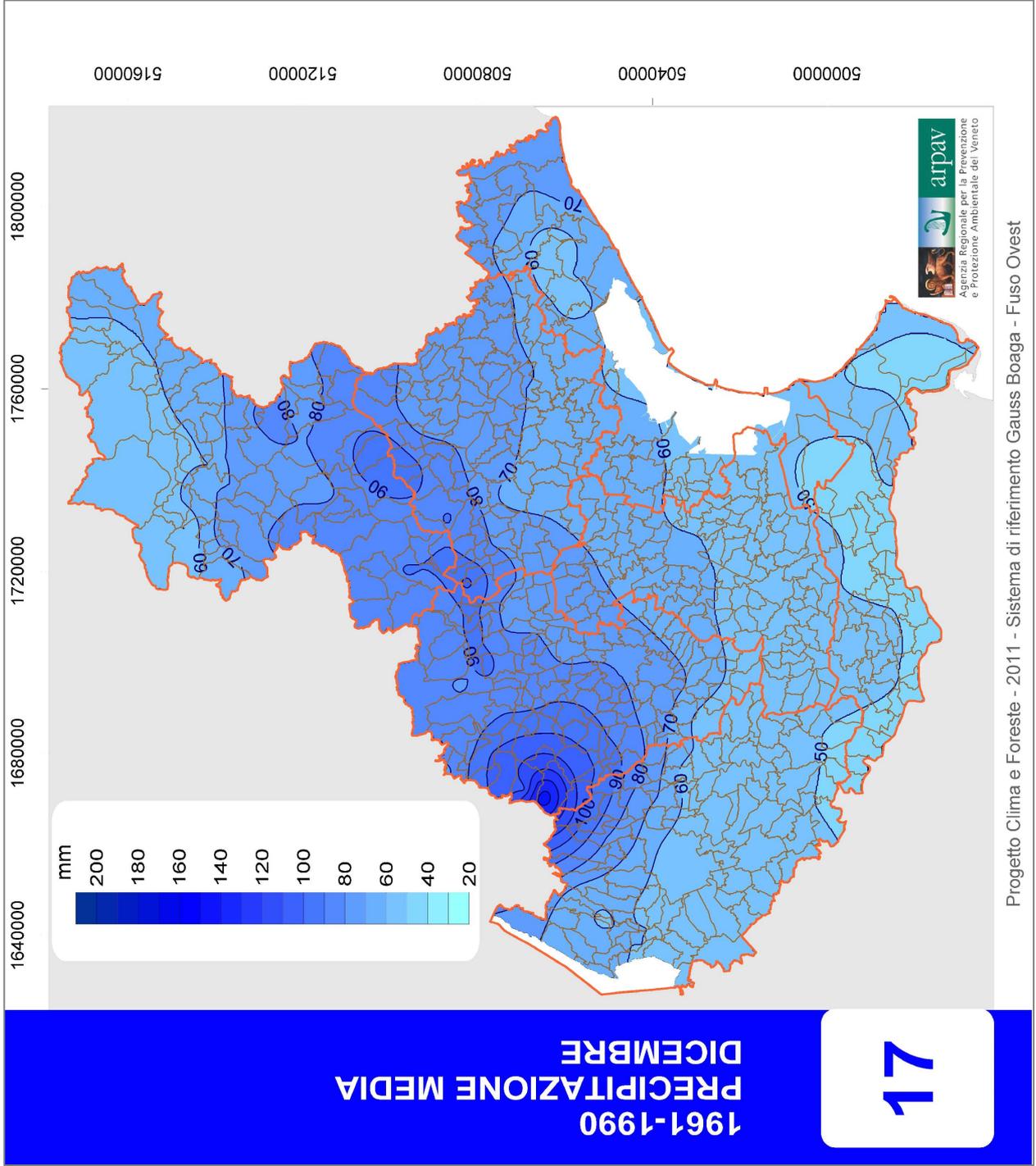
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest



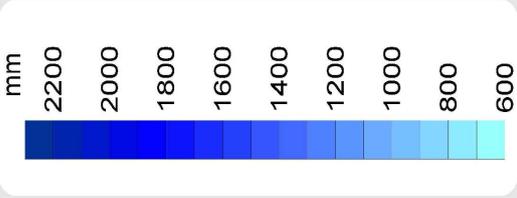
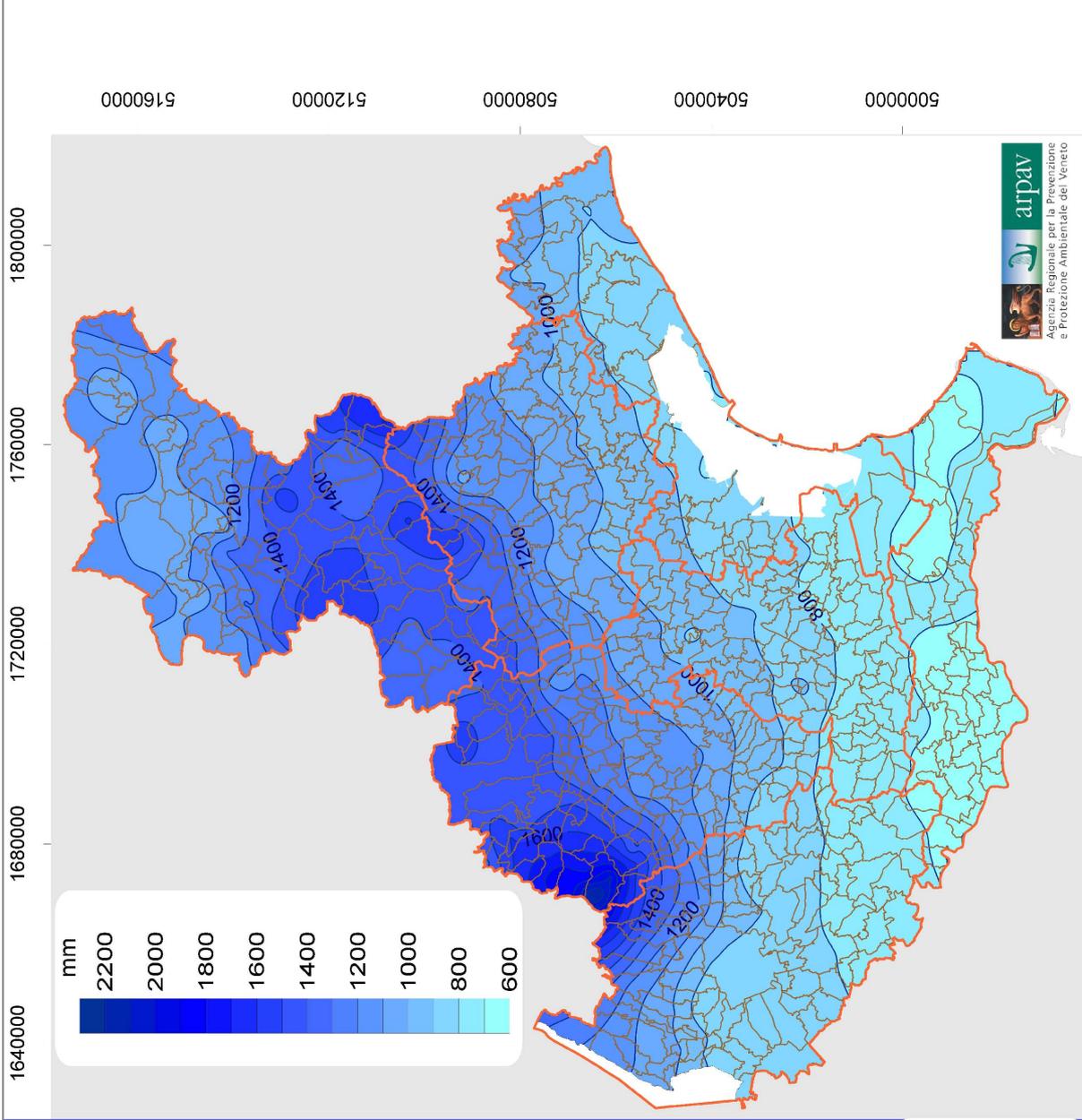
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

1961-1990 PRECIPITAZIONE MEDIA DICEMBRE

17



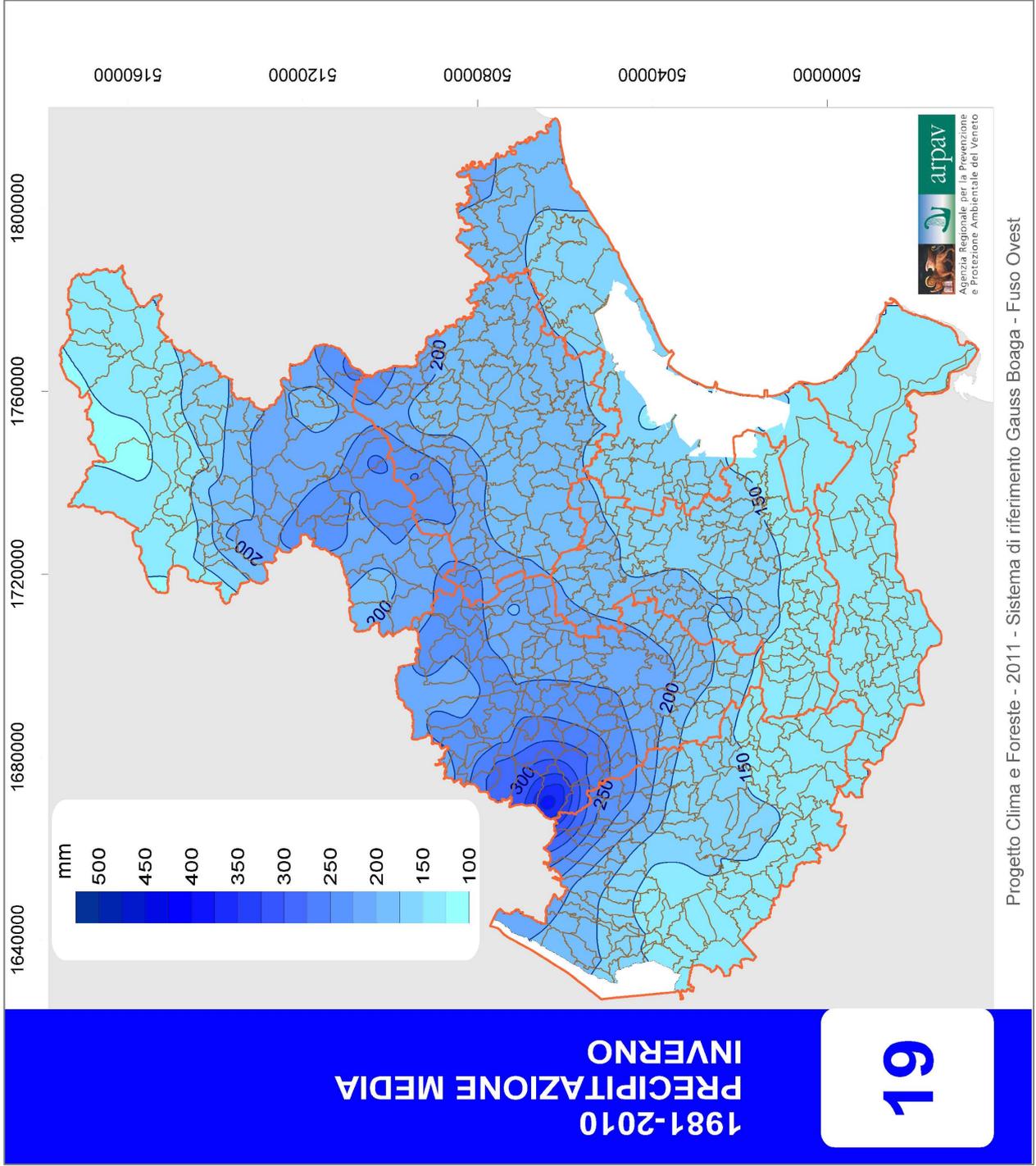
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

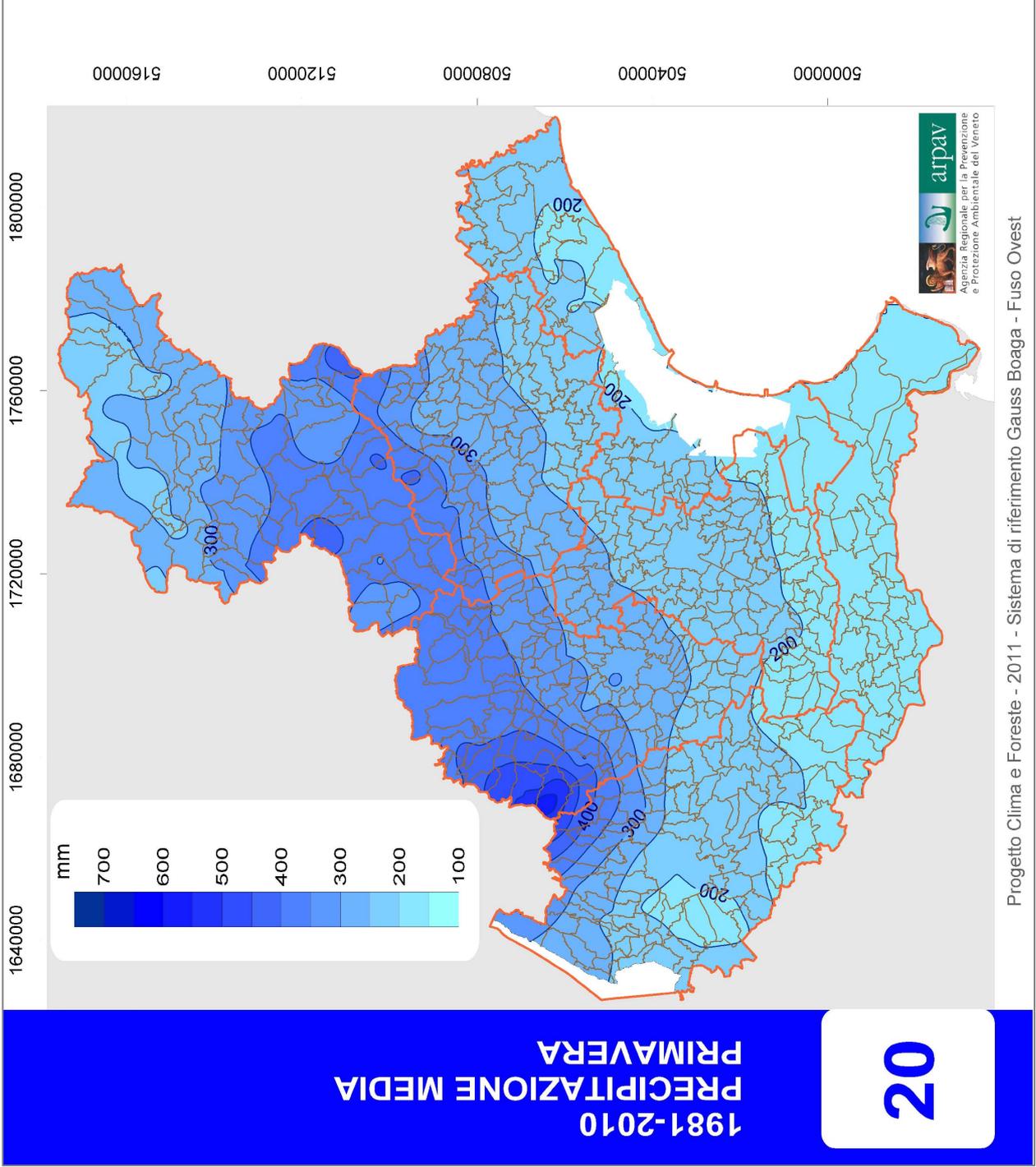


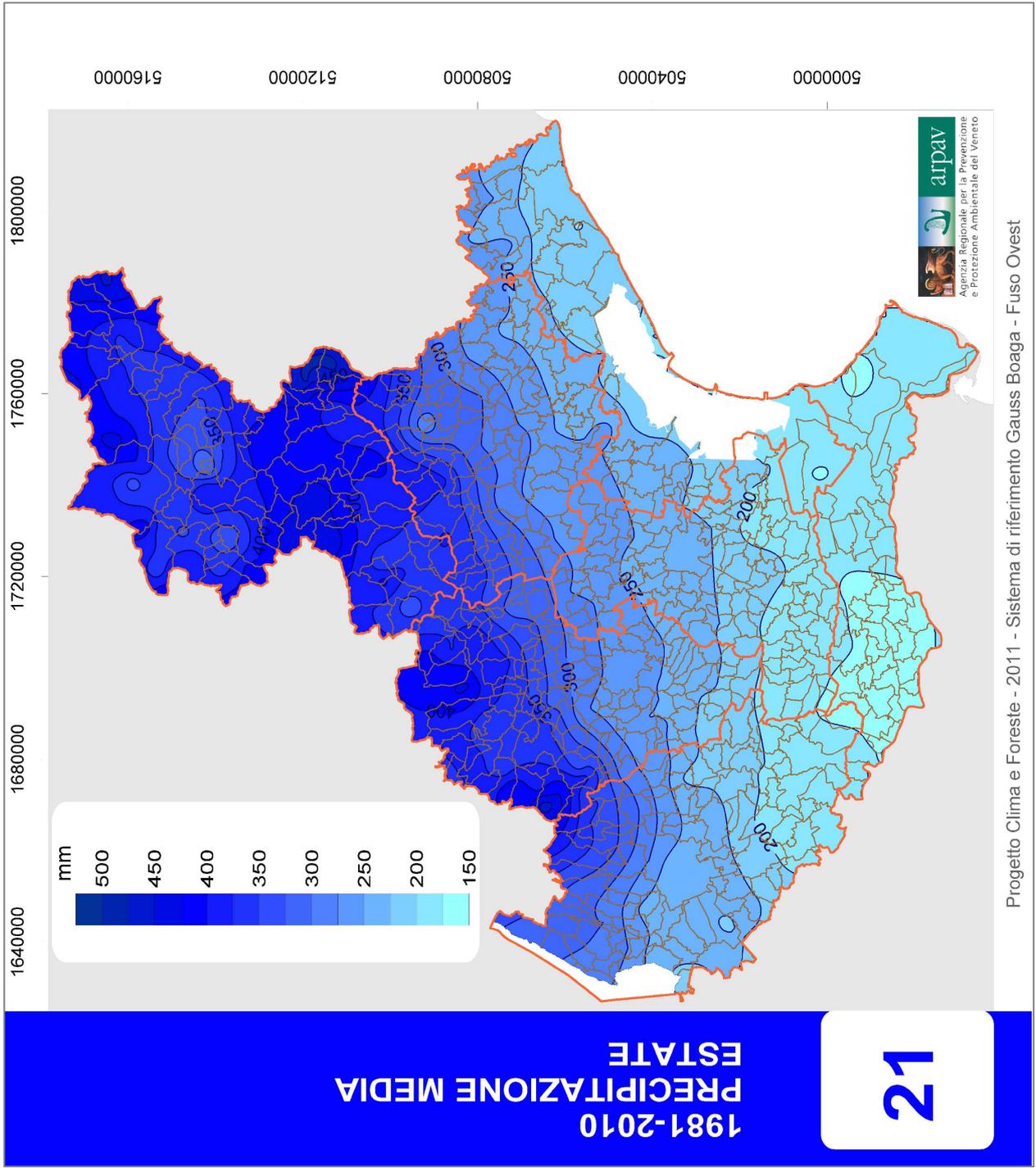
1981-2010
PRECIPITAZIONE MEDIA
ANNO

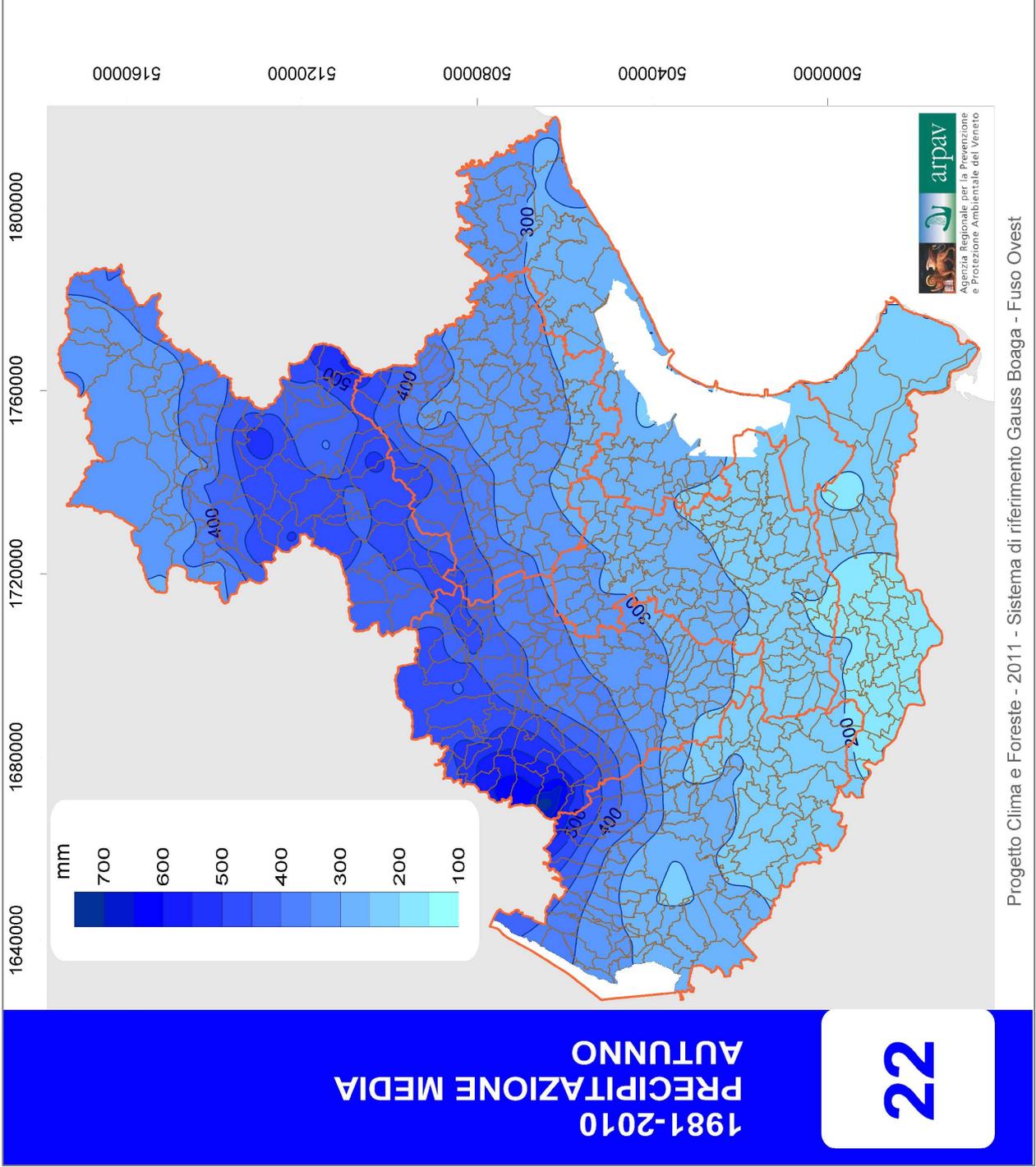
18

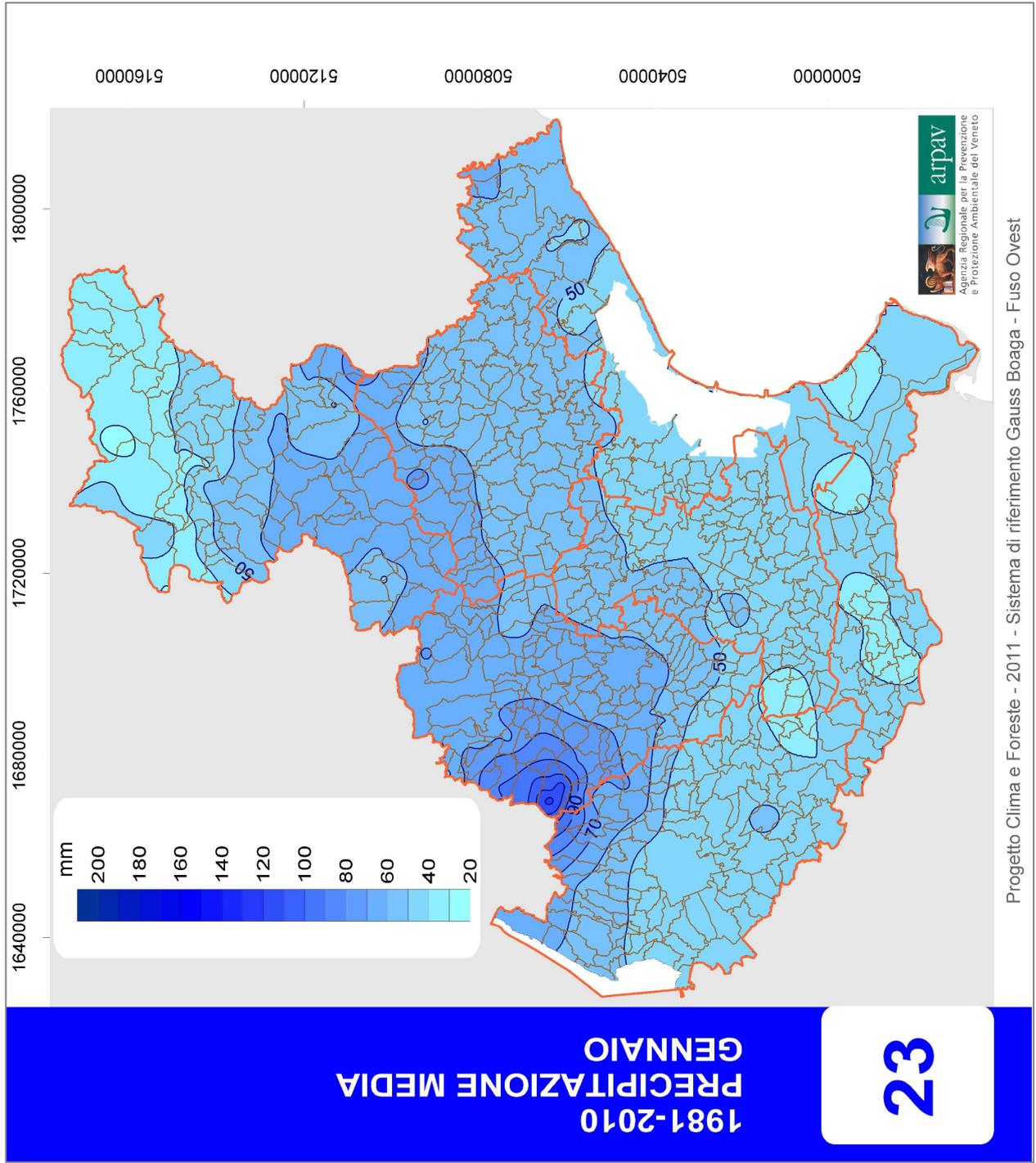
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

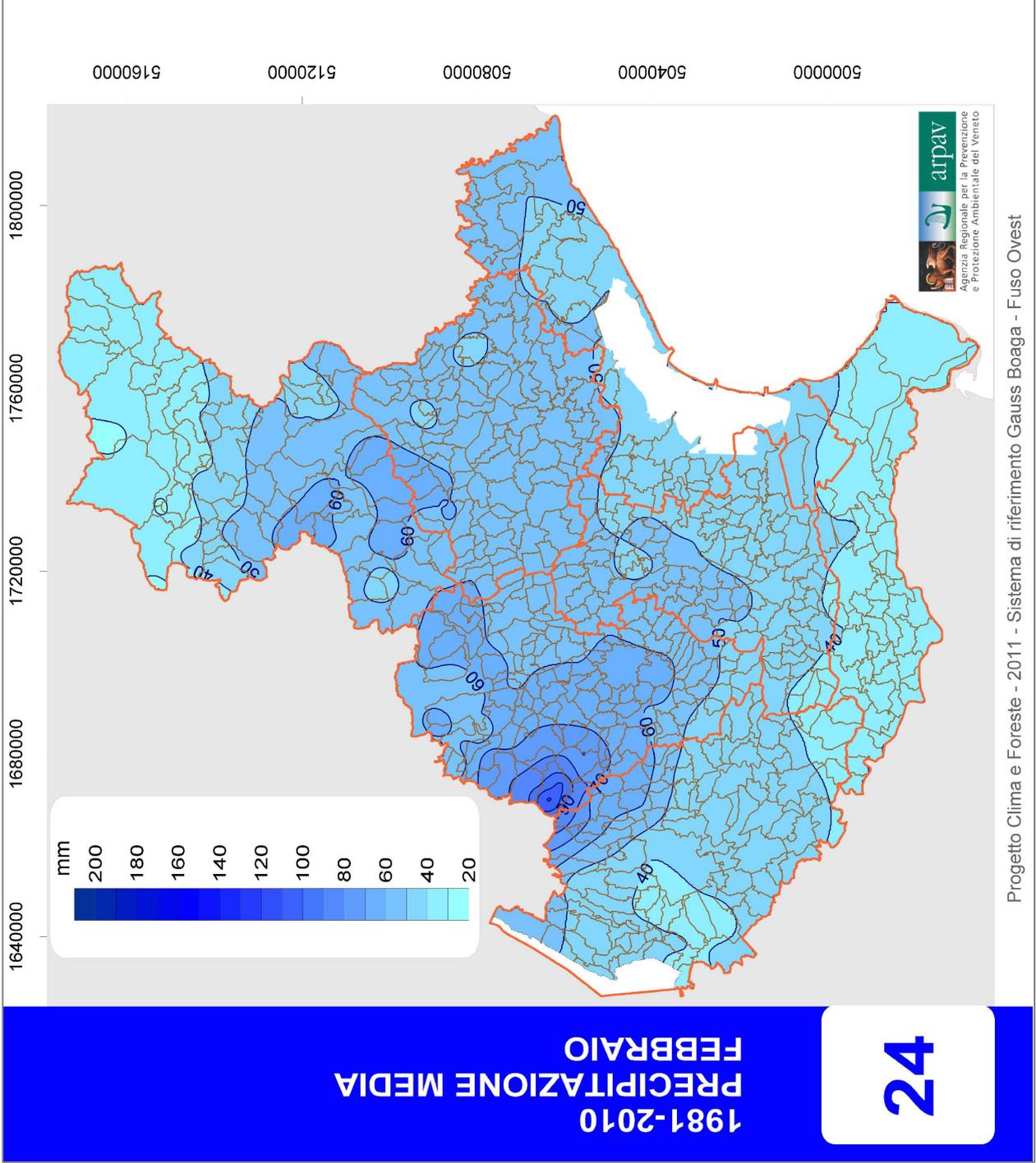






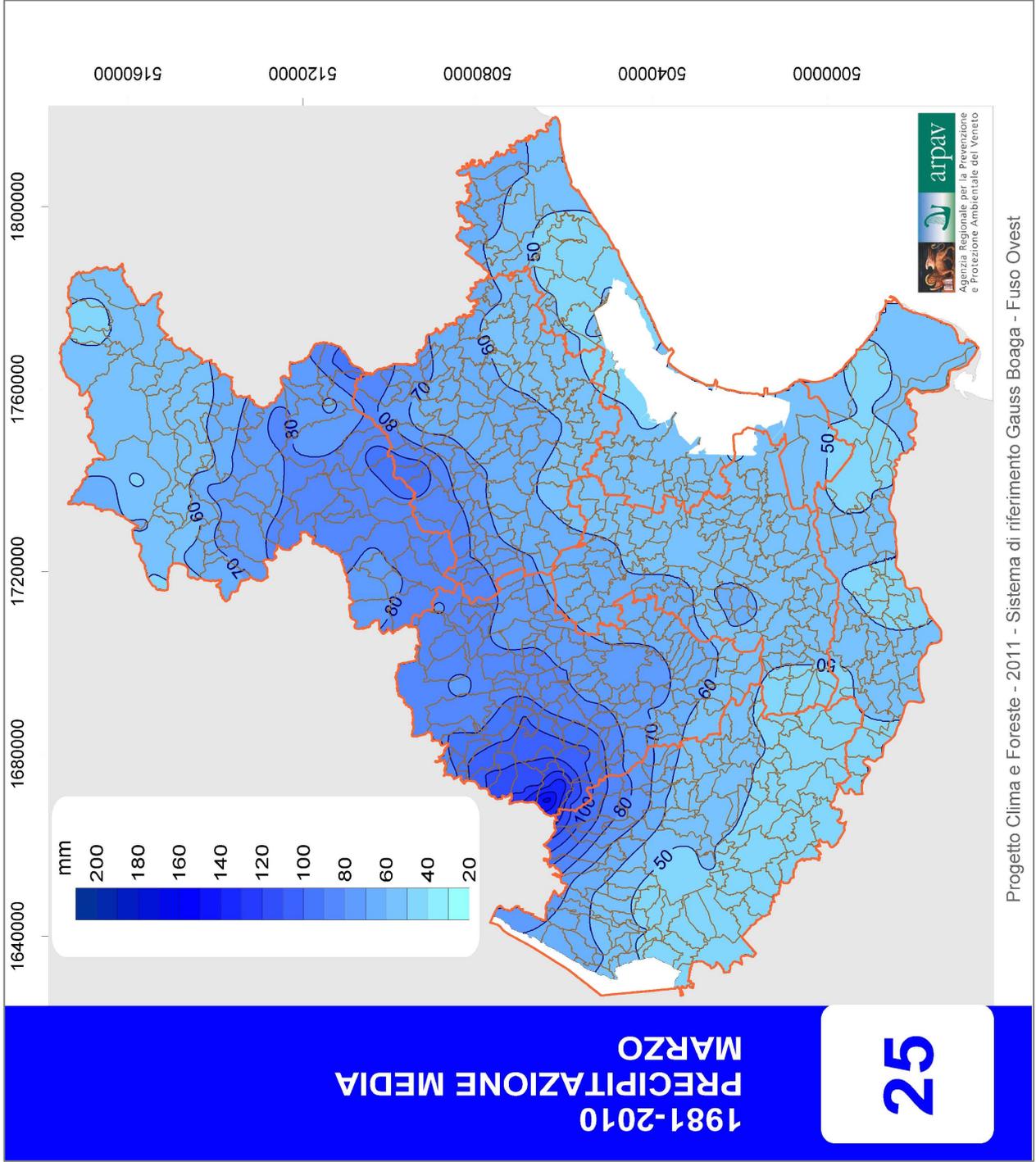


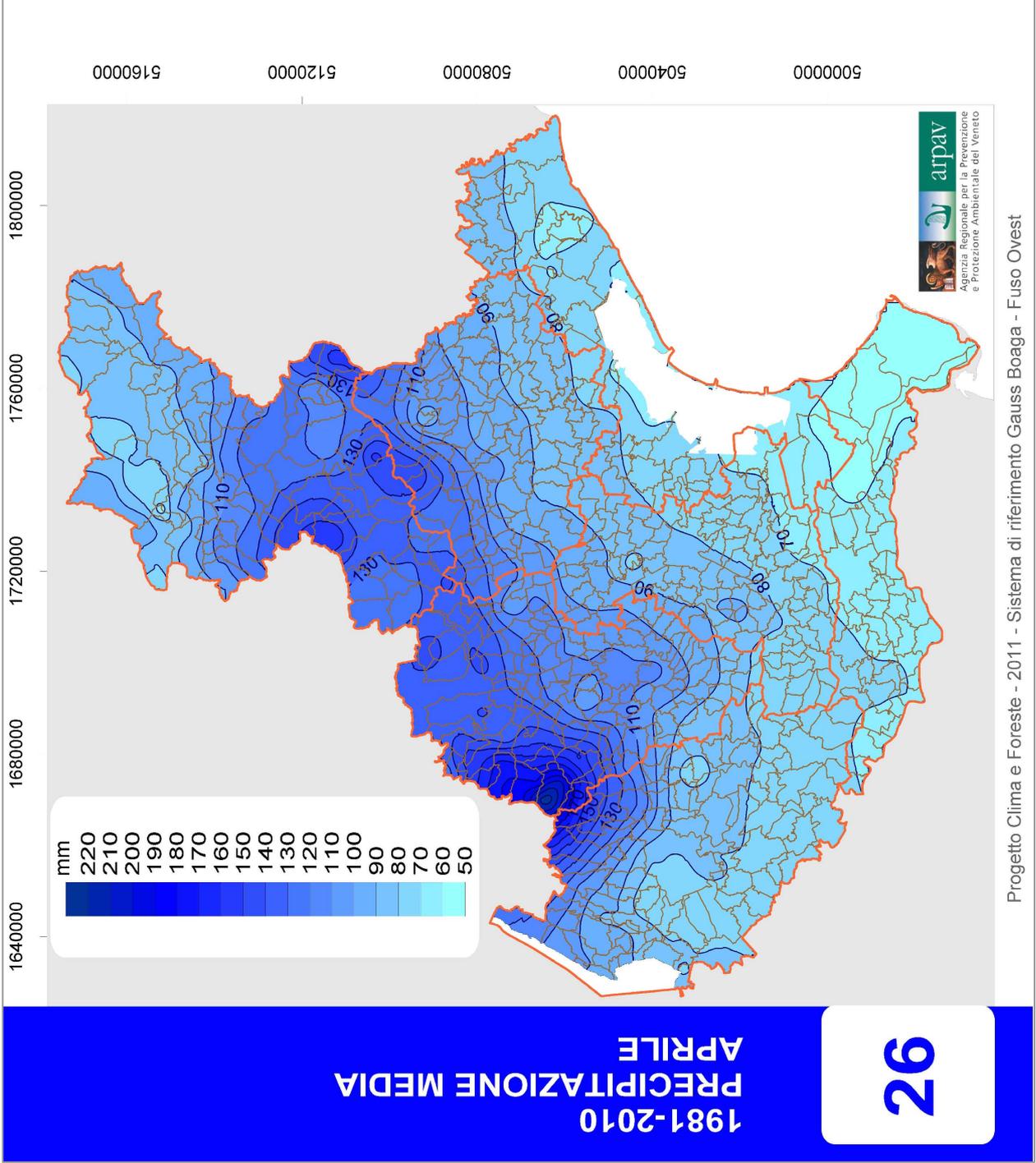


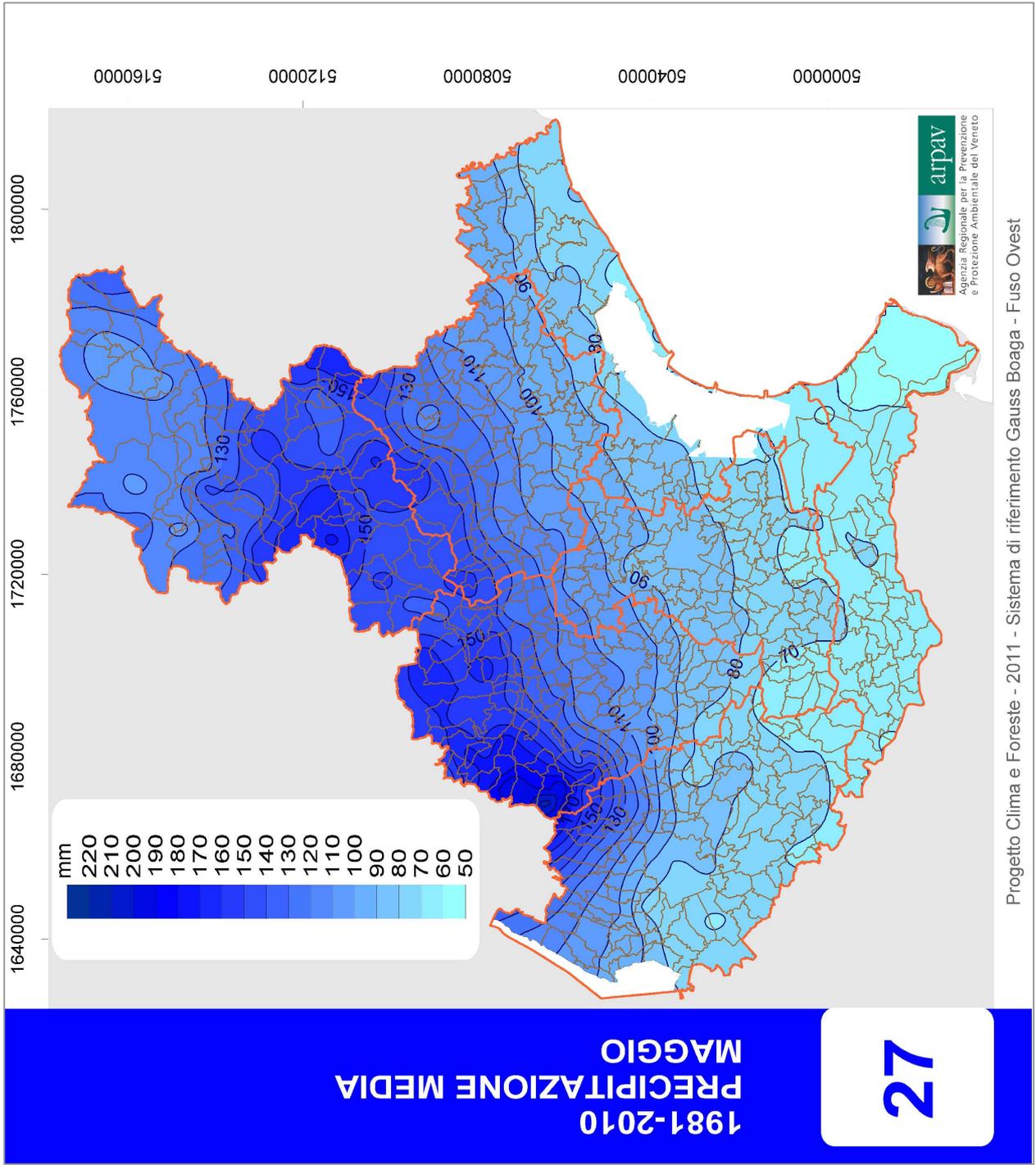


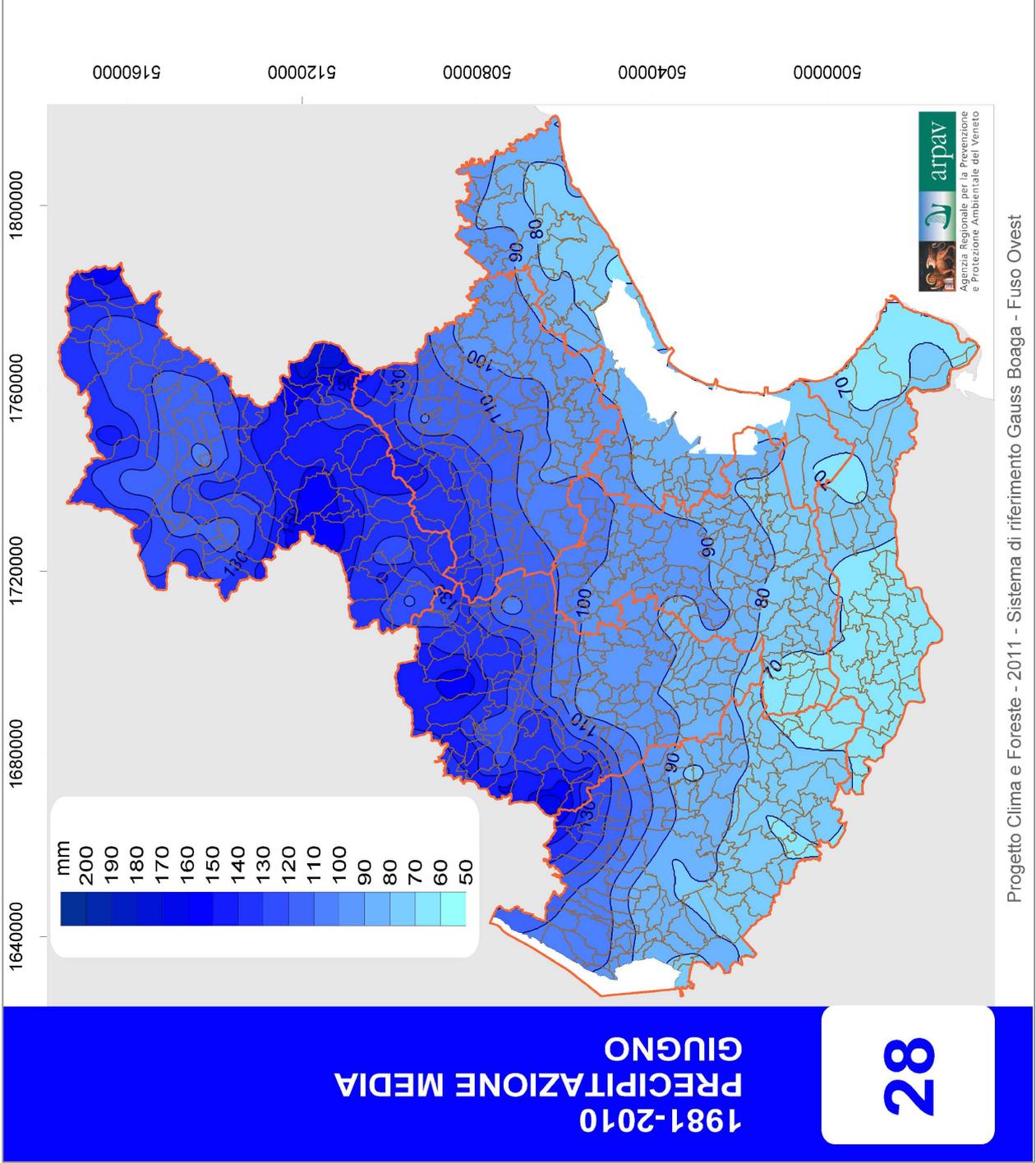
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

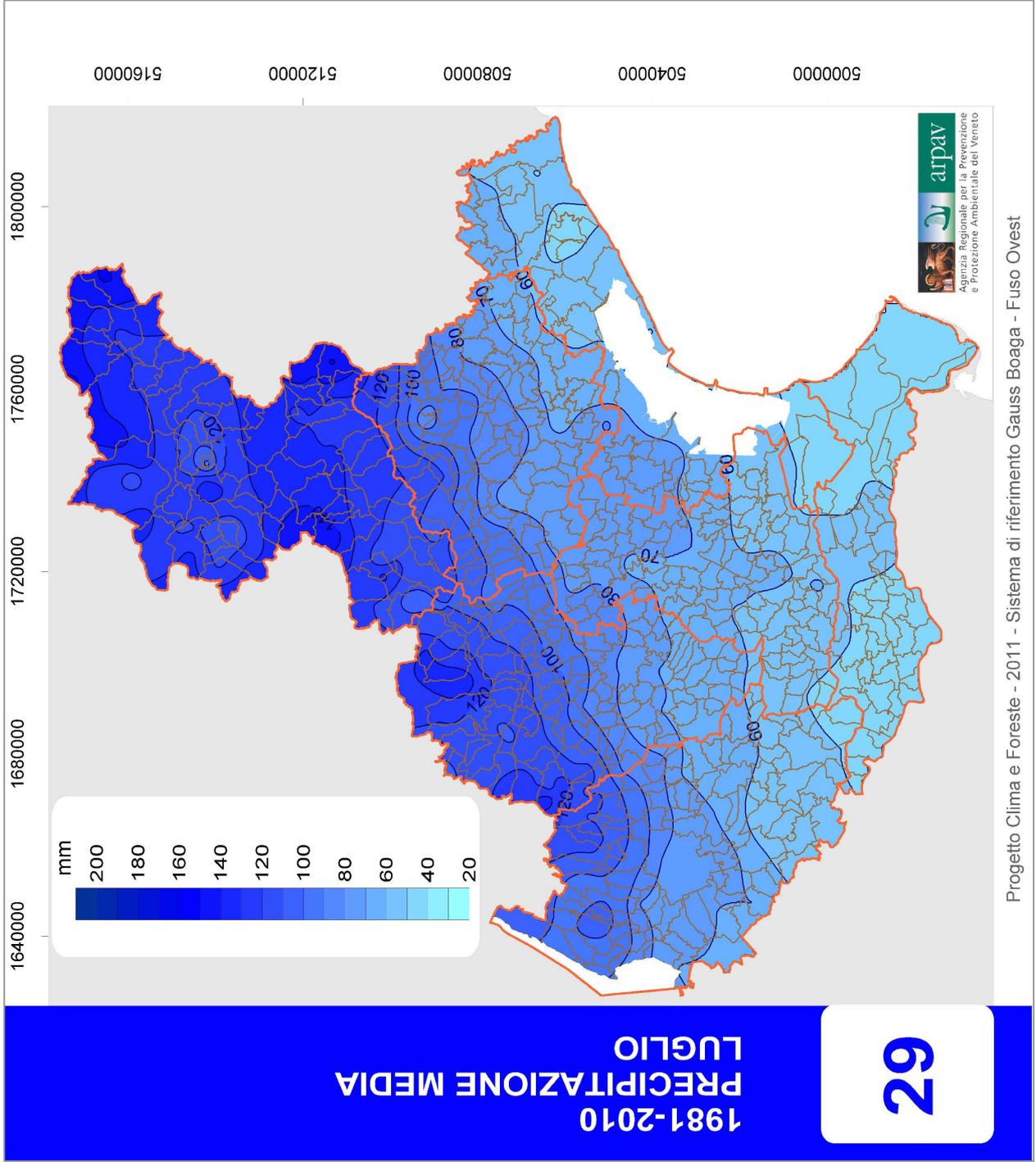
24

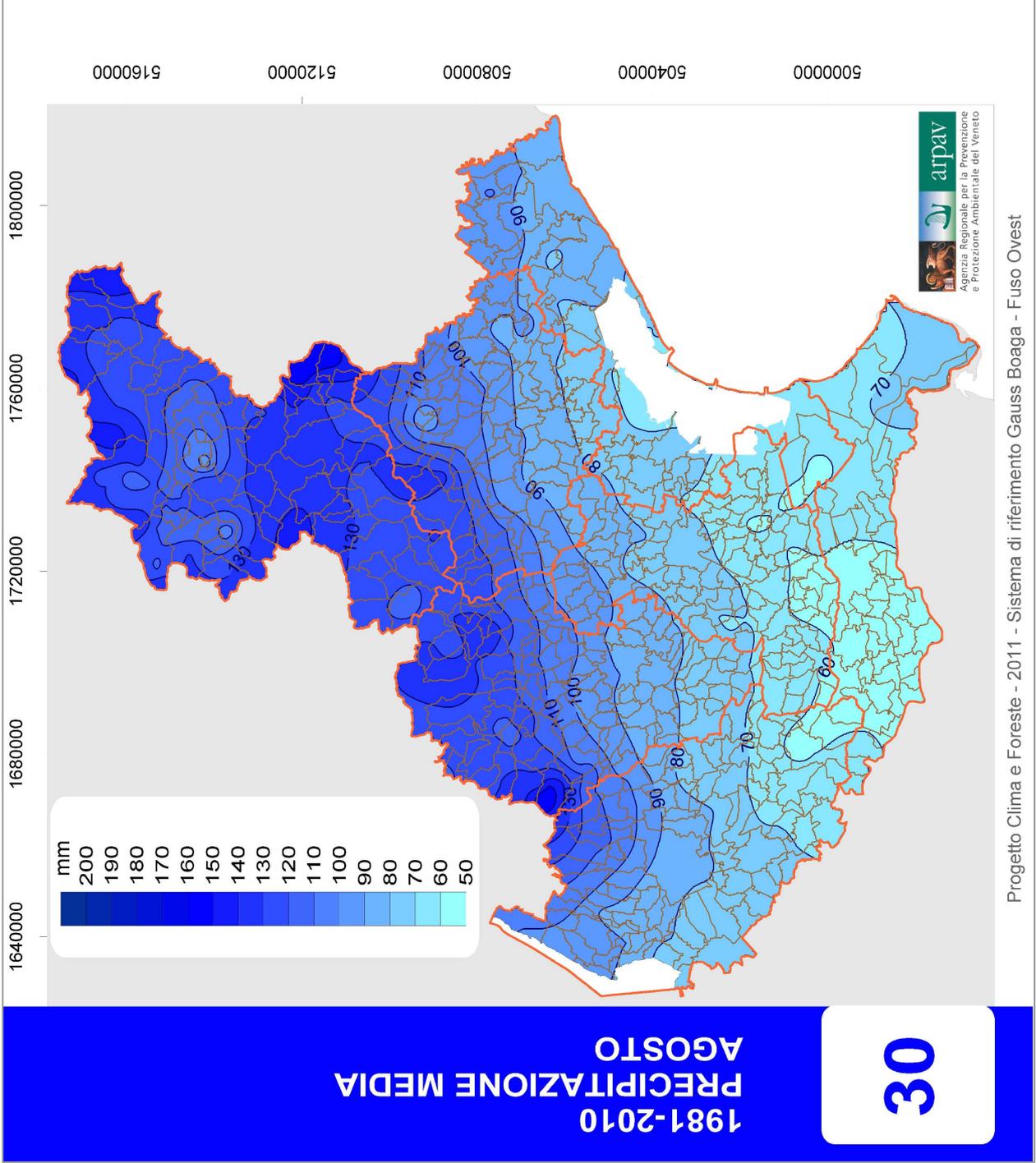




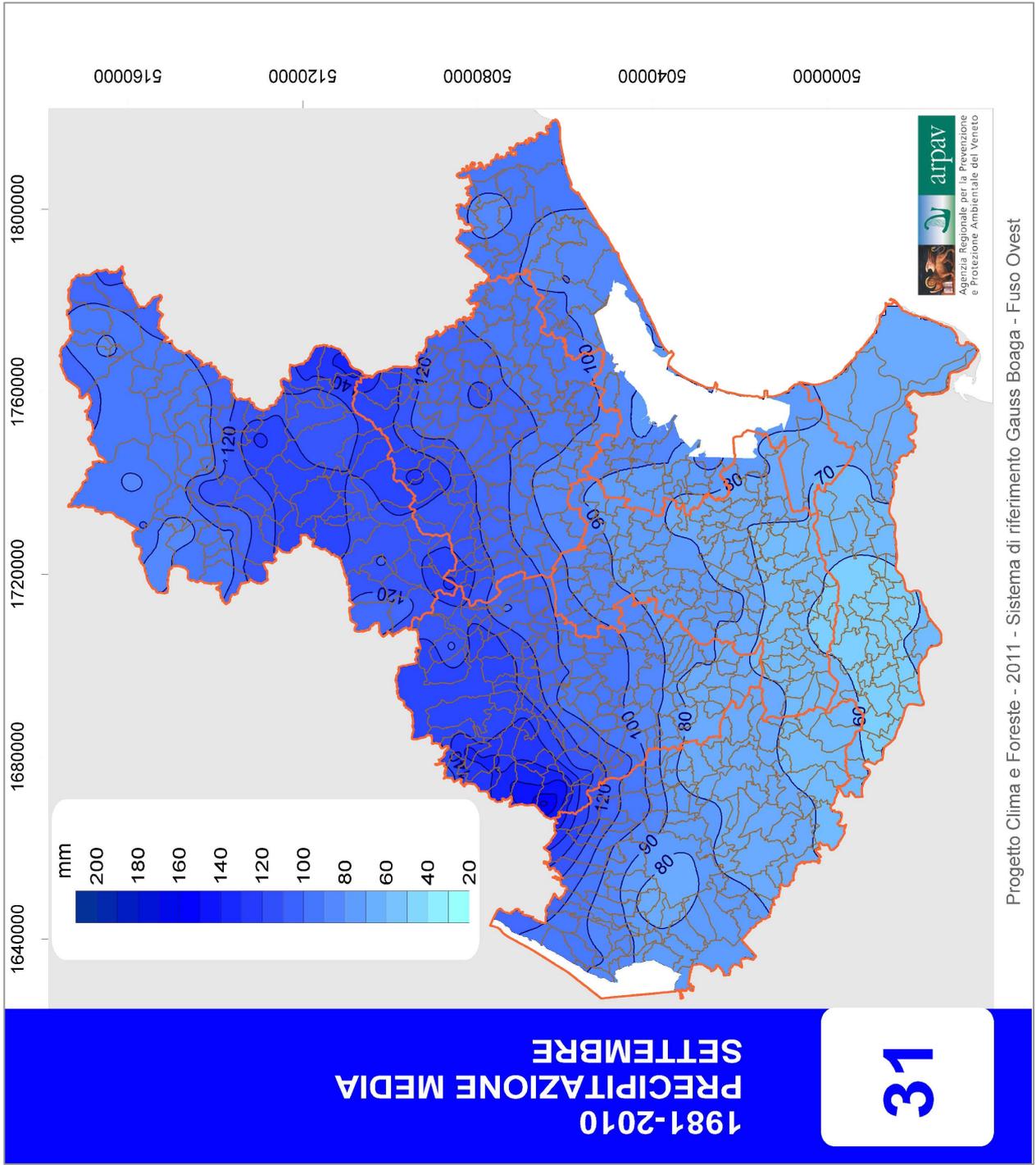


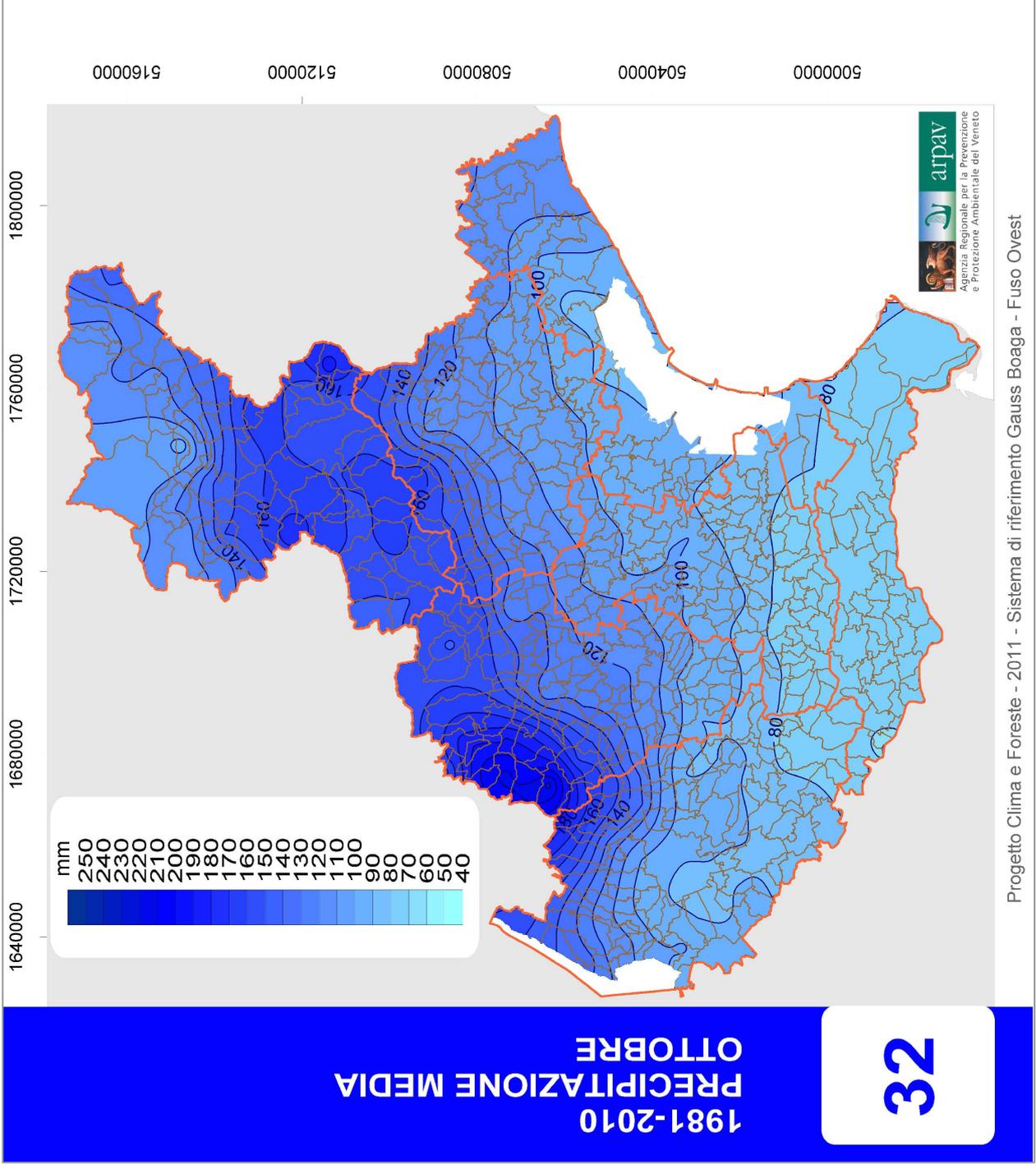




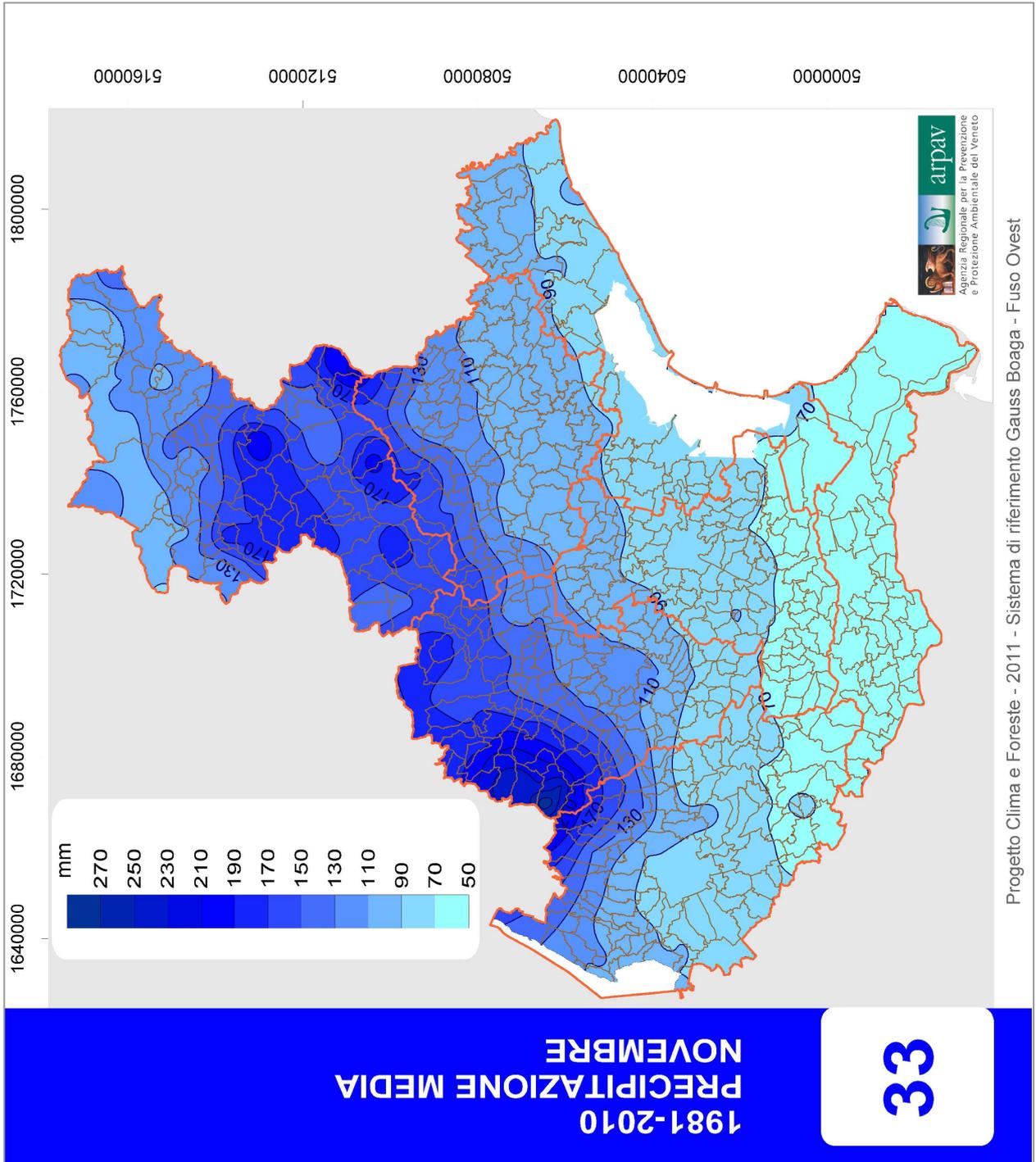


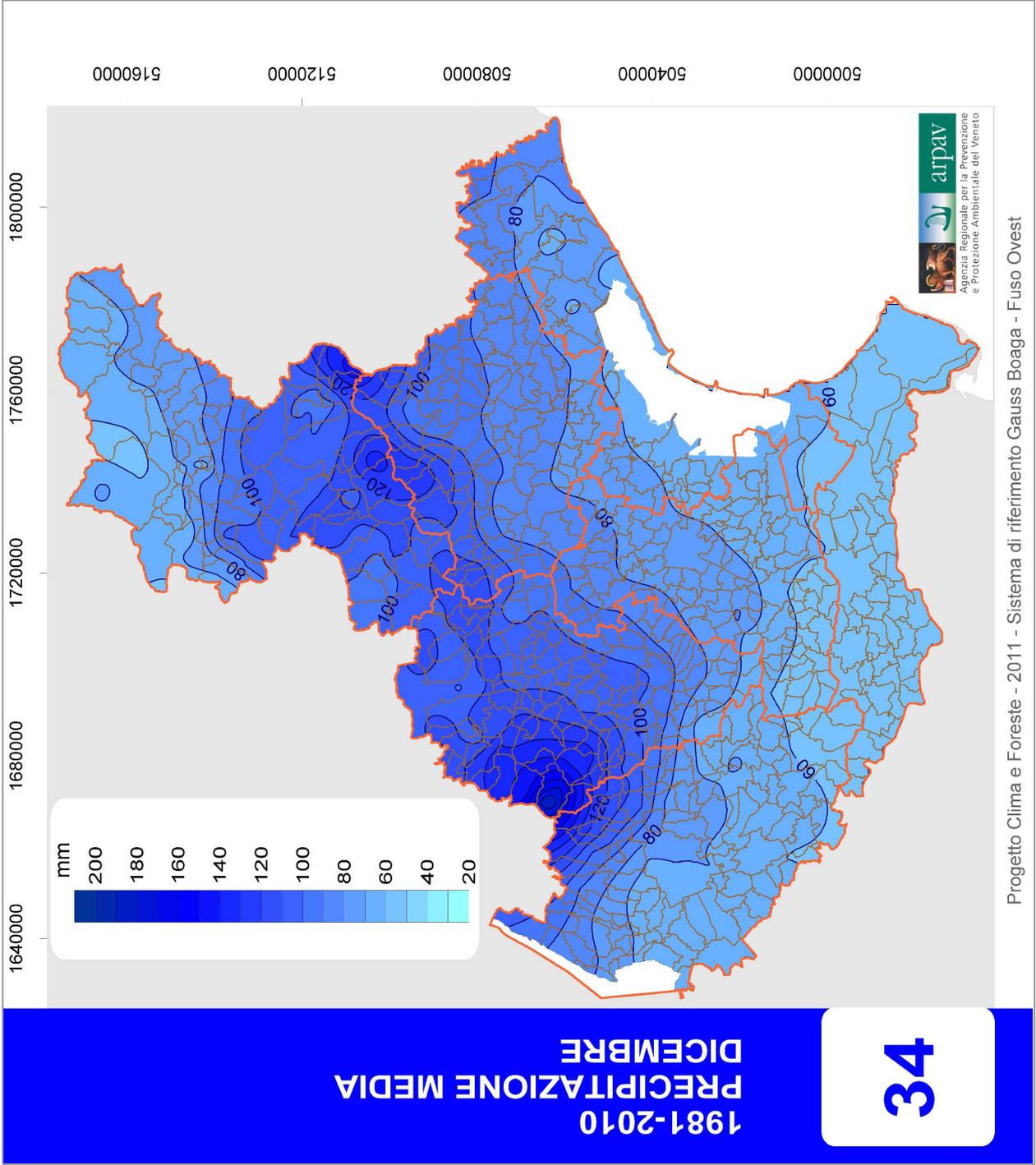
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

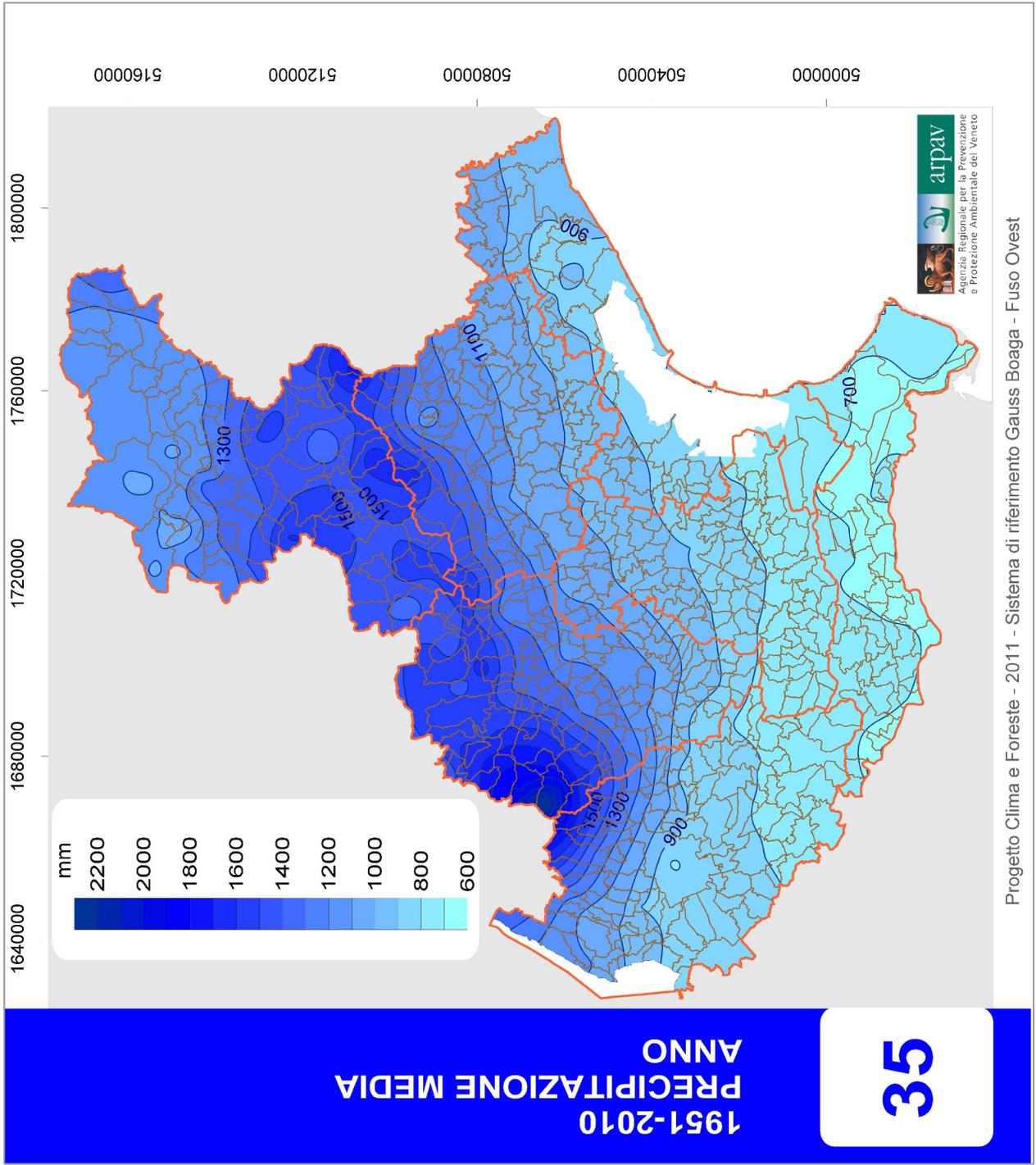


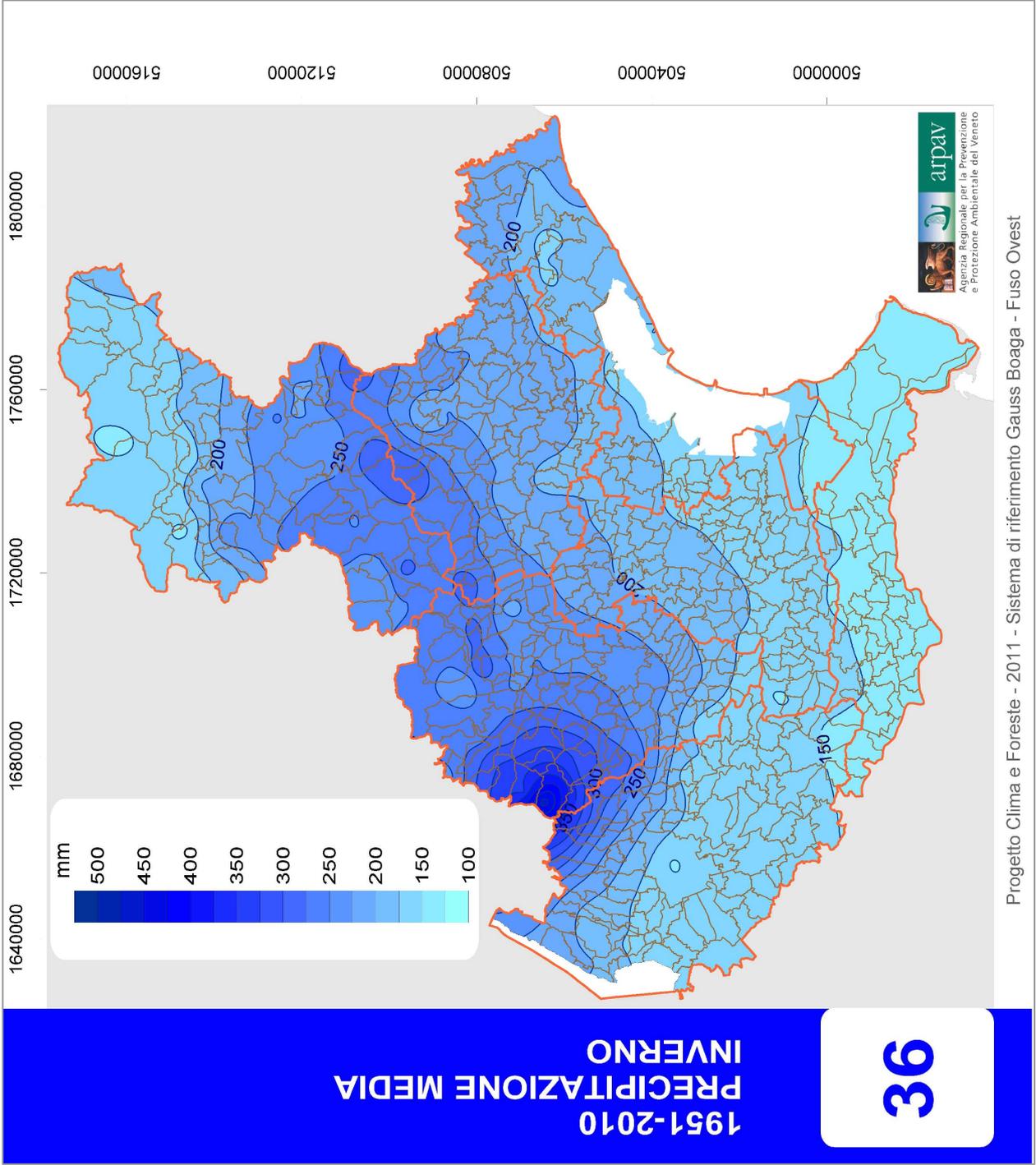


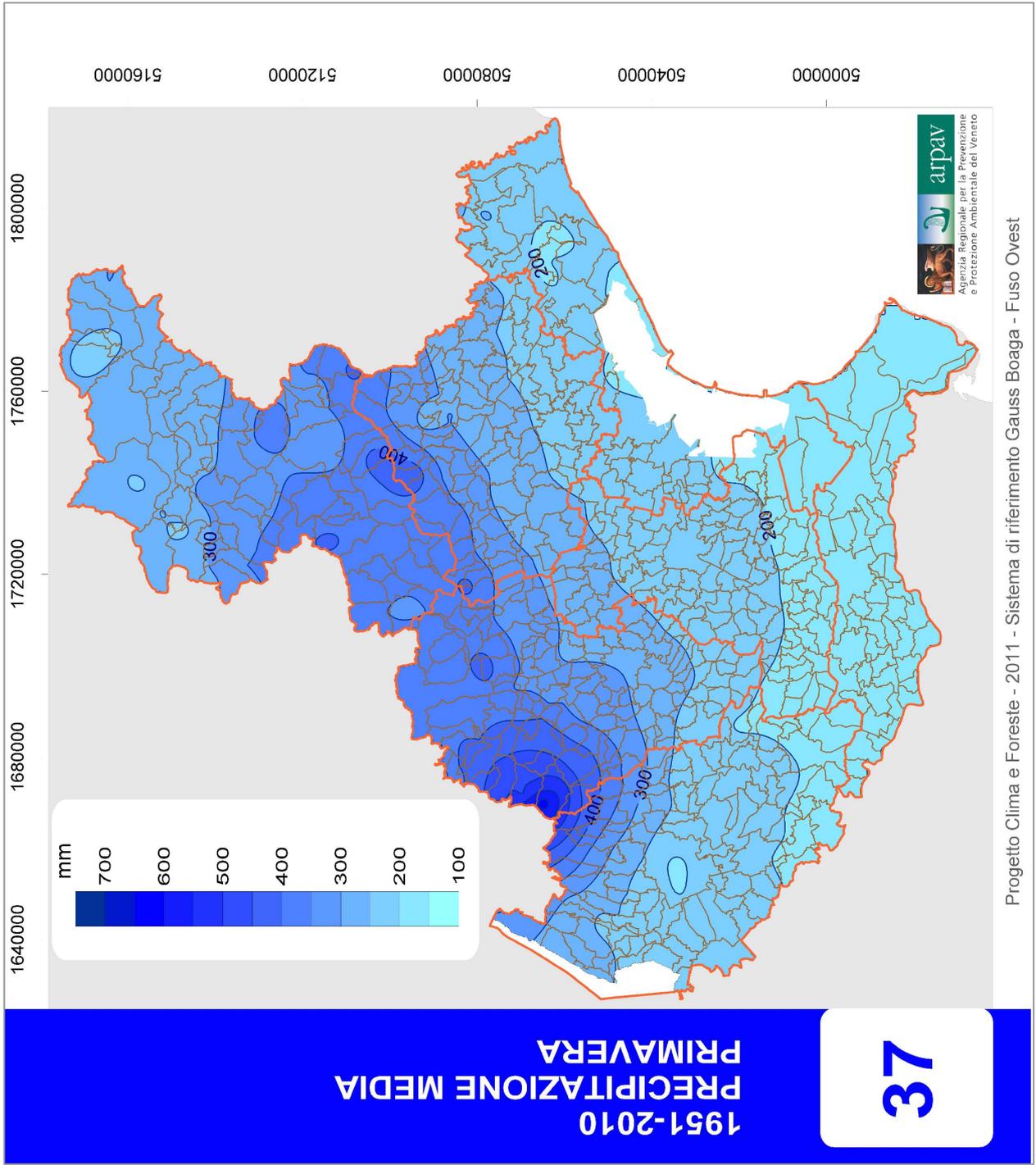
32

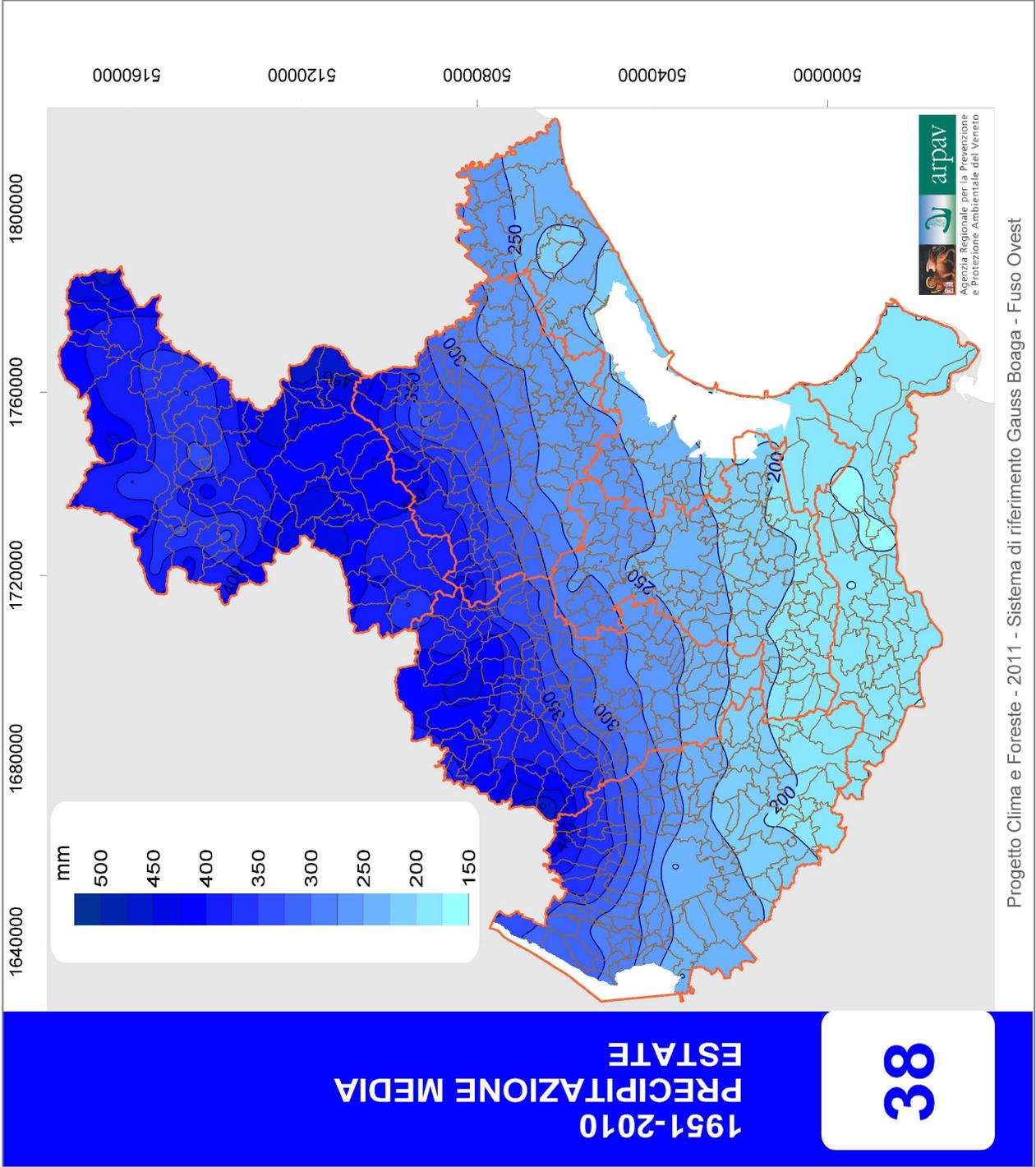


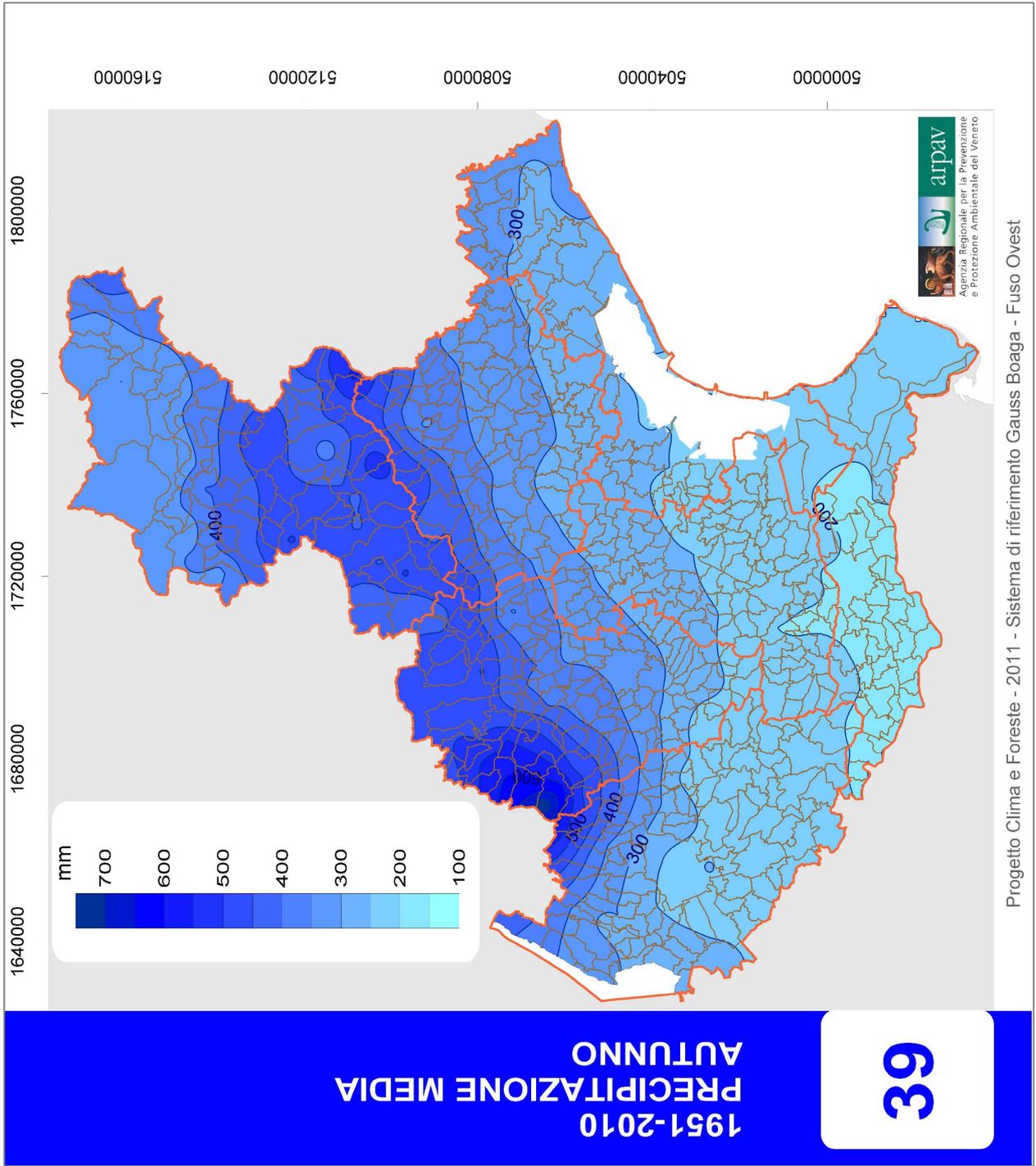






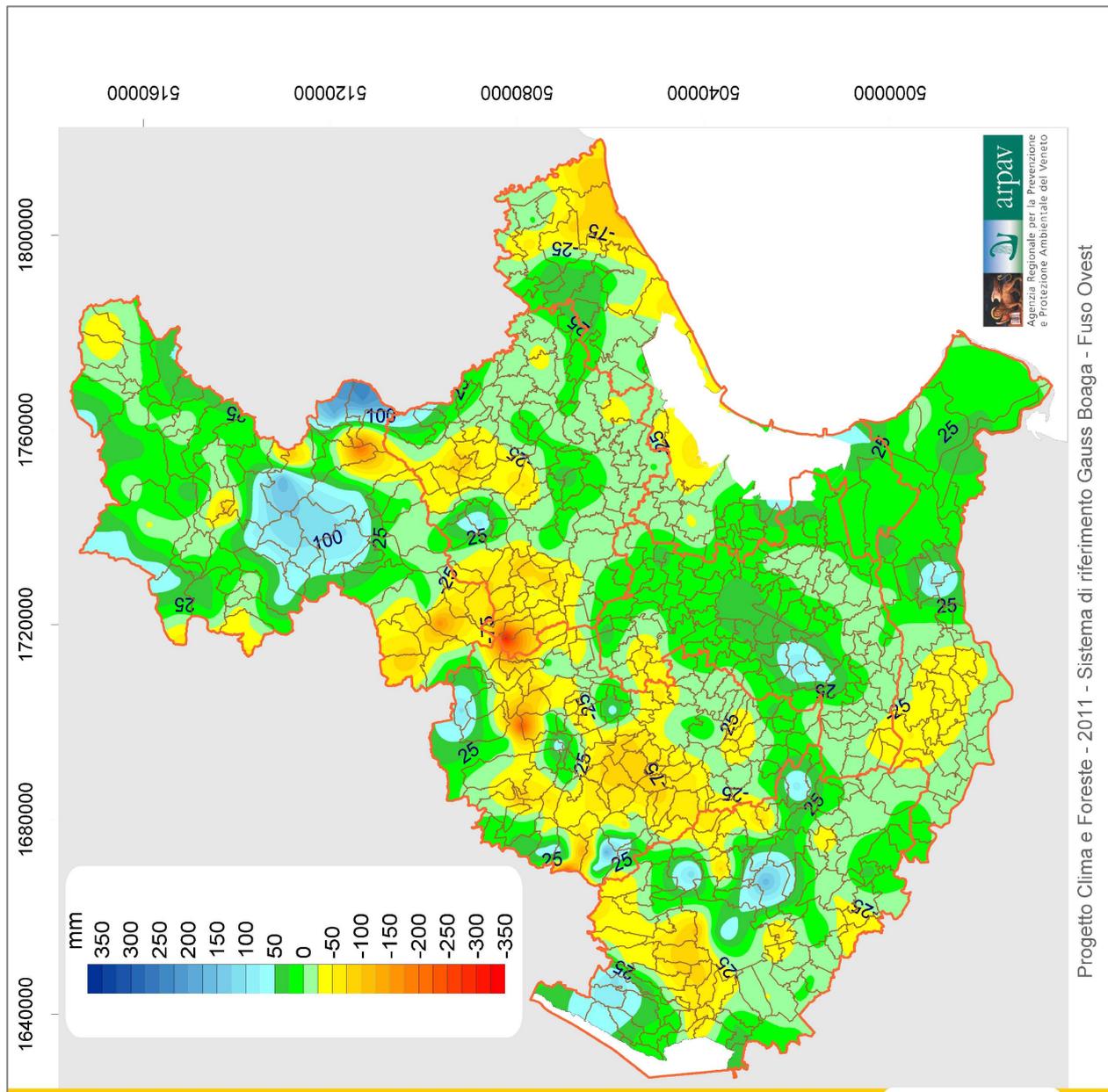






VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
 PRECIPITAZIONE MEDIA
 ANNO

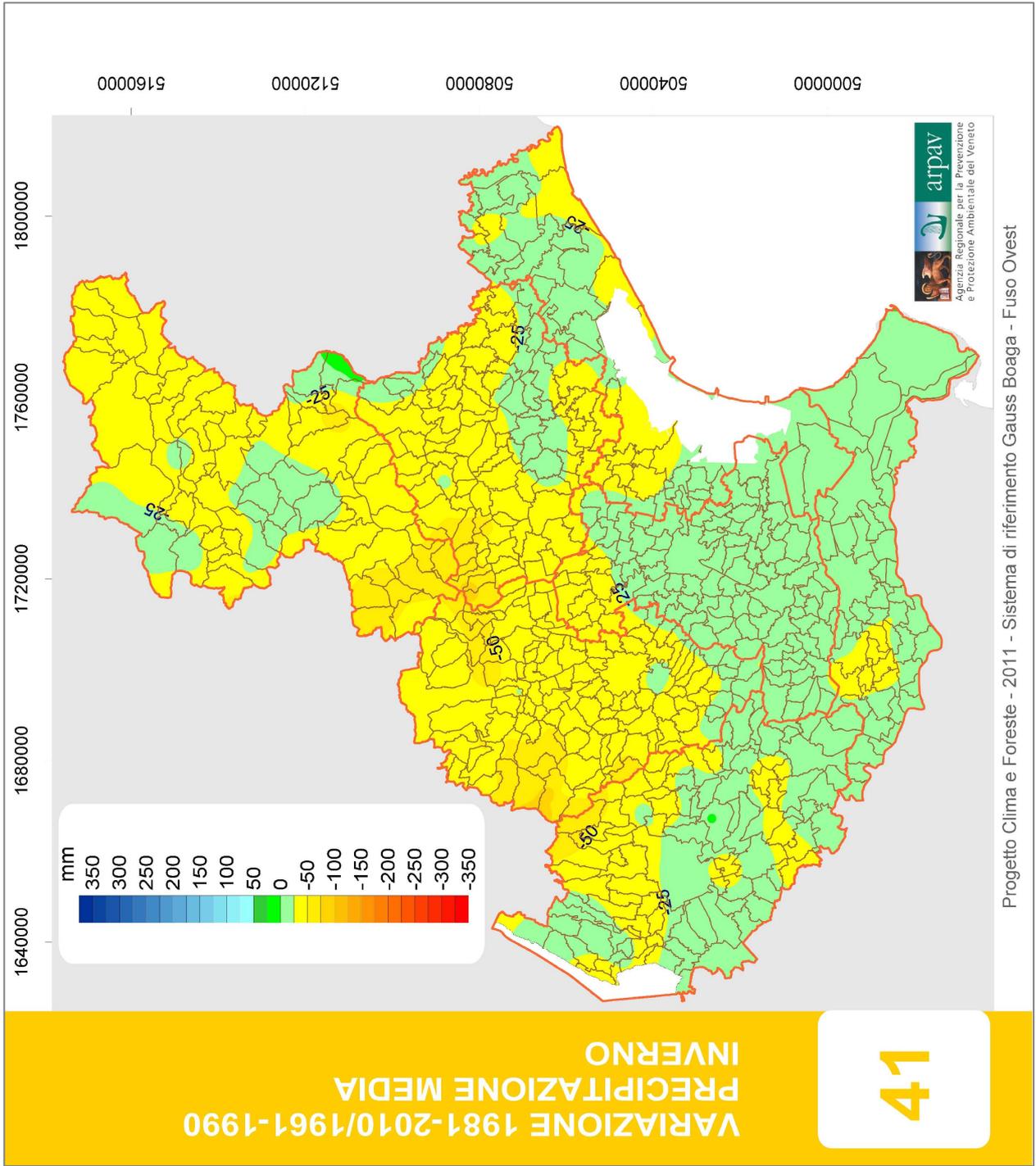
40



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990 PRECIPITAZIONE MEDIA INVERNO

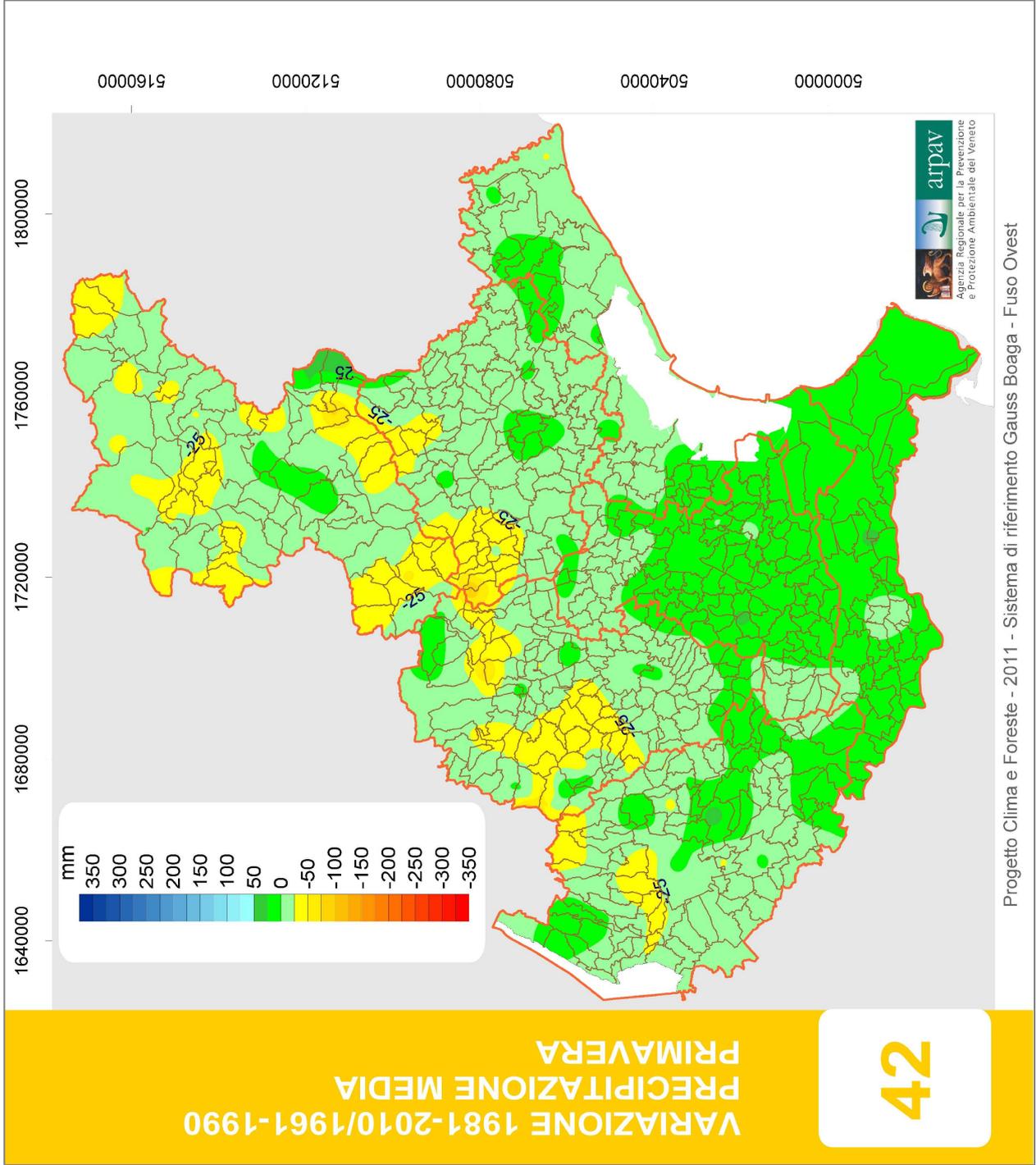
41



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

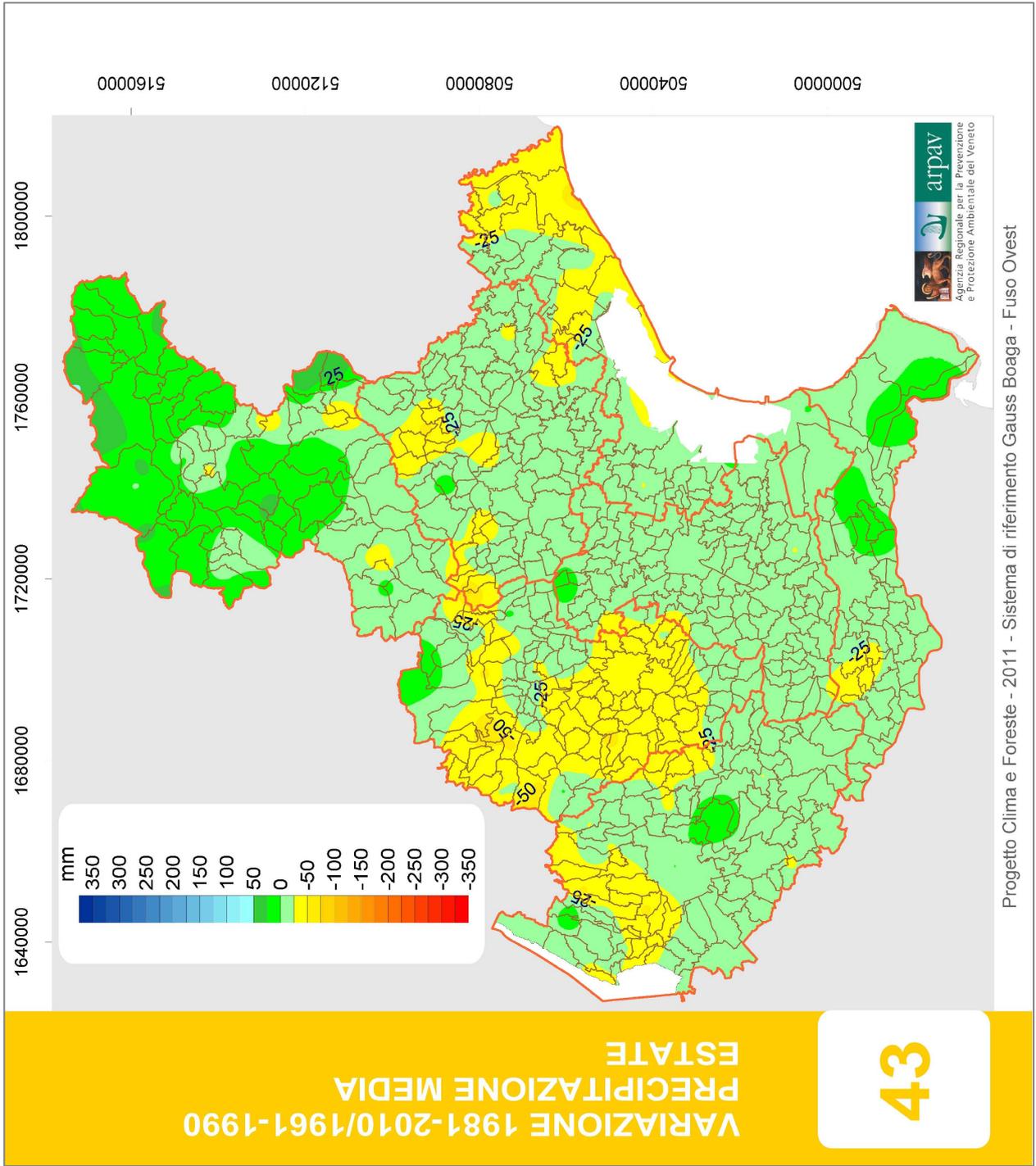
**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
PRIMAVERA**

42



VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990 PRECIPITAZIONE MEDIA ESTATE

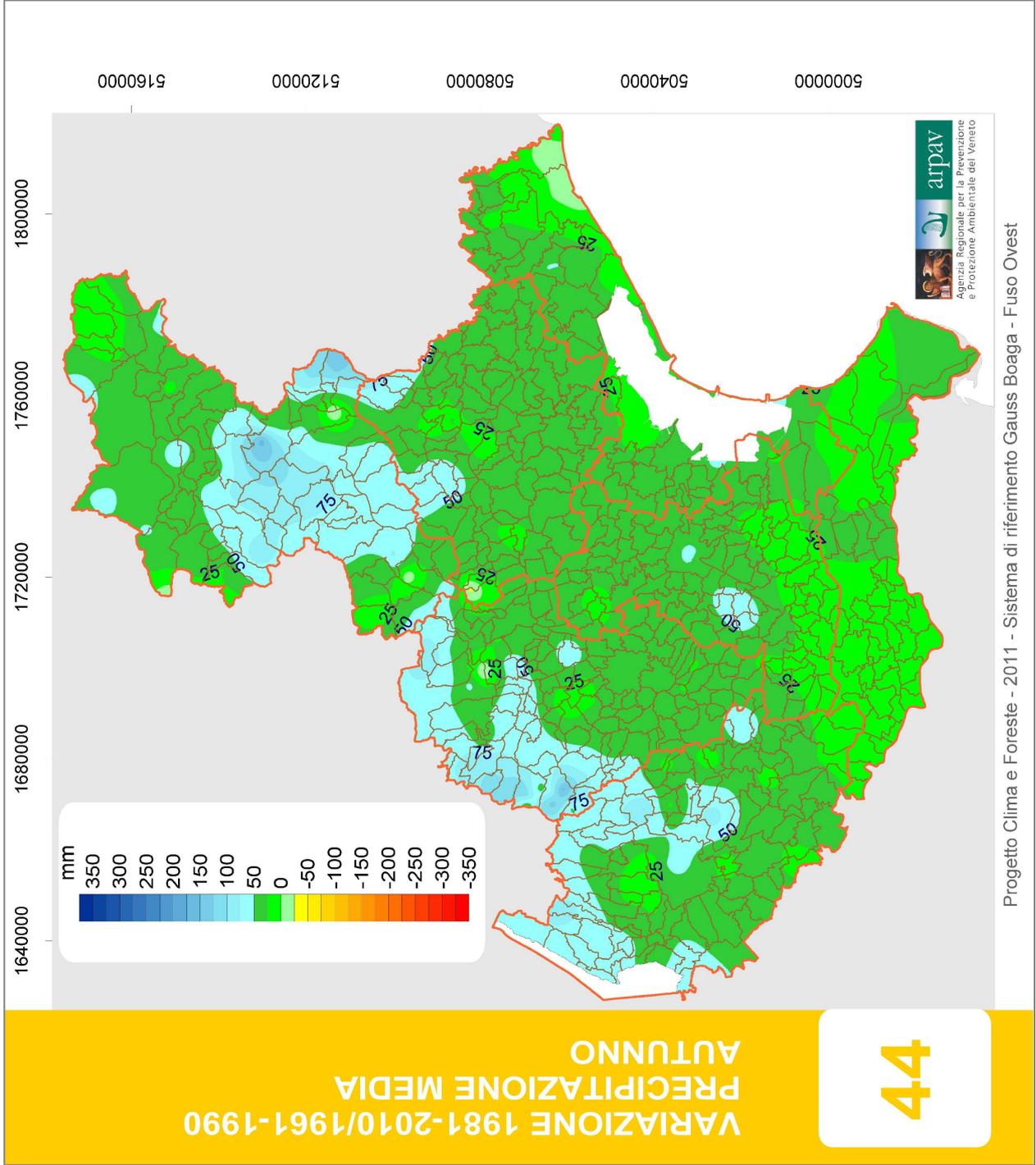
43

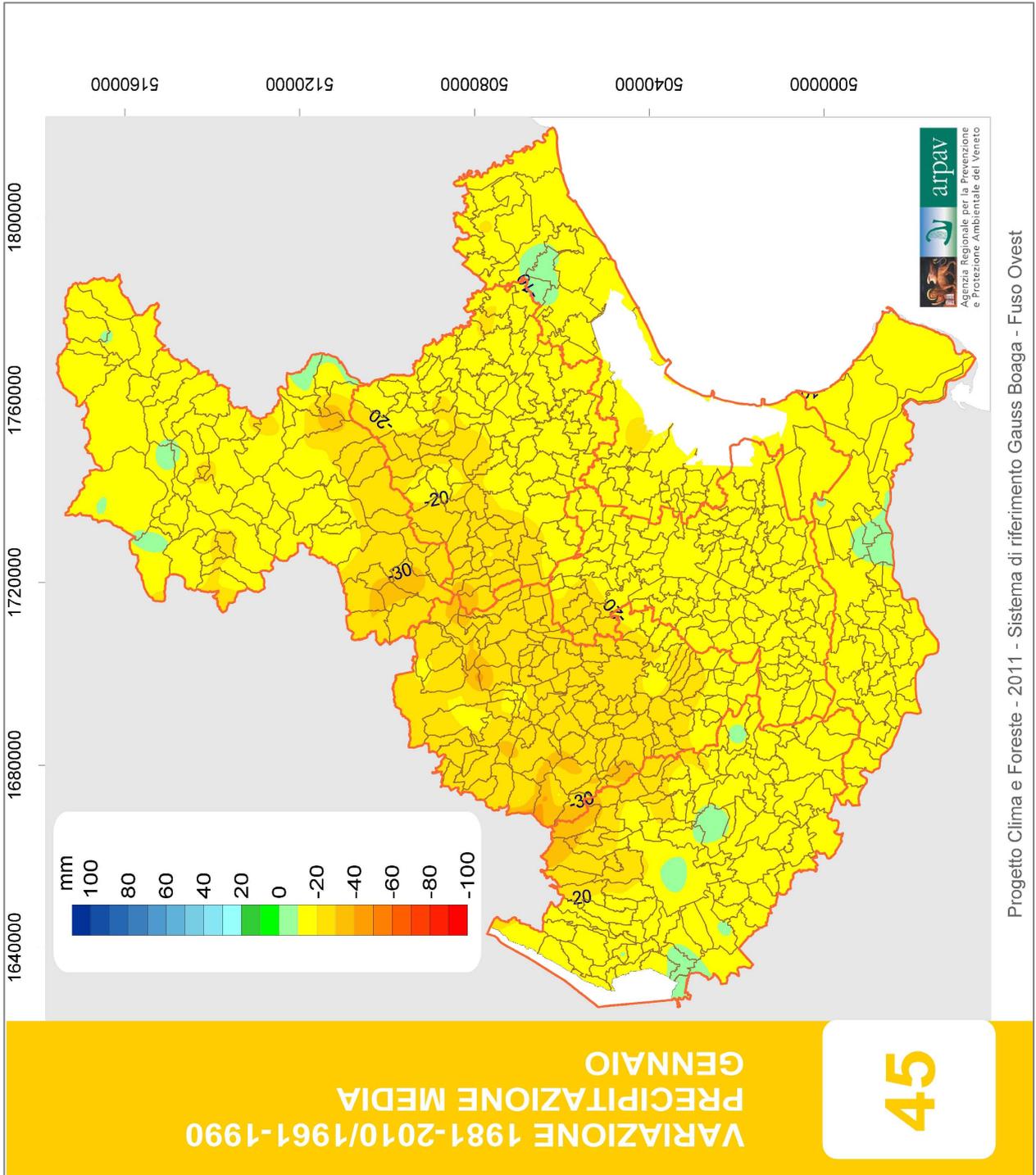


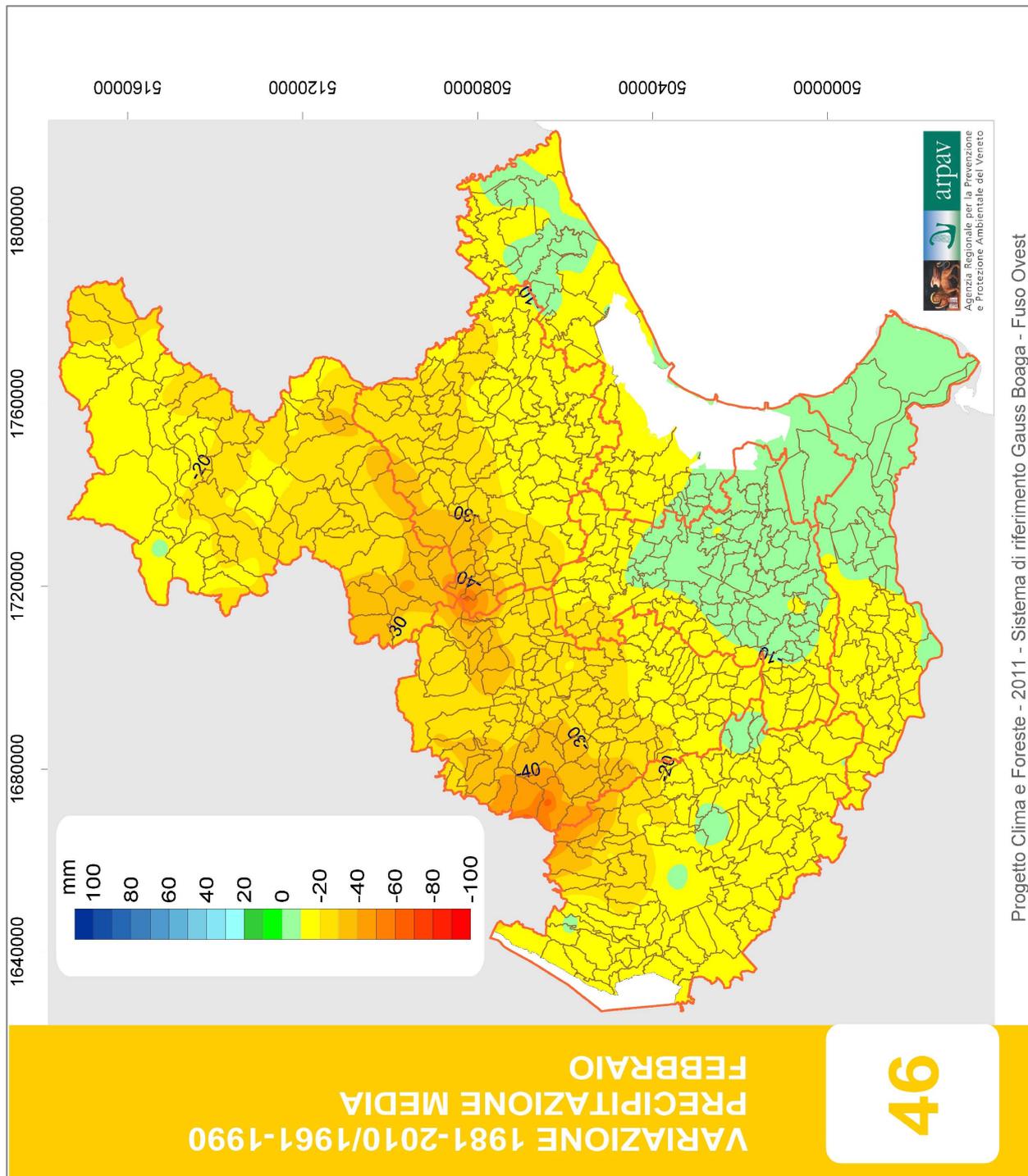
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
AUTUNNO

44





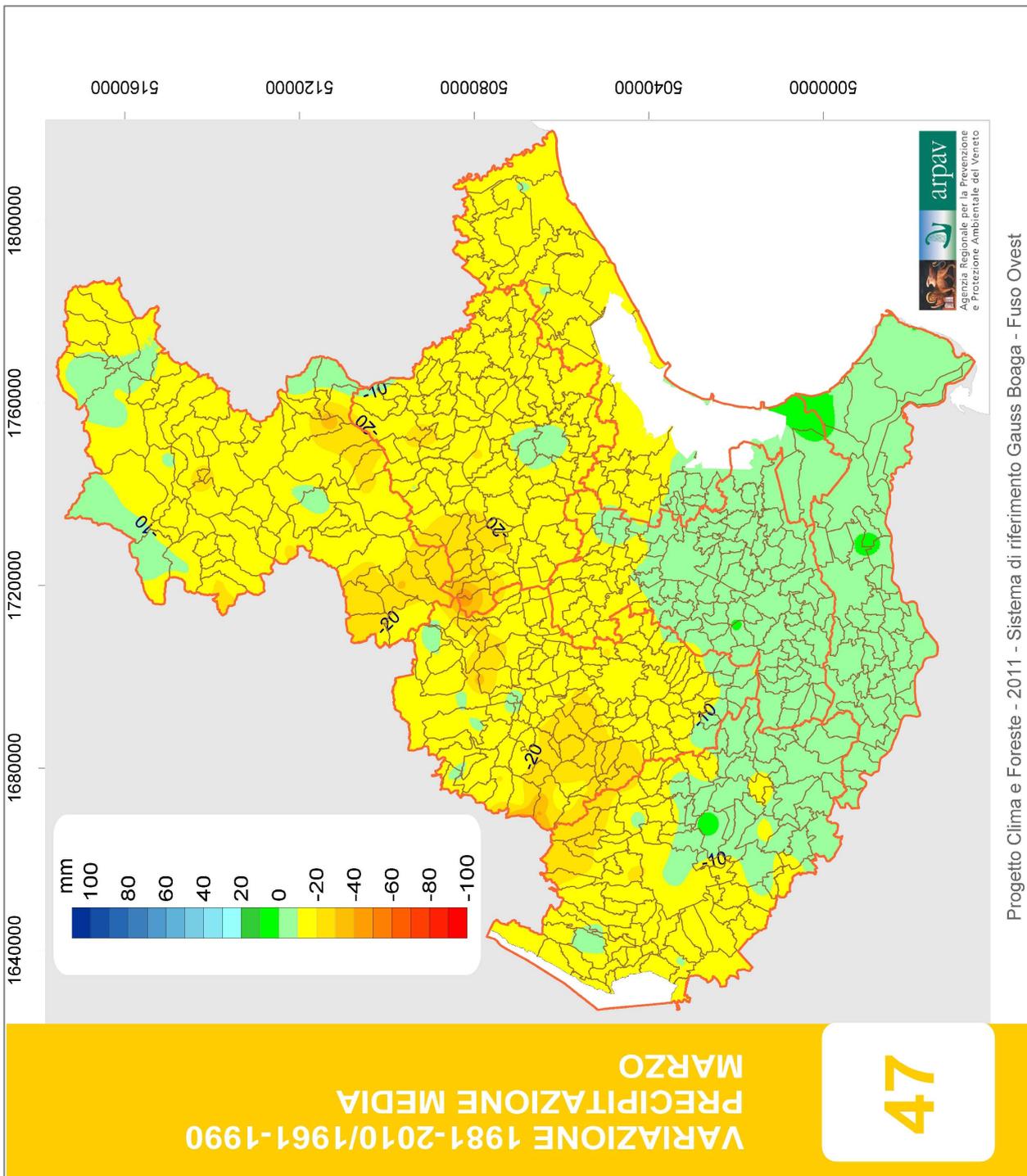


Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

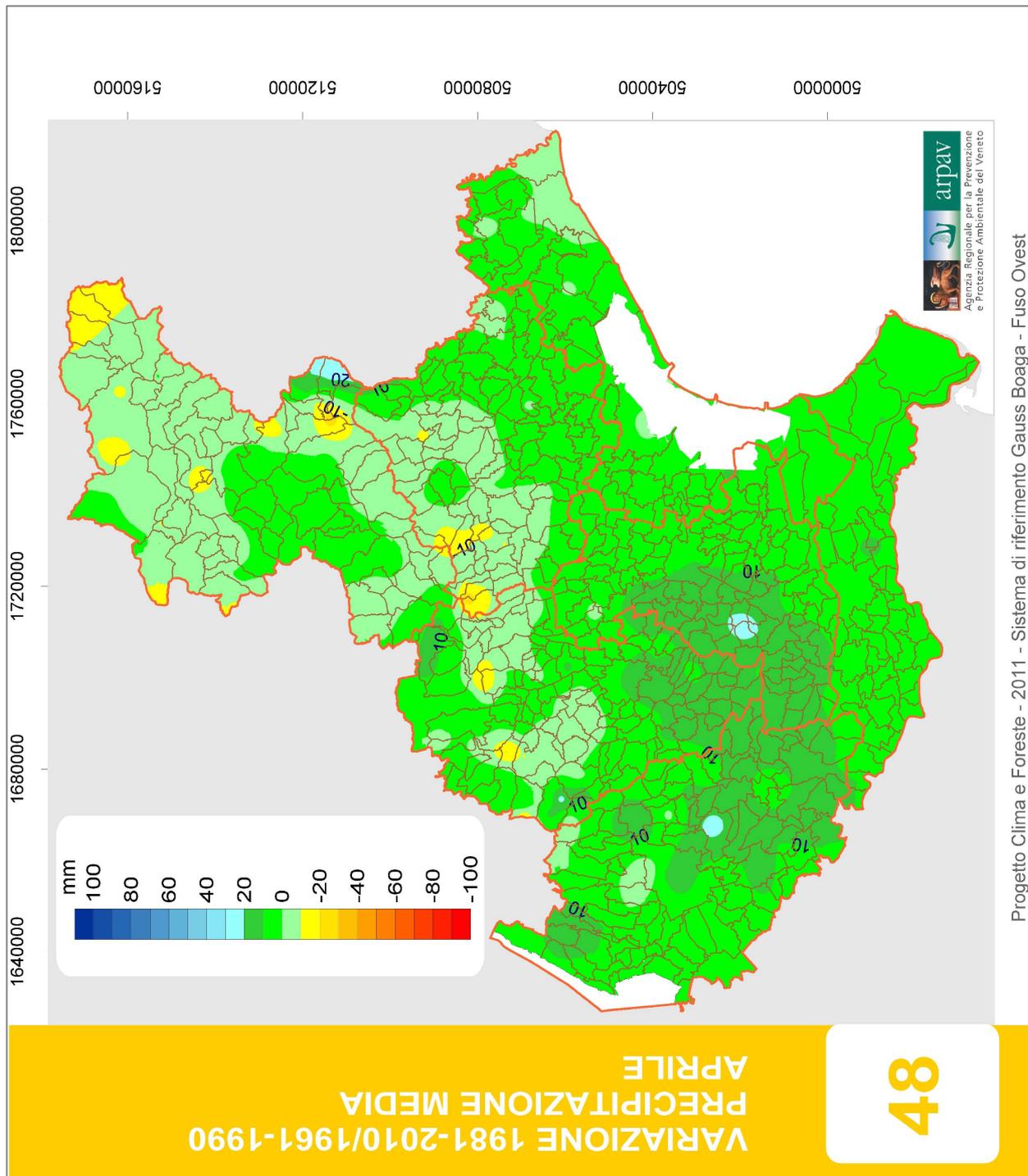
46

VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
MARZO

47



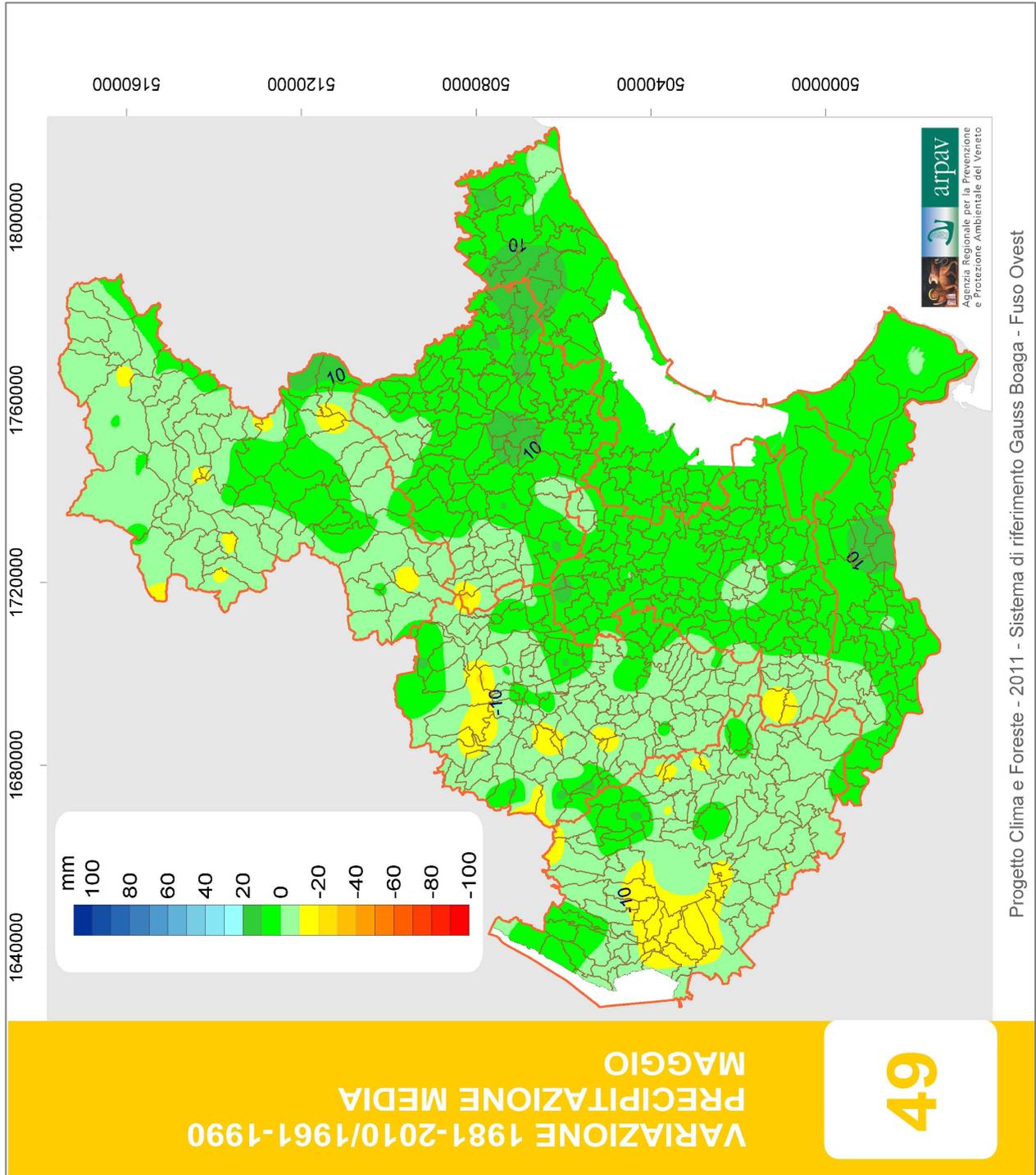
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

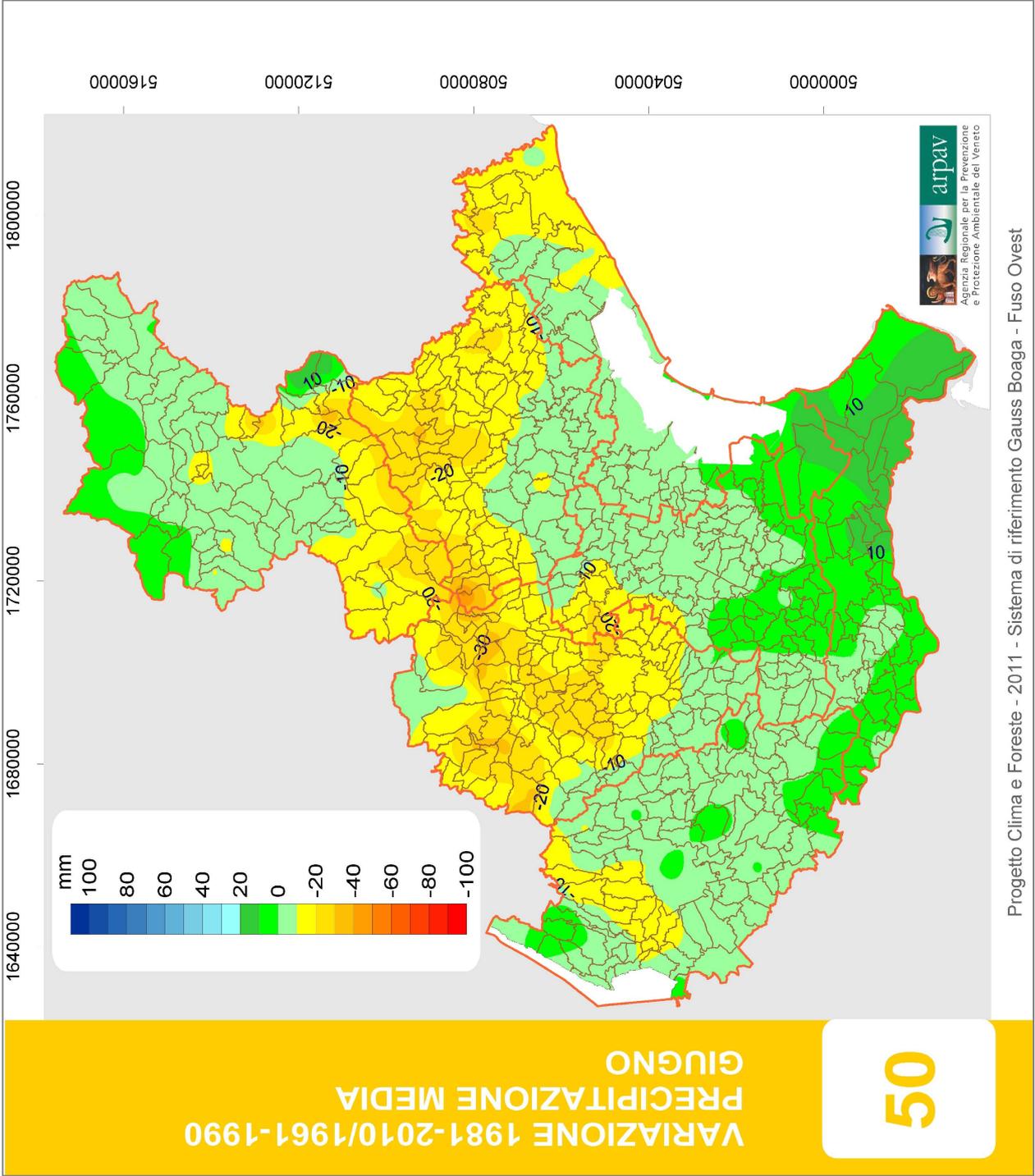


Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
MAGGIO**

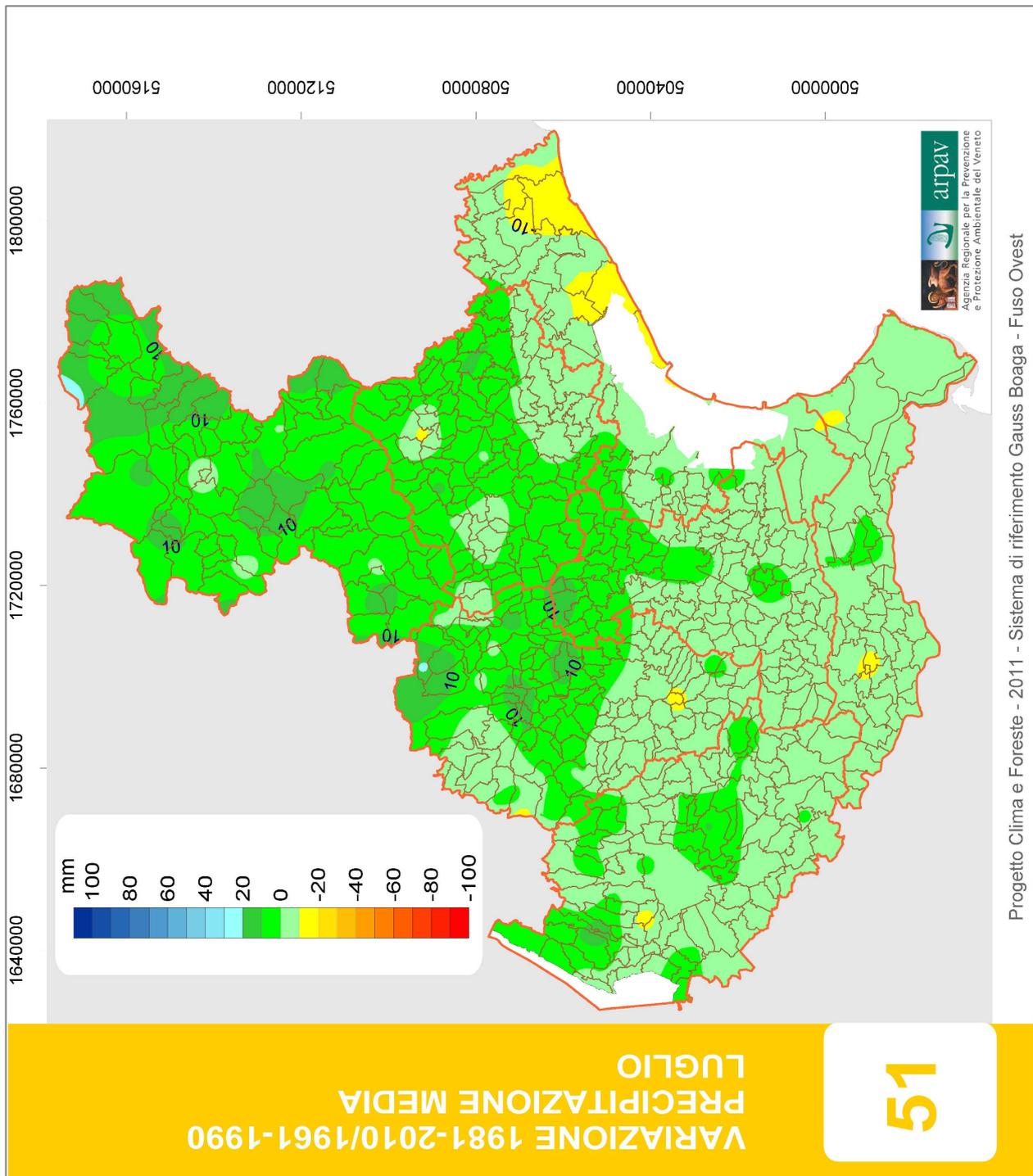
49



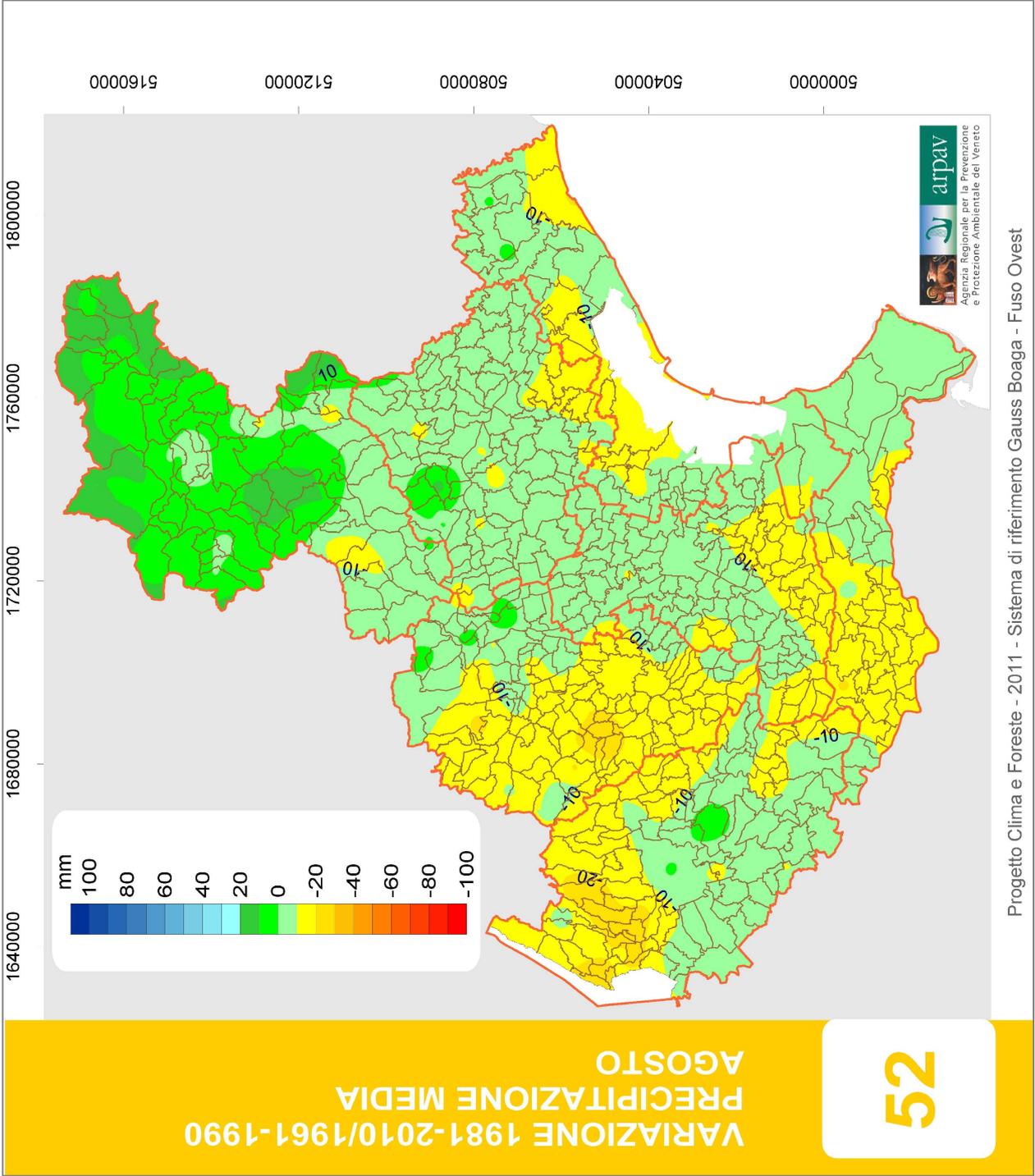


**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
LUGLIO**

51



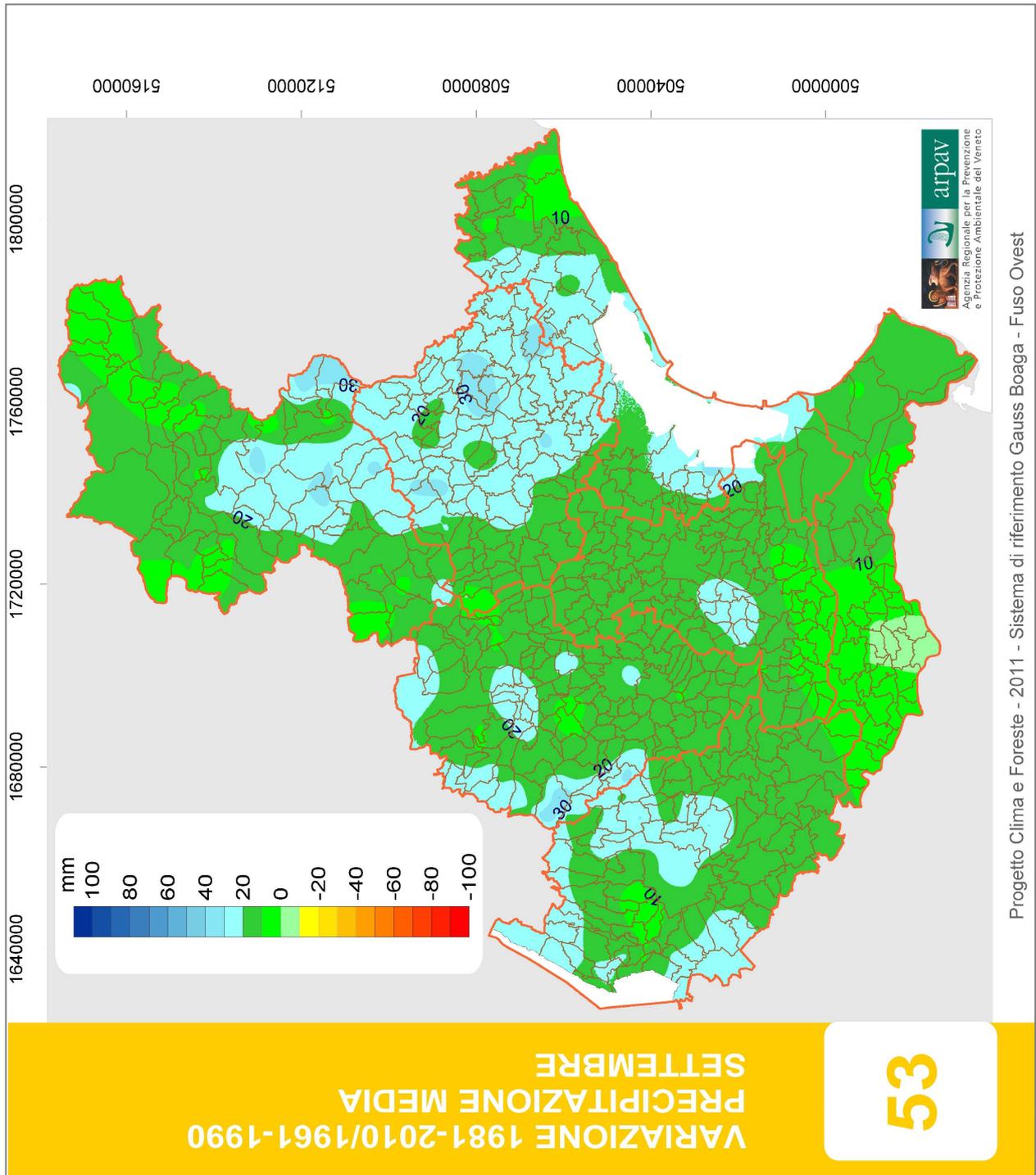
Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
SETTEMBRE**

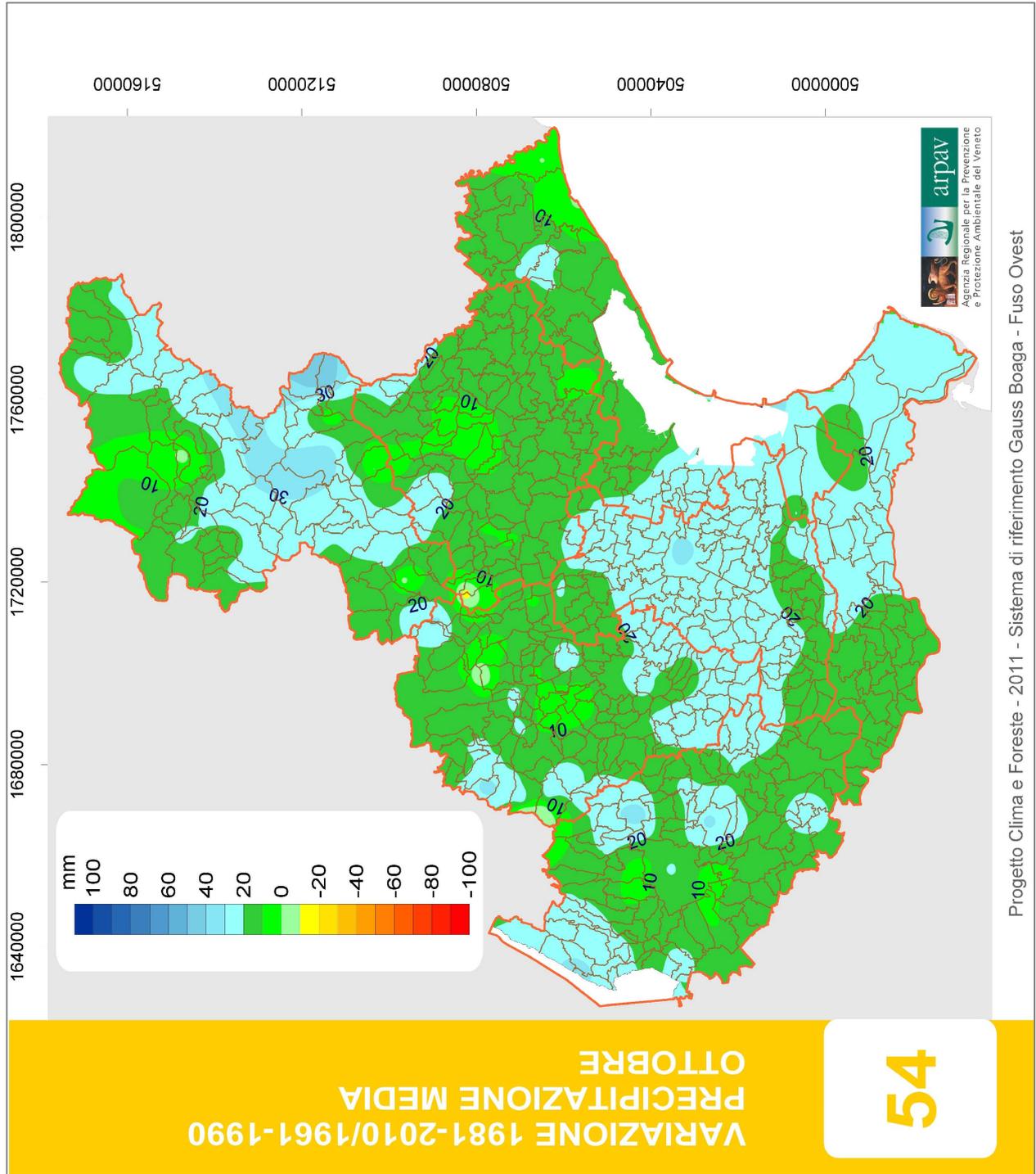
53



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
OTTOBRE

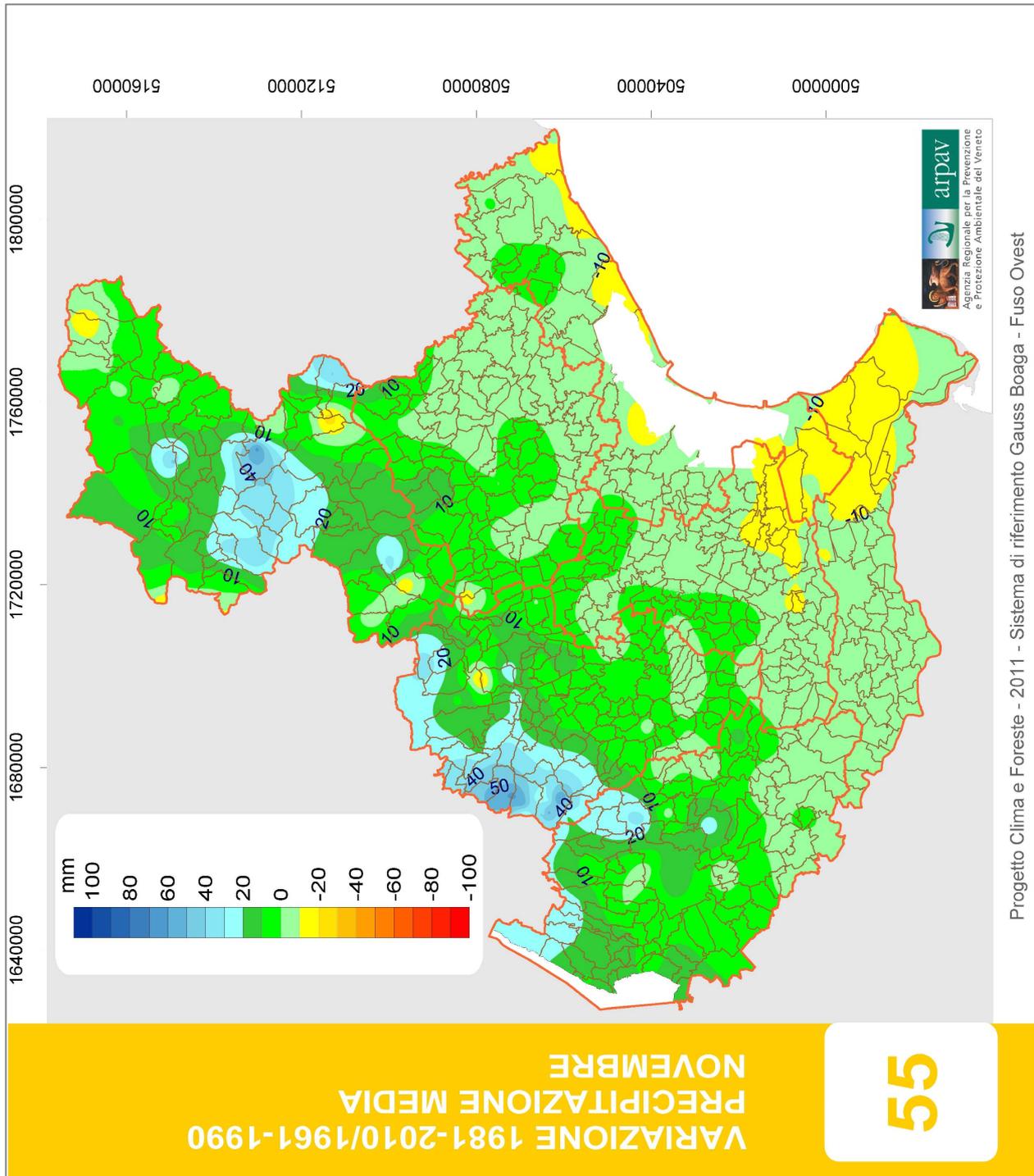
54



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest

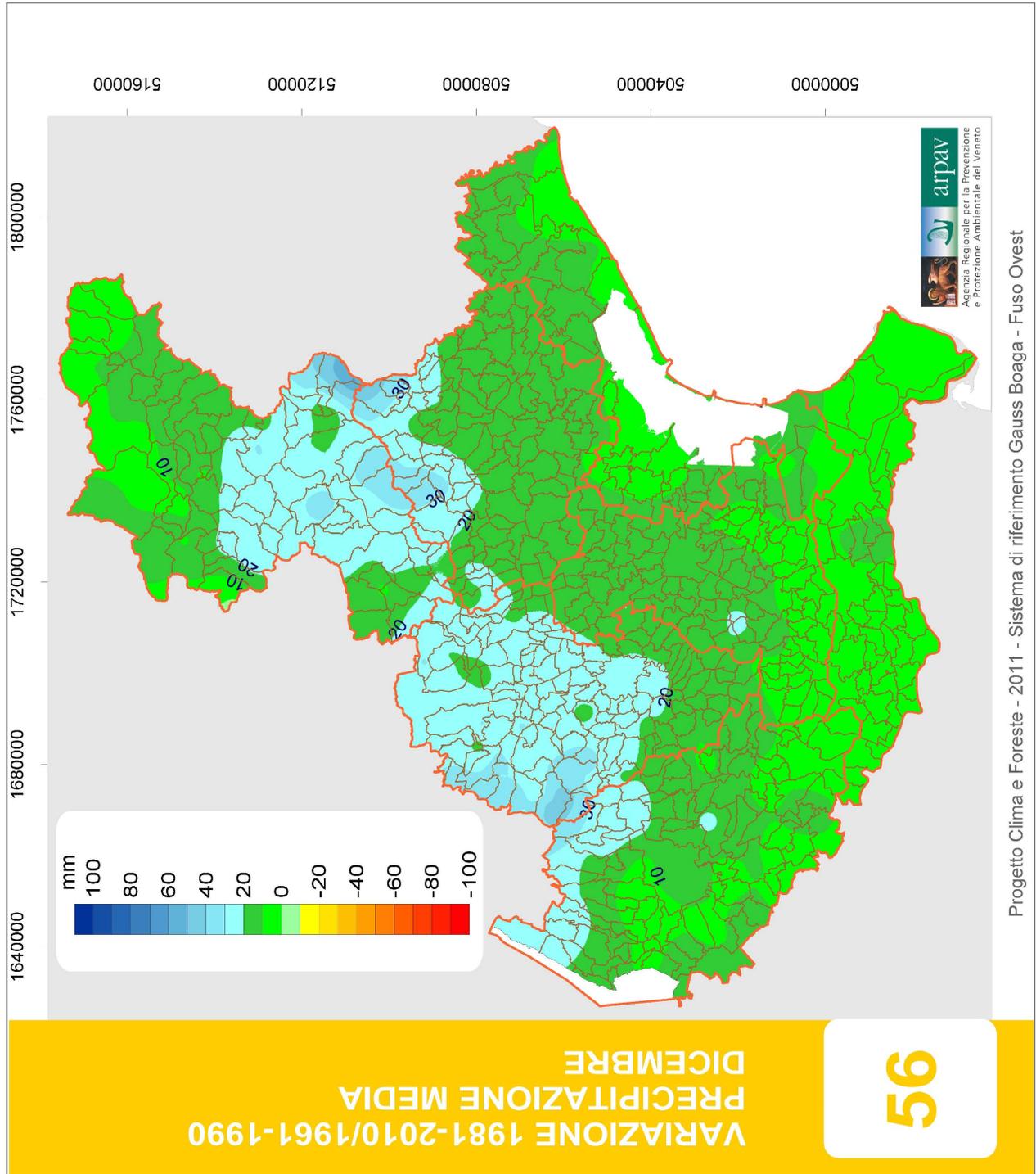
**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
NOVEMBRE**

55



**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRECIPITAZIONE MEDIA
DICEMBRE**

56





3.3 Le precipitazioni sul Veneto - Valori annuali

Adriano Barbi, Federica Checchetto, Irene Delillo, Francesco Rech

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)

ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



La **precipitazione media annua** viene rappresentata mediante carte delle isoiete: per il trentennio 1961-1990 - **Carta 1**, per il trentennio 1981-2010 - **Carta 18** e per il sessantennio 1951-2010 - **Carta 35**.

In generale la precipitazione media annua, considerando l'intero periodo di osservazioni 1950-2010, varia dai circa 670 mm riscontrabili nella parte più meridionale della Regione Veneto (Provincia di Rovigo) fino ad oltre 2030 mm nella zona di Recoaro (alta valle dell'Agno nelle Prealpi vicentine).

L'andamento delle precipitazioni medie annuali si può ritenere crescente da sud a nord, almeno fino al primo ostacolo orografico costituito dalla fascia prealpina; nella pianura, infatti, via via che ci si sposta verso nord, si passa dai circa 700 mm medi annui di Rovigo fino ai 1200 mm di Bassano del Grappa, nella pedemontana vicentina o ai 1450 mm di Valdobbiadene, a ridosso delle Prealpi trevigiane.

Alla relativa uniformità della pianura, si contrappone una notevole variabilità riscontrabile nella fascia pedemontana e nell'area montana.

Il grafico sotto riportato (**Fig. 7**) fornisce un'idea della variazione della piovosità muovendosi da ovest verso est lungo la fascia pedemontana; seppur in modo non omogeneo, è abbastanza evidente l'incremento delle precipitazioni verso oriente.

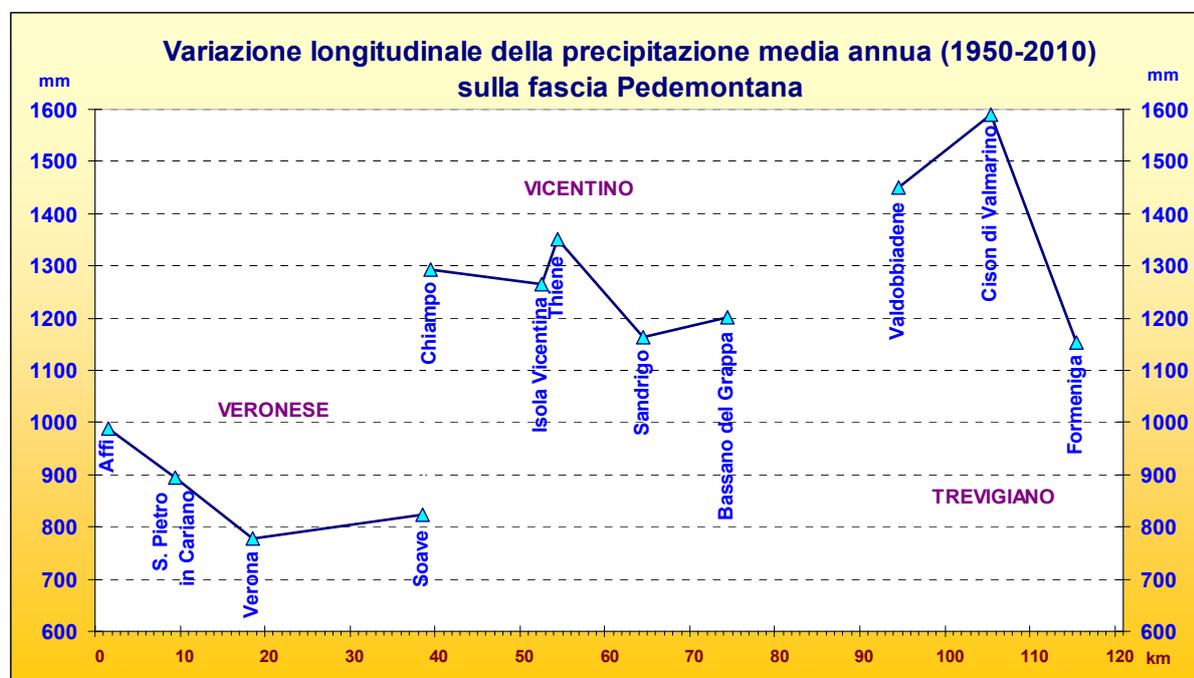


Fig. 7 – Variazione longitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) sulla fascia pedemontana.

È ancora più evidente, però, l'effetto sulle precipitazioni imputabile ai rilievi delle Prealpi.

Il primo caso che viene analizzato (**Fig.8**) riguarda l'incremento di piovosità media annua riscontrabile lungo una direttrice sud-est nord-ovest, tra Chioggia (VE) e Recoaro Terme (VI), con apporti che variano dai 730 mm ai 2037 mm su una distanza di circa 105 km. In particolare, tra Isola Vicentina e Valdagno gli apporti medi annui variano dai 1260 mm ai 1550 mm in 11 km, mentre tra quest'ultima località e Recoaro, su una distanza di 9 km, aumentano con un gradiente di circa 52 mm per km.

Il dislivello altitudinale su tale direttrice è modesto (**Fig.9**), passando dal livello del mare ai 445 m di Recoaro, ma va considerato che le valli dell'Agno e del Chiampo si aprono verso la pianura formando un ampio imbuto rivolto a sud-est e si restringono verso nord-ovest terminando bruscamente contro l'imponente gruppo del Carega che funge da efficace sbarramento.

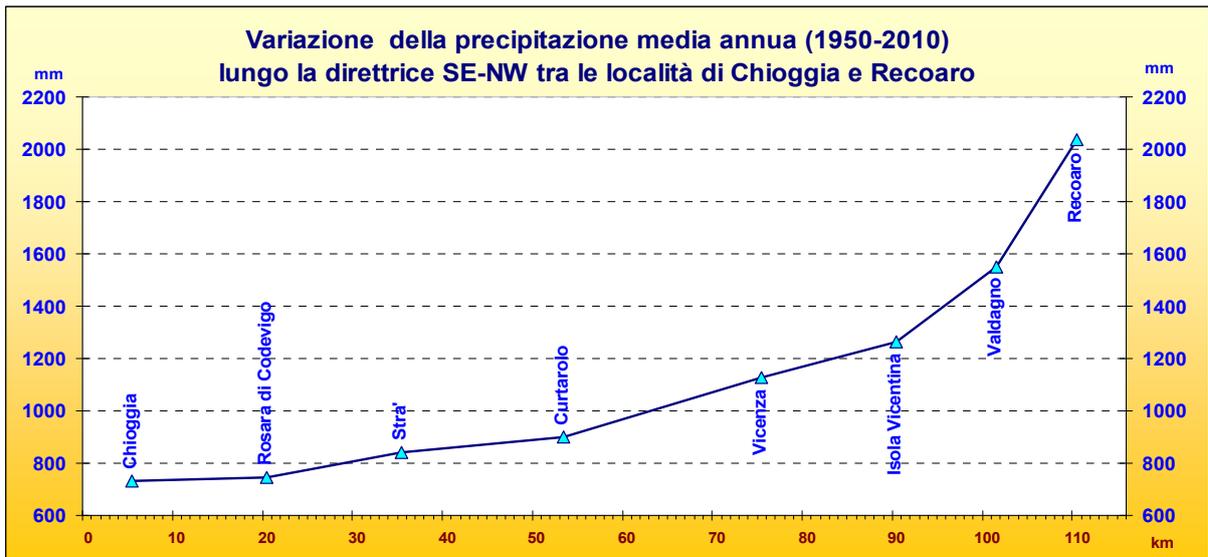


Fig.8 – Variazione della precipitazione media annua (1950-2010) lungo la direttrice SE-NW tra le località di Chioggia e Recoaro.

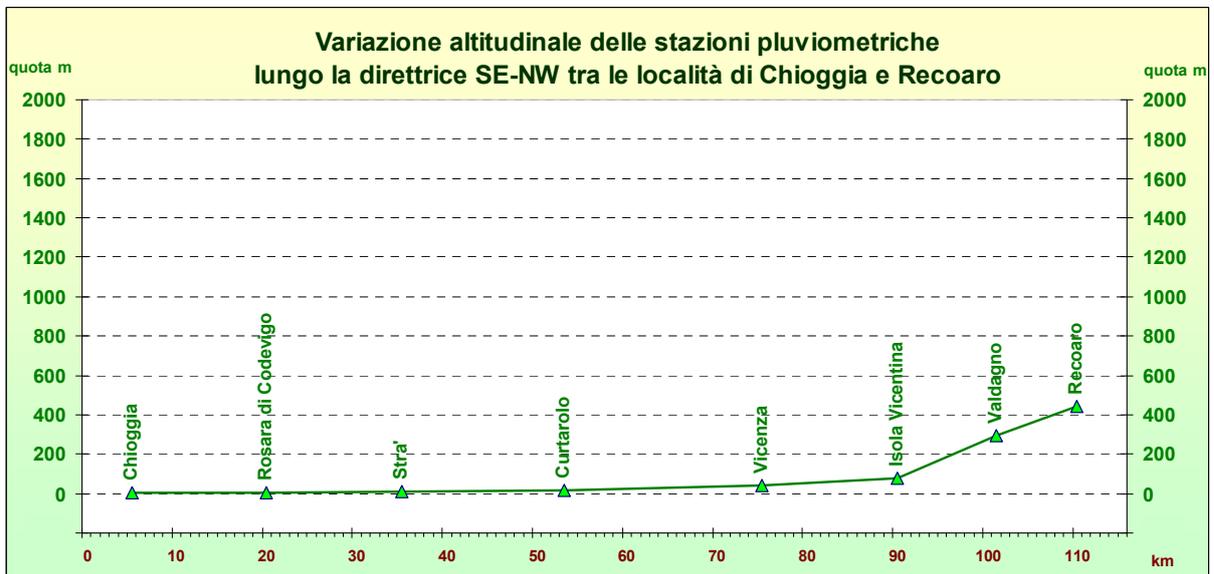


Fig.9 – Variazione altitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) lungo la direttrice SE-NW tra le località di Chioggia e Recoaro.

I successivi grafici considerano la variazione di piovosità lungo due direttrici sud nord passanti, una per il Monte Grappa e l'altra per il bellunese orientale.

Nel primo caso (**Fig.10** e **Fig.11**), è evidente l'incremento di piovosità media annua tra Curtarolo (alta Provincia di Padova) e Cornuda (pedemontana trevigiana) con un gradiente longitudinale di 10-15 mm per km. Tra quest'ultima località e la cima del Monte Grappa, gli apporti annuali variano da 1310 mm a 1610 mm con un gradiente di 80 mm per km. In questo caso, anche il dislivello tra le due località, pari a 1500 m, è altrettanto brusco.

Si osservi come, lungo la valle a nord del Monte Grappa (valle dello Stizzon), la diminuzione della piovosità sia estremamente contenuta fino alla stazione di Seren del Grappa (BL), con apporti medi di 1560 mm. Proseguendo verso il centro della Val Belluna, a Pedavena, la diminuzione degli apporti medi annuali diventa più sensibile portandosi sui 1430 mm.

Ancora più a nord incontrando i primi gruppi dolomitici a partire dalla Schiara e dal gruppo del Feruch - Monti del Sole; qui le stazioni di La Guardia e Gosaldo segnalano un secondo incremento delle precipitazioni annuali su valori (1600 mm)

non dissimili da quelli rilevati a Cima Grappa. Gli apporti annuali in questa zona sono tutt'altro che omogenei e risultano indubbiamente assai condizionati dai fattori orografici locali. Nell'Agordino centrale e settentrionale sembra evidente una decisa diminuzione degli apporti annuali verso nord, infatti si passa dai 1380 mm di Agordo ai 1020 mm di Caprile. Verso gli estremi limiti settentrionali della montagna veneta, su stazioni ormai a quote decisamente elevate o sui passi dolomitici si riscontrano infine segnali di relativo incremento della precipitazione annua (es. 1100 mm ad Arabba o 1200 mm sul Passo Falzarego) forse a causa del sommarsi degli effetti di perturbazioni provenienti dall'Europa centrale che raggiungono, seppur marginalmente, quest'area endalpica.

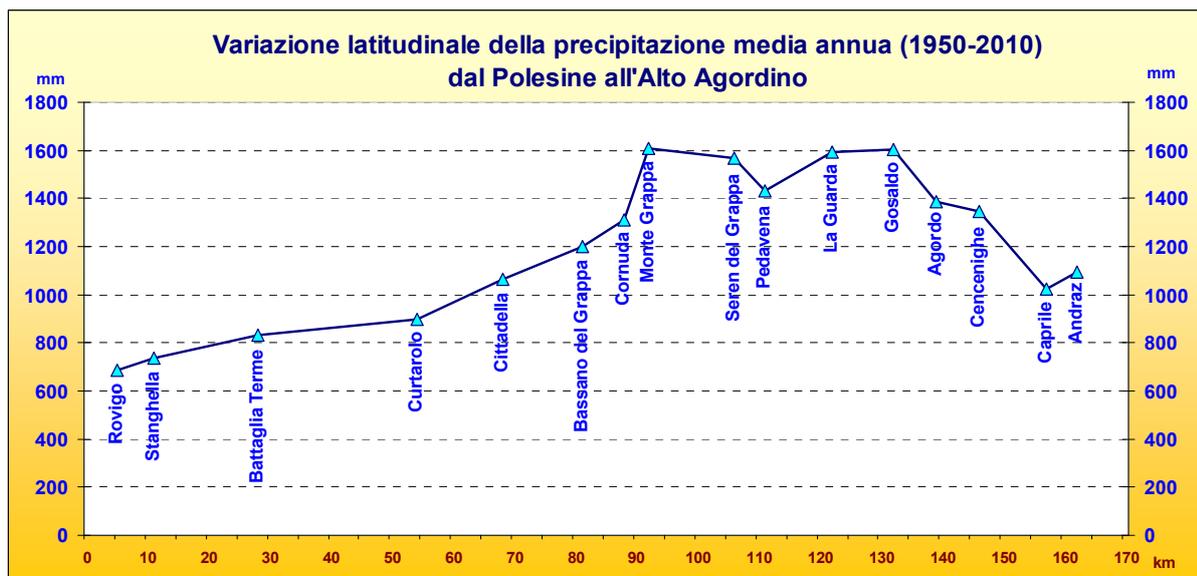


Fig.10 – Variazione latitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) dal Polesine all'alto Agordino.

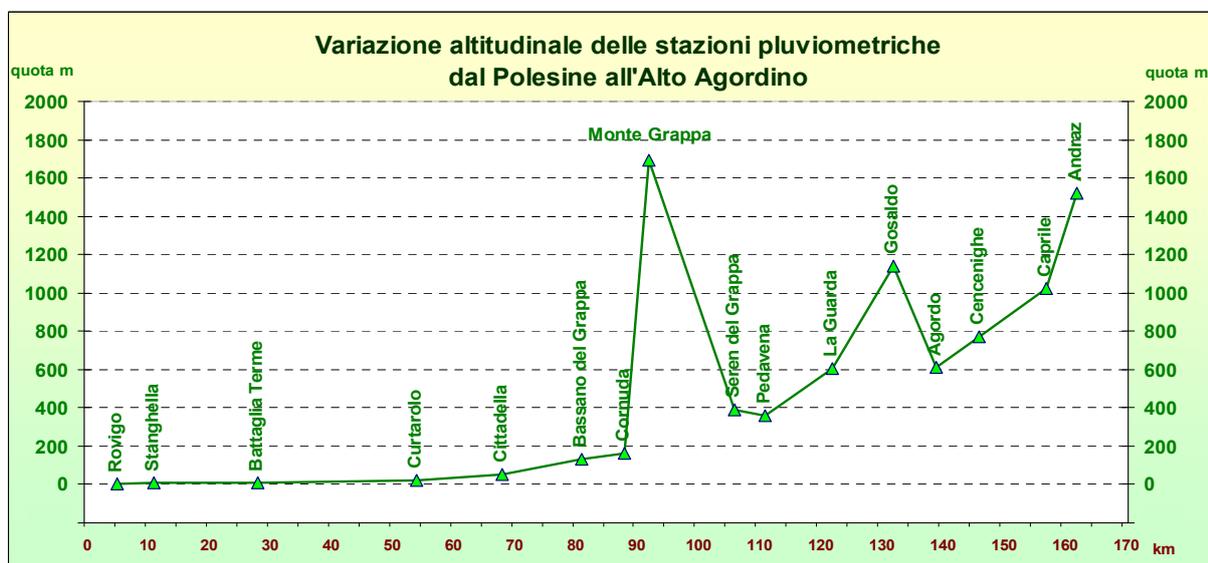


Fig.11 – Variazione altitudinale delle stazioni pluviometriche dal Polesine all'alto Agordino.

Nel secondo caso sotto riportato (**Fig. 12** e **Fig. 13**), l'andamento latitudinale della precipitazione media annuali è simile al precedente, passando dai 718 mm di Cavanella Motte nel basso veneziano ai 1173 mm di Nervesa della Battaglia nella pedemontana trevigiana, con un gradiente di circa 6 mm per km.

A nord di questa località, per effetto delle Prealpi ed in particolare della dorsale Monte Cesen (1570 m) Monte Visentin (1768 m), si assiste ad un rapido incremento della piovosità che in 17 km arriva ai 1590 mm di Cison di Valmarino (TV) con un

gradiente di circa 24 mm per km. Tale tendenza permane oltre la linea displuviata e a Sant'Antonio di Tortal (BL), sul versante settentrionale della dorsale prealpina, la precipitazione annua risulta aumentata a 1675 mm con un gradiente di 11 mm per km. Nel valutare il profilo altitudinale si consideri che tra queste due stazioni si interpone una dorsale che raggiunge i 1300-1600 m di quota.

Anche in questo caso nell'area centrale della Val Belluna si assiste ad un decremento della piovosità abbastanza marcato ed in effetti a Belluno cadono mediamente 1320 mm annui, con un successivo incremento alle pendici dei gruppi Alpini sia nell'Alpago dove la stazione di Chies rileva 1420 mm che nel Longaronese dove la stazione di Fortogna rileva 1530 mm annui. Procedendo verso nord, seppur irregolarmente, si assiste ad una diminuzione della piovosità che raggiunge i valori minimi nelle stazioni di S. Stefano di Cadore e di Dosoledo con circa 1120 mm, ma anche di Lorenzago con circa 1110 mm medi annui.

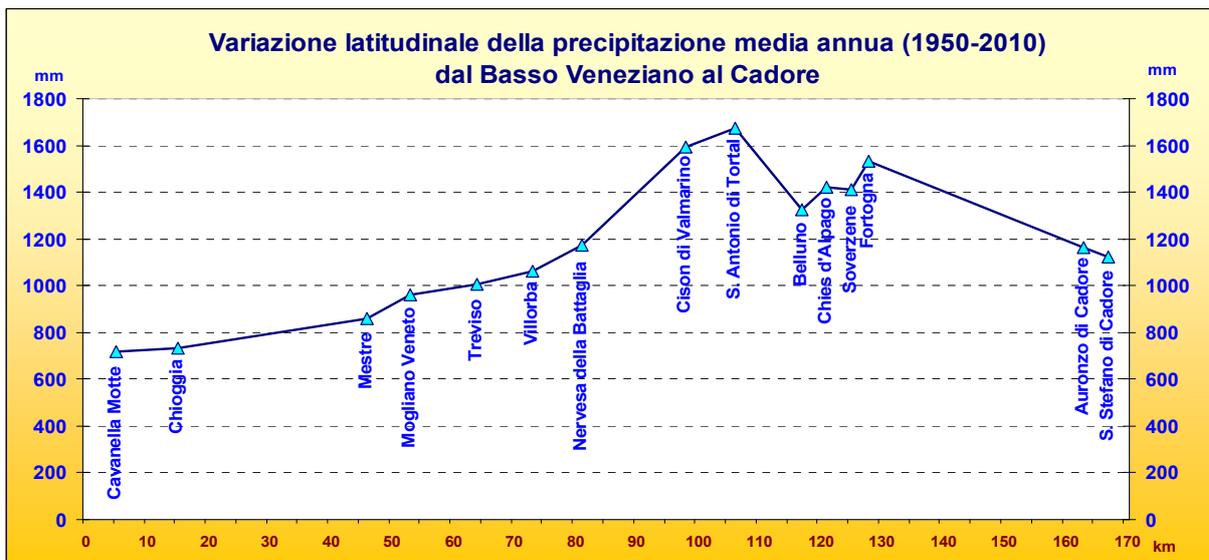


Fig.12 – Variazione latitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) dal Basso Veneziano al Cadore.

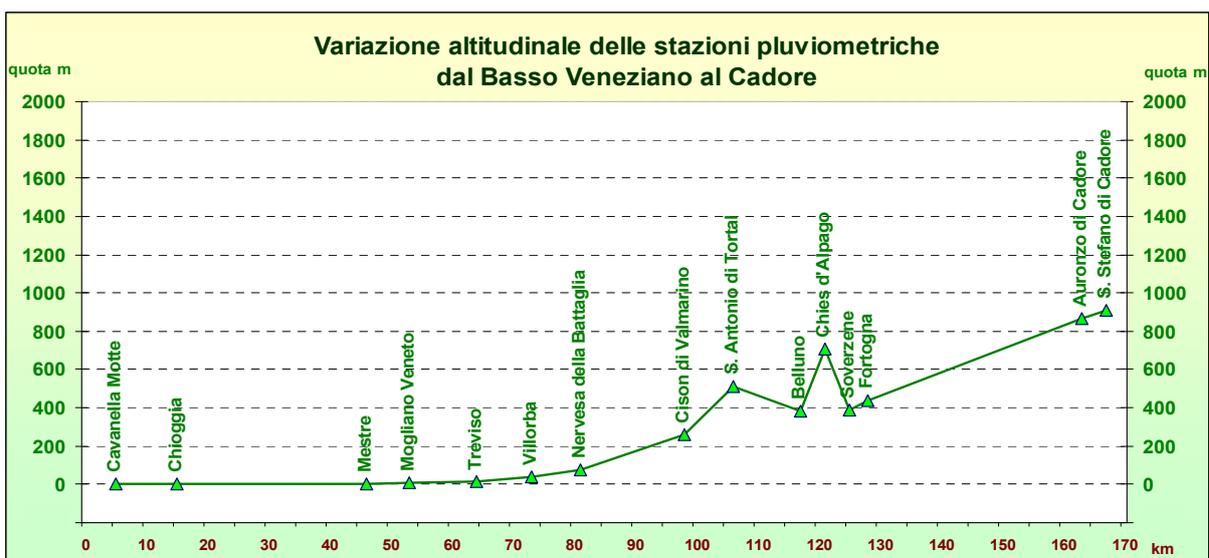


Fig.13 – Variazione altitudinale delle stazioni pluviometriche dal Basso Veneziano al Cadore.

Pure nel Bellunese orientale si nota un relativo aumento della piovosità spostandosi verso i passi dolomitici in prossimità dei confini regionali e, per esempio, a Passo Monte Croce Comelico cadono mediamente 1170 mm annui. Si osservi che a Sappada, nel Comelico Superiore, in un tratto di valle ad orientamento est ovest

vicino al confine con il Friuli Venezia Giulia, la piovosità media annua risulta di ben 1360 mm.

A livello provinciale il territorio di pianura che manifesta la maggior uniformità è quello della provincia di **Rovigo**, dove i valori pluviometrici totali annui si attestano mediamente intorno ai 700 mm (**Fig. 14**).

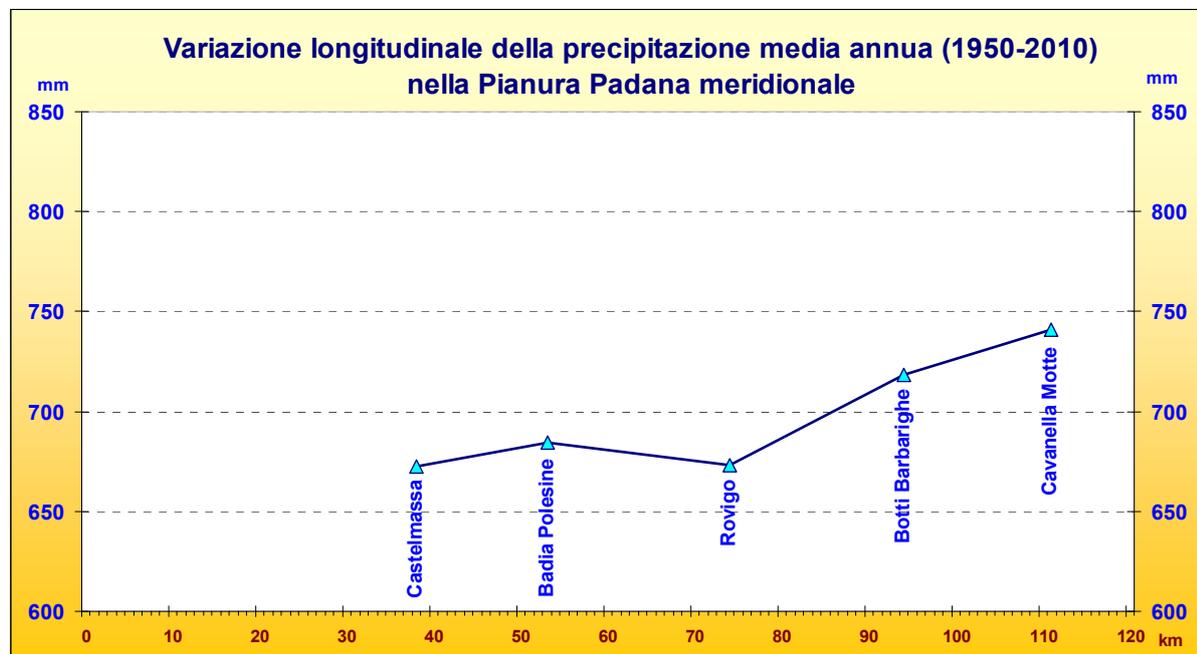


Fig.14 – Variazione longitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) nella Pianura Padana meridionale.

Seppur leggermente più disomogeneo, anche in provincia di **Venezia**, l'andamento spaziale della precipitazione media annua si può considerare abbastanza uniforme con valori intorno ai 700-800 mm nella parte più meridionale (nella zona di Cona-Cavarzere-Chioggia) e con massimi prossimi ai 1000 mm nella parte più nord-orientale della Provincia (zona del Portogruarese).

Nelle altre Province l'andamento crescente verso nord della piovosità appare più evidente a causa della loro maggior vicinanza con la barriera prealpina. Nella pianura della Provincia di **Verona** (**Fig. 15** e **Fig. 16**) la precipitazione annua assume un andamento lievemente crescente procedendo verso Nord passando dai 700-800 mm, riscontrabili nella zone più meridionali, ai 900 mm circa della fascia pedemontana, mentre nella zona collinare e montana l'incremento della piovosità verso nord è più evidente arrivando fino a valori anche superiori ai 1500 mm nella Lessinia nord-orientale. A Villafranca Veronese, poco a sud di Verona, il valore medio annuo di precipitazione risulta prossimo agli 800 mm, nel settore meridionale della Provincia a Torretta Veneta, in Comune di Legnago la piovosità media annua è di 713 mm mentre a S. Anna d'Alfaedo (Lessinia occidentale) è di 1254 mm.

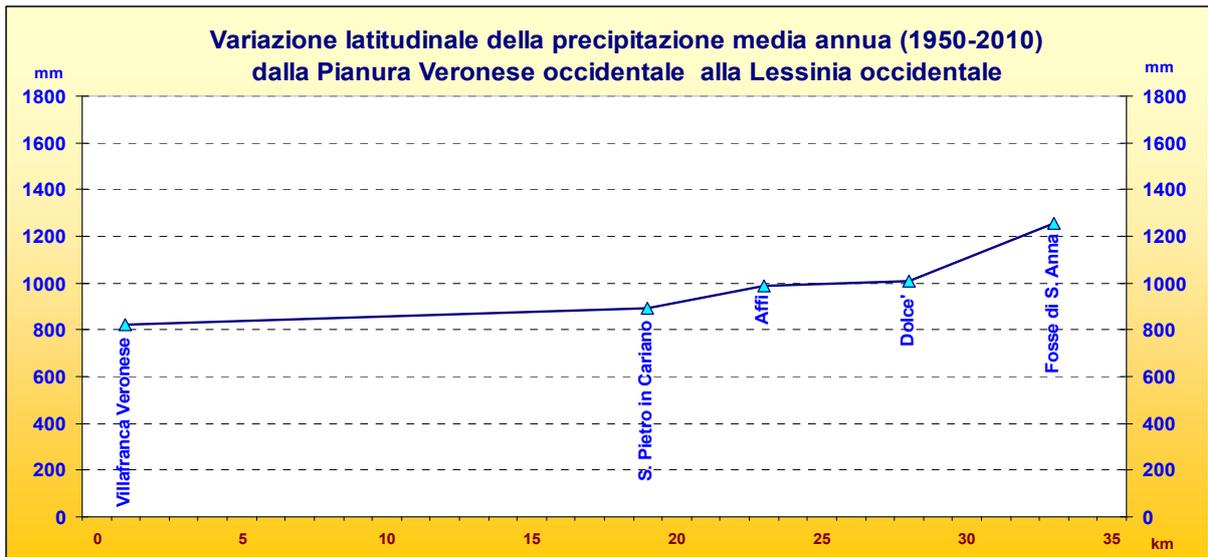


Fig. 15 - Variazione latitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) dalla pianura veronese occidentale alla Lessinia occidentale

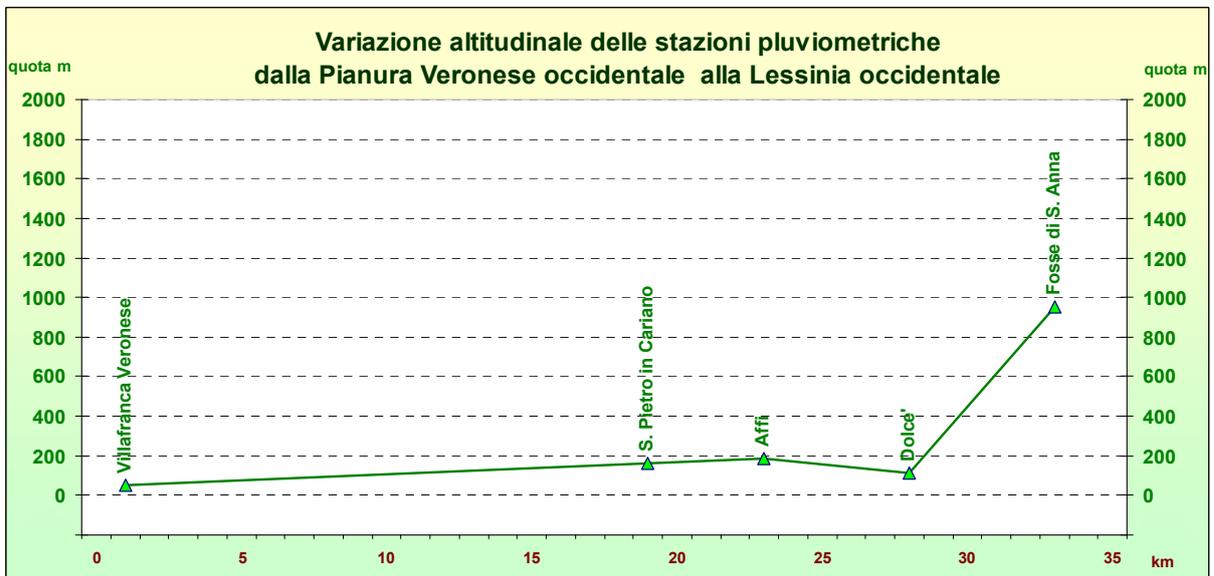


Fig. 16 - Variazione altitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) dalla pianura veronese occidentale alla Lessinia occidentale

Anche in Provincia di **Padova** (**Fig. 17**) la zona meno piovosa si colloca nella parte più meridionale (a sud dei Colli Euganei) dove la precipitazione media annua si attesta tra 700 e 800 mm circa; nell'alta padovana si registrano, invece, i valori pluviometrici più elevati che raggiungono mediamente i 1000-1100 mm. Nella parte centrale della Provincia, ove si colloca anche il capoluogo, la precipitazione media annua raggiunge valori di 800-900mm.

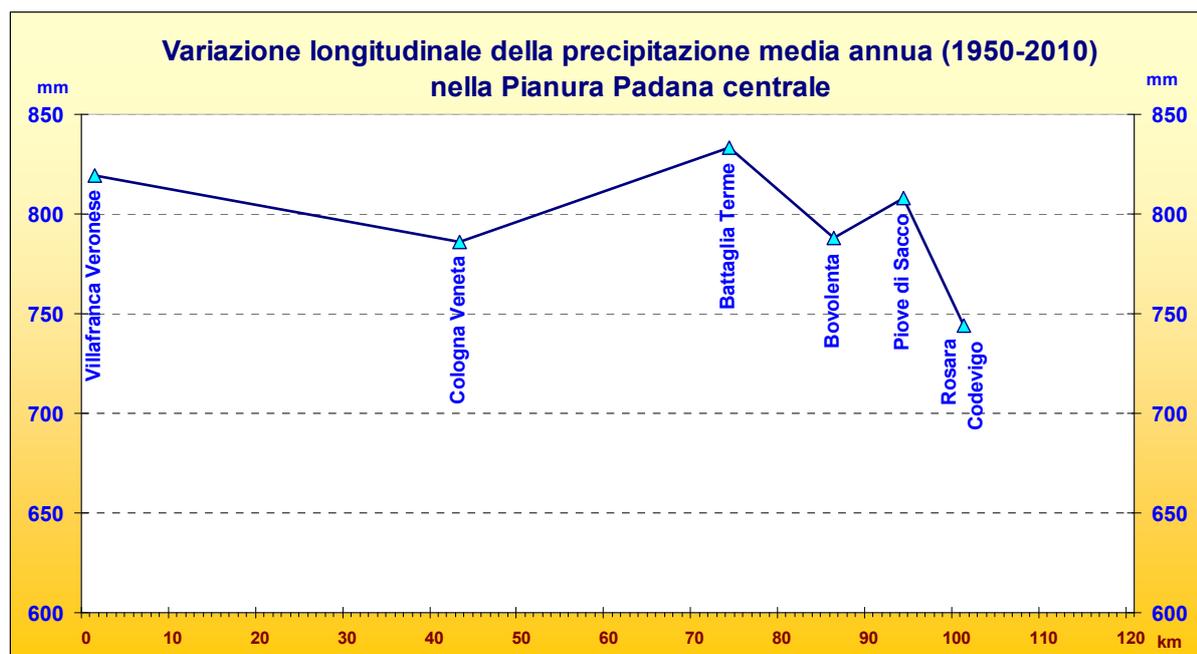


Fig. 17– Variazione longitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) nella Pianura Padana centrale.

Nelle Province di **Vicenza** e **Treviso** risulta ancor più evidente il forte gradiente di precipitazione tra le zone di pianura, a sud, e la fascia pedemontana/prealpina a nord. In Provincia di **Vicenza** si passa da 800-900 mm, mediamente registrati nella parte più meridionale, a sud dei Colli Berici, agli oltre 2000 mm del Recoarese; nella parte centrale della Provincia, così come nella città di Vicenza, la pluviometria annua registra valori intorno ai 1000-1200 mm, mentre verso la pedemontana e a ridosso delle Prealpi i valori crescono rapidamente raggiungendo i 1200-1500 mm. Anche in provincia di **Treviso** si passa dai 900-1100 mm nella parte centro-meridionale, ai 1100-1300 della fascia pedemontana, fino ai 1400-1600 mm delle zone più settentrionali alle pendici delle Prealpi ed in particolare dei massicci del Monte Grappa e della dorsale prealpina compresa tra il Monte Cesen e il Col Visentin.

Nella Provincia di **Belluno** (**Fig. 18** e **19**), interamente in territorio montano, prevalgono i fattori orografici che rendono la distribuzione delle precipitazioni complessa e diversificata a seconda dell'esposizione, dell'altitudine e della disposizione delle valli.

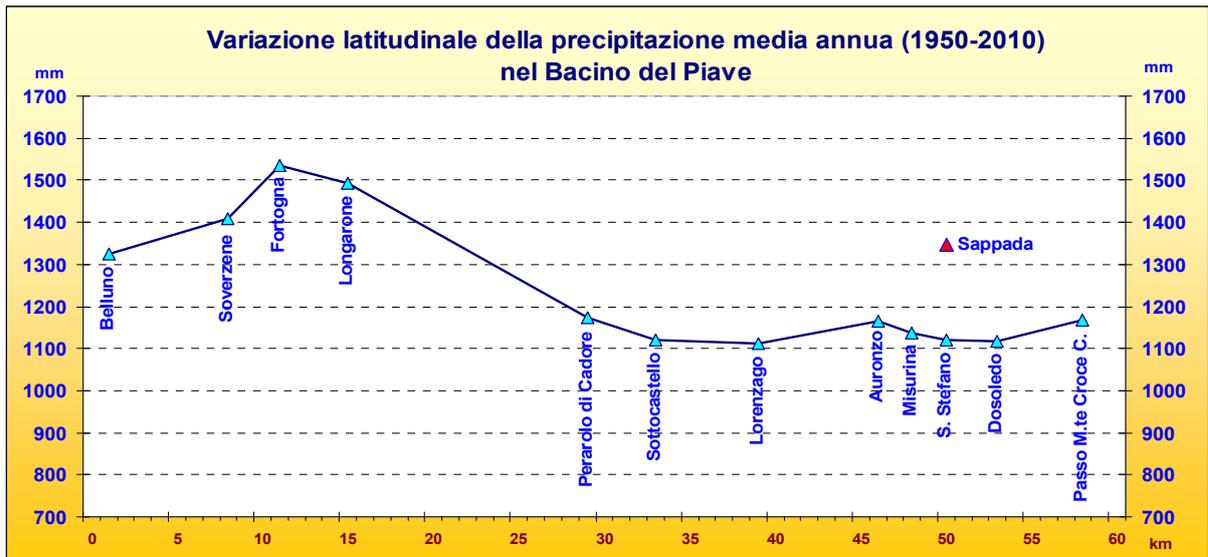


Fig. 18 – Variazione latitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) nel Bacino del Piave.

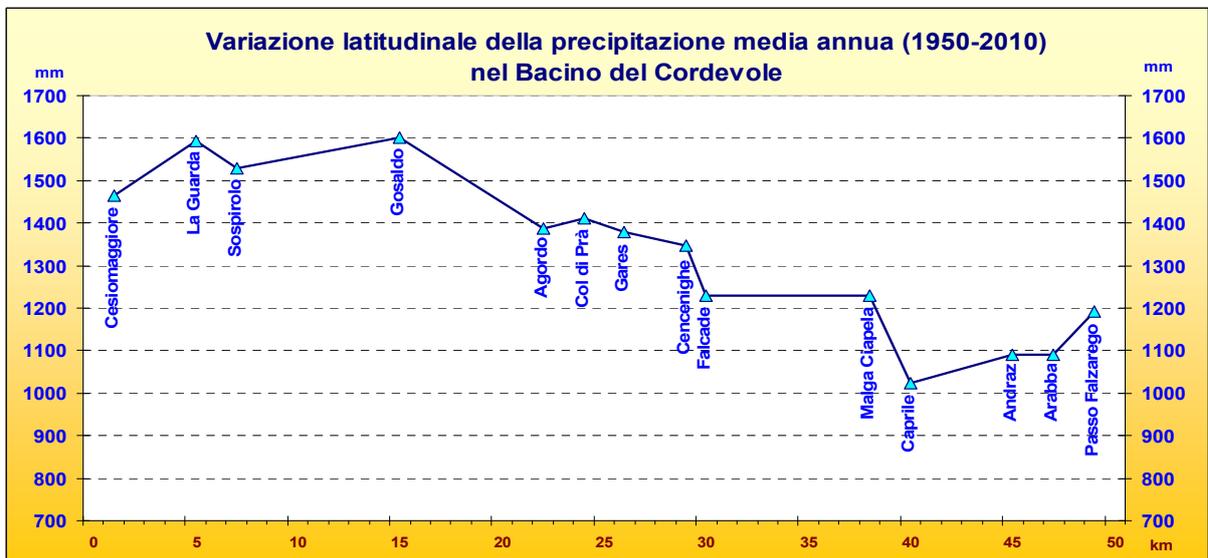


Fig. 19 – Variazione latitudinale della precipitazione media annua (1950-2010) nel Bacino del Cordevole.

Si nota comunque una certa decrescita dei valori pluviometrici annui procedendo verso nord, dalla zona prealpina, compresa tra il basso Feltrino, la Val Belluna e l'Alpago-Cansiglio, dove le precipitazioni annue raggiungono mediamente i 1300-1500 mm ma con punte localmente anche superiori specie in prossimità dei massici del Monte Grappa e del Cansiglio, e la zona dolomitica dove si raggiungono mediamente i 1000-1200 mm ma con locali punte superiori in particolare nel basso Agordino, nello Zoldano-Longarone e nel Comelico Superiore.

Andamento delle precipitazioni annuali nel periodo 1950-2010

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori di precipitazione annuale per tre macrozone della Regione Veneto, considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m. (pianura),
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m. (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi),
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Nei grafici (**Fig. 20**, **Fig. 21** e **Fig. 22**) sono state riportate: le precipitazioni annuali (istogrammi), la precipitazione annuale media del periodo 1950-2010 (retta tratteggiata rossa) e la media mobile su periodo di 5 anni (linea continua blu).

Osservando la media mobile risulta evidente che tra i primi anni '50 ed i primi anni '80 sono presenti due ampie oscillazioni attorno alla media del periodo, successivamente la media mobile permane stabilmente sotto la media 1950-2010 con oscillazioni limitate e, solo negli ultimi tre anni del periodo considerato (2008-2009-2010), la media mobile si riporta decisamente al di sopra della media del periodo.

Dal 1981 al 2010, in 30 anni, per la pianura veneta il valore medio 1950-2010, pari a 884 mm, viene superato 10 volte mentre nel trentennio precedente (1951-1980) si contavano 16 superamenti. I 10 superamenti dell'ultimo trentennio si collocano: 2 negli anni '80 (1984-1987), 2 negli anni '90 (1995-1996) e 6 nell'ultimo decennio (2002-2004-2005-2008-2009-2010).

Nelle zone montane (quote > di 400 m) del Veneto la precipitazione media annuale del periodo 1950-2010, pari a 1466 mm, nell'ultimo trentennio viene superata anche negli anni 1992 e 2000 mentre risultano inferiori alla media gli apporti negli anni 1995, 2004 e 2005. In questa macrozona la media mobile nell'ultimo decennio presenta oscillazioni più accentuate rispetto alle altre due macrozone al punto che la curva della media mobile supera, seppur di poco, la retta della media 1950-2010 nell'anno 2000 e tra il 2002 ed il 2004.

Massime precipitazioni annuali

Sulla pianura veneta i massimi apporti zonal annuali vengono registrati nel 2010 (1375 mm), nel 1960 (1206 mm), nel 2008 (1155 mm) e nel 1951 (1118 mm); a livello puntuale nel 2010 vengono rilevate precipitazioni superiori a 1700 mm in stazioni della pianura settentrionale quali Vicenza, Fontanelle (TV) e Cittadella (PD). La massima precipitazione annuale assoluta, di 1922 mm, è stata però rilevata nel 1960 dalla stazione di Portogruaro (VE).

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i massimi apporti zonal annuali vengono registrati nel 2010 (1985 mm), nel 1960 (1807 mm), nel 1951 (1727 mm) e nel 2008 (1702 mm); a livello puntuale nel 2010 vengono rilevati precipitazioni superiori a 2500 mm dalla stazione di Valdagno (VI) e Ferrazza (VI).

La massima precipitazione annuale assoluta, di 2765 mm, è stata rilevata nel 1951 dalla stazione di Cison di Valmarino (TV), sul versante meridionale delle Prealpi.

Sulle aree montane i massimi apporti zonal annuali vengono registrati nel 1960 (2148 mm), nel 2010 (2128 mm), nel 1951 (2063 mm), nel 2002 (2014 mm) e nel 1979 (1914 mm); a livello puntuale la massima precipitazione annuale assoluta, di 3960 mm, è stata rilevata nel 1979 dalla stazione di Recoaro Terme (VI), si segnalano inoltre gli apporti rilevati a Staro (VI) di 3204 mm nel 2010 e di 3027 mm nel 1951. Infine si segnalano nel 2010 i 3198 mm rilevati a Ceolati (VI) ed i 3365 mm rilevati a Recoaro Terme (VI).

Minime precipitazioni annuali

Sulla pianura veneta i minimi apporti zonal annuali vengono registrati nel 2003 (614 mm), nel 1983 (628 mm) e nel 1993 (655 mm); a livello puntuale la minima precipitazione annuale assoluta, di 395 mm, è stata rilevata nel 2003 dalla stazione di Botti Barbarighe (RO).

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i minimi apporti zonal annuali vengono registrati nel 2003 (894 mm), nel 1983 (913 mm) e nel 1990 (935 mm); a livello puntuale si citano i 522 mm registrati nel 1983 dalla stazione di Villafranca (VR) ed i 539 mm registrati nello stesso anno dalla vicina stazione di San Pietro in Cariano (VR).

Sono da considerarsi sospetti invece i 392 mm registrati dalla stazione di Verona nel 1969 ed i 498 mm registrati dalla stazione di Zovencedo (VI) nel 1994, trattasi in ambedue i casi di dati pubblicati sugli Annali Idrologici senza alcuna annotazione di giorni con dati mancanti, ma in entrambi i casi, diversi valori mensili ed i totali annuali differiscono in modo anomalo dai valori rilevati dalle stazioni circostanti.

Sulle aree montane i minimi apporti zonal annuali vengono registrati nel 1983 (1081 mm), nel 2003 (1105 mm) e nel 2006 (1107 mm), a livello puntuale le minime precipitazioni annuali risultano essere: 706 mm rilevati a Cortina d'Ampezzo (BL) nel 1988, 716 mm rilevati a Caprile (BL) nel 1974 e 717 mm a Fosse di Sant'Anna (VR) nel 1988. A Recoaro Terme (VI), che risulta essere una delle località più piovose della regione, la minima precipitazione annua risulta essere di 1265 mm, rilevata nell'anno 1983.

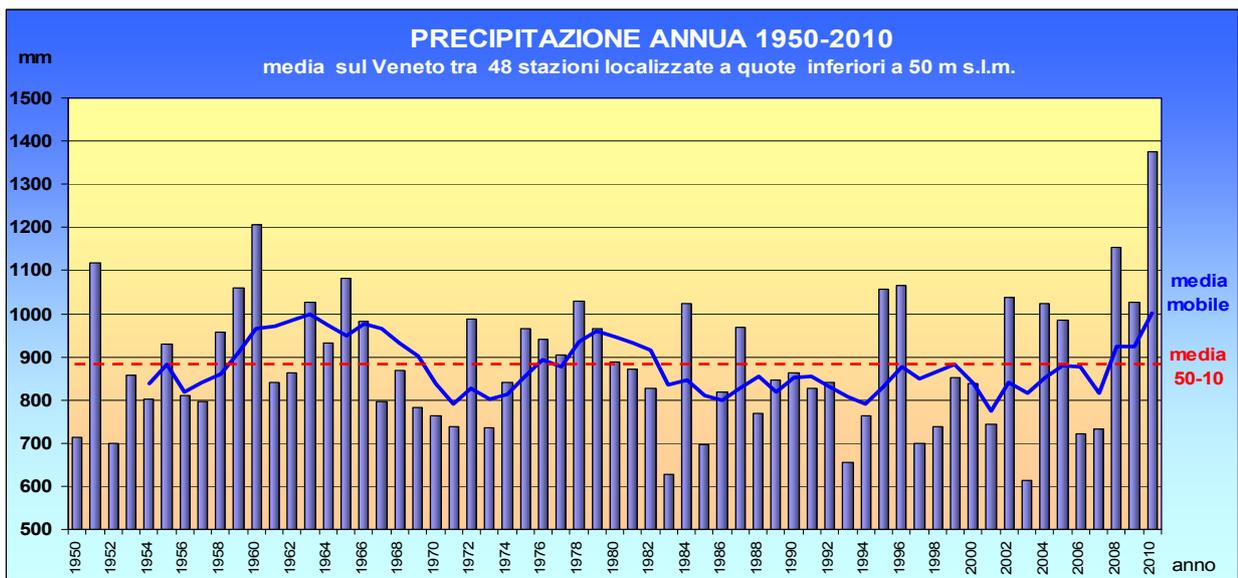


Fig. 20 - Precipitazione annua nel periodo 1950-2010 (media zonale) a quote inferiori a 50 m s.l.m

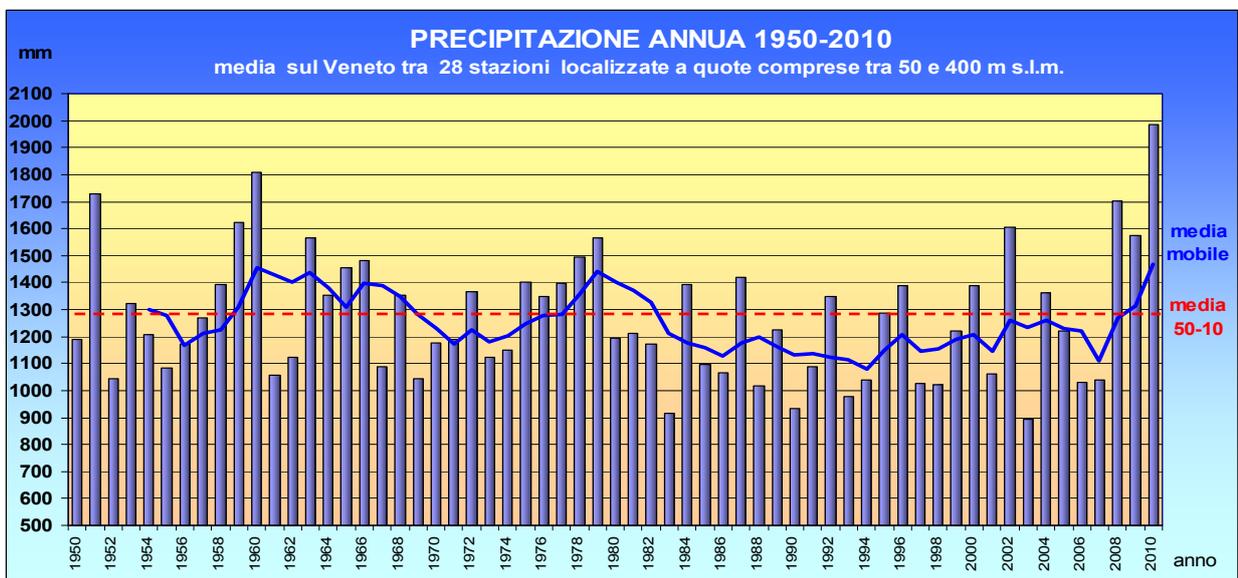


Fig. 21 - Precipitazione annua nel periodo 1950-2010 (media zonale) a quote tra 50 e 400 m s.l.m

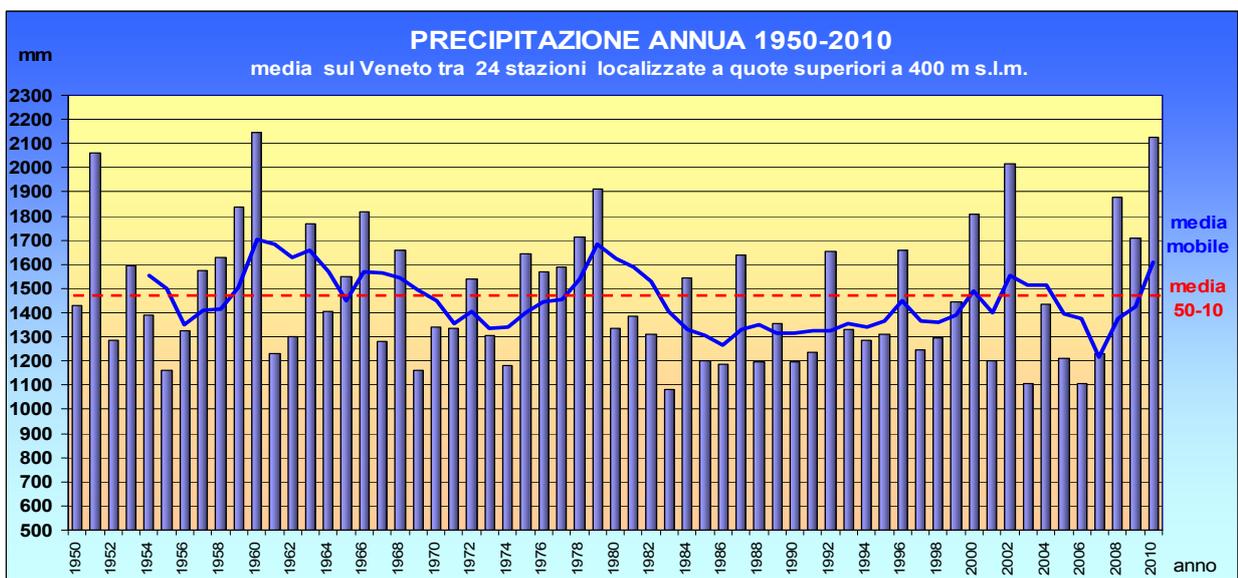


Fig. 22 - Precipitazione annua nel periodo 1950-2010 (media zonale) a quote superiori a 400 m s.l.m

I valori medi trentennali della precipitazione annua.

Sulla pianura veneta (**Fig. 23**) la precipitazione media annua nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	905.5 mm,
1961-1990	risulta pari a	874.6 mm,
1971-2000	risulta pari a	854.6 mm,
1981-2010	risulta pari a	868.6 mm.

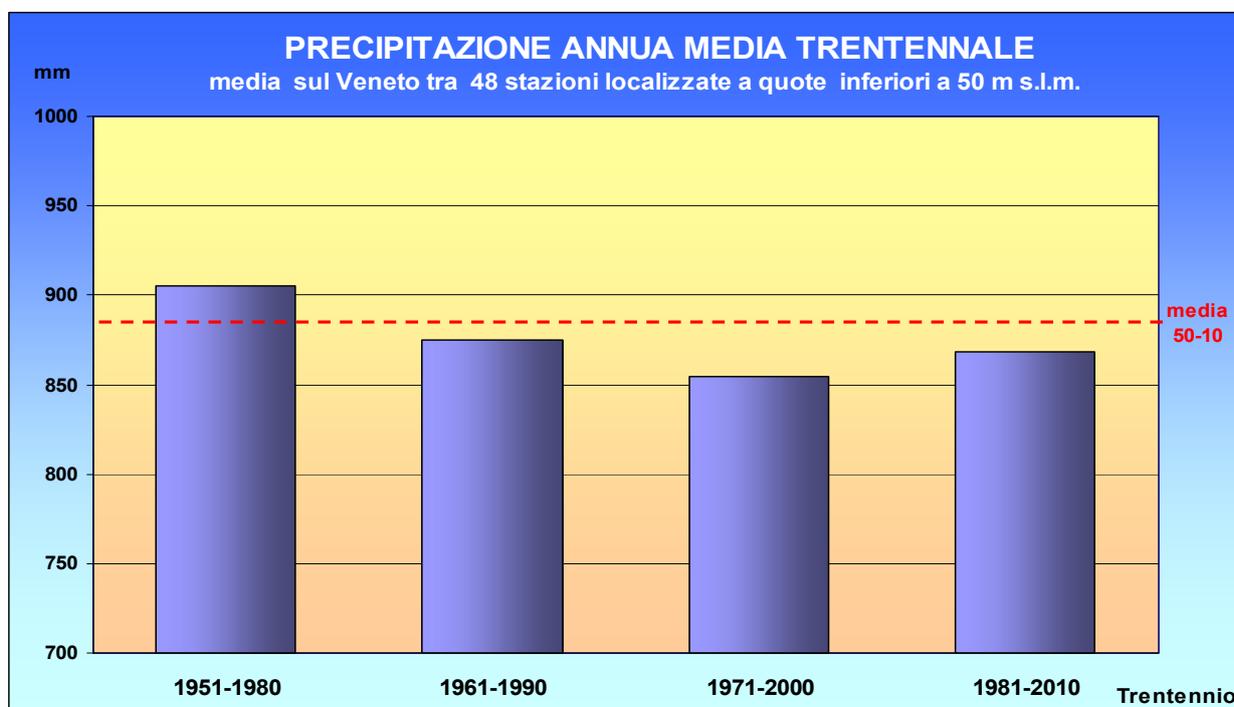


Fig. 23 - Precipitazione annua media trentennale a quote inferiori a 50 m s.l.m

Tali valori evidenziano un decremento della precipitazione media annua trentennale di 31 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 20 mm tra il secondo ed il terzo periodo, con un incremento di 14 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media annua trentennale di 37 mm.

Complessivamente, pur sottolineando i limiti di questa semplice analisi, si intuisce che nel corso degli ultimi 60 anni si è assistito ad una generale diminuzione degli apporti medi annuali, tale processo non è però costante nel tempo ma sembra dare segnali in controtendenza negli ultimi anni esaminati.

A quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. (**Fig. 24**) la precipitazione media annua nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	1319.4 mm,
1961-1990	risulta pari a	1245.8 mm,
1971-2000	risulta pari a	1215.4 mm,
1981-2010	risulta pari a	1223.3 mm.

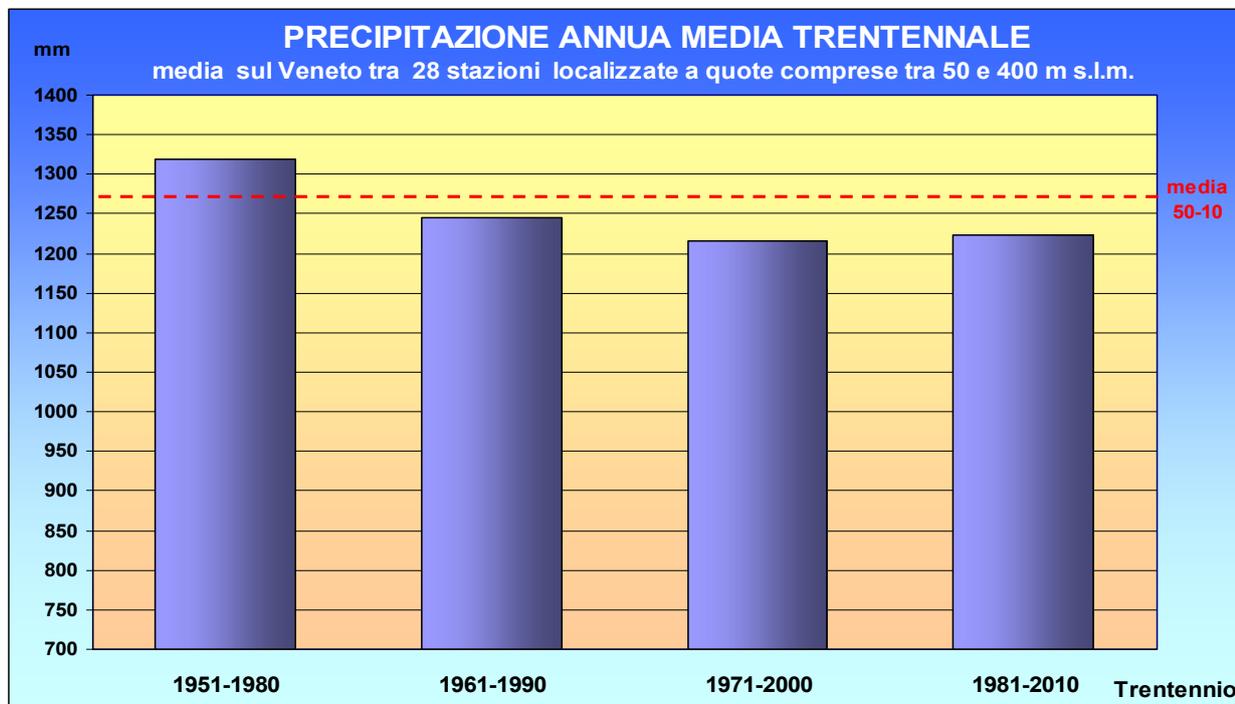


Fig. 24 - Precipitazione annua media trentennale a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m.

Viene evidenziato quindi un decremento della precipitazione media annua trentennale di 74 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 30 mm tra il secondo ed il terzo periodo, con un incremento di 8 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media annua trentennale di 96 mm.

Anche in questo caso si individua, negli ultimi anni, un debole segnale di inversione del processo di diminuzione delle precipitazioni.

Sulle aree montane (**Fig. 25**) la precipitazione media annua nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	1521.3 mm,
1961-1990	risulta pari a	1424.2 mm,
1971-2000	risulta pari a	1416.1 mm,
1981-2010	risulta pari a	1412.8 mm.

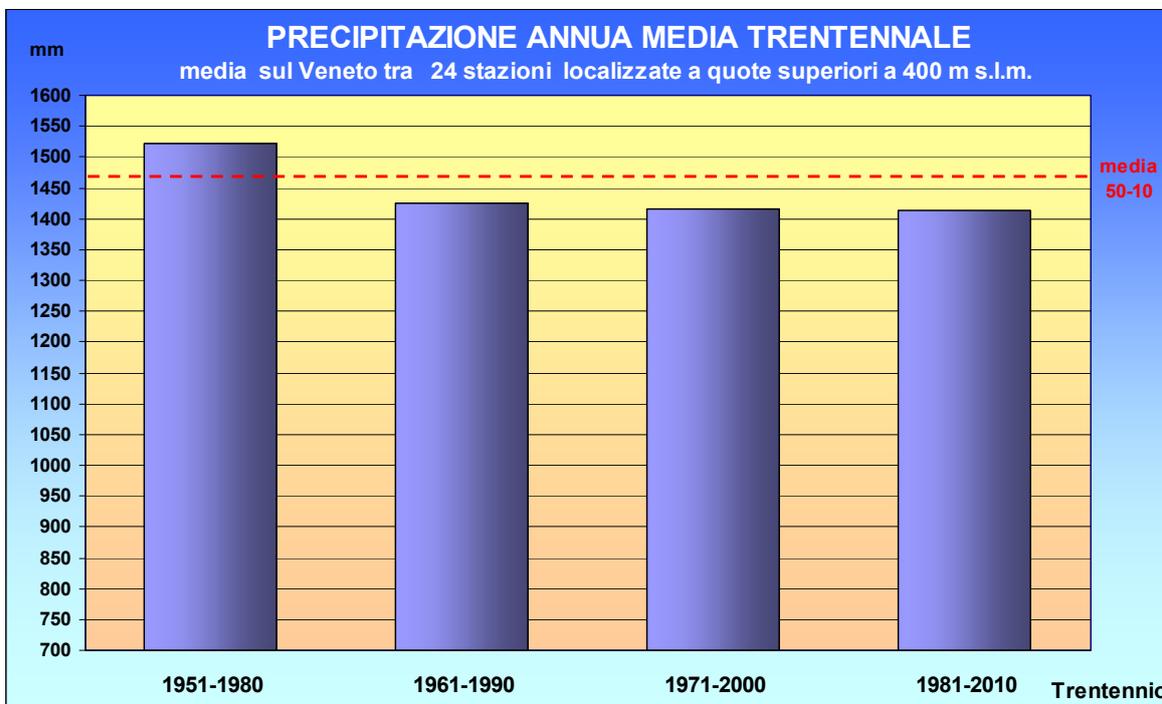


Fig. 25 - Precipitazione annua media trentennale a quote superiori a 400 m s.l.m.

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media annua trentennale di 97 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 8 mm tra il secondo ed il terzo periodo, di 3 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media annua trentennale di 109 mm.

Sulle aree montane quindi le precipitazioni, dopo una fase iniziale di evidente decremento, sembrano assestarsi sui nuovi valori di riferimento.



3.4 Le precipitazioni sul Veneto - Valori stagionali

Adriano Barbi, Federica Checchetto, Irene Delillo, Francesco Rech

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)

ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Precipitazioni invernali

La **precipitazione media invernale** (trimestre dicembre-gennaio-febbraio) viene rappresentata mediante carte delle isoiete: per il trentennio 1961-1990 - **Carta 2**, per il trentennio 1981-2010 - **Carta 19** e per il sessantennio 1951-2010 - **Carta 36**.

N.B.: la prima stagione considerata comprende dicembre 1950 e gennaio, febbraio 1951; l'ultima stagione considerata comprende dicembre 2009 e gennaio, febbraio 2010.

Anche in questo caso la precipitazione media invernale aumenta spostandosi verso nord con massimi localizzati sull'area prealpina per poi tornare a decrescere nella regione alpina.

Sulla pianura la precipitazione media varia dai 130 -140 mm del Polesine ai 225 mm della fascia pedemontana, in questa zona e sulle Prealpi si assiste ad un incremento della precipitazione media che varia tra i 250 ed i 300 mm, con massimi assoluti, dell'ordine dei 350-400 mm, localizzati sull'alta valle dell'Agno e del Leogra (versanti sud-orientali dei gruppi del Pasubio e del Carega).

Sull'area dolomitica le precipitazioni medie invernali decrescono dai 250 mm ai 150 mm spostandosi verso settentrione.

Confrontando la carta del trentennio 1961-1990 con quella del trentennio 1981-2010 si rileva un marcato decremento delle precipitazioni medie invernali nel periodo 1981-2010; a meridione in particolare si osserva l'evidente spostamento verso nord dell'isolinea dei 150 mm che nel periodo più recente interessa l'intera pianura centro-meridionale; anche l'isoieta dei 200 mm si sposta dalla pianura centrale all'area pedemontana, infine sulle Alpi settentrionali si localizzano precipitazioni inferiori ai 150-125 mm in aree dove la precipitazione media invernale nel periodo 1961-1990 risultava di 175-200 mm.

Andamento delle precipitazioni invernali nel periodo 1951-2010

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori di precipitazione invernale per tre macrozone della Regione Veneto considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m (pianura),
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi)
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Nei grafici (**Fig. 26**, **Fig. 27** e **Fig. 28**) sono state riportate: le precipitazioni invernali (istogrammi), la precipitazione invernale media del periodo 1951-2010 (retta tratteggiata rossa) e la media mobile su periodo di 5 anni (linea continua blu).

Sulla pianura veneta la precipitazione invernale media del periodo 1951-2010 è di 180.9 mm; osservando la media mobile si riscontra la presenza di 5 oscillazioni abbastanza ben articolate, della durata di circa 10 anni (9-11). Le prime 4 oscillazioni avvengono attorno alla media del periodo, ma dal 1990 la media mobile si porta abbastanza stabilmente su valori inferiori alla media periodale, con un lieve superamento nel 1998 e con un più marcato incremento nel 2009 e soprattutto nel 2010. La linea della media mobile raggiunge i valori minimi negli anni 1992-1993 e nel 2003. Non sono infrequenti sequenze di 5-8 anni con precipitazioni inferiori alla media periodale intervallate da alcuni anni con precipitazioni sensibilmente superiori alla media. Si osserva però che nei 19 anni tra il 1969 ed il 1987 abbiamo ben 12 anni con precipitazioni stagionali superiori alla media e 7 anni sotto la media.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. la precipitazione invernale media del periodo 1951-2010 è di 238.1 mm.

Sulle aree montane la precipitazione invernale media del periodo 1951-2010 è di 250.9 mm.

In queste due aree la media mobile, nel 1998 non raggiunge la media periodale ma si mantiene su valori inferiori, mentre presenta un accentuato incremento nel 2009-2010. In generale si osserva che negli inverni siccitosi non vi sono grandi differenze tra gli apporti rilevati in pianura ed in montagna, al contrario di quanto si verifica negli inverni con maggiori precipitazioni.

Massime precipitazioni invernali

Sulla pianura veneta i massimi apporti zionali invernali vengono registrati nel 1951 (379 mm), nel 2009 (345 mm), nel 1960 (336 mm), nel 2010 (336 mm), nel 1977 (327mm), nel 1978 (325 mm) e nel 1972 (325 mm).

A livello puntuale nel 1951 vengono rilevate precipitazioni di 607 mm a Vicenza e di 541 mm a Cittadella (PD) e nel 1978, 530 mm a Fontanelle (TV).

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i massimi apporti zionali invernali vengono registrati nel 1951 (663 mm), nel 2009 (559 mm), nel 1978 (533 mm), nel 1977 (482 mm), nel 1960 (470 mm), nel 2010 (415 mm) e nel 1972 (393 mm).

A livello puntuale nel 1951 vengono rilevate precipitazioni di 1219 mm a Cison di Valmarino (TV) e di 871mm a Ferrazza (VI).

Si segnalano inoltre gli apporti di 859 mm rilevati nel 1951 a Pedavena (BL).

Sulle aree montane i massimi apporti zionali invernali vengono registrati nel 1951 (854 mm), nel 2009 (587 mm), nel 1978 (562 mm), nel 1977 (532 mm) e nel 1960 (505 mm); a livello puntuale la massima precipitazione invernale assoluta, di 1449 mm, è stata rilevata nel 1979 dalla stazione di Recoaro Terme (VI). Si segnalano inoltre gli apporti rilevati nel 1951 a Staro (VI) di 1365 mm ed a Ceolati (VI) di 1184 m.

Minime precipitazioni invernali

Sulla pianura veneta i minimi apporti zionali invernali vengono registrati nel 1975 (39 mm), nel 1990 (43 mm), nel 1992 (46 mm), nel 1999 (64 mm), nel 2000 (65 mm), nel 1989 (68 mm) e nel 1964 (72 mm). A livello puntuale le minime precipitazioni invernali assolute sono state rilevate nel 1975 dalle stazioni di Rosara di Codevigo (PD) 6 mm e di Boccafossa (VE) 10 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i minimi apporti zionali invernali vengono registrati nel 1992 (44 mm), nel 2000 (55 mm), nel 1981 (58 mm), nel 1990 (60 mm), nel 1999 (70 mm), nel 1975 (91 mm) e nel 1964 (109 mm).

A livello puntuale si citano i 12 mm registrati nel 1992 dalla stazione di Formeniga (TV) ed i 19 mm registrati, nel 1975 dalla stazione di Calvene (VI) e nel 1988 dalla stazione di Isola Vicentina (VI).

Sulle aree montane i minimi apporti zionali invernali vengono registrati nel 1992 (44 mm), nel 1981 (48 mm), nel 2000 (58 mm), nel 1975 (88 mm), nel 1999 (92 mm), nel 1990 (98 mm) e nel 1964 (101 mm).

A livello puntuale le minime precipitazioni invernali risultano essere state registrate nel 1975 con 14 mm caduti a Santo Stefano di Cadore (BL), 15 mm cadono a Cortina d'Ampezzo (BL) nel 1992 e 17 mm nel 1981 a Posina (VI). A Recoaro Terme (VI), che risulta essere una delle località più piovose della Regione, la minima precipitazione invernale risulta essere di 51 mm, rilevata nell'anno 1981.

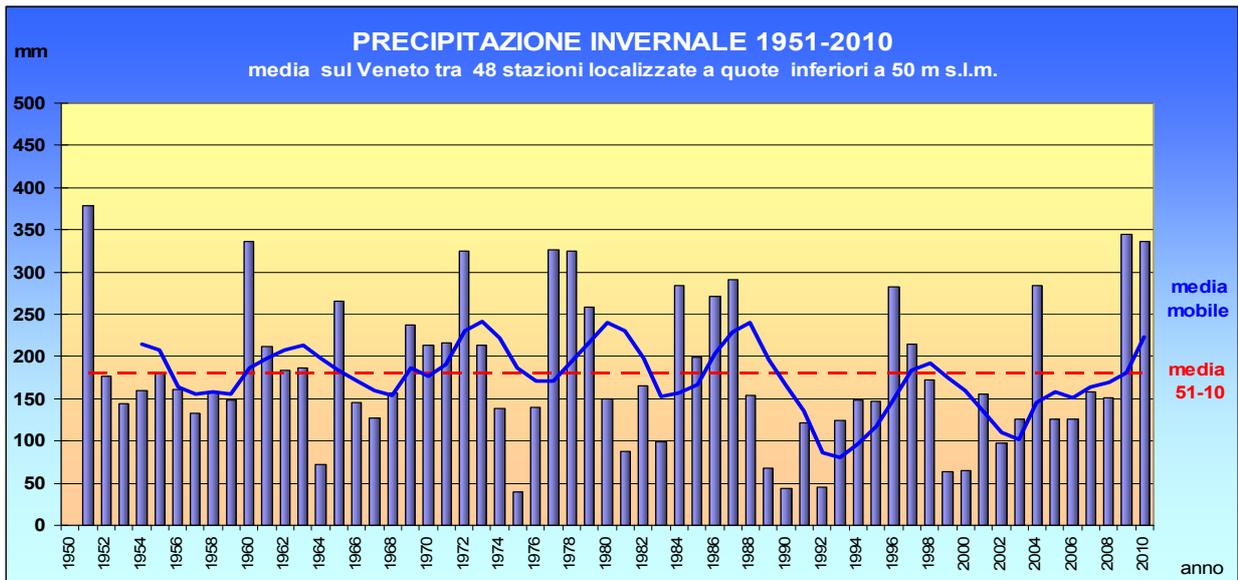


Fig. 26 - Precipitazione invernale nel periodo 1951-2010 a quote inferiori a 50 m s.l.m..

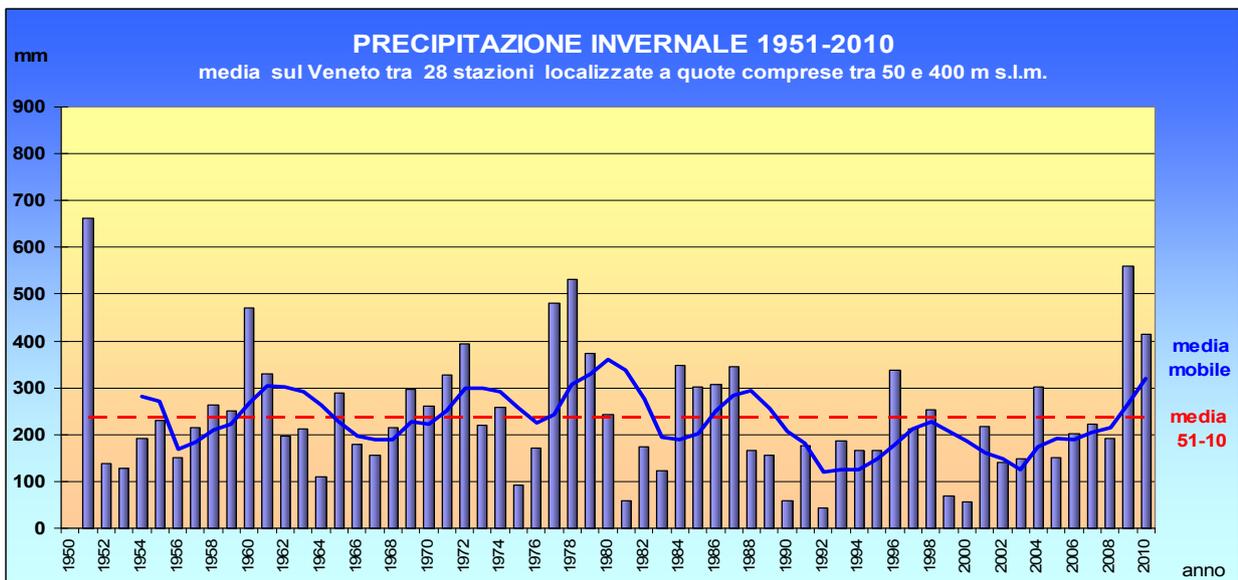


Fig. 27 - Precipitazione invernale nel periodo 1951-2010 a quote tra 50 e 400 m s.l.m..

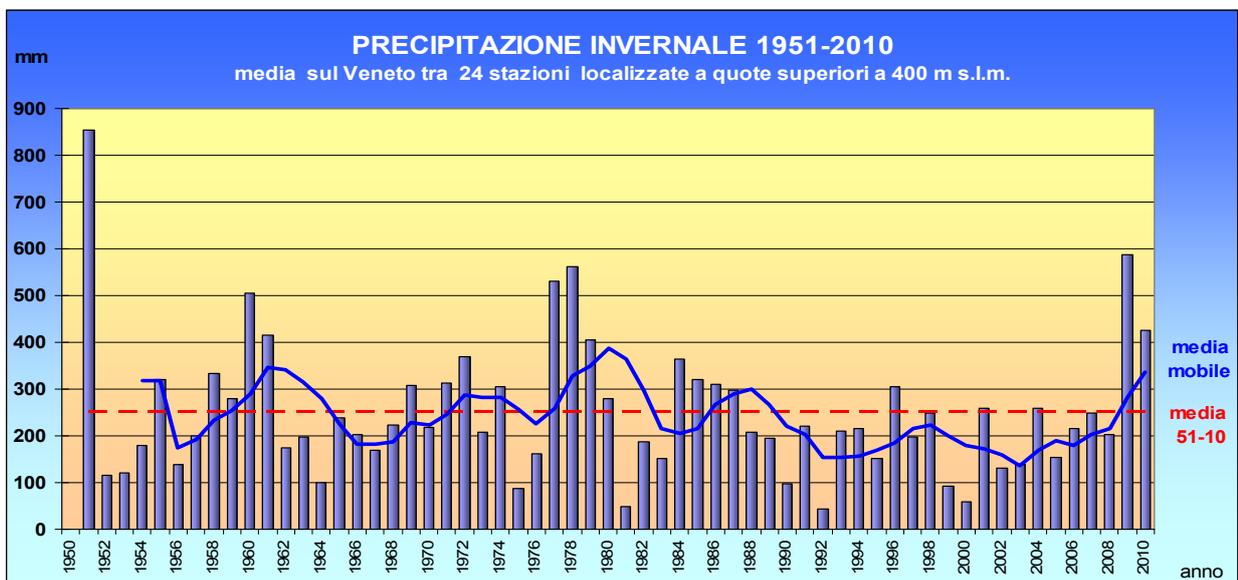


Fig. 28 - Precipitazione invernale nel periodo 1951-2010 a quote superiori a 400 m s.l.m..

I Valori medi trentennali della precipitazione invernale

Sulla pianura veneta (**Fig. 29**) la precipitazione media invernale nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	190.5 mm,
1961-1990	risulta pari a	186.4 mm,
1971-2000	risulta pari a	172.6 mm,
1981-2010	risulta pari a	165.0 mm.

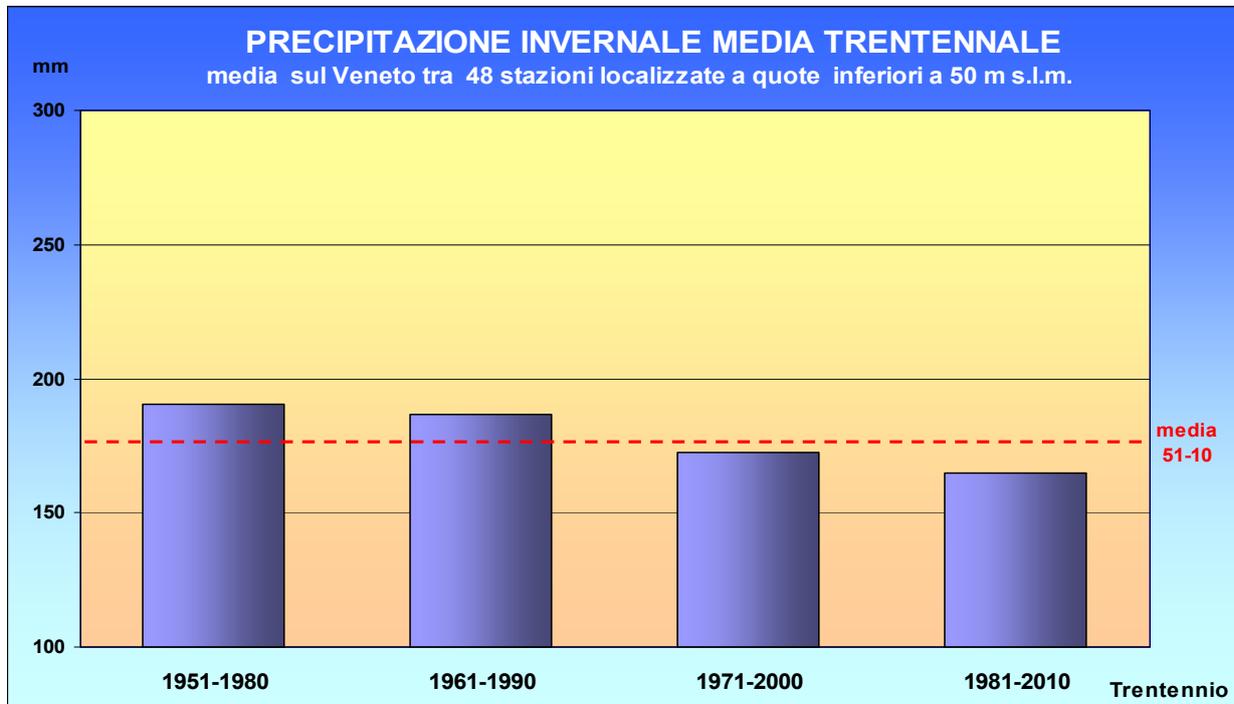


Fig. 29 - Precipitazione invernale media trentennale a quote inferiori a 50 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media invernale trentennale di 4 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 14 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 8 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media invernale trentennale di 26 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. (**Fig. 30**) la precipitazione media invernale nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	267.7 mm,
1961-1990	risulta pari a	245.7 mm,
1971-2000	risulta pari a	226.4 mm,
1981-2010	risulta pari a	208.5 mm.

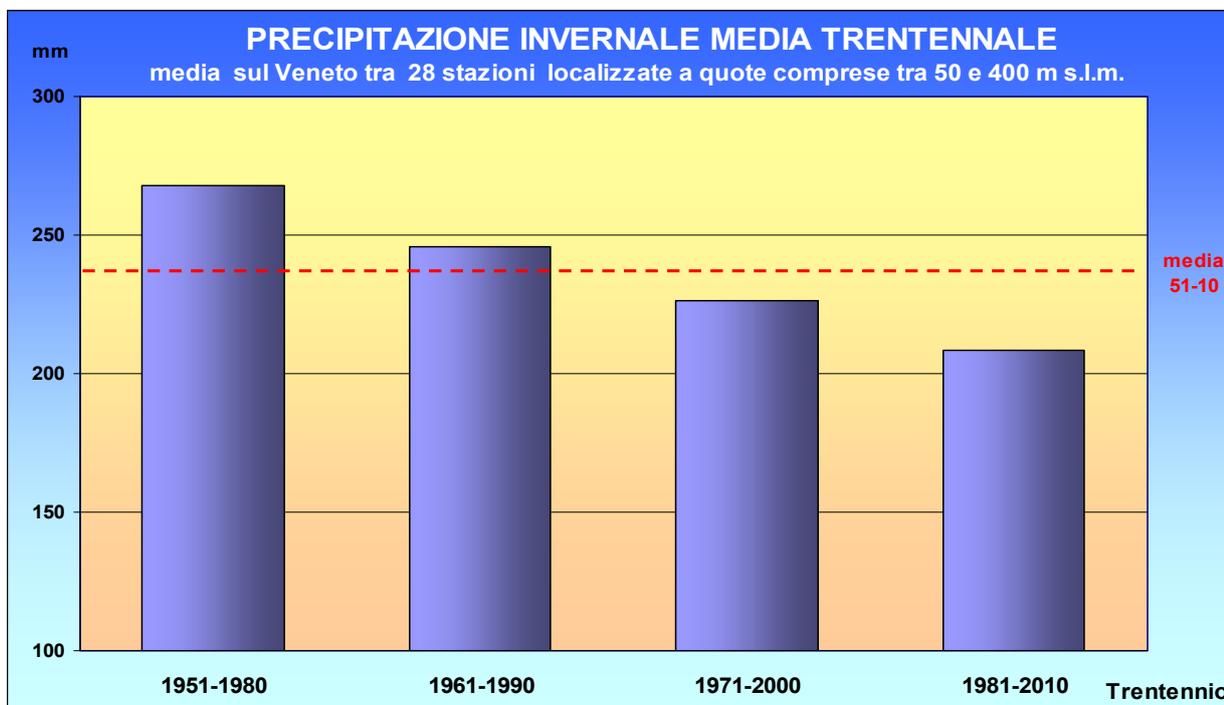


Fig. 30 - Precipitazione invernale media trentennale a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media invernale trentennale di 22 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 19 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 18 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media invernale trentennale di 59 mm.

Sulle aree montane (**Fig. 31**) la precipitazione media invernale nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	283.8 mm,
1961-1990	risulta pari a	254.9 mm,
1971-2000	risulta pari a	238.1 mm,
1981-2010	risulta pari a	218.2 mm.

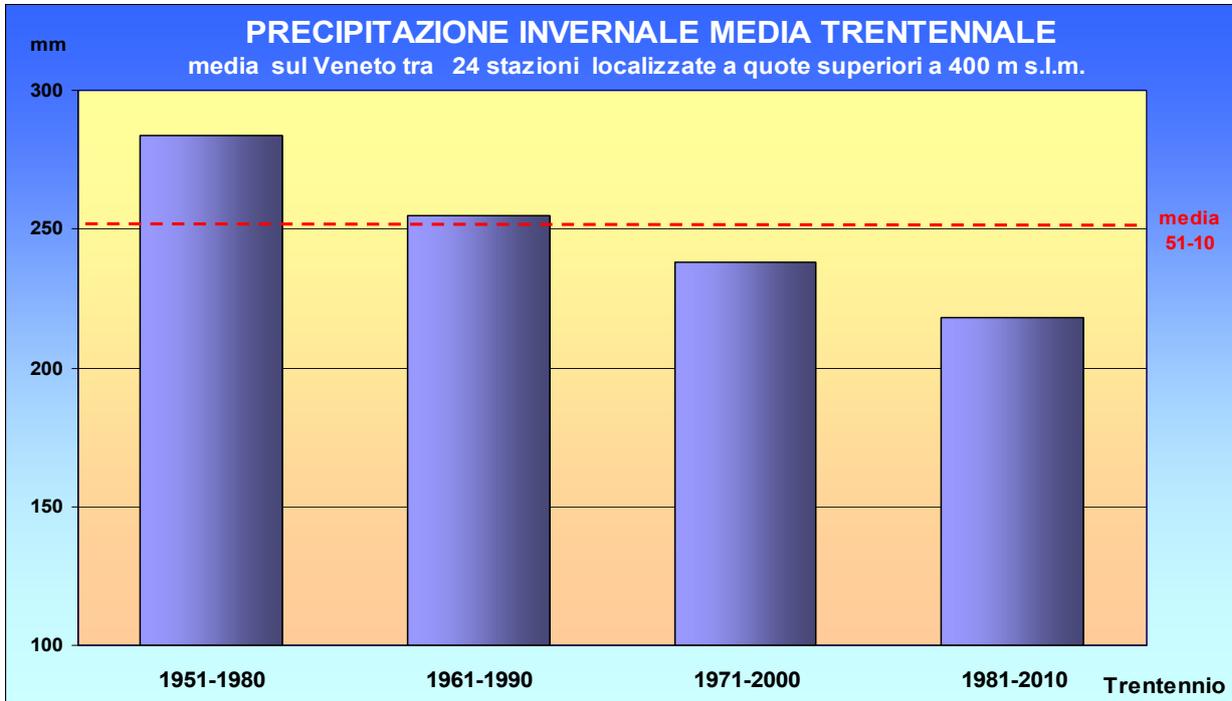


Fig. 31 - Precipitazione invernale media trentennale a quote comprese superiori a 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media invernale trentennale di 29 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 17 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 20 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media invernale trentennale di 66 mm.

Precipitazioni primaverili

La **precipitazione media primaverile** (trimestre marzo-aprile-maggio) viene rappresentata mediante carte delle isoiete: per il trentennio 1961-1990 - **Carta 3**, per il trentennio 1981-2010 - **Carta 20** e per il sessantennio 1951-2010 - **Carta 37**.

Anche in questo caso la precipitazione media primaverile aumenta spostandosi verso nord con massimi localizzati sull'area delle Prealpi per poi tornare a decrescere nella regione alpina; si individua un massimo secondario abbastanza ben localizzato sul basso Agordino.

Sulla pianura la precipitazione media varia dai 167-190 mm del Polesine ai 250-290 mm dell'alta pianura, si osservi come in quest'ultima zona, in realtà, le precipitazioni medie primaverili del periodo 1950-2010 variano tra i 263 mm di Castelfranco Veneto (TV), i 289 mm di Vicenza ed i 188 mm di Verona.

Nella fascia pedemontana e sulle Prealpi si assiste ad un incremento della precipitazione media che varia tra i 300 mm ed i 400 mm, con massimi assoluti dell'ordine dei 450-500 mm, localizzati sull'alta valle dell'Agno e del Leogra (versanti sud-orientali dei gruppi del Pasubio e del Carega), qui la stazione di Recoaro Terme (VI) presenta la media delle precipitazioni primaverili per il periodo 1950-2010 di 545 mm.

Sull'area dolomitica le precipitazioni medie primaverili decrescono dai 350 mm ai 240 mm spostandosi verso settentrione.

Confrontando la carta del trentennio 1961-1990 con quella del trentennio 1981-2010 si rileva che nella pianura la situazione pluviometrica risulta sostanzialmente invariata mentre nell'area pedemontana ed ancor più nell'area montana si notano segnali più o meno marcati di diminuzione della piovosità media stagionale (si noti l'estesa intrusione, nelle Dolomiti settentrionali, dell'isoieta dei 250 mm nel 1981-2010 e la scomparsa dell'isoieta dei 300 mm dal Comelico Superiore).

Andamento delle precipitazioni primaverili nel periodo 1950-2010

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori di precipitazione primaverile per tre macrozone della Regione Veneto considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m. (pianura),
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m. (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi)
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Nei grafici (**Fig. 32**, **Fig. 33** e **Fig. 34**) sono state riportate: le precipitazioni primaverili (istogrammi), la precipitazione primaverile media del periodo 1950-2010 (retta tratteggiata rossa) e la media mobile su periodo di 5 anni (linea continua blu).

Sulla pianura veneta la precipitazione primaverile media del periodo 1950-2010 è di 213.1 mm; osservando la media mobile si riscontra la presenza di un'ampia oscillazione tra gli anni '50 e '70 che la porta su valori nettamente superiori alla media periodale negli anni tra il 1957 ed il 1967 e nettamente inferiori nei periodi precedente e successivo. Dal 1975 al 1992 e dal 2002 al 2010 la media mobile si discosta relativamente poco dalla media periodale mentre negli anni dal 1993 al 2001 essa permane stabilmente sotto la norma seppur con limitate differenze.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. la precipitazione primaverile media del periodo 1950-2010 è di 319.4 mm.

Sulle aree montane la precipitazione primaverile media del periodo 1950-2010 è di 362.1 mm.

In queste due zone la media mobile si discosta in modo più netto dalla media periodale durante quasi tutto il periodo considerato, dal 1974 al 1989 prevalgono

nettamente gli scostamenti positivi rispetto alla norma mentre successivamente la media mobile si mantiene abbastanza sotto la norma.

Massime precipitazioni primaverili

Sulla pianura veneta i massimi apporti zonal primaverili vengono registrati nel 1975 (325 mm), nel 1959 (323 mm), nel 1991 (303 mm), nel 1962 (301 mm) e nel 1954 (300 mm).

A livello puntuale nel 1975 vengono rilevate precipitazioni di 584 mm a Fontanelle (TV) e di 495 mm a Motta di Livenza (TV).

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i massimi apporti zonal primaverili vengono registrati nel 1959 (519 mm), nel 1975 (490 mm), nel 1956 (476 mm), nel 1984 (474 mm), nel 1985 (436 mm), nel 2002 (435 mm) e nel 1954 (429 mm).

A livello puntuale nel 1959 vengono rilevate precipitazioni di 913 mm a Schio (VI) e di 826 mm a Valdagno (VI).

Sulle aree montane i massimi apporti zonal primaverili vengono registrati nel 1975 (665 mm), nel 1959 (559 mm), nel 2002 (545 mm), nel 1956 (531 mm) e nel 1984 (519 mm); a livello puntuale la massima precipitazione primaverile assoluta, di 1052 mm, è stata rilevata nel 1956 dalla stazioni di Staro (VI), nello stesso anno a Recoaro terme (VI) si misuravano 1037 mm; si segnalano anche gli 890 mm rilevati nel 1975 dalla stazione di S. Antonio di Tortal (BL).

Minime precipitazioni primaverili

Sulla pianura veneta i minimi apporti zonal primaverili vengono registrati nel 1973 (107 mm), nel 1997 (112 mm), nel 1982 (114 mm), nel 1992 (115 mm), nel 1968 (115 mm), nel 1952 (120 mm), nel 1993 (121 mm), nel 1976 (125 mm) e nel 2003 (131 mm). A livello puntuale le minime precipitazioni primaverili assolute sono state rilevate nel 1952 dalle stazioni di Castelmassa (RO) 46 mm e di Cavanella Motte (VE) 50 mm e nel 1973 dalla stazione di Rosara di Codevigo (PD) 47 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i minimi apporti zonal primaverili vengono registrati nel 1997 (134 mm), nel 2003 (137 mm), nel 1993 (166 mm), nel 1973 (182 mm), nel 1982 (192 mm), nel 1953 (194 mm) e nel 1955 (196 mm).

A livello puntuale si citano i 57 mm registrati nel 1993 dalla stazione di Formeniga (TV), i 58 mm registrati nel 1952 dalla stazione di Verona, i 67 mm registrati dalla stazione di Villafranca Veronese (VR) nel 1973 ed i 70 mm registrati dalla stazione di S. Pietro in Cariano (VR) nel 1977.

I valori minimi registrati nel 1988 dalla stazione di Isola Vicentina (VI) sono invece sicuramente errati, non trovando alcun riscontro nelle località circostanti.

Sulle aree montane i minimi apporti zonal primaverili vengono registrati nel 2003 (144 mm), nel 1997 (149 mm), nel 1993 (205 mm), nel 1953 (218 mm), nel 1973 (218 mm), nel 1955 (220 mm), nel 1982 (223 mm), nel 1969 (223 mm) e nel 1966 (233 mm).

A livello puntuale le minime precipitazioni primaverili risultano essere state registrate nel 2003 con 95 mm caduti a Cencenighe (BL) e 102 mm a Cortina d'Ampezzo (BL). A Recoaro Terme (VI), che risulta essere una delle località più piovose della Regione, la minima precipitazione primaverile risulta essere di 144 mm rilevata nell'anno 2003.

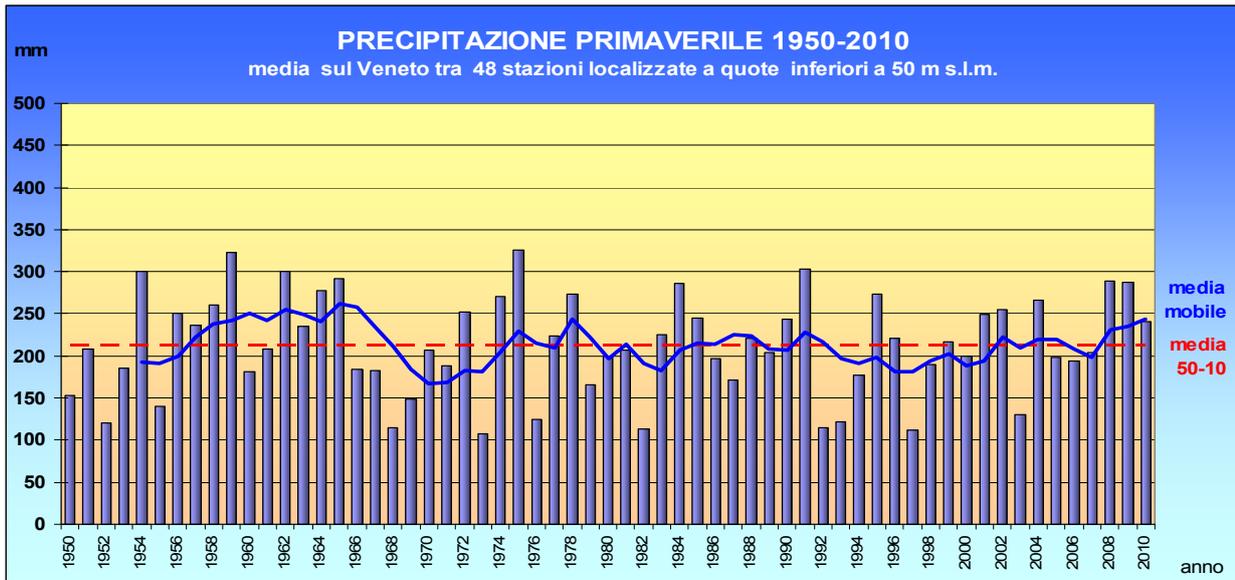


Fig. 32 - Precipitazione primaverile nel periodo 1951-2010 a quote inferiori a 50 m s.l.m..

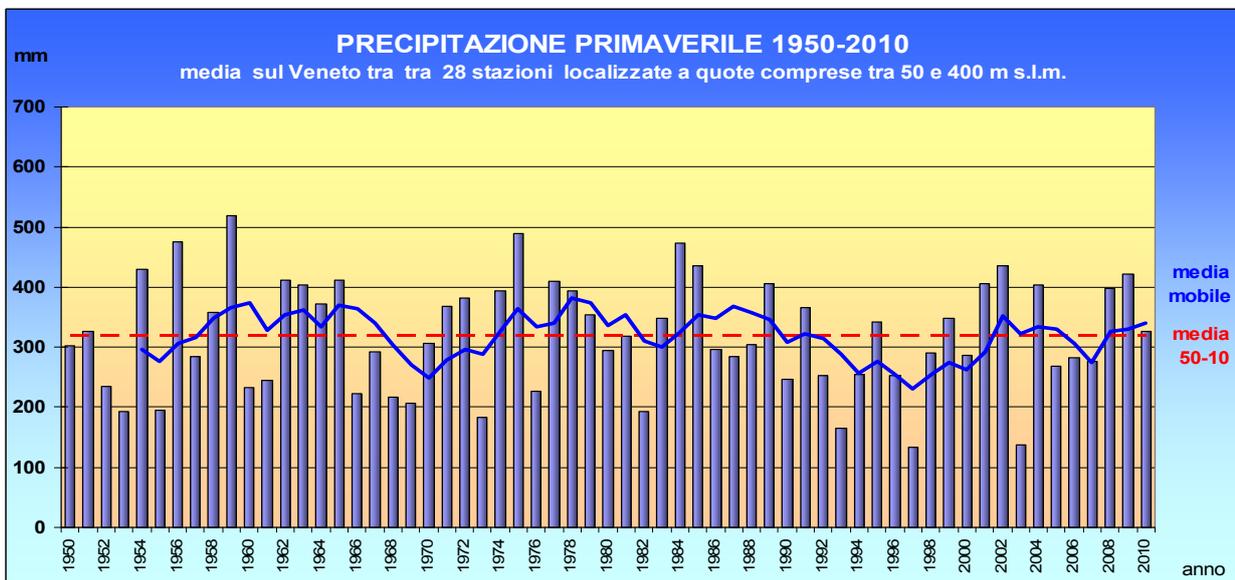


Fig. 33 - Precipitazione primaverile media nel periodo 1951-2010 a quote tra 50 e 400 m s.l.m.

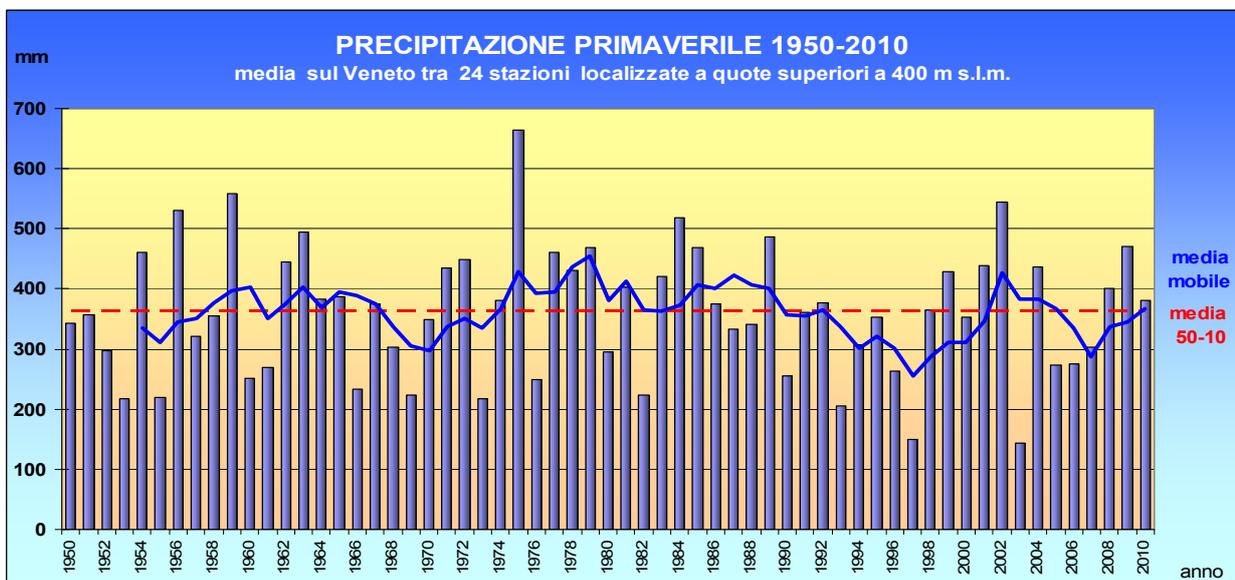


Fig. 34 - Precipitazione primaverile nel periodo 1951-2010 a quote superiori a 400 m s.l.m..

I Valori medi trentennali della precipitazione primaverile

Sulla pianura veneta (**Fig. 35**) la precipitazione media primaverile nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	216.2 mm,
1961-1990	risulta pari a	213.2 mm,
1971-2000	risulta pari a	205.8 mm,
1981-2010	risulta pari a	211.9 mm.

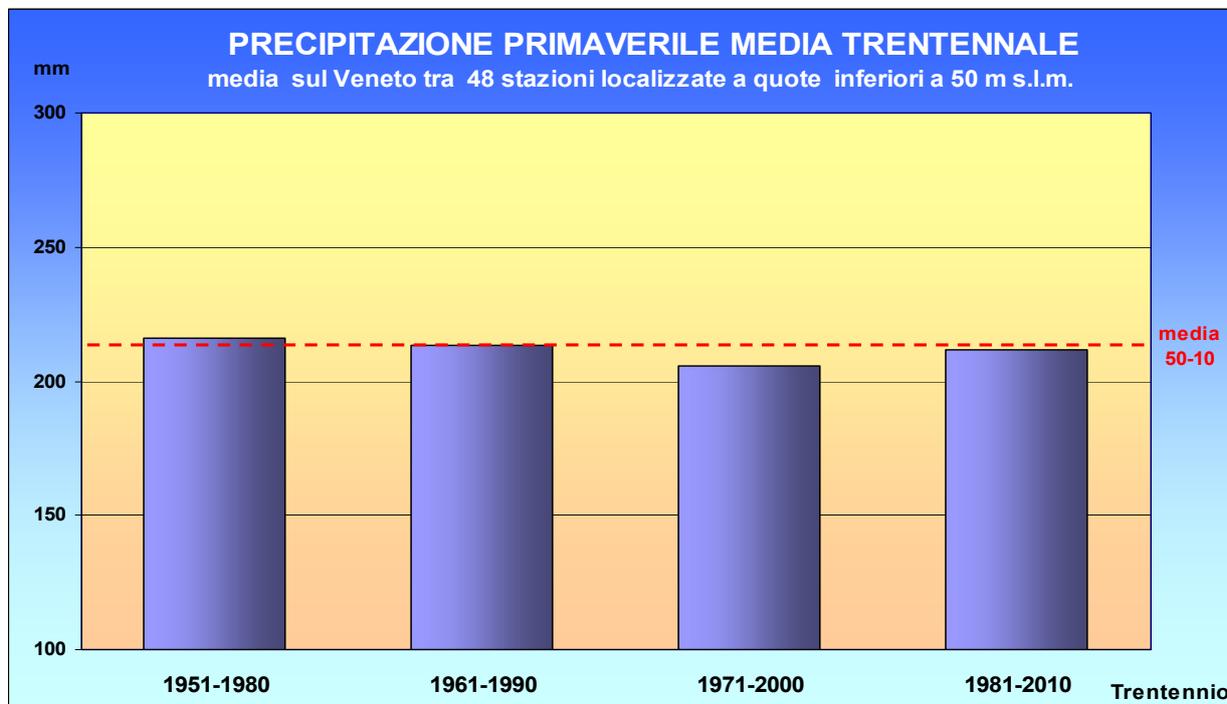


Fig. 35 - Precipitazione primaverile media trentennale a quote inferiori a 50 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media primaverile trentennale di 3 mm tra il primo ed il secondo periodo, di 7 mm tra il secondo ed il terzo periodo con un incremento di 6 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media primaverile trentennale di 4 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. (**Fig. 36**) la precipitazione media primaverile nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	327.7 mm,
1961-1990	risulta pari a	329.6 mm,
1971-2000	risulta pari a	316.3 mm,
1981-2010	risulta pari a	311.8 mm.

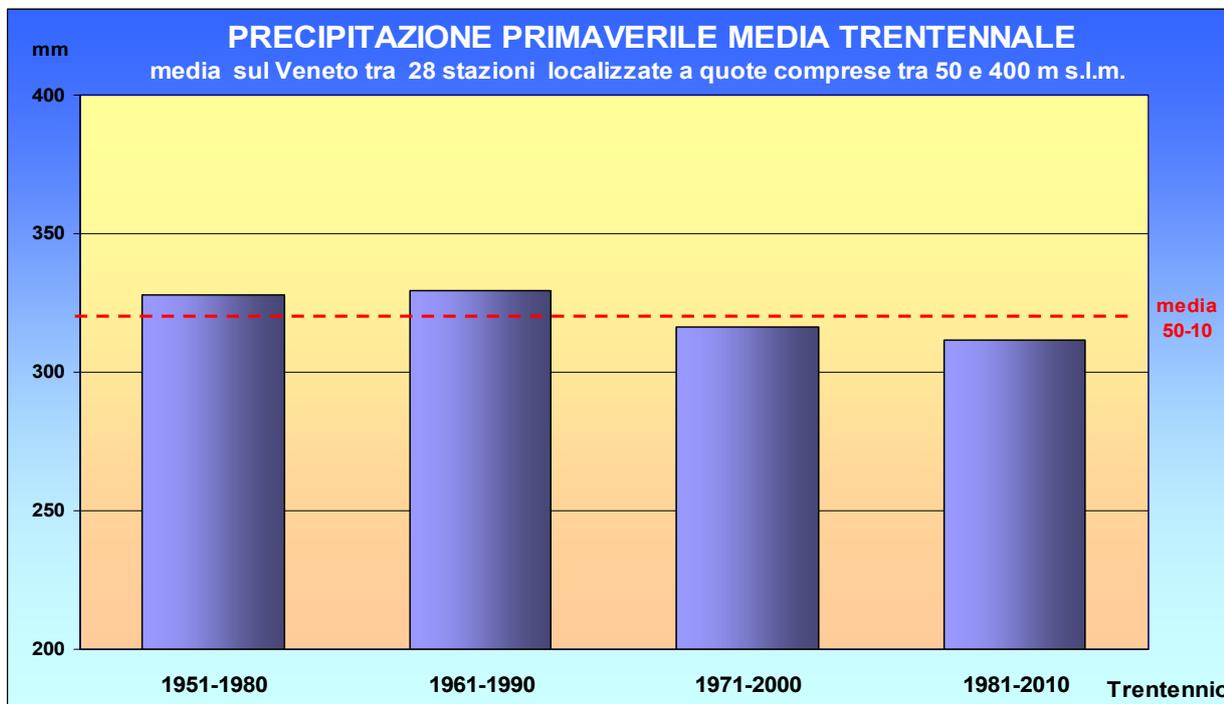


Fig. 36 - Precipitazione primaverile media trentennale a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un lieve incremento della precipitazione media primaverile trentennale di 2 mm tra il primo ed il secondo periodo con un successivo decremento di 13 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 5 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media primaverile trentennale di 16 mm.

Sulle aree montane (**Fig. 37**) la precipitazione media primaverile nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	369.5 mm,
1961-1990	risulta pari a	377.9 mm,
1971-2000	risulta pari a	368.1 mm,
1981-2010	risulta pari a	355.3 mm.

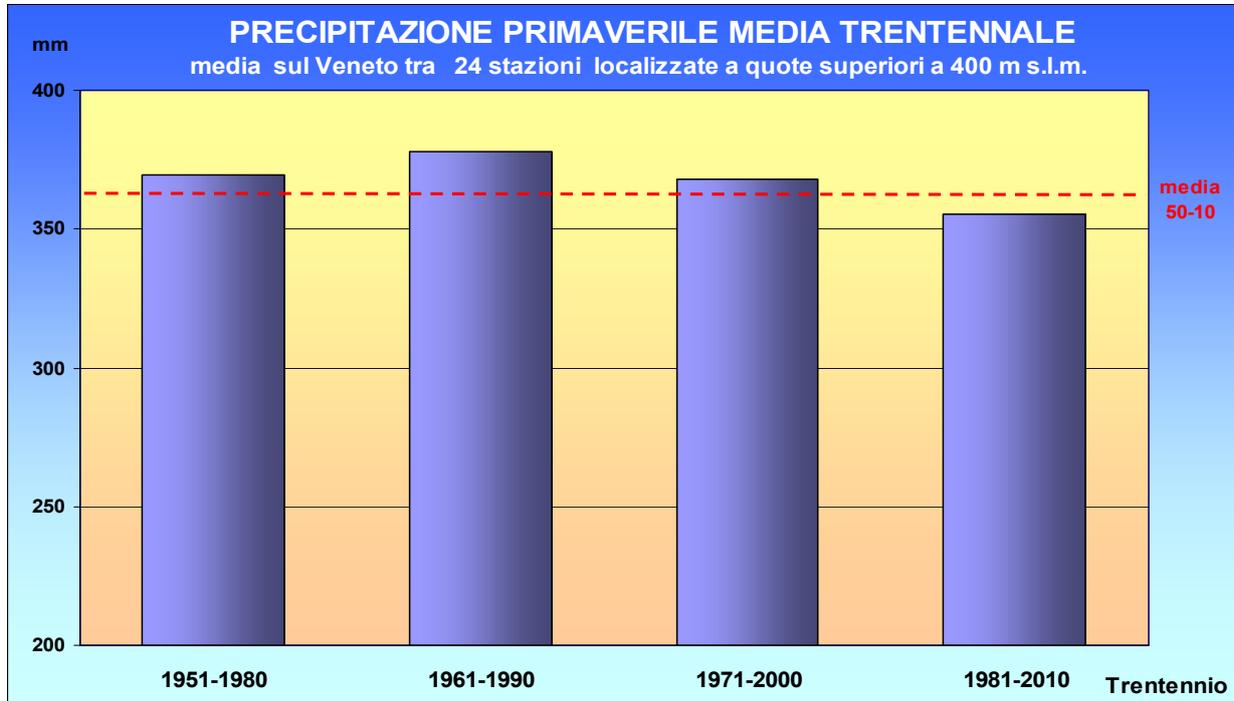


Fig. 37 - Precipitazione primaverile media trentennale a quote superiori a 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un incremento della precipitazione media primaverile trentennale di 8 mm tra il primo ed il secondo periodo con un successivo decremento di 10 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 13 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media primaverile trentennale di 14 mm.

Precipitazioni estive

La **precipitazione media estiva** (trimestre giugno-luglio-agosto) viene rappresentata mediante carte delle isoiete: per il trentennio 1961-1990 - **Carta 4**, per il trentennio 1981-2010 - **Carta 21** e per il sessantennio 1951-2010 - **Carta 38**.

Le precipitazioni del periodo sono prevalentemente di tipo temporalesco con fenomeni spesso localizzati e intensi, la cui esatta distribuzione spaziale è molto difficile da cogliere mediante una rete di rilevazione puntuale che dispone approssimativamente di un pluviometro ogni 100 km².

Dall'analisi delle carte, anche in questo caso, la precipitazione media estiva aumenta spostandosi verso nord con massimi localizzati sull'area delle Prealpi, si osserva però che le precipitazioni stagionali rimangono consistenti anche sulle Dolomiti meridionali, sul Comelico e sulle aree più settentrionali del Cadore e dell'Ampezzano. In generale sull'intero settore montano ma con maggior evidenza nel settore dolomitico, si osserva un andamento abbastanza irregolare delle isoiete che assumono una struttura "a chiazze", ciò è dovuto al fatto che i fattori orografici locali influenzano considerevolmente il regime pluviometrico stagionale intervenendo in modo differenziato sui processi convettivi tipici del periodo.

Sulla pianura la precipitazione media varia dai 175-200 mm del Polesine ai 250-275 mm dell'alta pianura, in quest'ultima zona le precipitazioni medie estive del periodo 1950-2010 oscillano tra i 290 mm di Fontanelle (VI), i 267 mm di Vicenza ed i 220 mm di Verona.

Nella fascia pedemontana e sulle Prealpi si assiste ad un incremento della precipitazione media che si porta su valori di 300-425 mm, qui troviamo apporti medi superiori ai 430 mm ad Asiago (VI), a Ceolati (VI) ed a Chies d'Alpago, apporti superiori ai 420 mm a Recoaro Terme (VI) ed a Sant'Antonio di Tortal (BL). Sull'area Dolomitica le precipitazioni medie estive permangono su valori di 375-425 mm sul settore meridionale dove si rilevano i massimi assoluti, superiori a 440 mm, con le stazioni di La Guardia (BL), Goslodo (BL) e Fortogna (BL). Nel settore dolomitico nord occidentale (stazioni di Caprile, Cencenighe, Cortina) tali apporti medi scendono su valori di 340-350 mm.

Confrontando la carta del trentennio 1961-1990 con quella del trentennio 1981-2010 non si colgono chiaramente netti segnali di variazione; si riscontra una contenuta diminuzione della piovosità su buona parte delle Prealpi, nel vicentino e nel veneziano orientale con alcuni segnali di incremento prevalentemente localizzati sull'area dolomitica settentrionale e sull'Alpago. Data la rilevanza dei fattori locali sulla misura della precipitazione estiva non si esclude che queste variazioni siano influenzate, almeno parzialmente, dalle variazioni di consistenza della rete pluviometrica occorse negli ultimi vent'anni.

Andamento delle precipitazioni estive nel periodo 1950-2010

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori di precipitazione estiva per tre macrozone della Regione Veneto considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m (pianura),
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi)
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Nei grafici (**Fig. 38**, **Fig. 39** e **Fig. 40**) sono state riportate: le precipitazioni estive (istogrammi), la precipitazione estiva media del periodo 1950-2010 (retta tratteggiata rossa) e la media mobile su periodo di 5 anni (linea continua blu).

Sulla pianura veneta la precipitazione estiva media del periodo 1950-2010 è di 228.7 mm; considerando la media mobile si osserva che tra gli anni '50 e la prima

metà degli anni '60 essa rimane molto vicina ai valori medi periodali, successivamente si individuano tre ampie oscillazioni attorno alla media periodale ed infine dal 1993-1994 al 2010 essa permane stabilmente su valori inferiori alla media periodale (con l'eccezione dell'anno 1999, in cui i due valori sono simili).

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. la precipitazione estiva media del periodo 1950-2010 è di 334.5 mm.

Sulle aree montane la precipitazione estiva media del periodo 1950-2010 è di 396.1 mm.

In queste due zone la media mobile permane prossima alla norma anche nel periodo 1973-1981 e si discosta negativamente da essa in modo accentuato nel periodo 1982-1988. Inoltre essa supera in modo più marcato i valori periodali nel 1999 e nel 2010 si porta su valori prossimi alla norma.

Massime precipitazioni estive

Sulla pianura veneta i massimi apporti zonal estivi vengono registrati nel 1989 (439 mm), nel 1968 (354 mm), nel 1960 (349 mm), nel 1995 (340 mm), nel 1965 (335 mm), nel 2002 (333 mm) e nel 1975 (330 mm).

A livello puntuale nel 1960 a Portogruaro (VE) vengono rilevate precipitazioni di 645 mm, nel 1989 a Mogliano Veneto cadono 625 mm e nello stesso anno a Villorba (VI) si misurano 581 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i massimi apporti zonal estivi vengono registrati nel 1968 (541 mm), nel 1989 (524 mm), nel 1953 (508 mm), nel 1966 (506 mm), nel 1960 (496 mm), nel 2002 (474 mm), nel 1963 (458 mm) e nel 1965 (432 mm), quindi la maggior parte dei picchi di precipitazione estiva si colloca negli anni '60.

A livello puntuale nel 1960 vengono rilevate precipitazioni di 782 mm a Cison di Valmarino (TV), nel 1989 di 727 mm a Oliero (VI) e nel 1953 di 724 mm a Valdagno (VI).

Sulle aree montane i massimi apporti zonal estivi vengono registrati nel 1966 (611 mm), nel 1968 (611 mm), nel 1953 (576 mm), nel 2002 (542 mm) e nel 1963 (522 mm); a livello puntuale la massima precipitazione estiva assoluta, di 846 mm, è stata rilevata nel 1968 dalla stazioni di Staro (VI), nello stesso anno si rilevano 841 mm a Ceolati (VI) e 839 mm a Posina (VI).

Minime precipitazioni estive

Sulla pianura veneta i minimi apporti zonal estivi vengono registrati nel 2003 (106 mm), nel 1962 (116 mm), nel 1950 (132 mm), nel 1983 (139 mm), nel 1952 (143 mm), nel 1985 (147 mm), nel 1993 (149 mm), nel 1998 (150 mm), nel 1994 (150 mm), nel 2000 (155 mm) e nel 2009 (158 mm). A livello puntuale tra le minime precipitazioni estive si citano nel 1971 i 38 mm rilevati a Stanghella (PD) ed i 49 mm della vicina Rovigo e nel 2003 i 47 mm rilevati a Bovolenta (PD) ed i 53 mm a Zuccarello (VE).

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i minimi apporti zonal estivi vengono registrati nel 1960 (178 mm), nel 2003 (187 mm), nel 1983 (200 mm), nel 1994 (200 mm) e nel 1950 (213 mm).

A livello puntuale si citano i 46 mm registrati nel 1950 dalla stazione di San Pietro in Cariano (VR), i 73 mm registrati nel 2003 dalla stazione di Verona ed i 99 mm registrati dalla stazione di Zovencedo (VI).

Sulle aree montane i minimi apporti zonal estivi vengono registrati nel 1983 (227 mm), nel 1962 (266 mm), nel 1994 (287 mm), nel 2003 (294 mm) e nel 1950 (295 mm).

A livello puntuale le minime precipitazioni estive risultano essere state registrate nel 1983 con 152 mm caduti a Fosse di Sant'Anna (VR) e 171 mm a Recoaro Terme (VI). Si citano inoltre i 162 mm caduti nel 1985 a Roverè Veronese (VR).

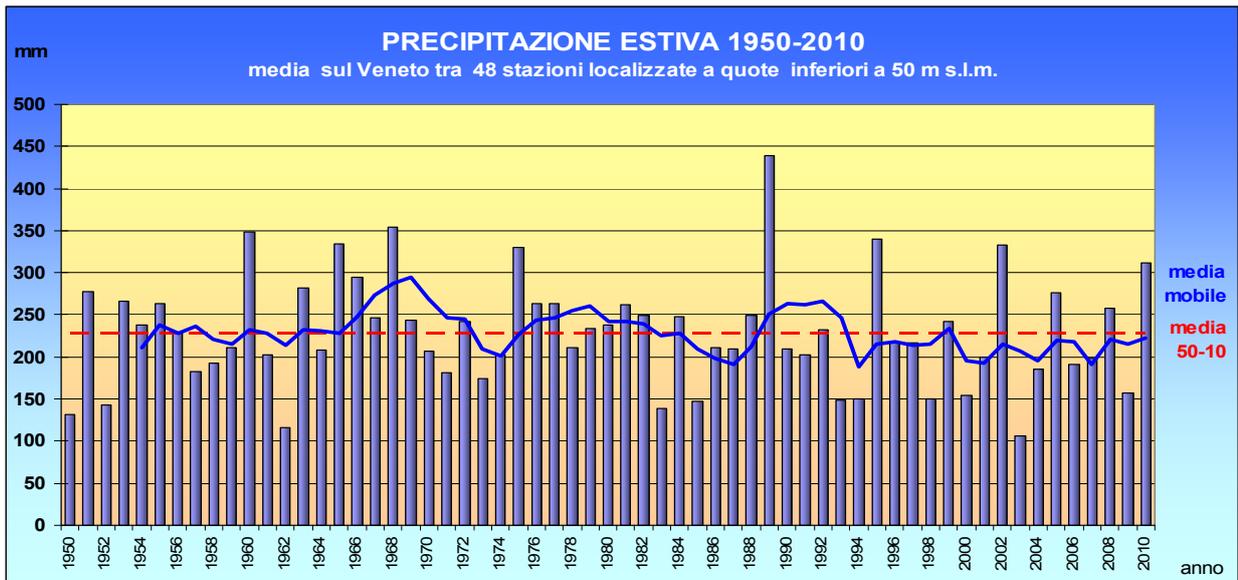


Fig. 38 - Precipitazione estiva nel periodo 1950-2010 a quote inferiori a 50 m s.l.m.

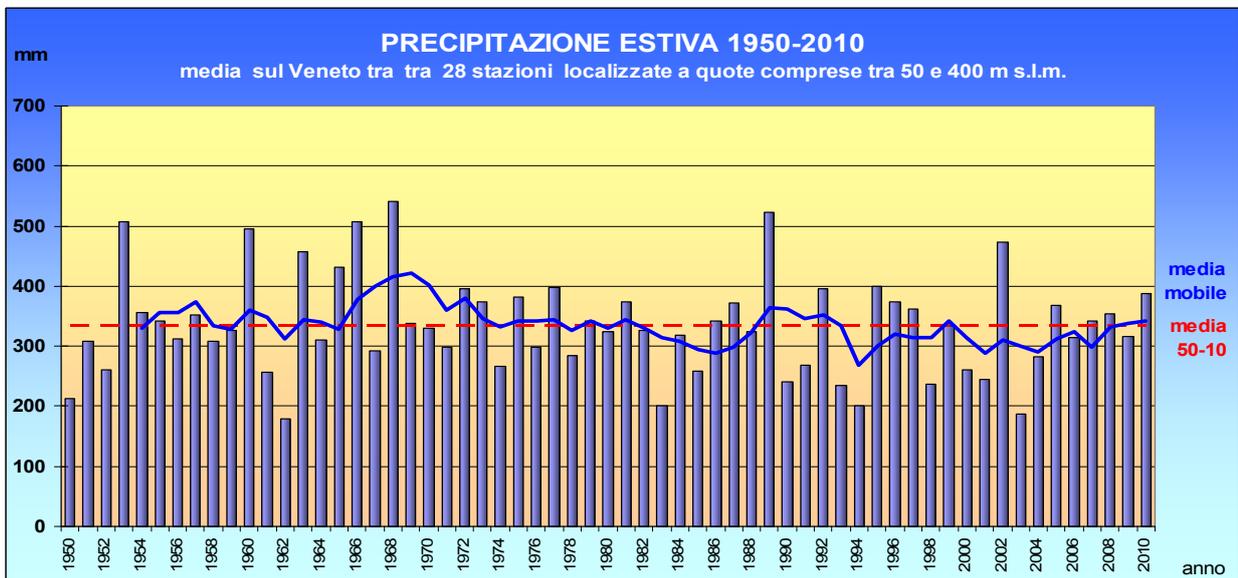


Fig. 39 - Precipitazione estiva nel periodo 1950-2010 a quote tra 50 e 400 m s.l.m..

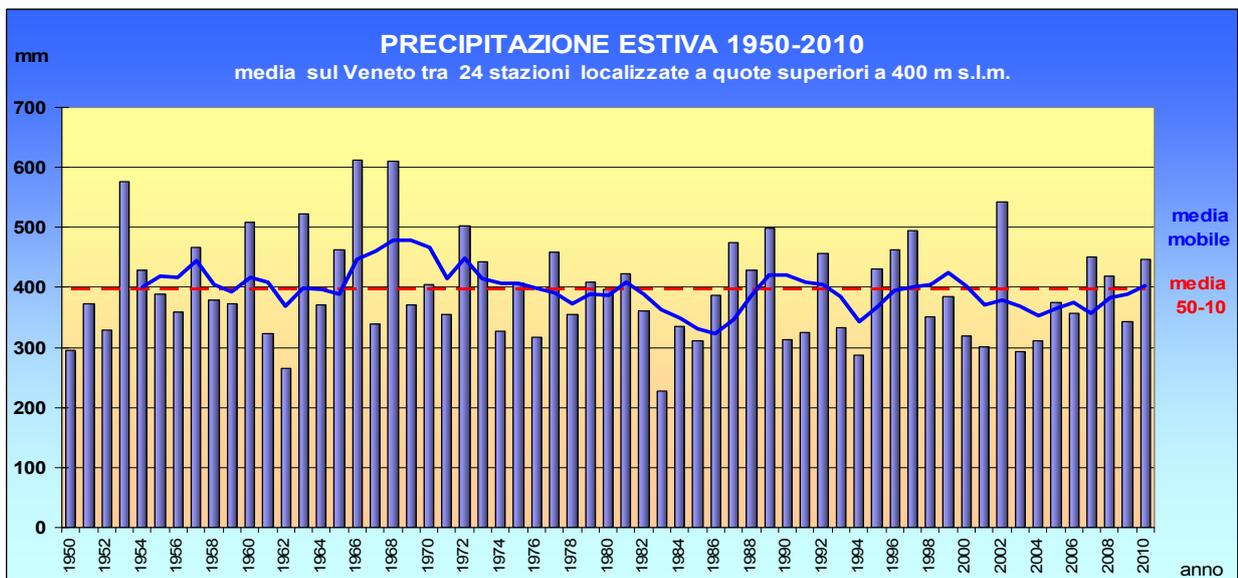


Fig. 40 - Precipitazione estiva nel periodo 1950-2010 a quote superiori a 400 m s.l.m..

I Valori medi trentennali della precipitazione estiva

Sulla pianura veneta (**Fig.41**) la precipitazione media estiva nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	239.5 mm,
1961-1990	risulta pari a	239.8 mm,
1971-2000	risulta pari a	225.3 mm,
1981-2010	risulta pari a	221.1 mm.

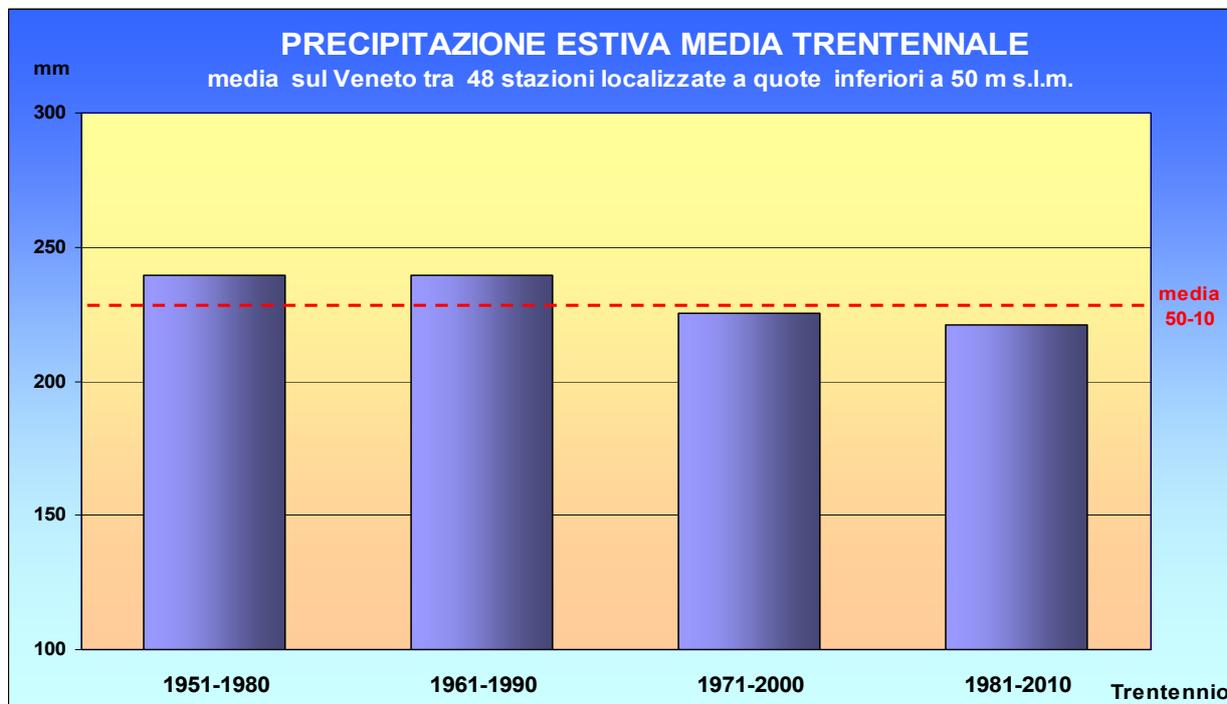


Fig. 41 - Precipitazione estiva media trentennale a quote inferiori a 50 m s.l.m..

Viene evidenziata una stabilità della precipitazione media estiva trentennale tra il primo ed il secondo periodo, un decremento di 14 mm tra il secondo ed il terzo periodo e un decremento di 4 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media estiva trentennale di 18 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. (**Fig. 42**) la precipitazione media estiva nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	352.5 mm,
1961-1990	risulta pari a	342.8 mm,
1971-2000	risulta pari a	323.7 mm,
1981-2010	risulta pari a	320.6 mm.

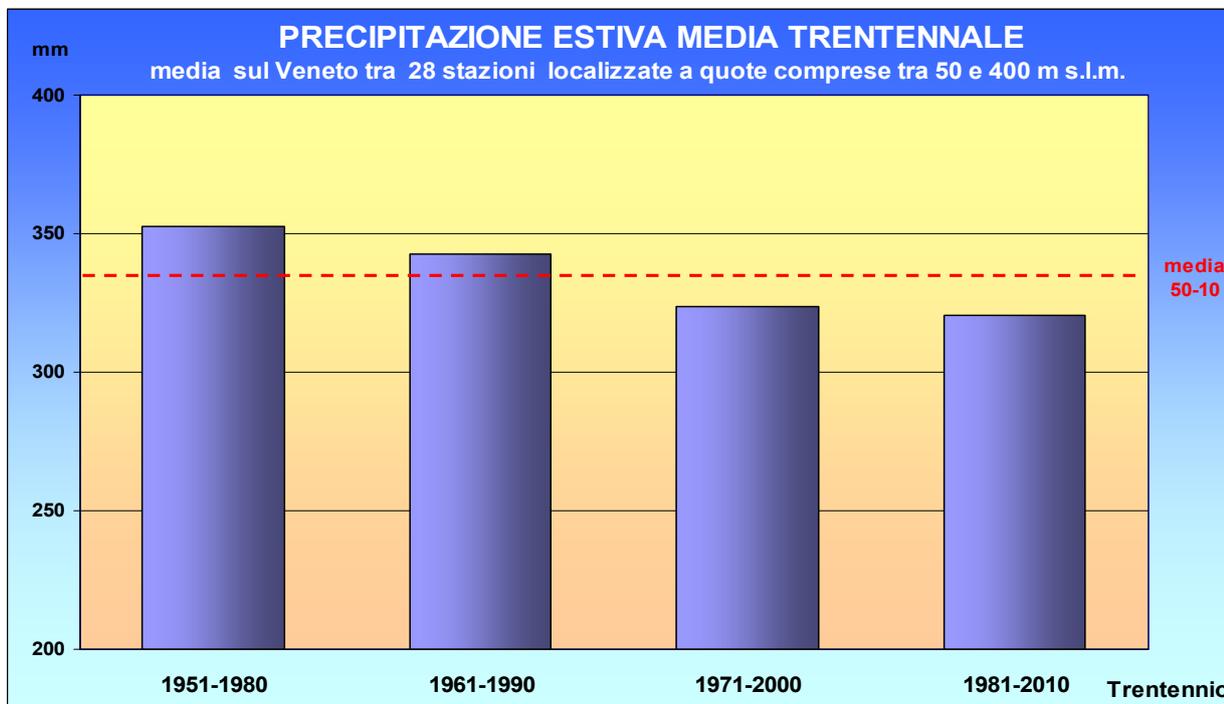


Fig. 42 - Precipitazione estiva media trentennale a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m.

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media estiva trentennale di 10 mm tra il primo ed il secondo periodo con un successivo decremento di 19 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 3 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media estiva trentennale di 32 mm.

Sulle aree montane (**Fig. 43**) la precipitazione media estiva nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	414.2 mm,
1961-1990	risulta pari a	400.2 mm,
1971-2000	risulta pari a	385.7 mm,
1981-2010	risulta pari a	381.4 mm.

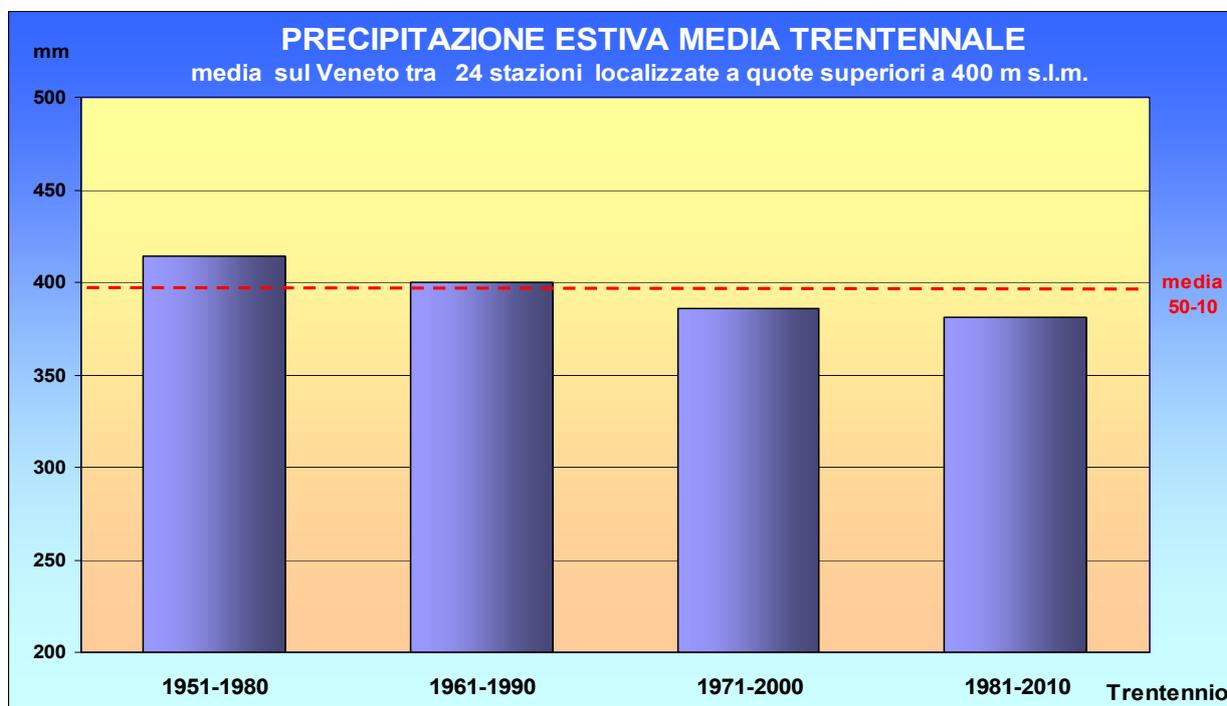


Fig. 43 - Precipitazione estiva media trentennale a quote superiori a 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media estiva trentennale di 14 mm tra il primo ed il secondo periodo con un successivo decremento di 14 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 4 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un decremento della precipitazione media estiva trentennale di 33 mm.

Precipitazioni autunnali

La **precipitazione media autunnale** (trimestre settembre-ottobre-novembre) viene rappresentata mediante carte delle isoiete: per il trentennio 1961-1990 - **Carta 5**, per il trentennio 1981-2010 - **Carta 22** e per il sessantennio 1951-2010 - **Carta 39**.

In generale la precipitazione media autunnale aumenta spostandosi verso nord con massimi localizzati sulle Prealpi e sui primi contrafforti alpini per poi tornare a decrescere nella regione alpina centro-settentrionale.

Sulla pianura la precipitazione media varia dai 180-200 mm del Polesine ai 350 mm della fascia pedemontana, in questa zona e sulle Prealpi si assiste ad un brusco incremento della precipitazione media che varia tra i 400 ed i 600 mm, con massimi assoluti localizzati sull'alta valle dell'Agno e del Leogra (versanti sud-orientali dei gruppi del Pasubio e del Carega).

Sul versante settentrionale della Val Belluna, tra il Longaronese ed il basso Agordino, si localizza una seconda area con apporti consistenti, simili a quelli rilevati sulle antistanti aree prealpine.

Sull'area dolomitica le precipitazioni medie autunnali decrescono dai 450 mm ai 300 mm spostandosi verso settentrione.

Si osservi il comportamento particolare della montagna Veronese e della zona del Garda dove si registra un decremento delle precipitazioni verso occidente, mentre si riscontra un tendenziale incremento degli apporti lungo il confine orientale del Veneto (in particolare nel Portogruarese e nel Comelico Superiore).

Confrontando la carta del trentennio 1961-1990 con quella del trentennio 1981-2010 si rileva un marcato decremento delle precipitazioni medie autunnali nel periodo 1961-1990, in particolare si osserva l'evidente spostamento verso nord dell'isolinea dei 200 mm che interessa l'intera Pianura centro-meridionale mentre sulle Dolomiti settentrionali l'isoieta dei 300 mm si sposta verso sud.

Andamento delle precipitazioni autunnali nel periodo 1950-2010

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori di precipitazione autunnale per tre macrozone della Regione Veneto considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m (pianura),
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi)
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Nei grafici (**Fig. 44**, **Fig. 45** e **Fig. 46**) sono state riportate: le precipitazioni autunnali (istogrammi), la precipitazione autunnale media del periodo 1950-2010 (retta rossa) e la media mobile su periodo di 5 anni (linea continua blu).

Sulla pianura veneta la precipitazione autunnale media del periodo 1950-2010 è di 260.6 mm; osservando la media mobile si riscontra la presenza di un'ampia oscillazione attorno alla media nel periodo 1957-1972 (15 anni) seguita da un'oscillazione nel periodo 1972-1989 (17 anni) con valori che rimangono per tutto il periodo generalmente sotto la media, raramente su valori prossimi alla media. Dopo il 1989 la media mobile aumenta portandosi, a partire dal 1993, stabilmente su valori superiori alla media.

Sempre in questa zona si osserva che i valori di precipitazione autunnale rimangono costantemente superiori alla media 1950-2010 nel periodo 1958-1966 (9 anni) e costantemente inferiori alla media nel successivo periodo 1967-1972 (6 anni), mentre nei rimanenti archi temporali si riscontra una più frequente alternanza tra anni più o meno piovosi della media.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. la precipitazione autunnale media del periodo 1950-2010 è di 375.4 mm.

Sulle aree montane la precipitazione autunnale media del periodo 1950-2010 è di 454.5 mm. Su ambedue queste zone si nota che, a differenza della pianura, la media mobile dal 2006 al 2009 si porta su valori inferiori alla media 50-10 (quindi rispetto alla media, surplus pluviometrico in pianura e deficit pluviometrico in montagna).

Massime precipitazioni autunnali

Sulla pianura veneta i massimi apporti zionali autunnali vengono registrati nel 2010 (457 mm), nel 2005 (422 mm), nel 1960 (421 mm) e nel 2000 (418 mm); a livello puntuale nel 2010 vengono rilevate precipitazioni di 715 mm a Vicenza, 651 mm a Cittadella (PD), 628 mm a Castelfranco Veneto (TV) e 625 mm a Fontanelle (TV).

La massima precipitazione autunnale assoluta, di 723 mm, è stata però rilevata nel 1990 dalla stazioni di Caorle (VE), si consideri che di questi, ben 312 mm risultano caduti il giorno 18 ottobre 1990.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i massimi apporti zionali autunnali vengono registrati nel 2010 (827 mm), nel 2000 (766 mm), nel 1960 (660 mm), e nel 1976 (638 mm); a livello puntuale nel 2010 vengono rilevate precipitazioni di 1144 mm a di Ferrazza (VI) e di 1125 mm a Valdagno (VI).

Si segnalano inoltre gli apporti di 1089 mm rilevati nel 2000 a Cison di Valmarino (TV) ed a Oliero (VI).

Sulle aree montane i massimi apporti zionali autunnali vengono registrati nel 2000 (1064 mm), nel 1960 (886 mm), nel 2010 (872 mm) e nel 1976 (849 mm); a livello puntuale la massima precipitazione autunnale assoluta, di 1506 mm, è stata rilevata nel 1976 dalla stazioni di Staro (VI), si segnalano inoltre gli apporti rilevati nel 2000 a Recoaro Terme (VI) di 1503 mm e di 1412 mm rilevati a Ceolati (VI) nel 1976.

Le stazioni dell'area montana presentano i massimi apporti della serie prevalentemente nell'anno 2000 mentre nell'area pedemontana e nell'alta pianura i massimi apporti assoluti si collocano nell'anno 2010.

Minime precipitazioni autunnali

Sulla pianura veneta i minimi apporti zionali autunnali vengono registrati nel 1983 (86 mm), nel 1954 (118 mm), nel 1985 (120 mm), nel 1972 (124 mm) e nel 1970 (123 mm). A livello puntuale le minime precipitazioni autunnali assolute sono state rilevate nel 1983 nel veneziano meridionale dalle stazioni di Chioggia 12 mm, Conetta di Cona 20 mm e Cavanella Motte 25 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. i minimi apporti zionali autunnali vengono registrati nel 1977 (124 mm), nel 1985 (134 mm), nel 1983 (151 mm), nel 1986 (156 mm), nel 1972 (164 mm), nel 1989 (185 mm), nel 1954 (187 mm), nel 1988 (196 mm) e nel 2006 (197 mm).

A livello puntuale si citano i 73 mm registrati nel 1983 dalla stazione di Villafranca (VR) ed i 90 mm registrati nello stesso anno dalla vicina stazione di San Pietro in Cariano (VR).

Nel 1977 cadono 68 mm a Cismon del Grappa (VI), 94 mm a Soverzene (BL) e 96 mm a Thiene, nel 1985 si segnalano i 94 mm rilevati a Montebelluna (TV).

I valori rilevati a Verona e Zovencedo (VI) sono probabilmente errati.

Sulle aree montane i minimi apporti zionali autunnali vengono registrati nel 1977 (147 mm), nel 1986 (151 mm), nel 1985 (167 mm), nel 1972 (181 mm), nel 1983 (192 mm), nel 1988 (194 mm) e nel 1989 (197 mm).

A livello puntuale le minime precipitazioni autunnali risultano essere state registrate nel 1977 con 81 mm caduti a Santo Stefano di Cadore (BL) e 96 mm ad Auronzo (BL) mentre nel 1986 cadono 96 mm a Lastebasse (VI) e 102 mm a Andraz (BL) ed a Caprile (BL). A Recoaro Terme (VI), che risulta essere una delle località più piovose della Regione, la minima precipitazione autunnale risulta essere di 179 mm rilevata nell'anno 1988.

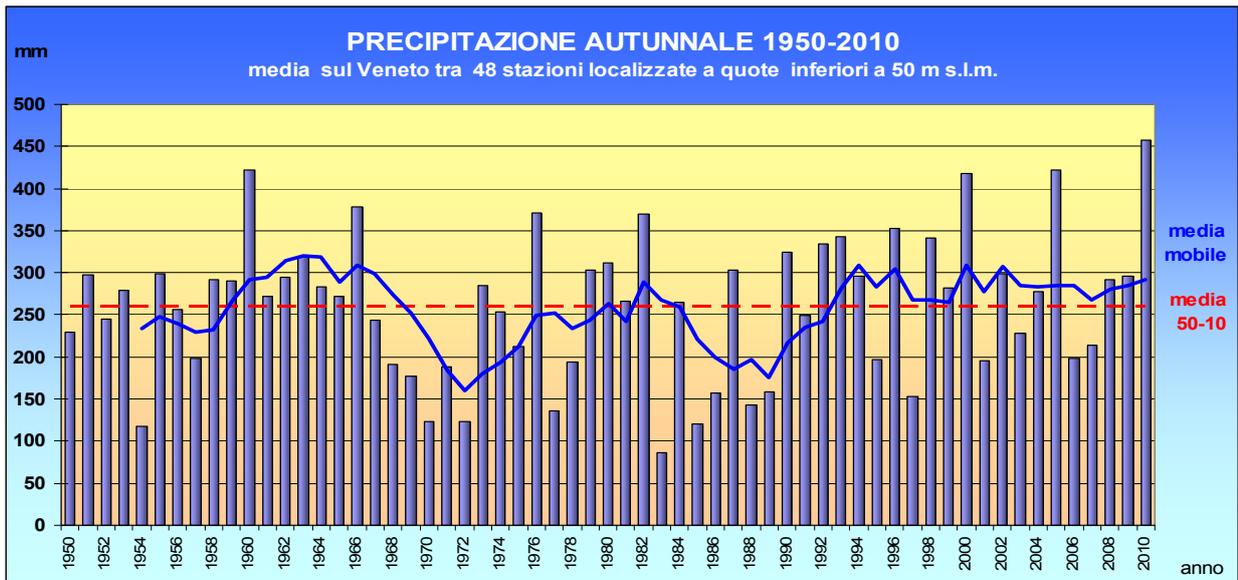


Fig. 44 - Precipitazione autunnale nel periodo 1950-2010 a quote inferiori a 50 m s.l.m..

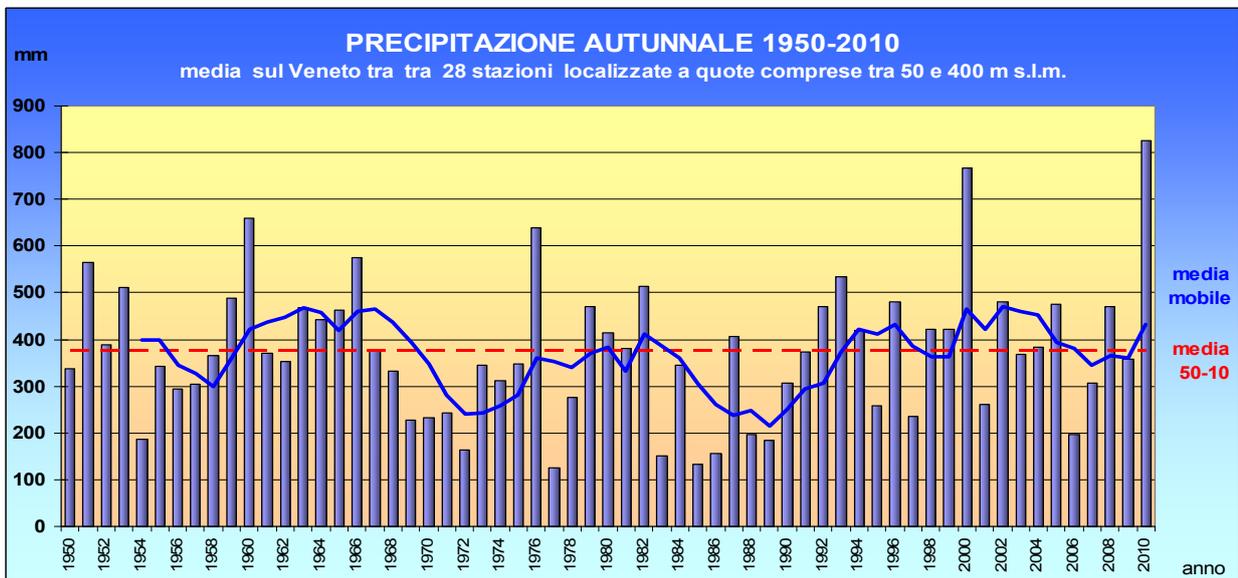


Fig. 45 - Precipitazione autunnale nel periodo 1950-2010 a quote tra 50 e 400 m s.l.m.

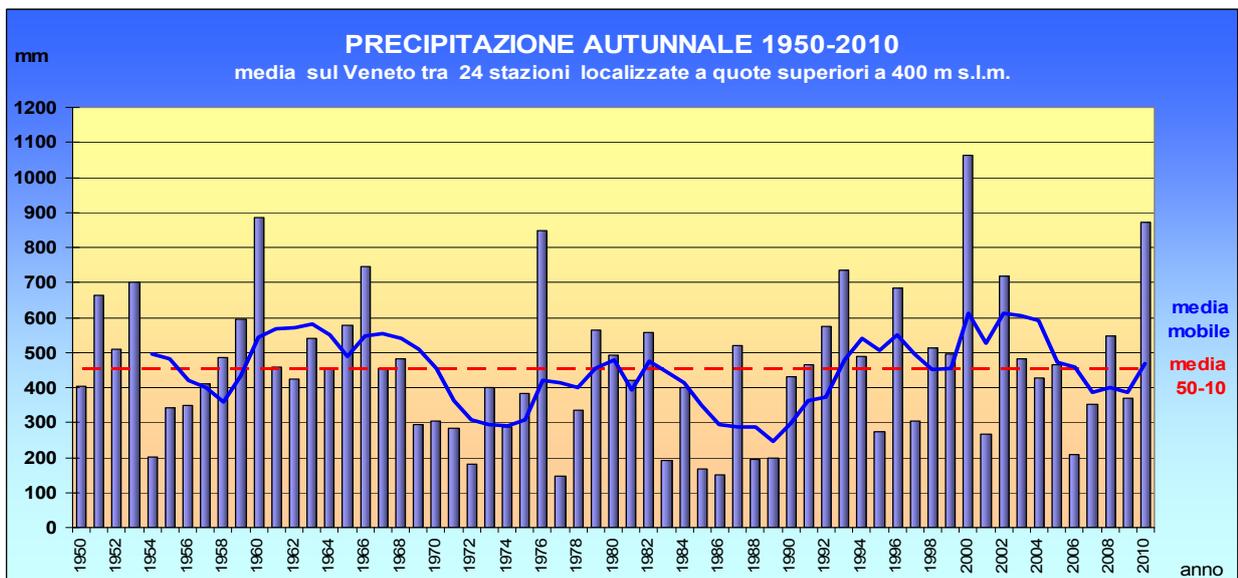


Fig. 46 - Precipitazione autunnale nel periodo 1950-2010 a quote superiori a 400 m s.l.m.

I Valori medi trentennali della precipitazione autunnale

Sulla pianura veneta (**Fig. 47**) la precipitazione media autunnale nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	254.3 mm,
1961-1990	risulta pari a	237.5 mm,
1971-2000	risulta pari a	251.2 mm,
1981-2010	risulta pari a	267.9 mm.

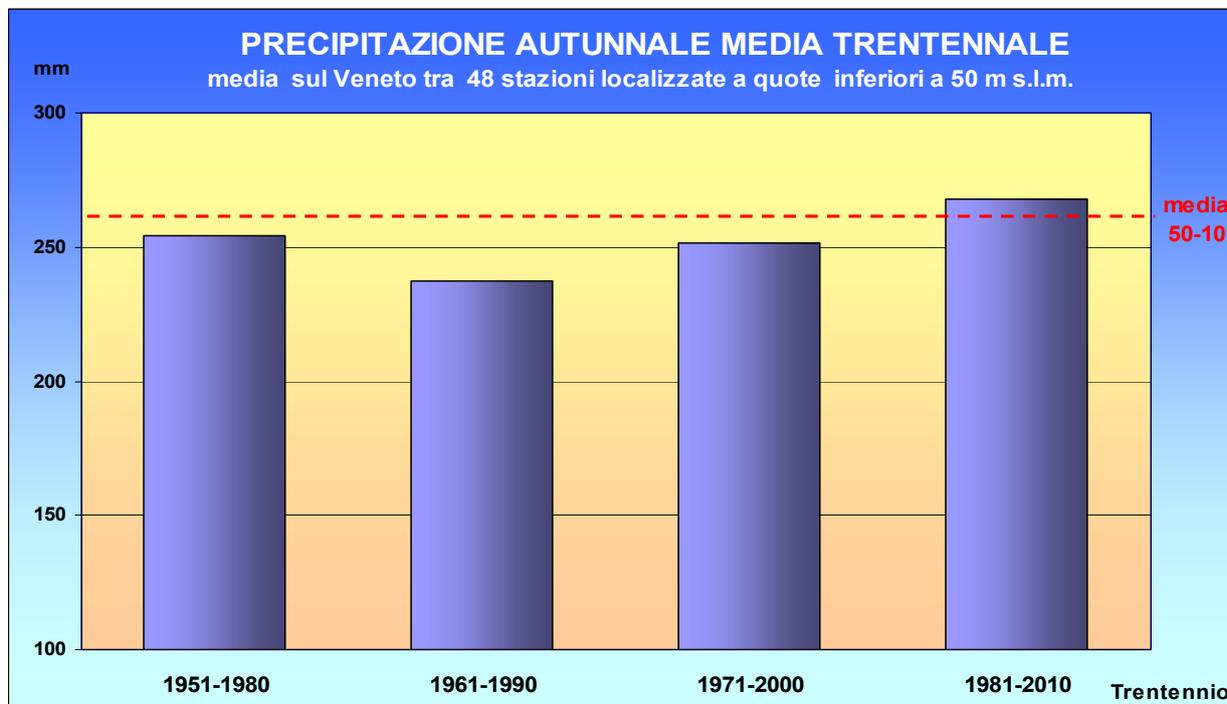


Fig. 47 - Precipitazione autunnale media trentennale a quote inferiori a 50 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media autunnale trentennale di 17 mm tra il primo ed il secondo periodo, un incremento di 14 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 17 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un incremento della precipitazione media autunnale trentennale di 14 mm.

Sulle aree a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m. (**Fig. 48**) la precipitazione media autunnale nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	376.0 mm,
1961-1990	risulta pari a	331.6 mm,
1971-2000	risulta pari a	349.8 mm,
1981-2010	risulta pari a	376.1 mm.

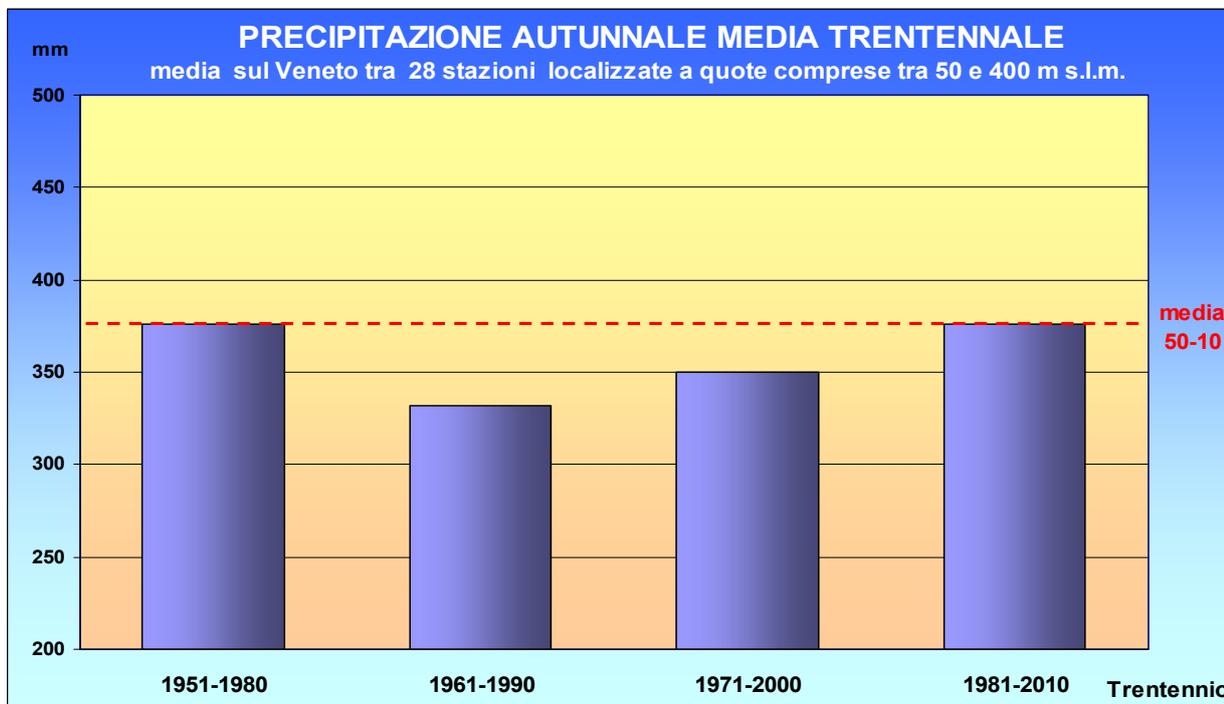


Fig. 48 - Precipitazione autunnale media trentennale a quote comprese tra 50 e 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media autunnale trentennale di 44 mm tra il primo ed il secondo periodo, un incremento di 18 mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 26 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, non si riscontra alcuna variazione della precipitazione media autunnale trentennale.

Sulle aree montane (**Fig. 49**) la precipitazione media autunnale nel trentennio:

1951-1980	risulta pari a	459.8 mm,
1961-1990	risulta pari a	396.1 mm,
1971-2000	risulta pari a	425.0 mm,
1981-2010	risulta pari a	450.9 mm.

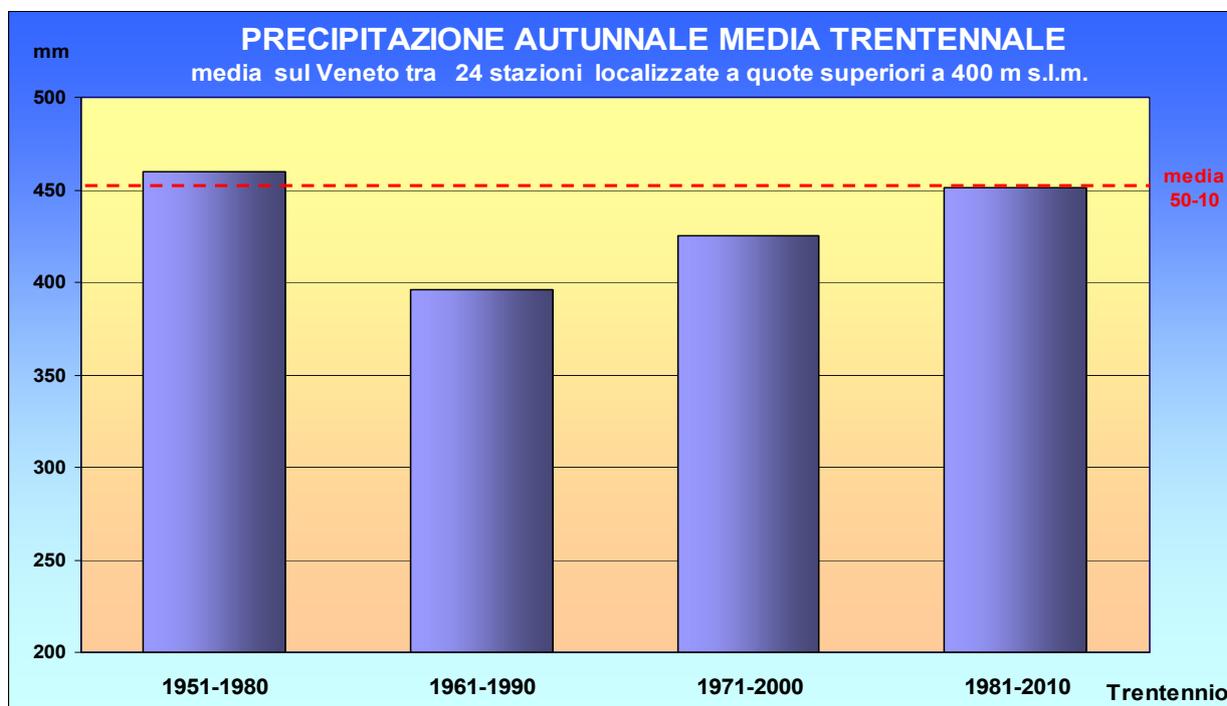


Fig. 49 - Precipitazione autunnale media trentennale a quote superiori a 400 m s.l.m..

Viene evidenziato un decremento della precipitazione media autunnale trentennale di 64 mm tra il primo ed il secondo periodo, un incremento di 29mm tra il secondo ed il terzo periodo e di 26 mm nell'ultimo periodo.

Confrontando i due trentenni indipendenti 1951-1980 e 1981-2010, si riscontra un lieve decremento della precipitazione media autunnale trentennale di 9 mm.



3.5 Le precipitazioni sul Veneto - Valori mensili

Adriano Barbi, Federica Checchetto, Irene Delillo, Francesco Rech

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



Andamento delle precipitazioni mensili nel periodo 1950-2010

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico (localizzate nelle carte A ed A.1) selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori delle precipitazioni cumulata nei mesi dell'anno, per tre macrozone del Veneto considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m (pianura);
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi);
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Per la lettura delle 12 serie di 3 grafici di seguito riportati si consideri che:

- gli istogrammi (barre verticali) rappresentano la precipitazione cumulata media zonale in ciascun mese nel periodo 1950-2010 (61 anni);
- la retta tratteggiata rossa riporta la precipitazione mensile zonale media del periodo 1950-2010;
- la linea continua blu rappresenta la media mobile su un periodo di 5 anni delle precipitazioni mensili zonali.

In ciascuna terna di grafici relativi a un mese si è adottato il criterio di mantenere la medesima scala dei valori di precipitazione per tutte e tre le macrozone.

Le precipitazioni medie mensili sono rappresentate mediante le seguenti carte delle isoiete:

- Carte da 6 a 17 per il trentennio 1961-1990.
- Carte da 23 a 34 per il trentennio 1981-2010.

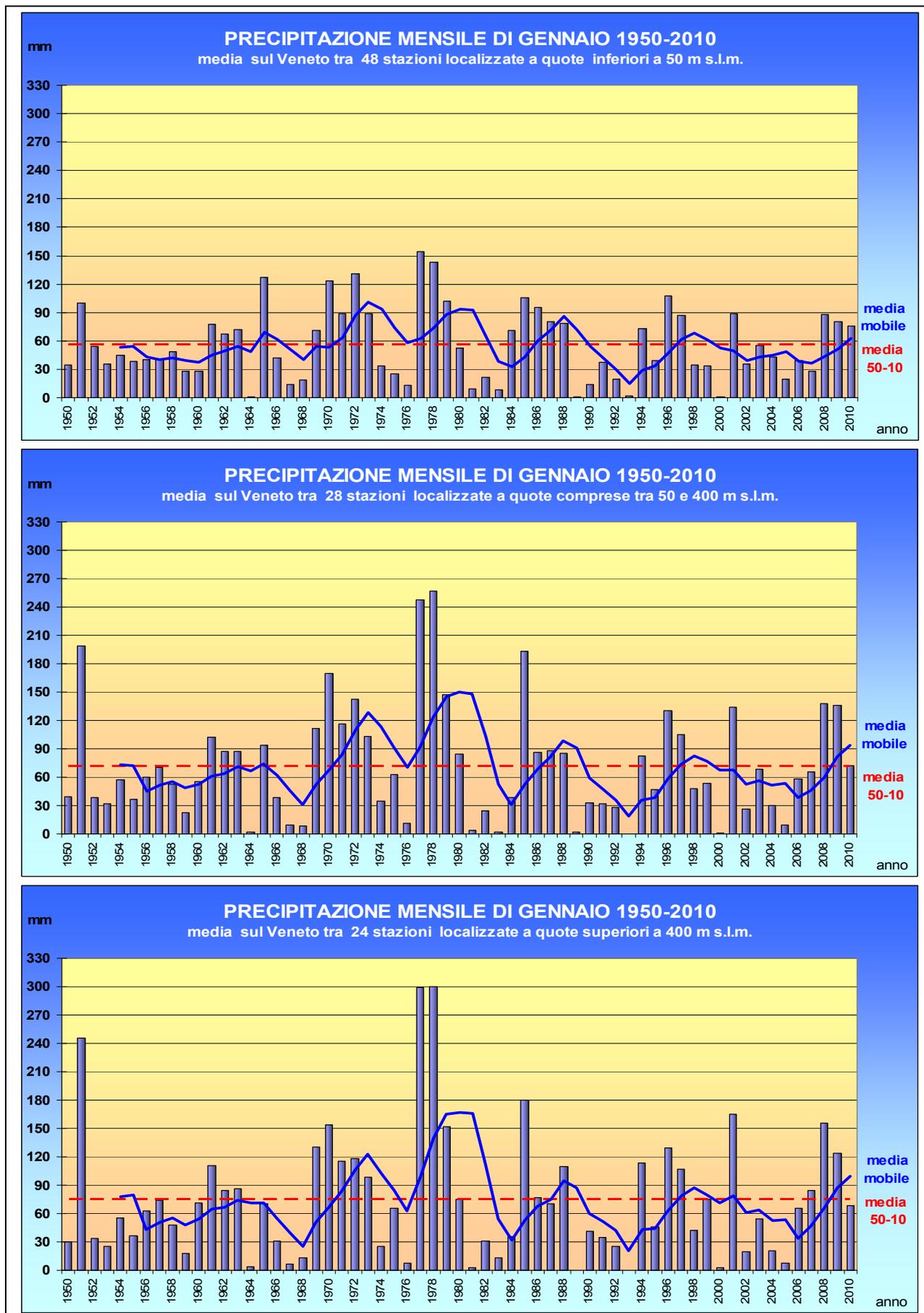


Fig. 50 - Precipitazioni del mese di gennaio nel periodo 1950-2010 (media zonale).

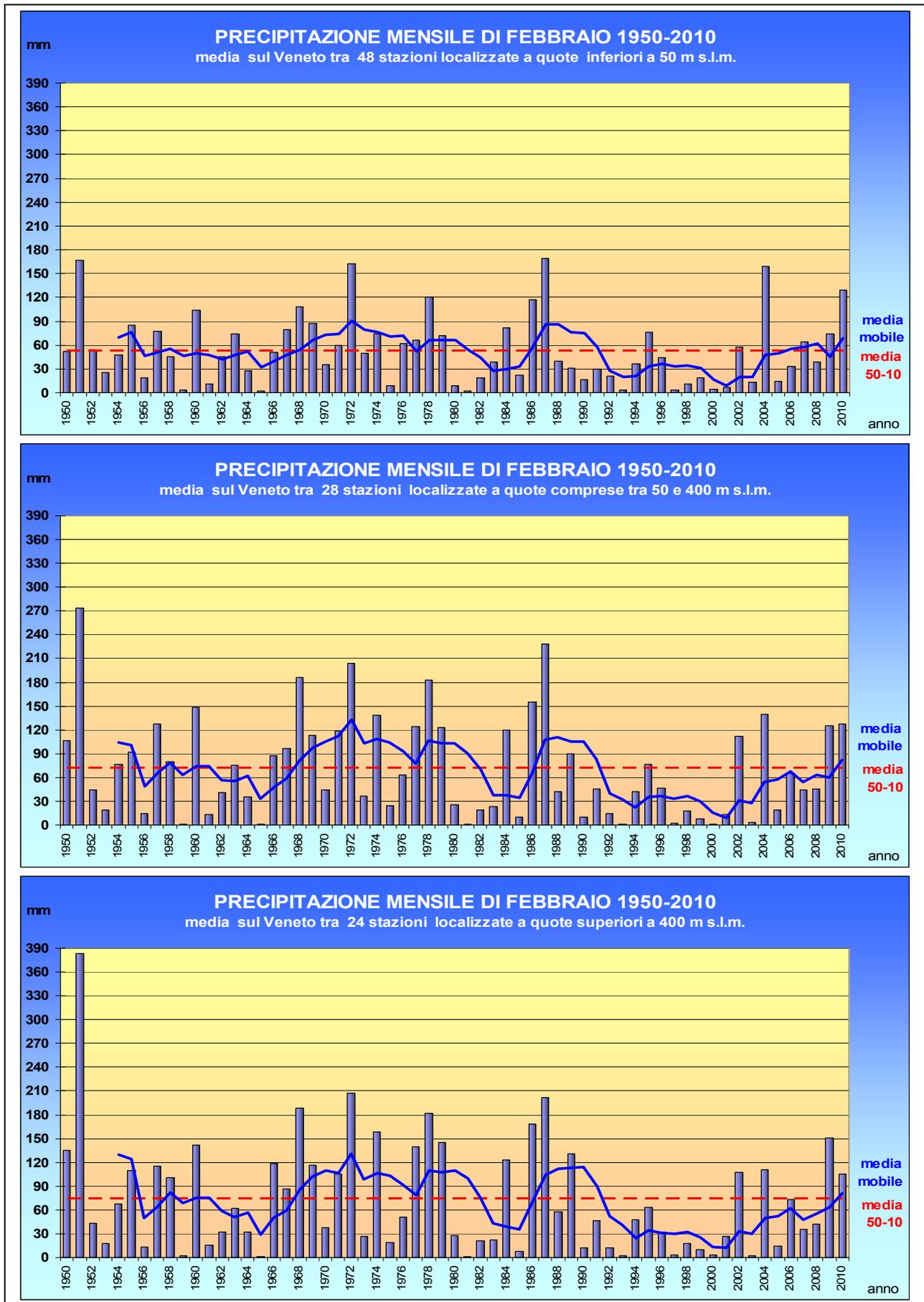


Fig. 51 - Precipitazioni del mese di febbraio nel periodo 1950-2010 (media zonale).

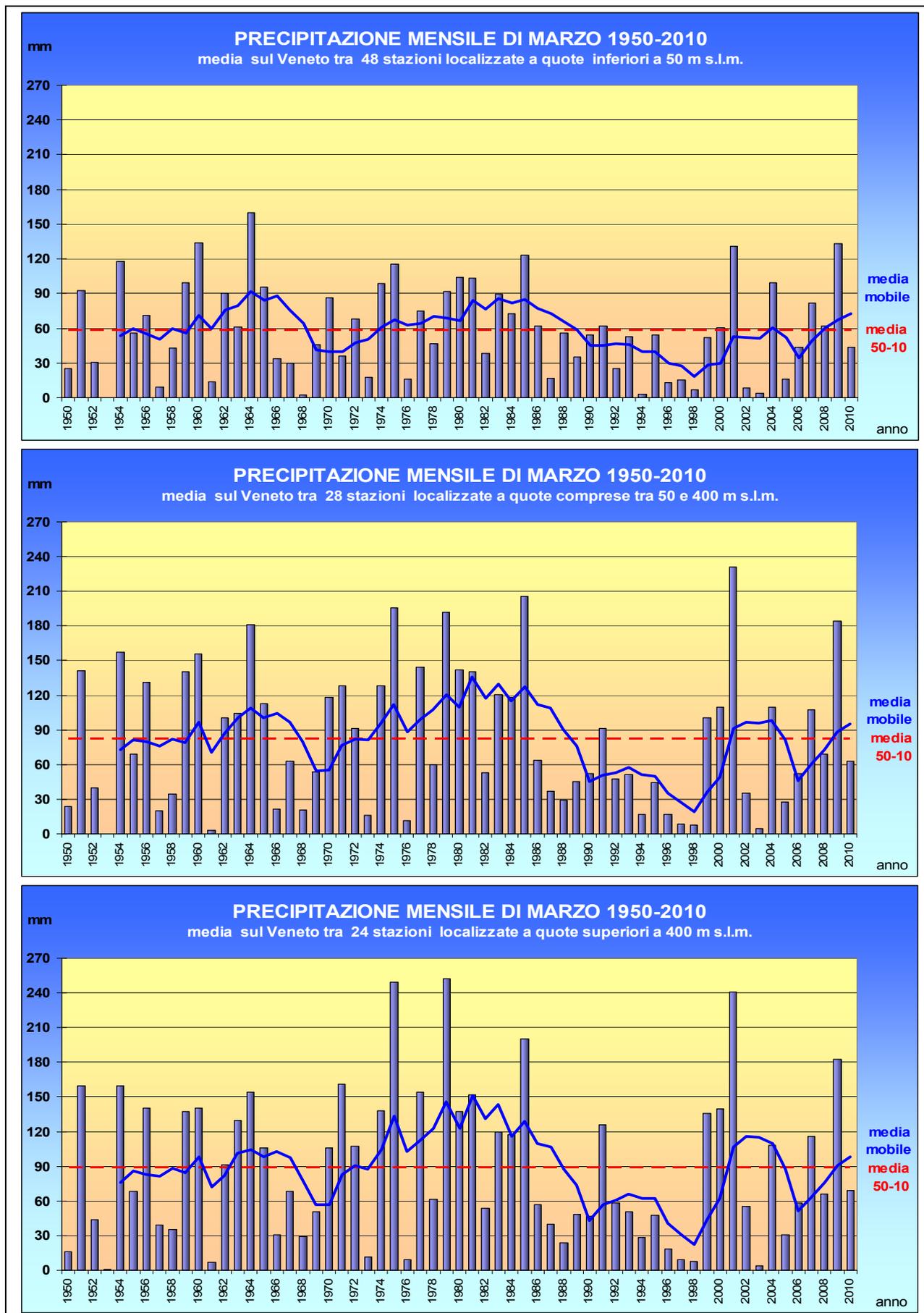


Fig. 52 - Precipitazioni del mese di marzo nel periodo 1950-2010 (media zonale).

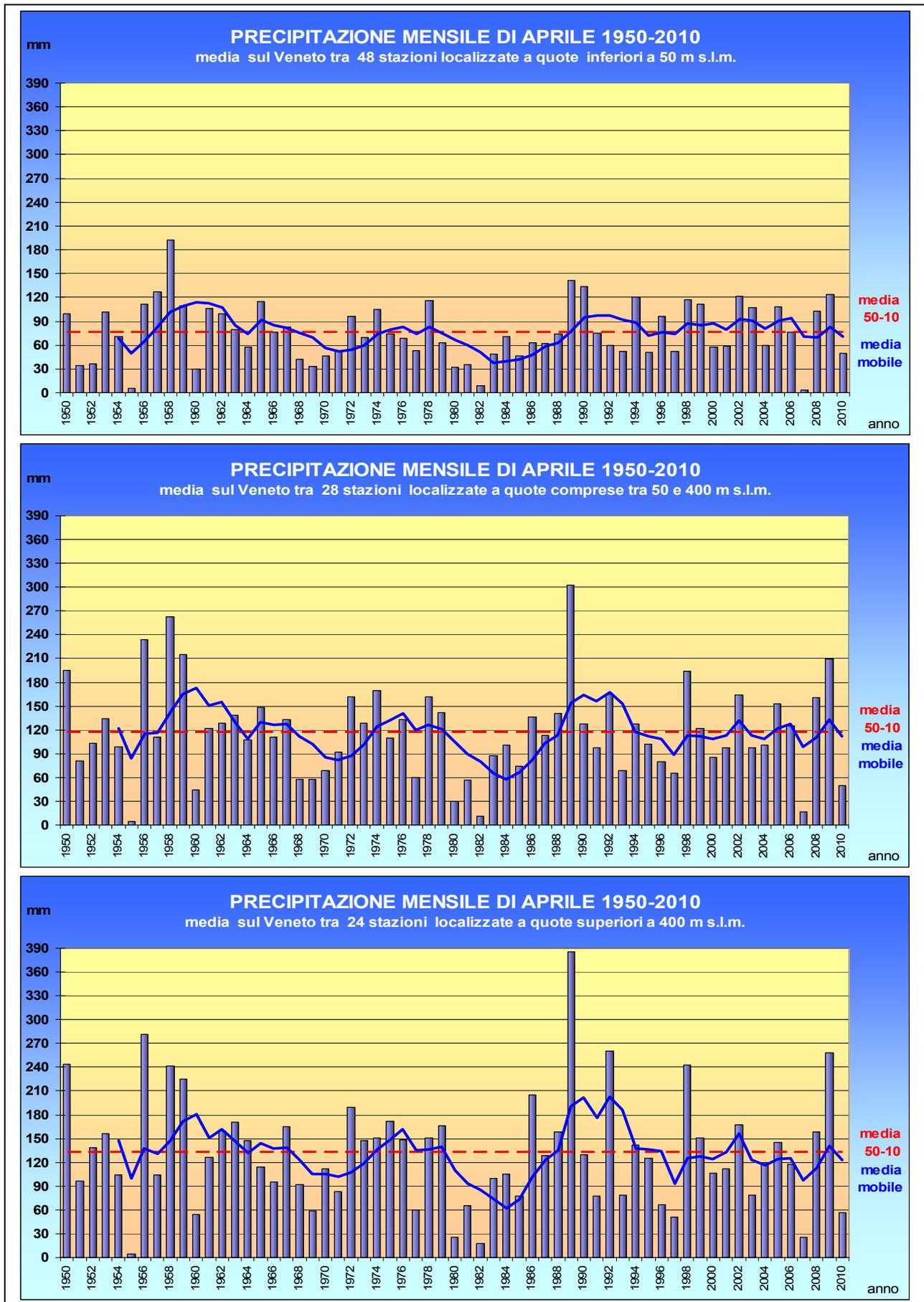


Fig. 53 - Precipitazioni del mese di aprile nel periodo 1950-2010 (media zonale).

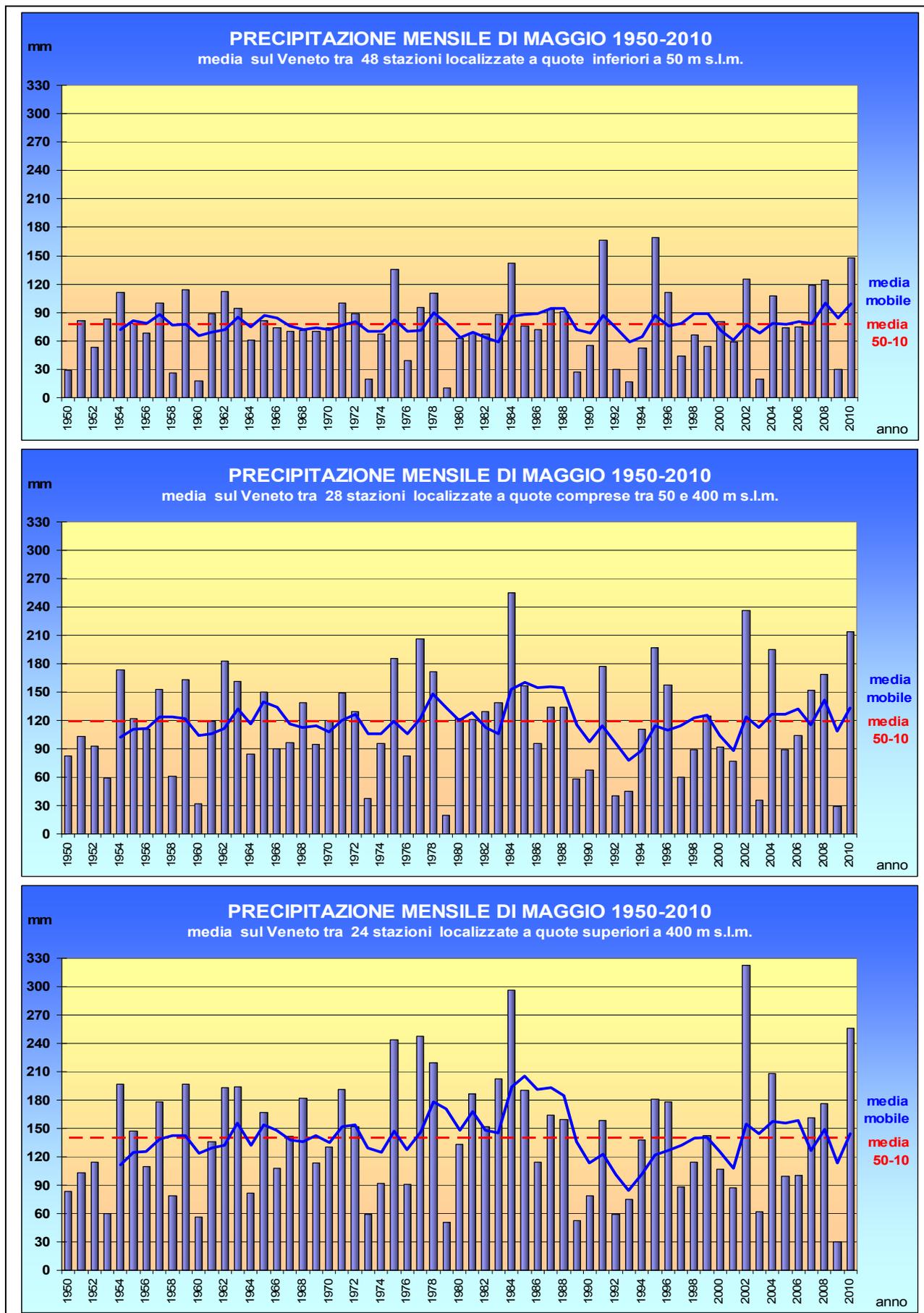


Fig. 54 - Precipitazioni del mese di maggio nel periodo 1950-2010 (media zonale).

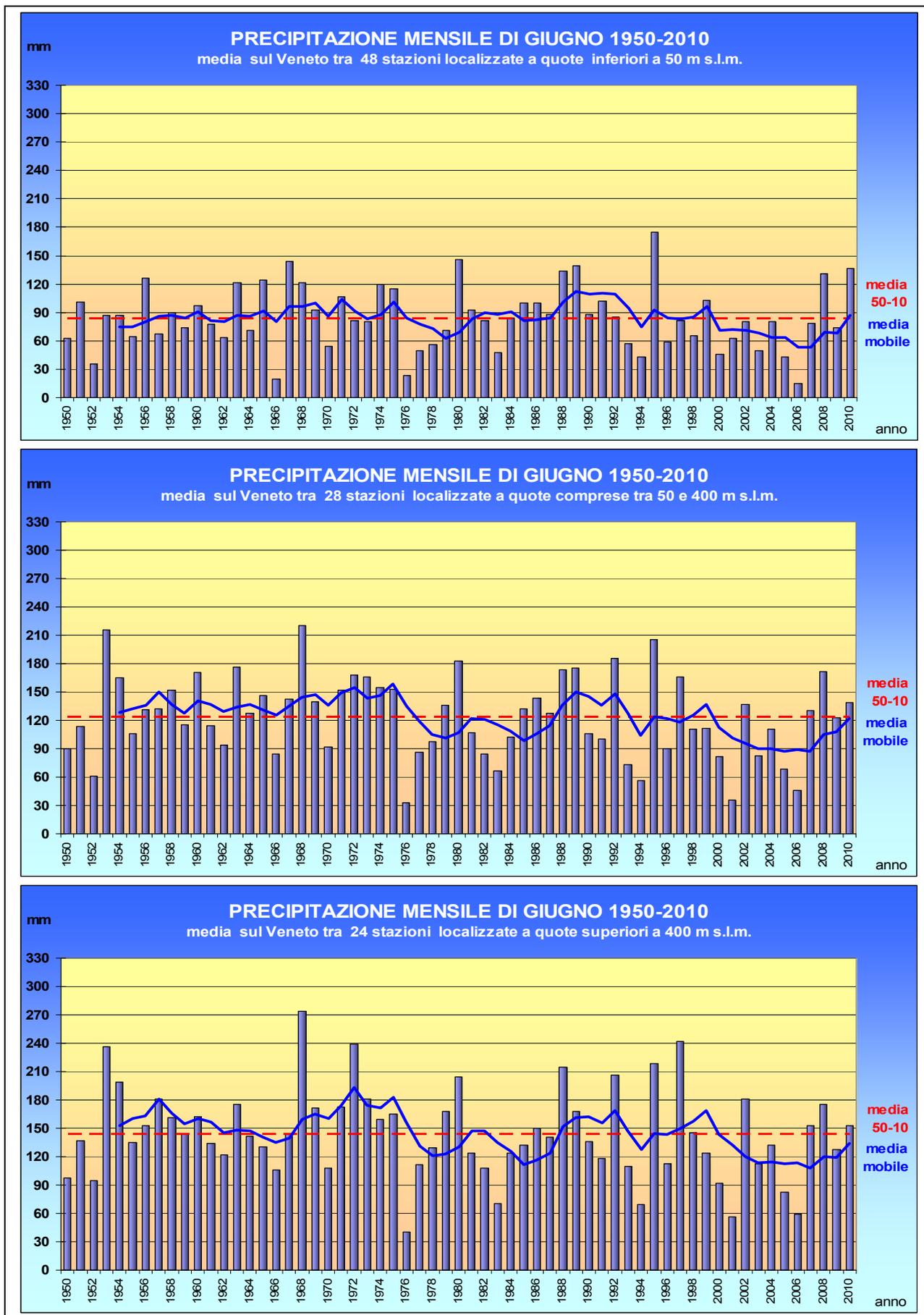


Fig. 55 - Precipitazioni del mese di giugno nel periodo 1950-2010 (media zonale).

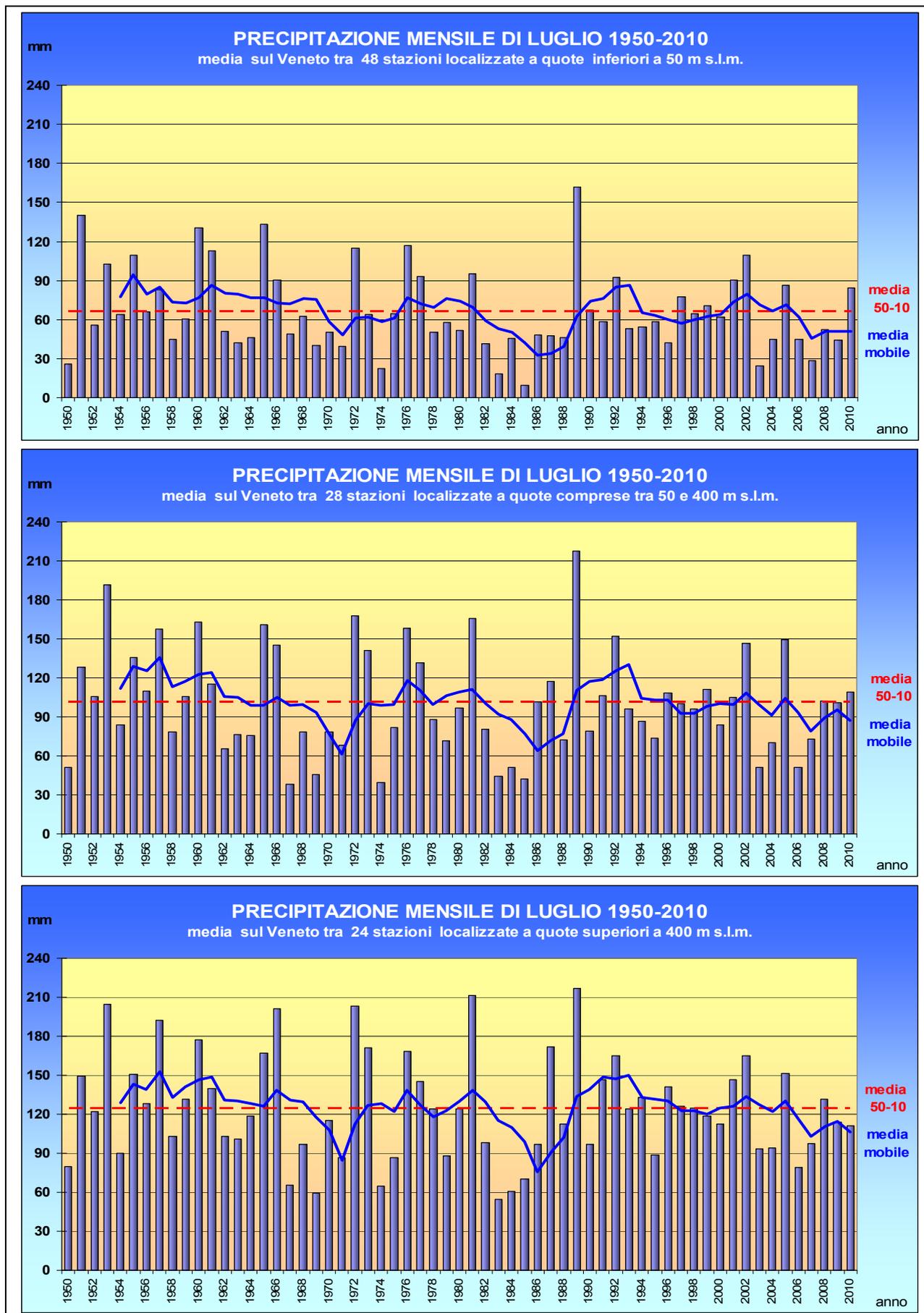


Fig. 56 - Precipitazioni del mese di luglio nel periodo 1950-2010 (media zonale).

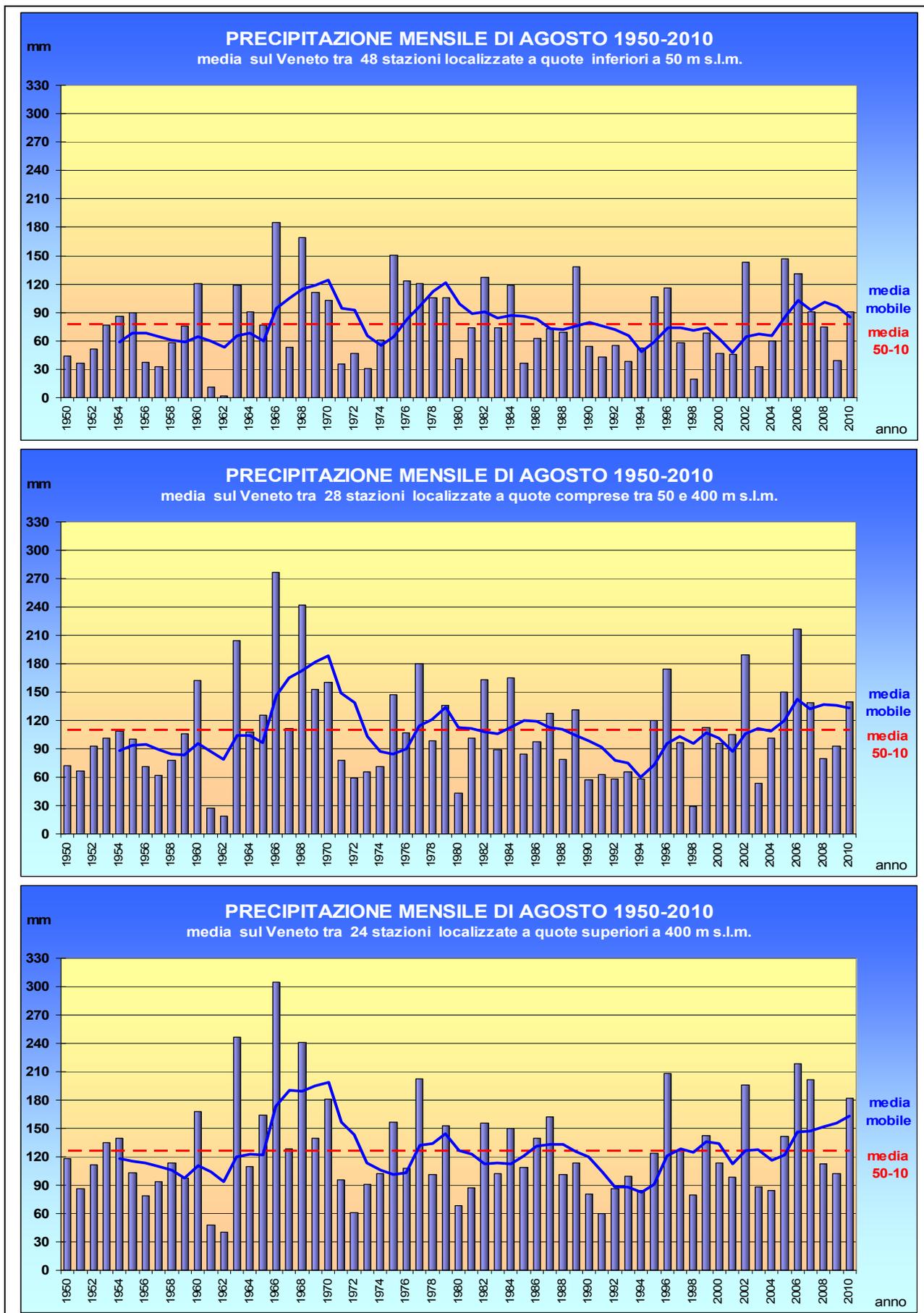


Fig. 57 - Precipitazioni del mese di agosto nel periodo 1950-2010 (media zonale).

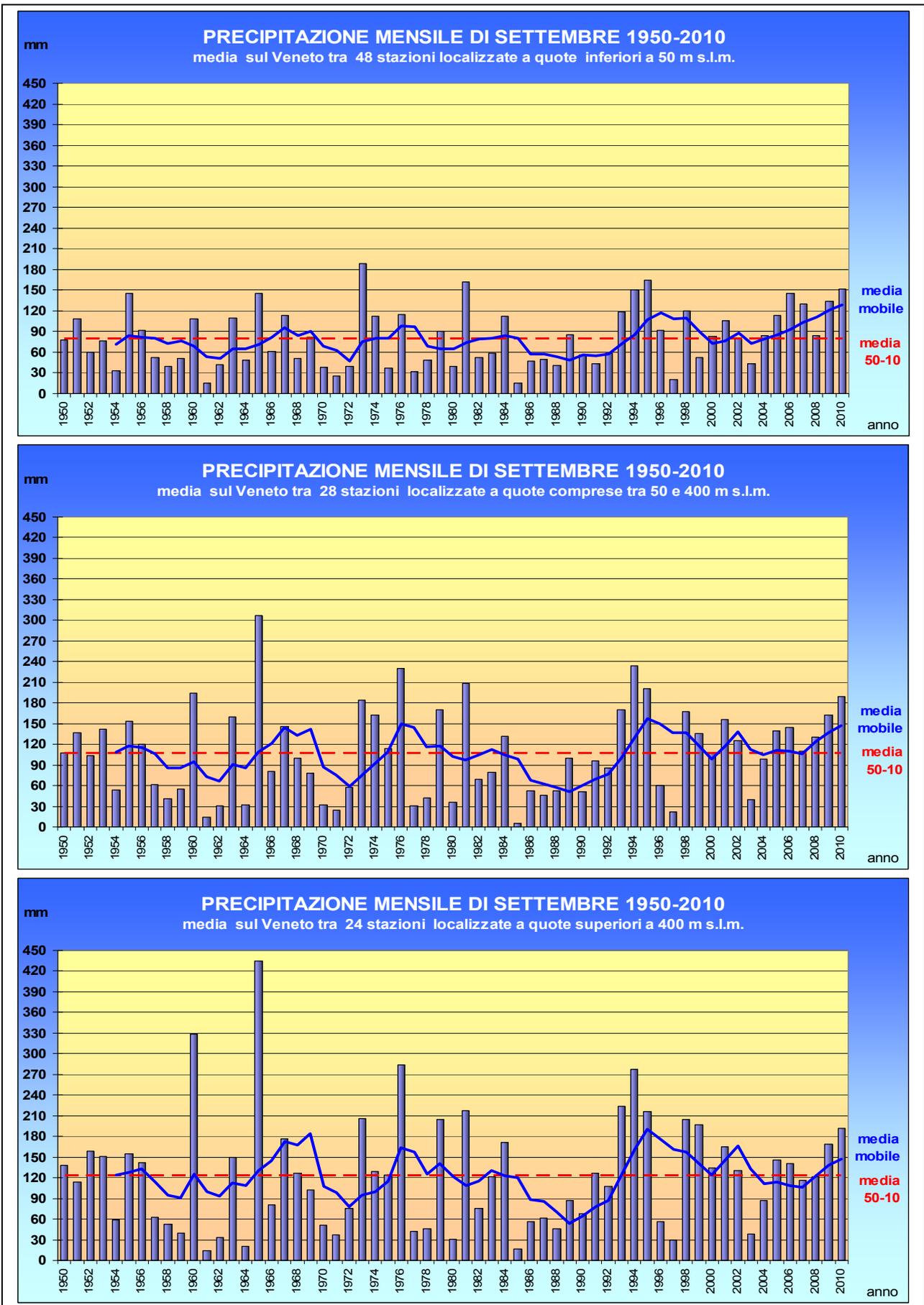


Fig. 58 - Precipitazioni del mese di settembre nel periodo 1950-2010 (media zonale).

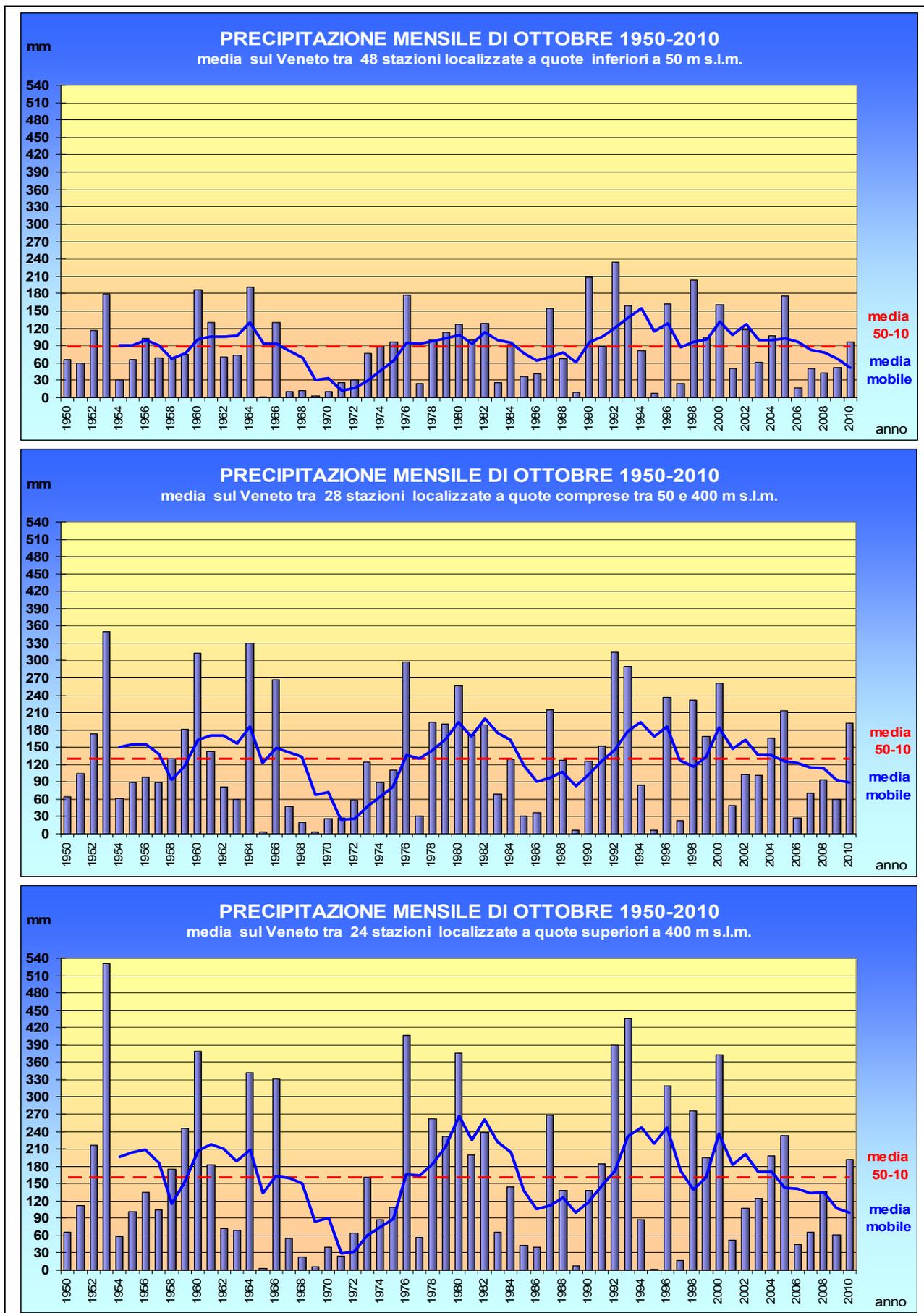


Fig. 59 - Precipitazioni del mese di ottobre nel periodo 1950-2010 (media zonale).

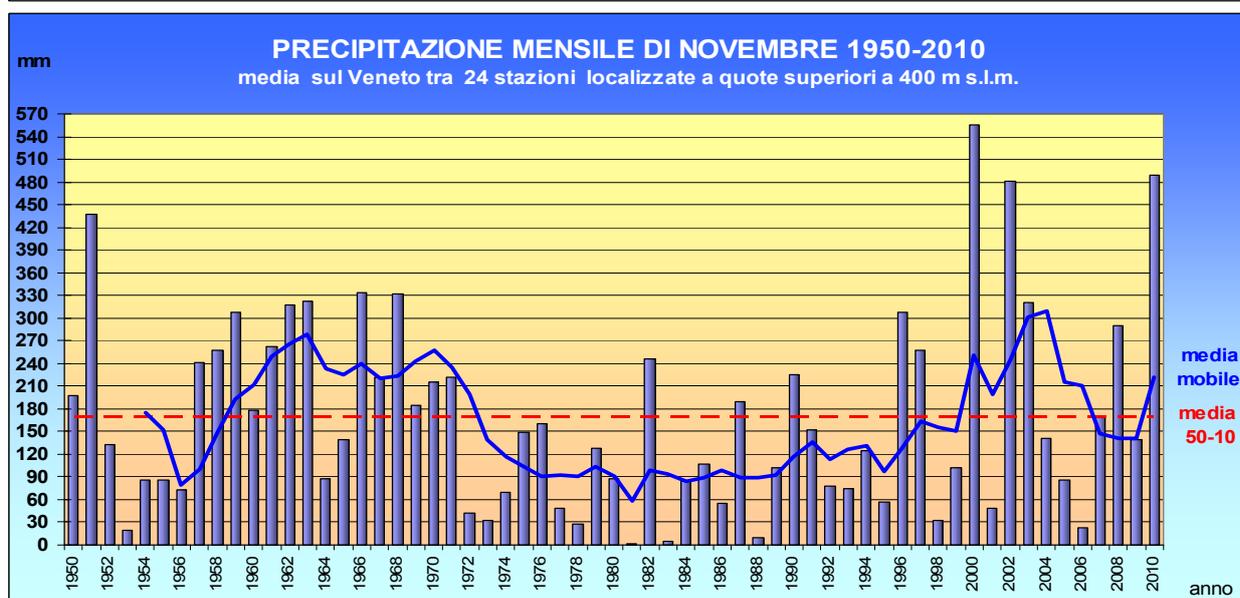
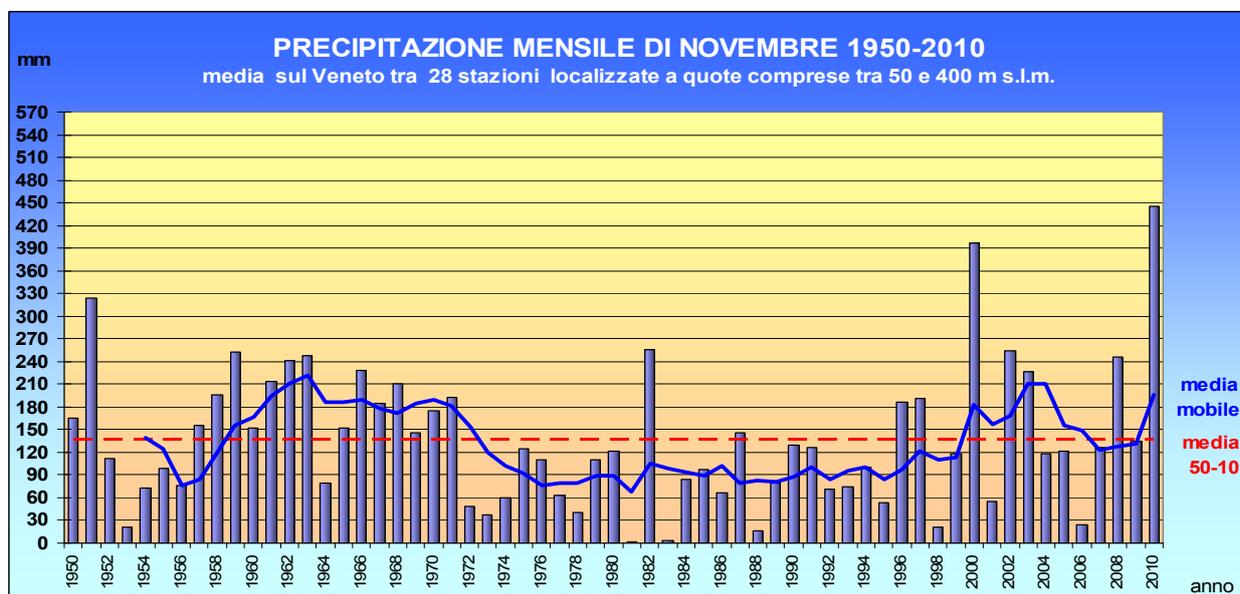
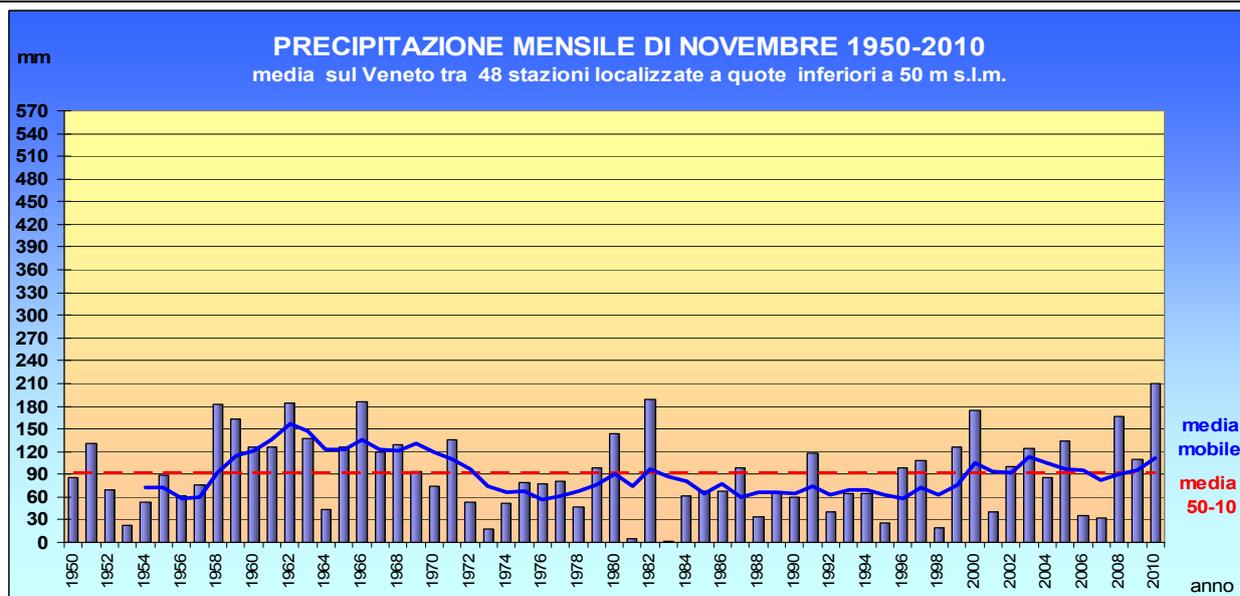


Fig. 60 - Precipitazioni del mese di novembre nel periodo 1950-2010 (media zonale).

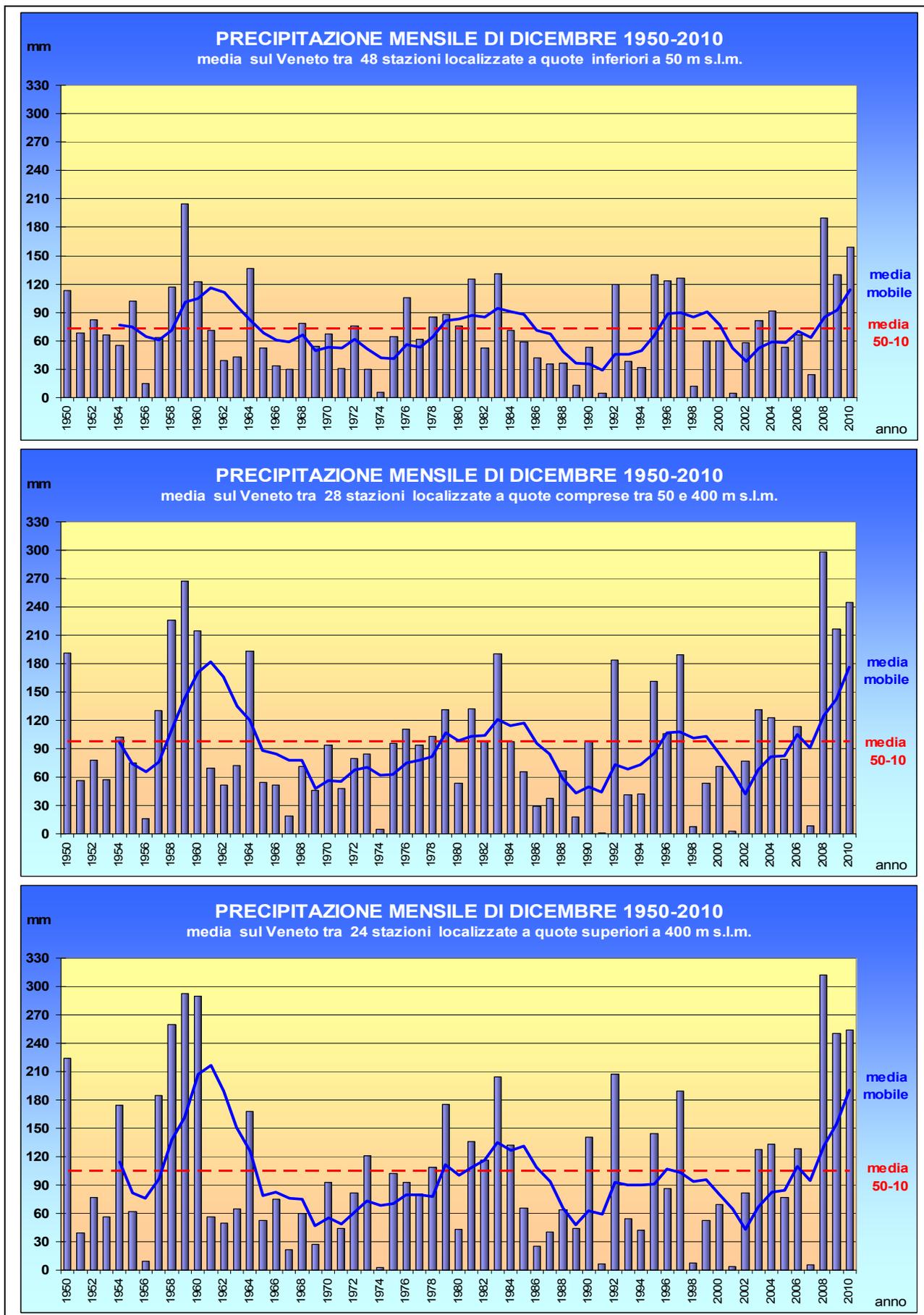


Fig. 61 - Precipitazioni del mese di dicembre nel periodo 1950-2010 (media zonale).

I valori medi trentennali delle precipitazioni mensili

Utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico (localizzate nelle carte A ed A.1) selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010, si è effettuata una media dei valori delle precipitazioni medie mensili, per tre macrozone del Veneto considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m (pianura);
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi);
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

In **figura 62** sono riportati gli istogrammi delle precipitazioni mensili medie trentennali relativamente ai periodi 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000 e 1981-2010 mentre la spezzata rappresenta le precipitazioni mensili medie del periodo 1950-2010.

I valori medi mensili evidenziano:

- un massimo di apporti pluviometrici nei mesi di novembre e ottobre;
- un massimo secondario nei mesi di giugno maggio e aprile;
- un minimo di apporti nei mesi tra dicembre e marzo con minimo assoluto in febbraio;
- un minimo secondario degli apporti nei mesi da luglio a settembre con comportamento differenziato tra la pianura, dove luglio risulta decisamente meno piovoso di agosto e settembre, e la montagna, dove le differenze di piovosità tra i tre mesi risultano attenuate.

I confronti della precipitazione media mensile tra trentenni consentono di individuare:

- evidenti decrementi negli apporti medi mensili di gennaio, febbraio e marzo mentre il mese di giugno manifesta segnali di decremento nelle aree collinari prealpine e alpine ma non in pianura;
- segnali di tendenziale incremento degli apporti nei mesi di dicembre, di settembre e ottobre;
- il mese di novembre, dopo una fase di decremento degli apporti manifesta, soprattutto nelle aree collinari e montane, un relativo segnale di incremento nel trentennio 1981-2010.

Nei restanti mesi i segnali di variazione delle precipitazioni nel tempo sono molto deboli.

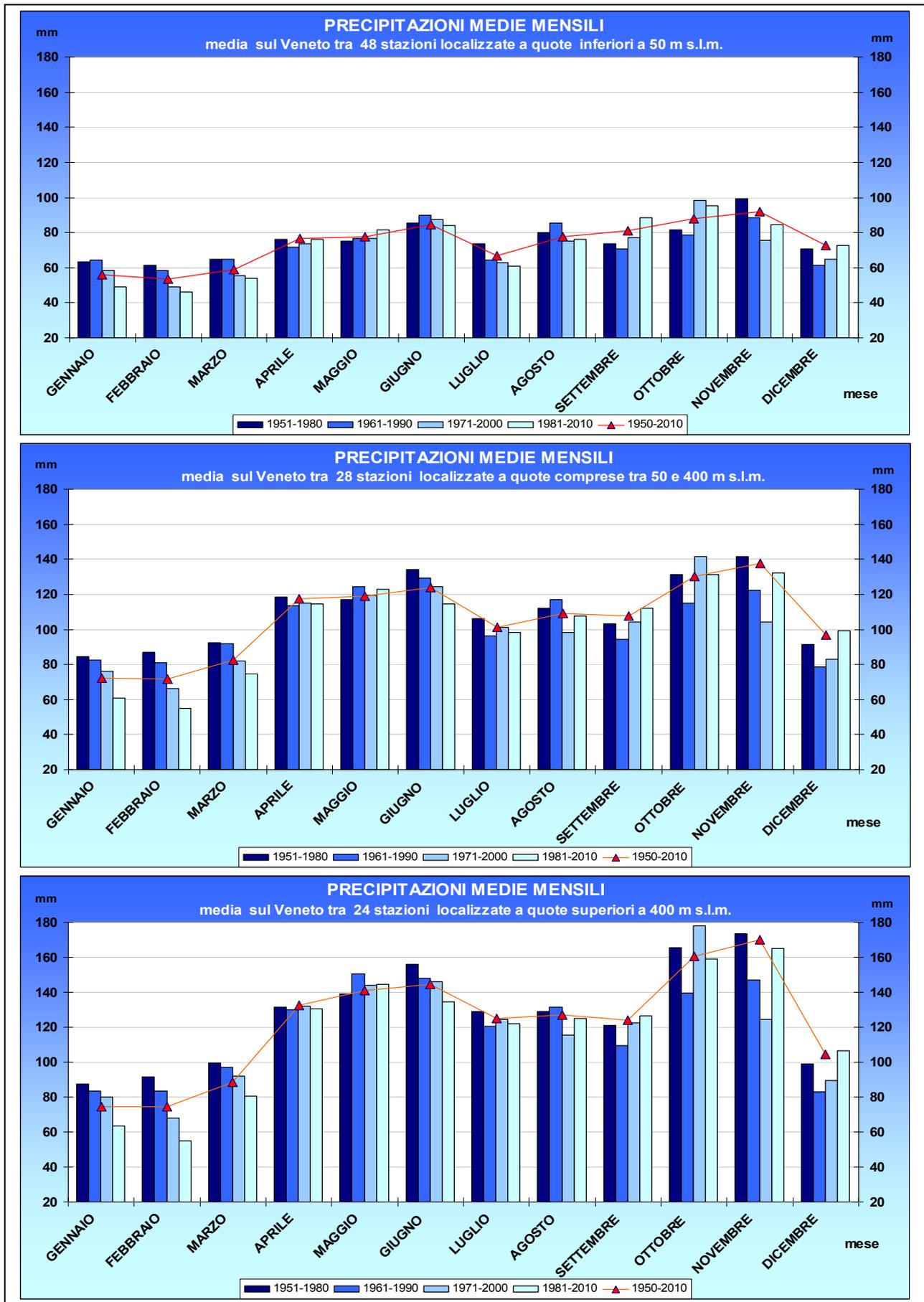


Fig. 62 - Precipitazione medie mensili nei periodi 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 istogrammi e 1950-2010 spezzata (medie zonali).

Distribuzione spaziale sul Veneto delle precipitazioni medie mensili

➤ *Precipitazioni medie mensili sull'area dolomitica settentrionale*

In **figura 63** sono riportate le precipitazioni medie mensili della stazione pluviometrica di S. Stefano di Cadore (BL), per rappresentare il regime pluviometrico dell'area più settentrionale della regione. Si consideri che hanno andamento simile anche le precipitazioni registrate nelle stazioni di Auronzo, Cortina d'Ampezzo ed Andraz.

In queste stazioni si osserva che:

- il minimo principale di precipitazione media mensile si colloca nel mese di gennaio o di febbraio;
- il massimo principale nel mese di giugno (anziché in autunno);
- il minimo secondario si colloca in settembre (anziché in luglio);
- il massimo secondario si colloca nei mesi di ottobre e di novembre;
- la piovosità presenta, quindi, un incremento progressivo e marcato da marzo a giugno e un graduale decremento da luglio a settembre.



Fig. 63 – Precipitazioni medie mensili della stazione di S. Stefano di Cadore (BL)

➤ **Precipitazioni medie mensili sull'area dolomitica meridionale**

In **figura 64** sono riportate le precipitazioni medie mensili della stazione pluviometrica di Gosaldo (BL) nel basso Agordino. Si osserva che:

- il massimo principale di piovosità si colloca nel periodo autunnale (novembre);
- diminuisce, rispetto al caso precedente, la piovosità media del mese di luglio che risulta simile a quella di agosto.

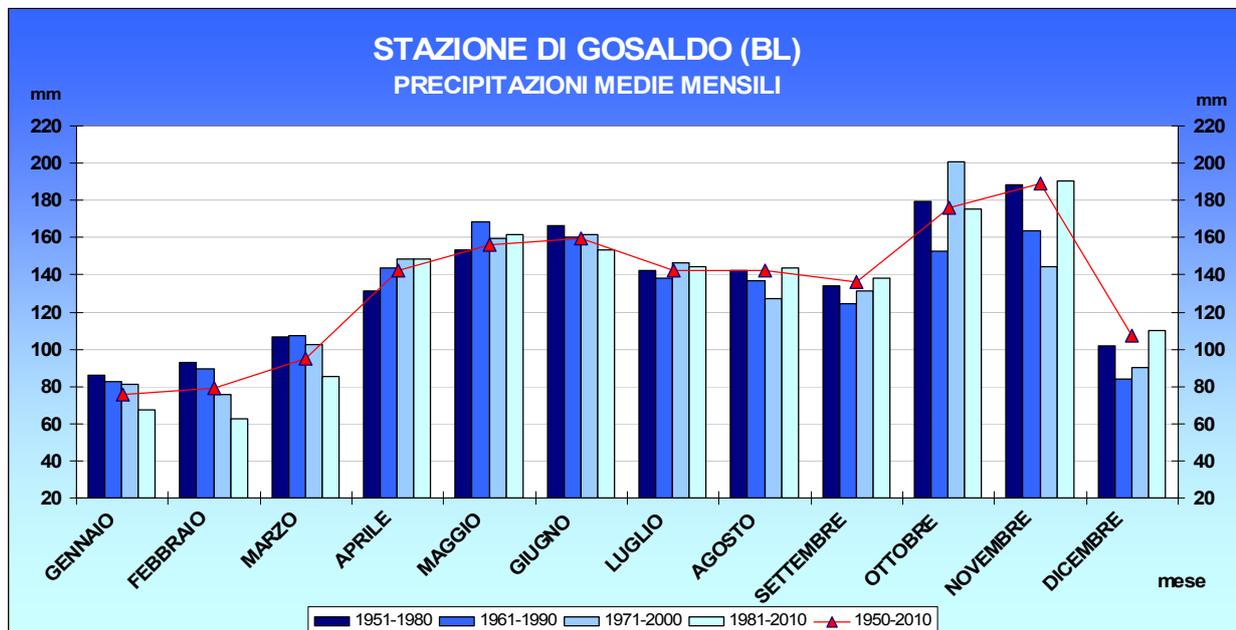


Fig. 64 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Gosaldo (BL)

➤ **Precipitazioni medie mensili sull'area prealpina orientale**

In **figura 65** sono riportate le precipitazioni medie mensili della stazione pluviometrica di Fener (BL), nella valle del Piave al confine con la Provincia di Treviso. Si osserva che:

- il minimo secondario di piovosità si sposta a luglio;
- i mesi di aprile, maggio e giugno hanno piovosità simile, con massimo secondario che, nell'ultimo trentennio (1981-2010) si sposta a maggio;
- il massimo principale si colloca nei mesi di ottobre-novembre.

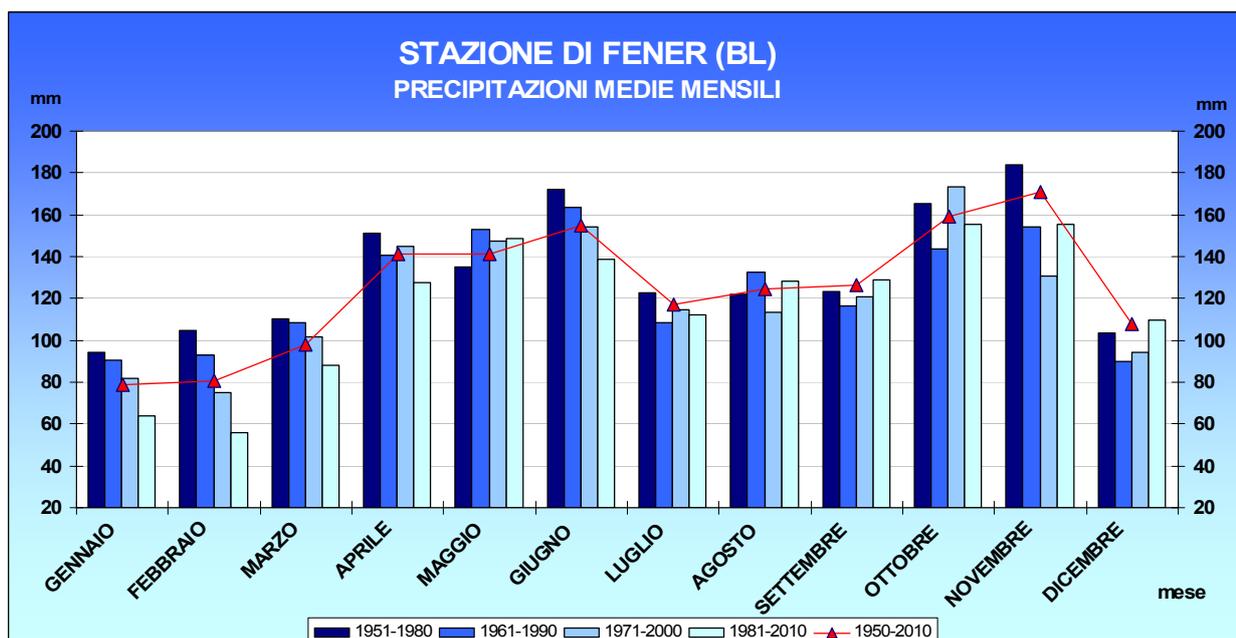


Fig. 65 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Fener in Comune di Alano di Piave (BL)

➤ **Precipitazioni medie mensili sull'area prealpina centrale**

In **figura 66 e 67** sono riportate le precipitazioni medie mensili delle stazioni pluviometriche di Asiago (VI) sull'Altipiano dei Sette Comuni e di Corsara (VI) in Comune di Marostica.

Si osserva che:

- le precipitazioni di luglio, agosto e settembre sono abbastanza simili tra loro e rendono difficile l'individuazione del mese in cui si colloca il minimo secondario
- pure i mesi di giugno, ottobre e novembre hanno piovosità sostanzialmente simile, anche se il massimo assoluto si colloca a novembre ad Asiago e in modo molto incerto a Crosara.

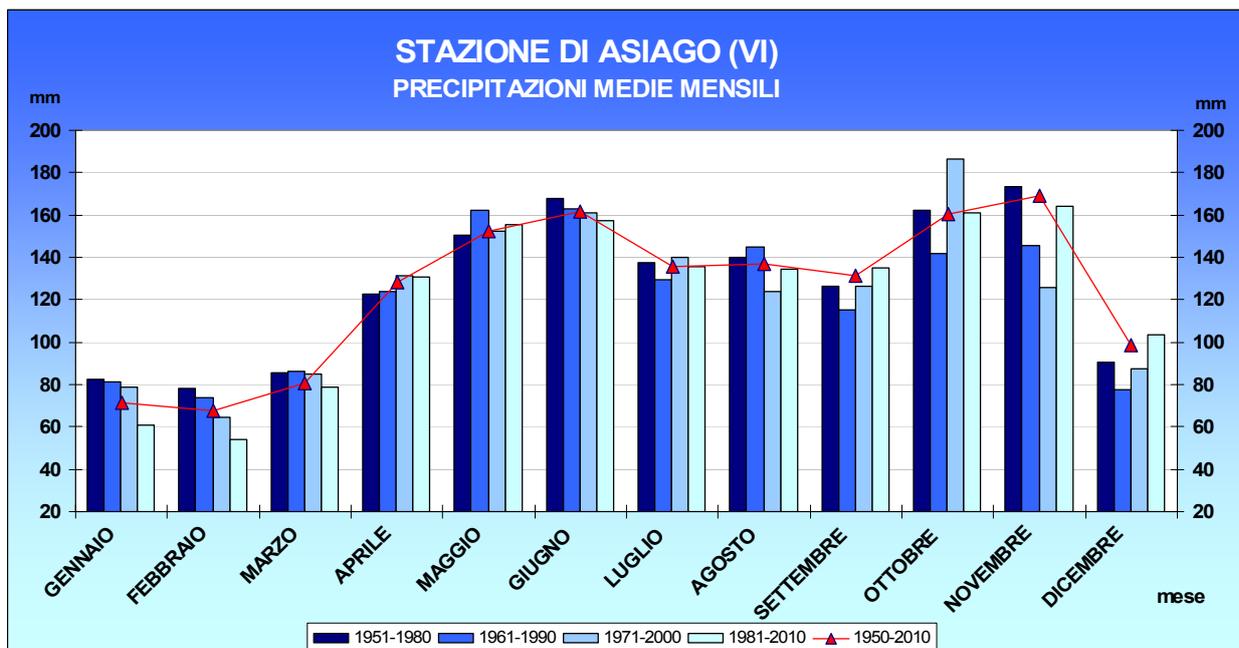


Fig. 66 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Asiago (VI)

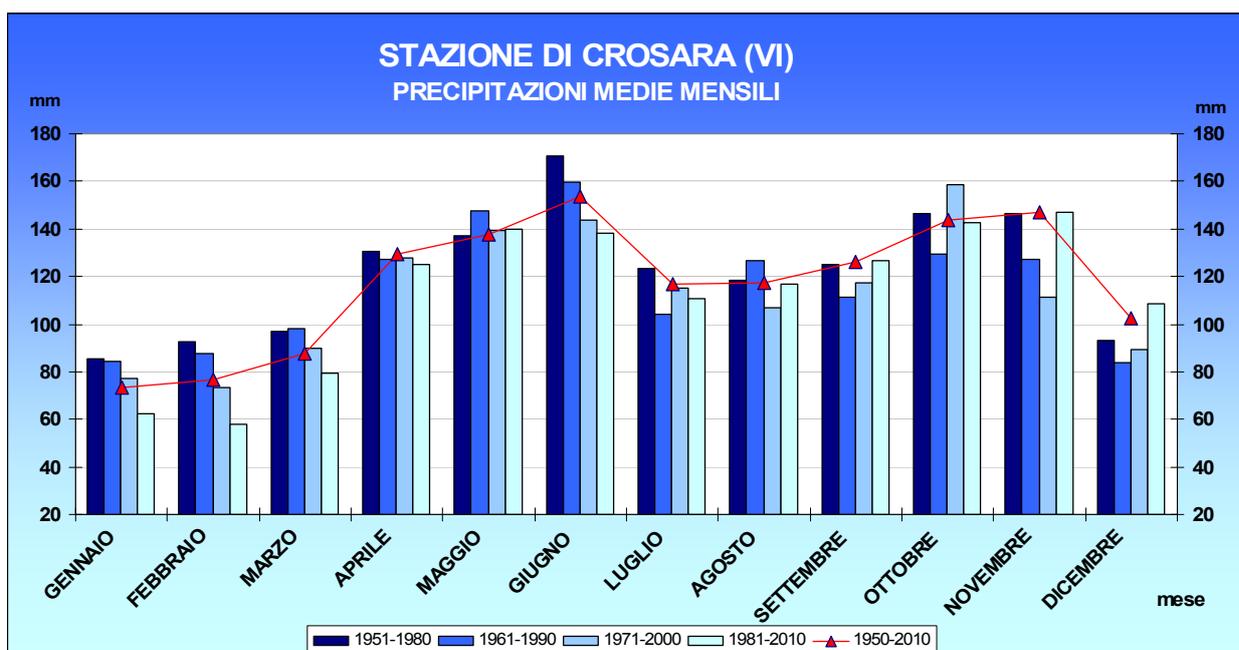


Fig. 67 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Corsara di Marostica (VI)

In **figura 68 e 69** sono riportate le precipitazioni medie mensili delle stazioni pluviometriche di Recoaro Terme (VI) e di Posina (VI) sul settore occidentale delle prealpi vicentine. In quest'area, che è il settore di massima piovosità del Veneto, si osserva un regime pluviometrico mensile particolare:

- il massimo secondario di piovosità mensile si colloca in Aprile, con successivo progressivo decremento delle precipitazioni medie mensili fino a luglio;
- il massimo principale di piovosità è decisamente collocato in novembre;
- sulla stazione di Recoaro, le precipitazioni dei mesi invernali risultano superiori a quelle di luglio che rappresenta il minimo assoluto; questa situazione cambia sostanzialmente nell'ultimo trentennio 1981-2010 quando si riscontra un netto decremento delle precipitazioni medie dei mesi di gennaio e soprattutto di febbraio.



Fig. 68 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Recoaro Terme (VI)



Fig. 69 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Posina (VI)

➤ **Precipitazioni medie mensili sull'area prealpina occidentale**

In **figura 70** sono riportate le precipitazioni medie mensili della stazione di Roverè Veronese (VR) sul settore centro-meridionale della Lessinia. Si osserva che:

- il minimo secondario di piovosità si colloca a settembre;
- le precipitazioni medie mensili di aprile, maggio e giugno sono sostanzialmente della stessa entità e costituiscono il massimo secondario;
- il massimo assoluto si colloca a novembre, anche se nell'ultimo trentennio le precipitazioni medie di novembre, ottobre e maggio sono simili.

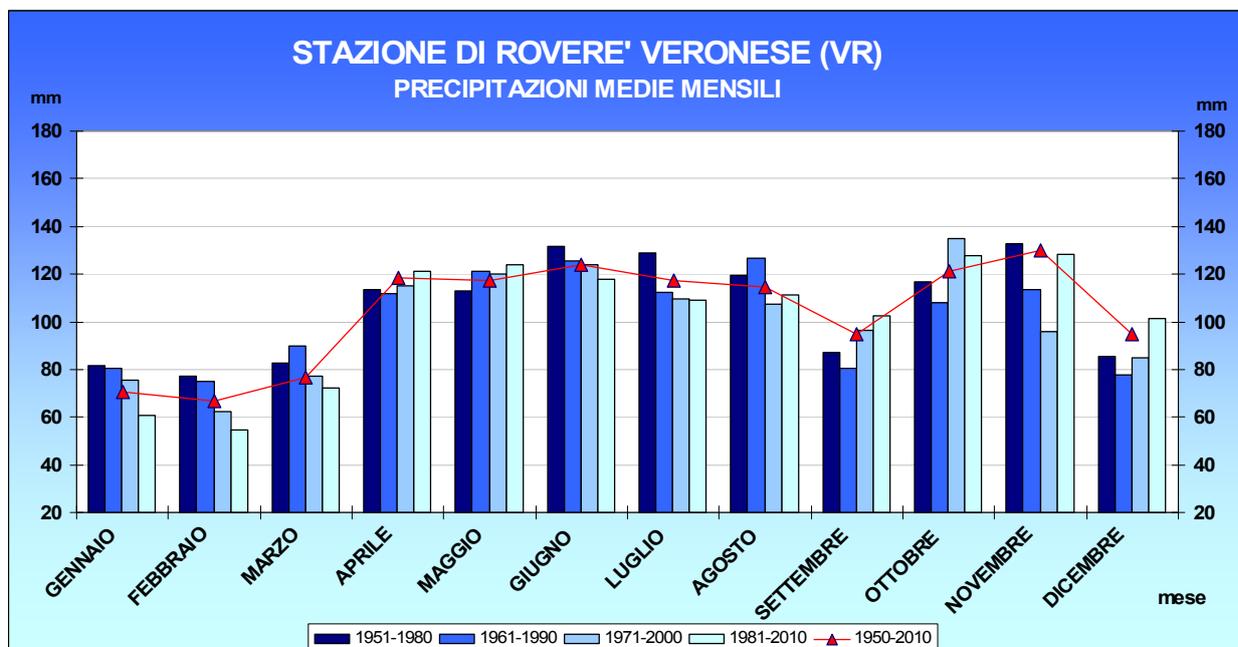


Fig. 70 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Roverè Veronese (VR)

Sulla Lessinia settentrionale, **figura 71**, la stazione di Fosse di Sant'Anna, presenta:

- massimo secondario di piovosità nei mesi di maggio e giugno;
- massimo principale in ottobre;
- decremento sensibile di piovosità in luglio rispetto a giugno e agosto.

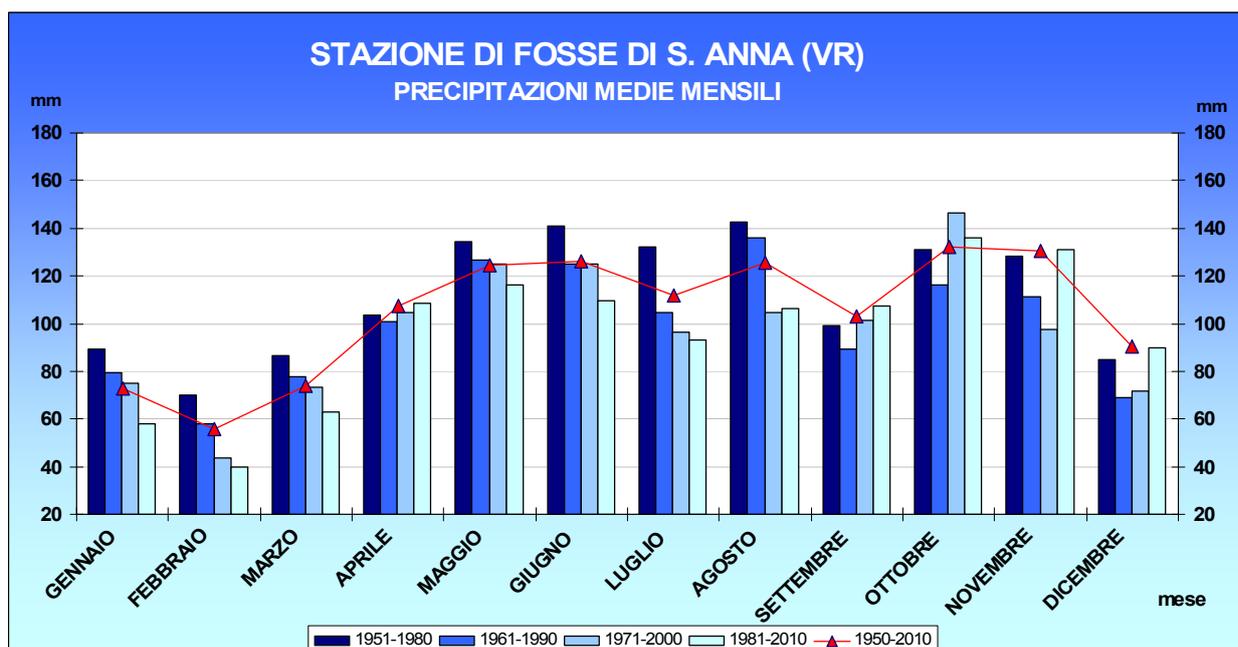


Fig. 71 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Fosse di Sant'Anna (VR)

➤ **Precipitazioni medie mensili sull'area costiera**

Nelle **figure 72, 73, 74** sono riportate le precipitazioni medie mensili di tre stazioni pluviometriche collocate sulla costa veneta settentrionale (Carole), centrale (Cortellazzo) e meridionale (Chioggia). Si osserva che:

- il minimo secondario di piovosità si colloca a luglio e, per la stazione di Carole, nell'ultimo trentennio, esso ha valori simili alle medie mensili di febbraio (minima assoluta);
- il massimo secondario di piovosità si colloca a giugno ma, per l'area centro settentrionale, le precipitazioni di aprile, maggio e giugno sono abbastanza simili;
- nel periodo da agosto a novembre si registrano i massimi apporti medi mensili, con massimi assoluti a ottobre nel trentennio 1981-2010 ed a novembre nel trentennio 1951-1980, si osserva, però, che sulla costa meridionale la stazione di Chioggia presenta un incremento di piovosità media del mese di agosto meno accentuato con apporti inferiori a quelli del mese di giugno.

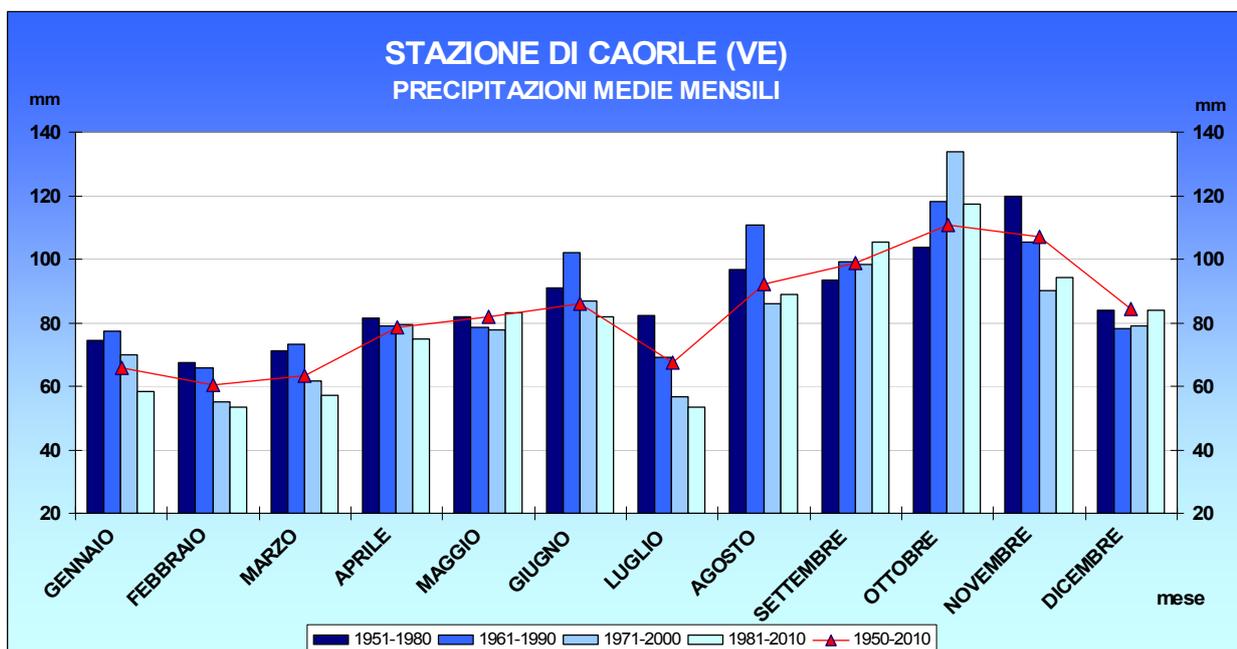


Fig. 72 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Caorle (VE)

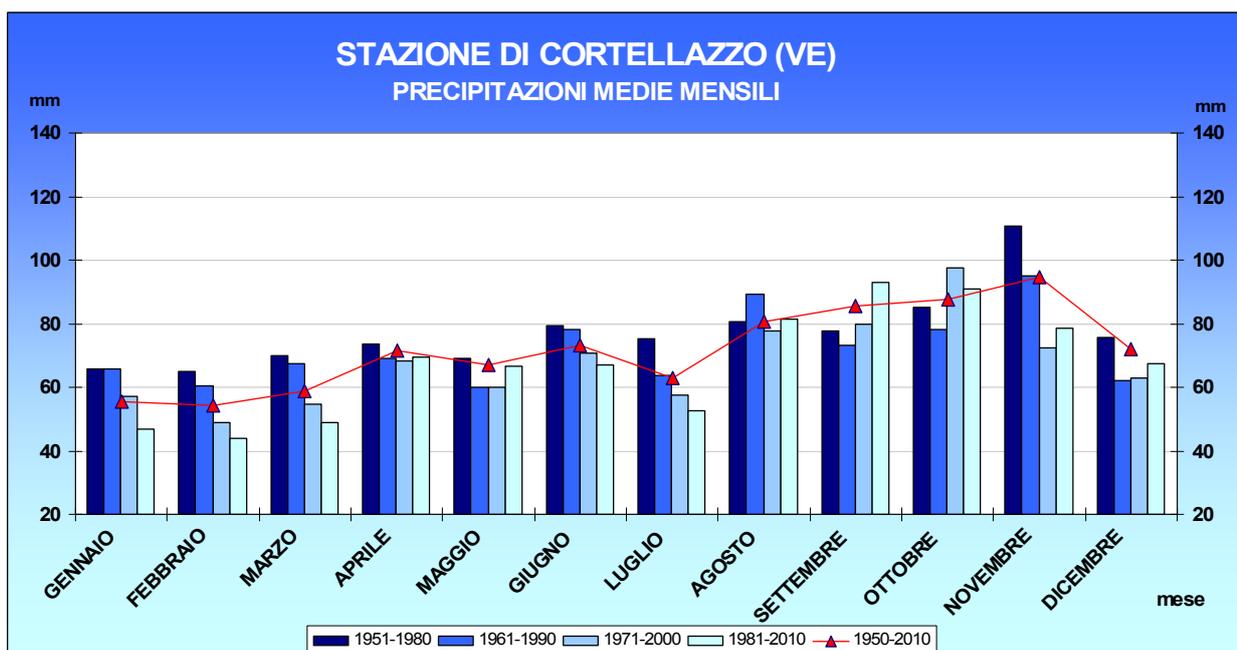


Fig. 73 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Cortellazzo in Comune di Jesolo (VE)

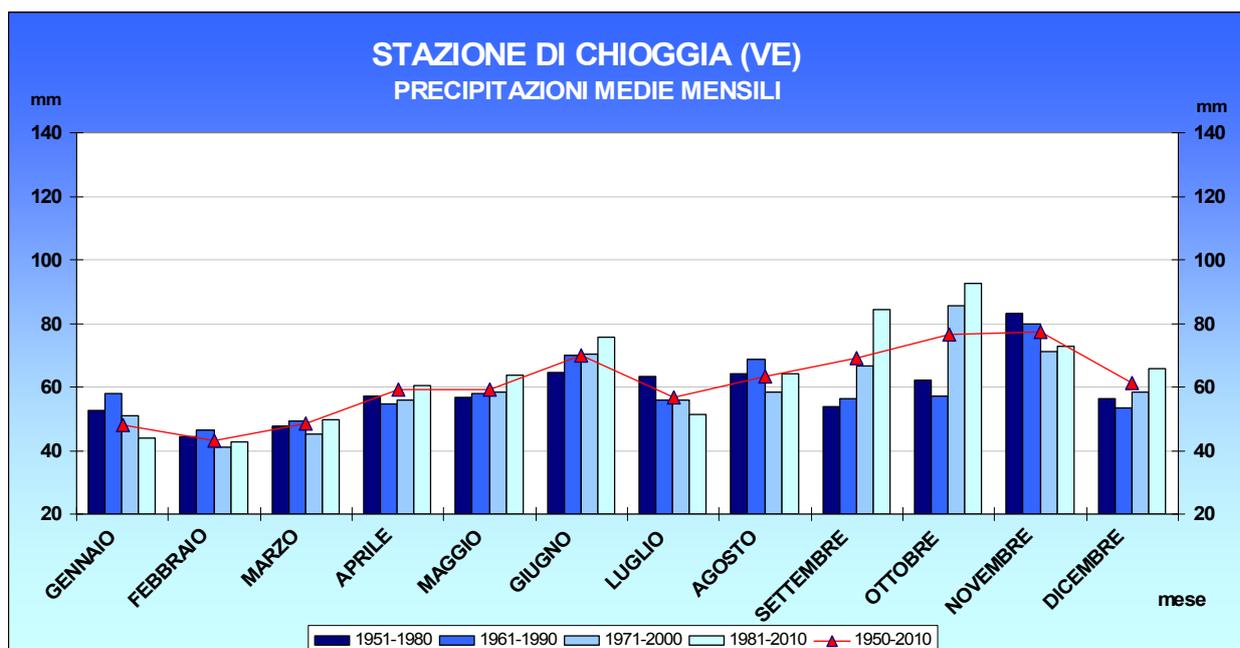


Fig. 74 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Chioggia (VE)

➤ **Precipitazioni medie mensili sulla pianura veneta**

Nelle **figure 75 e 76**, sono riportate le precipitazioni medie mensili di due stazioni pluviometriche collocate sulla pianura centrale, meridionale (Castelmassa) e settentrionale (Curtarolo) esse presentano minimo secondario di piovosità a luglio e precipitazioni del mese di agosto superiori o simili a quelle del mese di settembre. Il massimo assoluto di precipitazione è di incerta collocazione ed a seconda dei periodi di riferimento si colloca in giugno, novembre o ottobre.

Nelle **figure 77 e 78**, sono riportate le precipitazioni medie mensili di due stazioni collocate sulla pianura occidentale (Villafranca Veronese) e sulla orientale (Oderzo), in queste località le precipitazioni di settembre risultano tendenzialmente superiori a quelle di agosto ed il massimo assoluto di precipitazione si colloca nei mesi di ottobre o novembre.

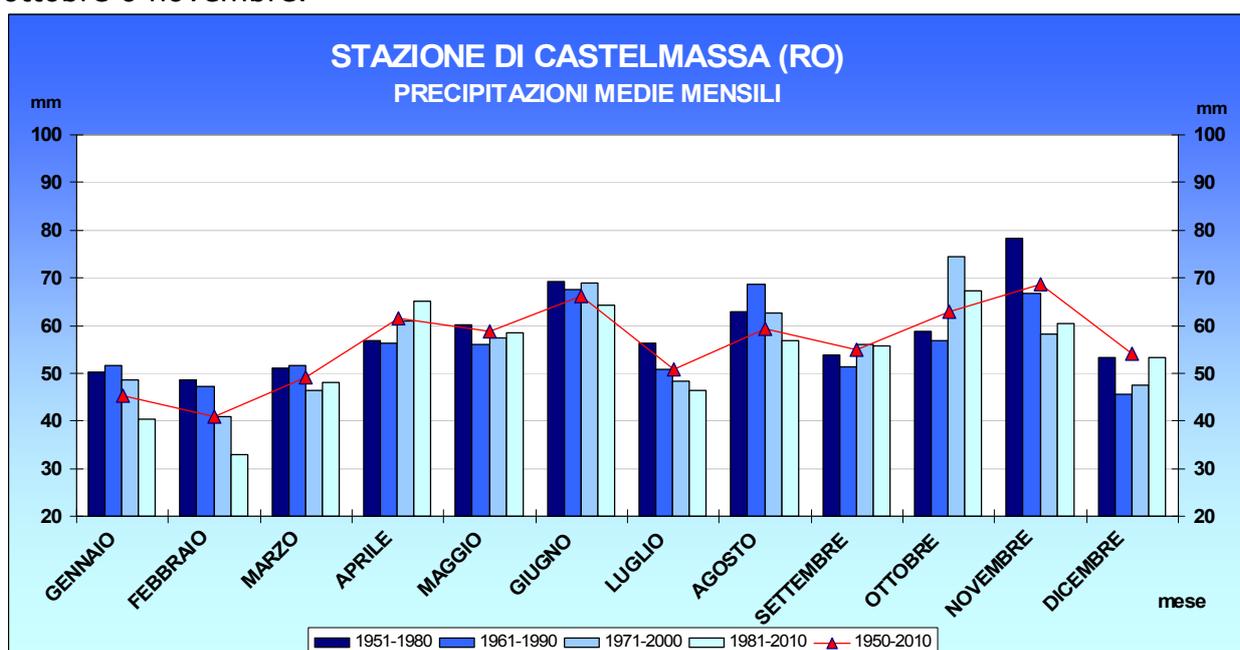


Fig. 75 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Castelmassa (RO)

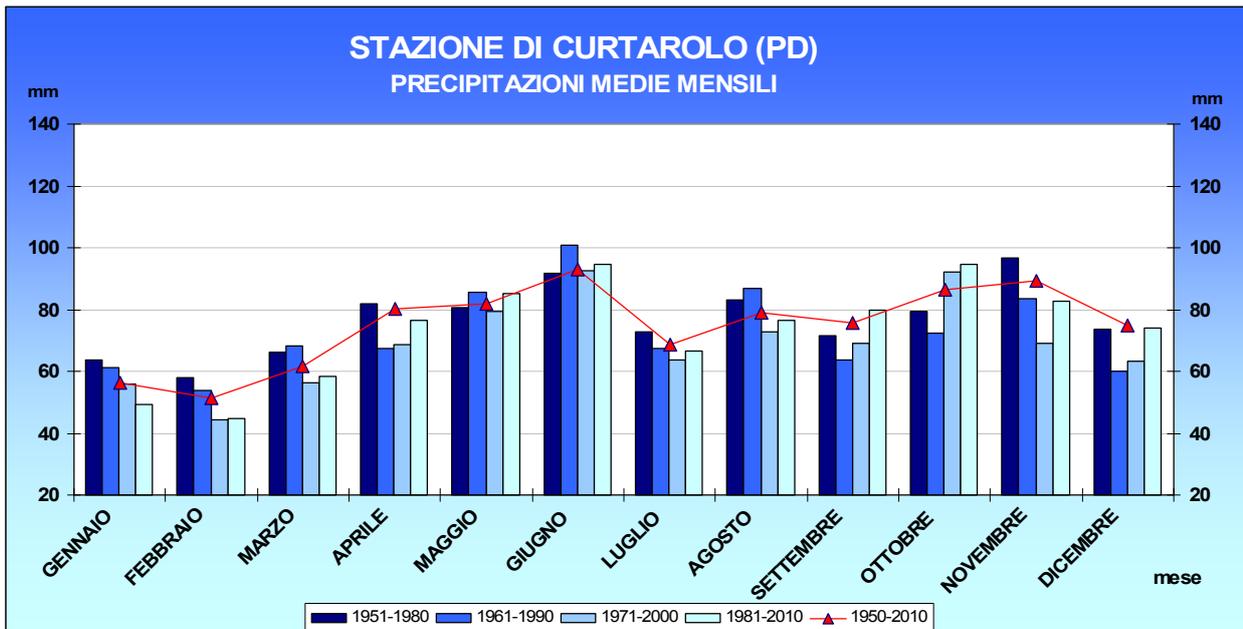


Fig. 76 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Curtarolo (PD)

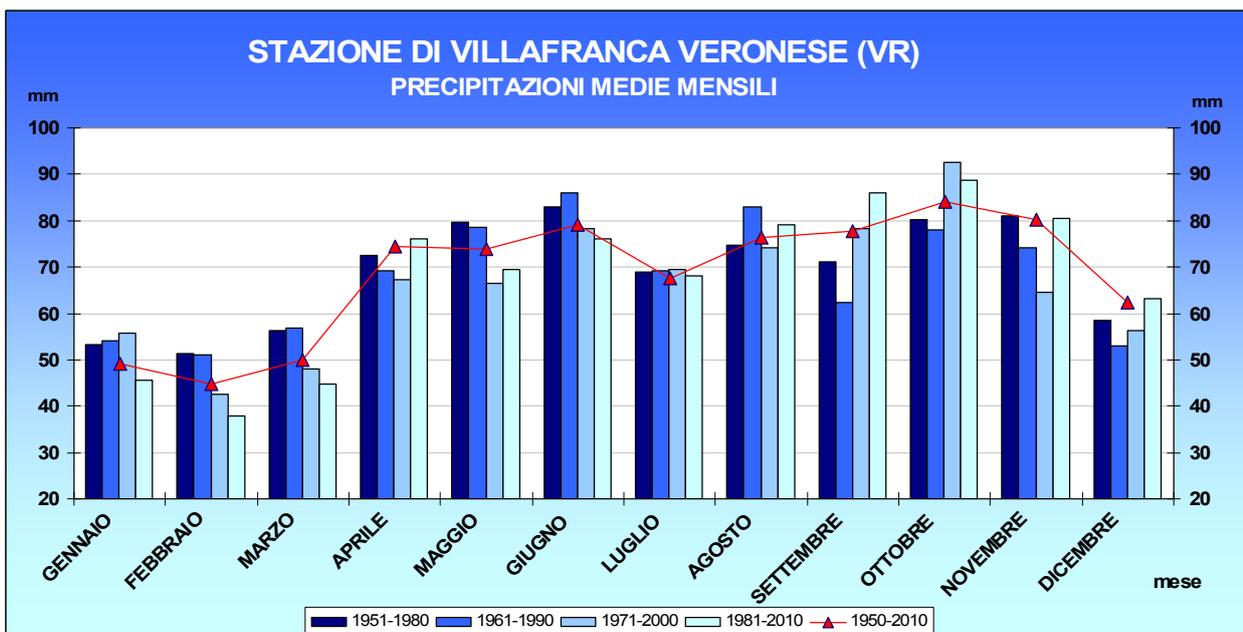


Fig. 77 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Villafranca Veronese (VR)

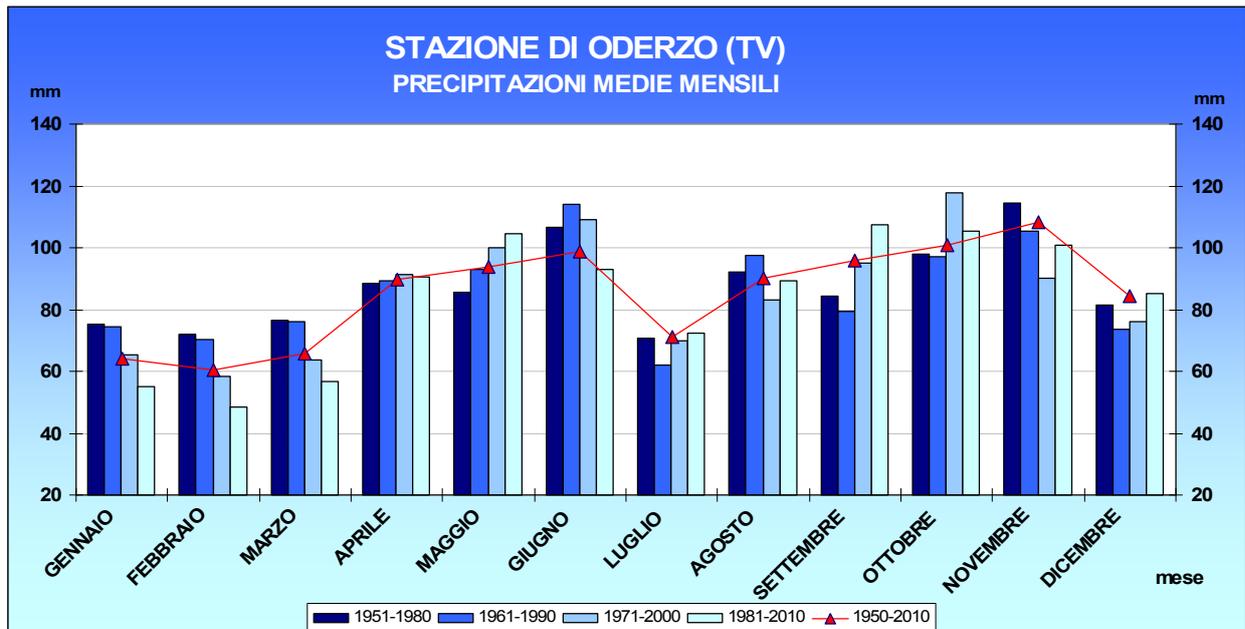


Fig. 78 – Precipitazioni medie mensili della stazione di Oderzo (TV)



3.6 Le precipitazioni sul Veneto – Quadro riepilogativo delle precipitazioni annuali, stagionali e mensili.

Adriano Barbi, Federica Checchetto, Irene Delillo, Francesco Rech

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



Anche i valori riportati in questo capitolo sono stati ricavati utilizzando i dati pluviometrici delle 100 stazioni dell'Ufficio Idrografico selezionate in base alla migliore consistenza delle serie storiche nel periodo 1950-2010 ed effettuando la media dei dati delle stazioni aggregate per tre macrozone della Regione Veneto, considerando rispettivamente:

- 48 stazioni site a quote inferiori a 50 m s.l.m (pianura);
- 28 stazioni tra 50 e 400 m s.l.m (zone collinari, pedemontane e basse Prealpi);
- 24 stazioni localizzate a quote superiori a 400 m s.l.m. (Dolomiti e Prealpi).

Quadro riepilogativo delle precipitazioni zionali annuali e stagionali

Nella **Tabella 7** sono riportate le precipitazioni zionali medie annuali e stagionali, espresse in mm, riferite ai periodi 1950-2010, 1951-1980 e 1981-2010.

Stazioni a quote inferiori a 50 m	anno	inverno	primavera	estate	autunno
1950-2010	884	178	213	229	261
1951-1980	906	190	216	239	254
1981-2010	869	165	212	221	268
Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m					
Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m	anno	inverno	primavera	estate	autunno
1950-2010	1270	238	319	335	375
1951-1980	1319	268	328	352	376
1981-2010	1223	209	312	321	376
Stazioni a quote superiori a 400 m					
Stazioni a quote superiori a 400 m	anno	inverno	primavera	estate	autunno
1950-2010	1466	251	362	396	454
1951-1980	1521	284	369	414	460
1981-2010	1413	218	355	381	451

Tab. 7 - Precipitazioni medie zionali annuali e stagionali in mm, per l'intero periodo 1950-2010, e per i trentenni di riferimento 1951-1980 e 1981-2010.

Quadro riepilogativo delle precipitazioni zionali mensili

Nella **Tabella 8** sono riportate le precipitazioni zionali medie mensili, espresse in mm, riferite ai periodi 1950-2010, 1951-1980 e 1981-2010.

Stazioni a quote inferiori a 50 m	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1950-2010	55.9	53.5	58.8	76.6	77.7	84.5	66.6	77.6	80.9	88.0	91.6	72.5
1951-1980	63.5	61.2	64.7	76.2	75.3	85.6	73.7	80.1	73.5	81.5	99.3	70.9
1981-2010	49.1	45.9	54.0	76.2	81.8	84.0	60.9	76.2	88.4	95.3	84.3	72.7
Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m												
Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1950-2010	72.1	71.5	82.6	117.6	119.2	123.9	101.3	109.3	107.6	130.3	137.5	97.0
1951-1980	84.7	87.0	92.5	118.3	116.9	134.3	106.1	112.1	103.0	131.5	141.6	91.5
1981-2010	60.6	54.8	74.7	114.4	122.7	114.7	98.1	107.8	112.3	131.4	132.4	99.4
Stazioni a quote superiori a 400 m												
Stazioni a quote superiori a 400 m	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1950-2010	74.6	74.3	88.6	132.7	140.8	144.5	124.8	126.9	124.1	160.7	169.8	104.7
1951-1980	87.3	91.6	99.3	131.3	138.9	156.0	129.2	128.9	121.0	165.4	173.5	98.8
1981-2010	63.4	55.0	80.3	130.3	144.6	134.5	121.8	125.1	126.7	159.1	165.1	106.7

Tab. 8 - Precipitazioni medie zionali mensili in mm, per l'intero periodo 1950-2010, e per i trentenni di riferimento 1951-1980 e 1981-2010

Analisi dei coefficienti di variazione delle precipitazioni zionali annuali, stagionali e mensili

Utilizzando i dati delle stazioni sopra citate si è operata una media zonale dei Coefficienti di Variazione (CV) per le medesime aggregazioni temporali.

Il coefficiente di variazione è dato dal rapporto tra la deviazione standard (σ) e la media (μ) espressa in valore assoluto e permette di valutare la dispersione dei valori attorno alla media indipendentemente dall'unità di misura.

$$CV = \frac{\sigma}{|\mu|}$$

In particolare sono stati calcolati i coefficienti di variazione dei dati annuali o stagionali (espressi in percentuale) delle singole stazioni pluviometriche e tali valori sono poi stati mediati con riferimento alle tre macrozone (**Tab. 9** e **Fig. 79**).

La precipitazione annua risulta ovviamente meno variabile di quella delle singole stagioni in quanto è più frequente che sussistano condizioni di siccità o di elevata piovosità per periodi temporali limitati piuttosto che durante un intero anno.

Non si rilevano sostanziali differenze di variabilità tra le tre macrozone ma la dispersione dei dati attorno alla media risulta maggiore nel trentennio 1981-2010.

A livello stagionale gli apporti estivi e primaverili manifestano un minor livello di variabilità attorno ai valori medi, con la primavera che manifesta un comportamento omogeneo ovunque sulla regione mentre l'estate presenta situazioni di maggiore variabilità sulla pianura soprattutto nell'ultimo trentennio e bassa variabilità nelle zone montane.

L'inverno, invece, risulta la stagione con maggiore variabilità degli apporti pluviometrici particolarmente sulle aree pedemontane e montane; si osservi che nell'ultimo trentennio, nelle tre macrozone, la variabilità, precedentemente ben differenziata, risulta sostanzialmente identica.

<i>Stazioni a quote inferiori a 50 m</i>	<i>anno</i>	<i>inverno</i>	<i>primavera</i>	<i>estate</i>	<i>autunno</i>
1950-2010	20%	49%	32%	36%	37%
1951-1980	17%	43%	33%	32%	35%
1981-2010	22%	55%	30%	38%	39%
<hr/>					
<i>Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m</i>	<i>anno</i>	<i>inverno</i>	<i>primavera</i>	<i>estate</i>	<i>autunno</i>
1950-2010	21%	56%	33%	31%	42%
1951-1980	18%	51%	34%	30%	38%
1981-2010	23%	59%	33%	31%	46%
<hr/>					
<i>Stazioni a quote superiori a 400 m</i>	<i>anno</i>	<i>inverno</i>	<i>primavera</i>	<i>estate</i>	<i>autunno</i>
1950-2010	20%	62%	33%	26%	46%
1951-1980	19%	62%	35%	26%	42%
1981-2010	21%	56%	32%	26%	50%

Tab. 9 - Coefficienti di variazione medi zonali annuali e stagionali, in %, per l'intero periodo 1950-2010, e per i trentenni di riferimento 1951-1980 e 1981-2010.

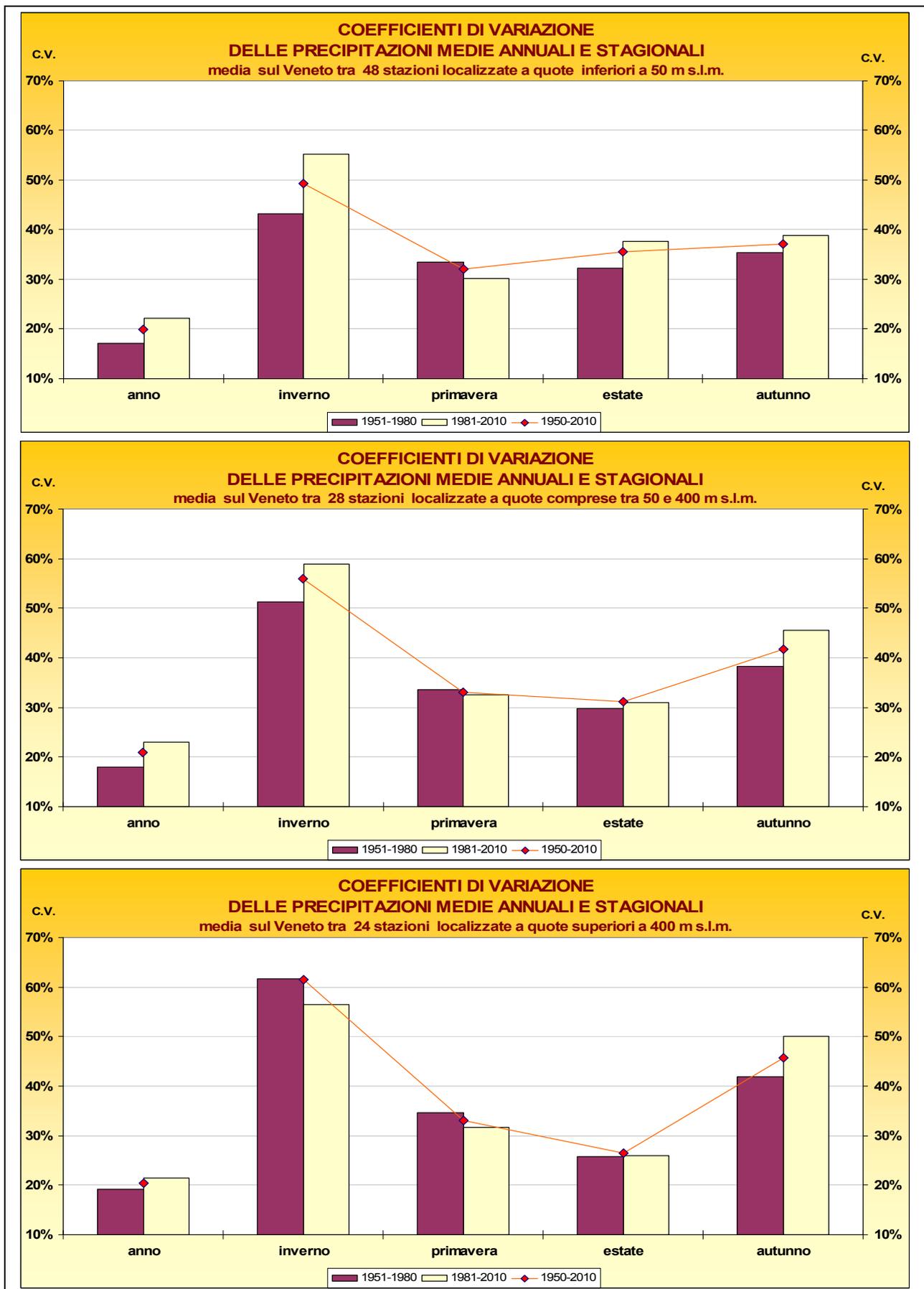


Fig. 79 - Coefficienti di variazione delle precipitazioni medie annuali e stagionali nei periodi 1951-1980, 1981-2010 istogrammi, e 1950-2010 spezzata (medie zonali).

In **tabella 10** ed in **figura 80** sono riportati i valori dei Coefficienti di Variazione (CV) medi zionali delle precipitazioni mensili relativi ai periodi 1950-2010, 1951-1980 e 1981-2010.

Dall'esame dei valori si evince che:

- la massima variabilità interannuale si riscontra nei mesi del periodo autunno-invernale;
- in particolare il mese a maggior variabilità è febbraio (mese con minori apporti medi);
- il mese con minor variabilità delle precipitazioni è giugno;
- solo in pianura la variabilità di aprile, maggio e giugno risulta sostanzialmente simile, così come la variabilità dei mesi di luglio, agosto e settembre.

Le maggiori variazioni di CV tra trentennio 1951-1980 e 1981-2010 si individuano:

- nei mesi di febbraio e novembre, con evidente aumento della variabilità nell'ultimo trentennio;
- nel mese di settembre (ma limitatamente anche nei mesi di agosto-ottobre), con evidente diminuzione della variabilità.

<i>Stazioni a quote inferiori a 50 m</i>	<i>Gen.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Apr.</i>	<i>Mag.</i>	<i>Giu.</i>	<i>Lug.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Ott.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
1950-2010	74%	86%	73%	54%	56%	52%	65%	64%	65%	75%	60%	65%
1951-1980	70%	73%	69%	56%	50%	52%	60%	68%	71%	78%	52%	60%
1981-2010	76%	103%	76%	52%	59%	51%	66%	60%	61%	72%	68%	71%
<i>Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m</i>												
<i>Stazioni a quote comprese tra 50 e 400 m</i>	<i>Gen.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Apr.</i>	<i>Mag.</i>	<i>Giu.</i>	<i>Lug.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Ott.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
1950-2010	87%	92%	77%	55%	51%	45%	53%	57%	67%	75%	69%	75%
1951-1980	82%	80%	70%	54%	48%	42%	52%	60%	76%	80%	56%	71%
1981-2010	88%	108%	83%	56%	54%	47%	52%	53%	59%	69%	82%	79%
<i>Stazioni a quote superiori a 400 m</i>												
<i>Stazioni a quote superiori a 400 m</i>	<i>Gen.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Apr.</i>	<i>Mag.</i>	<i>Giu.</i>	<i>Lug.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Set.</i>	<i>Ott.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
1950-2010	97%	103%	78%	58%	49%	41%	43%	48%	71%	82%	80%	81%
1951-1980	95%	96%	73%	51%	46%	37%	42%	53%	85%	86%	67%	83%
1981-2010	91%	107%	80%	64%	52%	44%	42%	44%	57%	77%	95%	80%

Tab. 10 - Coefficienti di variazione medi zionali mensili, in %, per l'intero periodo 1950-2010, e per i trentenni di riferimento 1951-1980 e 1981-2010

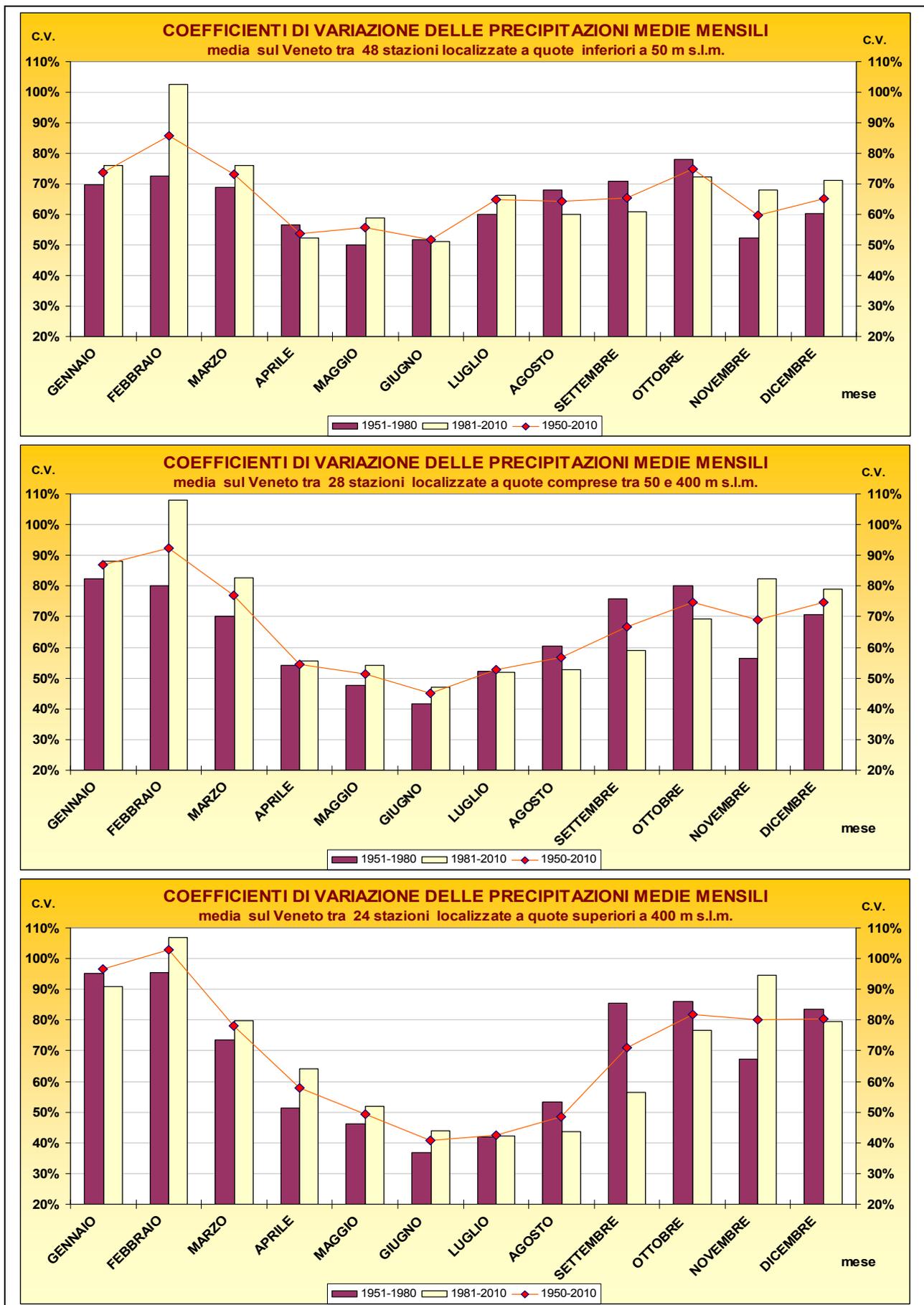


Fig. 80 - Coefficienti di variazione delle precipitazioni medie mensili nei periodi 1951-1980, 1981-2010 istogrammi, e 1950-2010 spezzata (medie zonali).



3.7 Le precipitazioni sul Veneto – Variazioni di piovosità media evidenziate dal confronto tra i periodi 1961-1990 e 1981-2010

Alessandro Chiaudani, Francesco Rech

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



Considerazioni sulle cartografie di variazione della precipitazione

La variazione dei valori medi di precipitazione è stata calcolata considerando le serie storiche dei periodi:

- 1961-1990 che rappresenta il trentennio di riferimento indicato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale per gli studi sul cambiamento climatico;
- 1981-2010 che rappresenta l'ultimo trentennio di dati a disposizione.

Le carte di variazione della precipitazione, numerate dal 40 al 56, consentono di effettuare un confronto rispettivamente tra le precipitazioni medie annuali, stagionali e mensili del trentennio 1981-2010 e le equivalenti precipitazioni medie del periodo 1961-1990.

Più precisamente, tali carte derivano dalla differenza tra i valori delle carte delle isoiete di precipitazione media del periodo 1981-2010 ed i medesimi valori delle carte del periodo 1961-1990. Conseguentemente valori positivi (espressi in mm di precipitazione), rappresentati con aree di colore verde scuro e tonalità dall'azzurro al blu, indicano un aumento di piovosità nell'ultimo trentennio mentre valori negativi (espressi in mm di precipitazione), rappresentati con aree di colore giallo, arancione e rosso, indicano una diminuzione della piovosità nel corso dell'ultimo trentennio. Infine due tonalità di verde chiaro indicano variazioni minime, nel tempo, dei valori medi.

Nel considerare queste carte è importante rilevare che le variazioni nel tempo del numero di stazioni pluviometriche e le variazioni della loro localizzazione, influiscono in misura considerevole sull'andamento delle isoiete, a prescindere dalla presenza o meno di variazioni climatiche. Tali effetti sono particolarmente pesanti sulle aree montane e collinari.

Si sottolinea, inoltre, che, nell'ultimo trentennio, la rete di stazioni storiche dell'ex Ufficio Idrografico di Venezia è stata notevolmente ridimensionata in termini sia numerici sia qualitativi, mentre vi è stato contemporaneamente un incremento nel numero delle stazioni meteorologiche automatiche, generalmente collocate in diversi punti di misura.

Le carte di variazione vanno esaminate, pertanto, ricercando dei segnali diffusi e generali di persistenza o di variazione della variabile precipitazione, tralasciando, invece, segnali localizzati e spesso tra loro contrastanti che evidenziano, semplicemente, differenze di densità dei punti di misura nel tempo.

Variazioni della precipitazione media annuale

Per quanto riguarda le variazioni delle precipitazioni medie annue, la **carta 40** (derivante dalla differenza tra la **carta 18** e la **carta 1**) evidenzia:

- la notevole diffusione sul territorio regionale delle due tonalità di verde chiaro che segnalano differenze minime ($-25 \div +25$ mm) dei valori medi dei due trentenni;
- sull'area prealpina e pedemontana la presenza di segnali di diminuzione della piovosità nell'ultimo trentennio dell'ordine di $-50 \div -75$ mm, segnali simili di diminuzione della piovosità sono presenti anche nel veneziano nord orientale e nel Polesine;
- sul bellunese centrale la presenza di un segnale di incremento delle precipitazioni di $+50 \div +125$ mm.

Altri segnali di incremento delle precipitazioni sull'Alpago (BL), sull'area dei Colli Euganei (PD), sull'area del Monte Baldo (VR) e sul margine settentrionale dell'Altopiano dei Sette Comuni (VI) sono dovuti alla diversa localizzazione delle stazioni pluviometriche nei due trentenni considerati. Allo stesso modo sono interpretabili segnali localizzati di forte decremento pluviometrico presenti sul Monte Grappa (BL), sul Fadalto (BL), sul Feltrino (BL) e sul confine tra i Comuni di Asiago e Lusiana (VI).

Variazioni della precipitazione media stagionale

Nella **stagione invernale**, la **carta 41** (derivante dalla differenza tra la **carta 19** e la **carta 2**) evidenzia ovunque, nell'ultimo trentennio, segnali di diminuzione delle precipitazioni medie invernali; in particolare su tutta la pianura veneta è presente una diminuzione di $0 \div -25$ mm, tale valore sale a $-25 \div -50$ mm sulla pianura settentrionale e sulle Prealpi dove, localmente, il deficit pluviometrico risulta superiore. Anche sull'area alpina sono presenti ovunque segnali di decremento delle precipitazioni invernali dell'ordine di $-25 \div -50$ mm.

Nella **stagione primaverile**, la **carta 42** (derivante dalla differenza tra la **carta 20** e la **carta 3**) non evidenzia chiari segnali di variazione delle precipitazioni medie primaverili nell'ultimo trentennio; sulla pianura meridionale è presente un debole segnale di incremento della piovosità con valori di $0 \div +25$ mm, mentre sul resto della regione vi sono deboli segnali di decremento che, solo localmente sulle Prealpi e sulle Alpi, superano i -25 mm.

Nella **stagione estiva**, la **carta 43** (derivante dalla differenza tra la **carta 21** e la **carta 4**) è presente un debole segnale di diminuzione delle precipitazioni medie estive sull'intera pianura, con valori di $0 \div -25$ mm. Tale decremento è maggiore ($-25 \div -50$ mm) nel vicentino, sulla Lessinia e sul veneziano nord-orientale. Su parte dell'area dolomitica, invece, sono presenti deboli segnali ($0 \div +25$ mm) di incremento delle precipitazioni estive.

Nella **stagione autunnale**, la **carta 44** (derivante dalla differenza tra la **carta 22** e la **carta 5**) fornisce, nell'ultimo trentennio, un chiaro e generalizzato segnale di aumento delle precipitazioni autunnali. Su gran parte della Regione l'incremento di piovosità è dell'ordine di $+25 \div +50$ mm, su gran parte delle Prealpi e sul bellunese centro meridionale tale incremento sale a $+50 \div +100$ mm, mentre sulla pianura meridionale, sul veneziano nord-orientale e sul Comelico (BL) l'incremento di piovosità risulta inferiore a 25 mm.

Variazioni della precipitazione media mensile

Si analizzano di seguito nel dettaglio le carte di variazione della precipitazione media mensile, che, anche in questo caso, derivano dal confronto tra i valori medi dei trentenni 1980-2010 e 1961-1990.

A **gennaio**, la **carta 45** (derivante dalla differenza tra la **carta 23** e la **carta 6**) evidenzia una generalizzata diminuzione delle precipitazioni dell'ordine dei $-10 \div -20$ mm circa sulla pianura e sulle Dolomiti, mentre sulle Prealpi tale diminuzione è più accentuata portandosi su valori di $-30 \div -40$ mm.

A **febbraio**, la **carta 46** (derivante dalla differenza tra la **carta 24** e la **carta 7**) segnala una diminuzione delle precipitazioni medie simile o superiore a quella riscontrata a gennaio; in particolare sulle Prealpi si individuano diminuzioni leggermente superiori, fino a -50 mm, mentre sulla pianura centro-orientale e sul veneziano nord orientale la diminuzione è leggermente inferiore, con valori compresi tra 0 e -10 mm.

A **marzo**, la **carta 47** (derivante dalla differenza tra la **carta 25** e la **carta 8**) presenta una diminuzione generalizzata delle precipitazioni; tale decremento è inferiore sulla pianura centro-meridionale con valori di $0 \div -10$ mm ed aumenta a -20 mm sull'alta pianura e sul bellunese; sulle Prealpi tali diminuzioni raggiungono localmente i -30 mm.

Ad **aprile**, la **carta 48** (derivante dalla differenza tra la **carta 26** e la **carta 9**) evidenzia un aumento delle precipitazioni di $0 \div 10$ mm sulla pianura, sul bellunese centrale, sulla Lessinia e sull'Altopiano dei Sette Comuni, con punte massime di $10 \div 20$ mm in un'area a cavallo delle Province di Verona, Vicenza e Padova. Sulla restante parte del bellunese, delle Prealpi, sull'alta pianura trevigiana e sul veneziano nord-orientale, si individuano deboli segnali di diminuzione delle precipitazioni generalmente quantificabili nella classe $0 \div -10$ mm.

A **maggio**, la **carta 49** (derivante dalla differenza tra la **carta 27** e la **carta 10**) evidenzia minime variazioni delle precipitazioni. In particolare si riscontra un decremento di apporti dell'ordine di $0 \div -10$ mm sulla pianura centro-occidentale e sulle aree montane con punte massime di -20 mm sul veronese, mentre si registra un aumento generalizzato delle precipitazioni dell'ordine di $0 \div +10$ mm sulla pianura centro-orientale.

A **giugno**, la **carta 50** (derivante dalla differenza tra la **carta 28** e la **carta 11**) rappresenta un diffuso segnale di diminuzione delle precipitazioni medie mensili. Sulla pianura centrale e sul bellunese centrale la diminuzione della piovosità si attesta su valori di $0 \div -10$ mm. Tale diminuzione si accentua sulle Prealpi, sulla pianura settentrionale e sul veneziano nord-orientale con valori di $-10 \div -30$ mm. Sulla pianura meridionale, in misura più evidente, e sul confine settentrionale della Provincia di Belluno è presente un segnale di incremento delle precipitazioni generalmente dell'ordine di $0 \div +10$ mm, solo localmente superiore.

A **luglio**, la **carta 51** (derivante dalla differenza tra la **carta 29** e la **carta 12**) riporta deboli segnali di variazione della piovosità. Sulla pianura centro-meridionale si presenta una diminuzione generalizzata con valori di $0 \div -10$ mm che si accentua sul veneziano nord-orientale; sul resto della regione è presente un aumento della piovosità con valori di $0 \div +10$ mm, con punte massime di $+10 \div +20$ mm localizzate soprattutto sulla montagna bellunese e vicentina.

Ad **agosto**, la **carta 52** (derivante dalla differenza tra la **carta 30** e la **carta 13**) evidenzia una diminuzione degli apporti medi di $0 \div -10$ mm su gran parte della Regione. Diminuzioni superiori $-10 \div -30$ mm si riscontrano sulle Prealpi veronesi e vicentine, sulla pianura centro-meridionale e su parte del veneziano. Sulle Dolomiti, in controtendenza, si evidenziano aumenti della precipitazioni fino a valori di $+20$ mm.

A **settembre**, la **carta 53** (derivante dalla differenza tra la **carta 31** e la **carta 14**) evidenzia l'aumento generalizzato delle precipitazioni medie mensili su tutta la Regione, con valori compresi tra $+10$ e $+20$ mm. Sulla pianura nord-orientale, su parte del veronese settentrionale e sul bellunese centro-meridionale si individuano aree con incrementi di piovosità maggiori dell'ordine di $+20 \div +30$ mm.

Ad **ottobre**, la **carta 54** (derivante dalla differenza tra la **carta 32** e la **carta 15**) presenta un generalizzato aumento della piovosità con valori di $+10 \div +20$ mm, con estese aree sul veronese e sulla pianura centro-meridionale che presentano aumenti di $+20 \div +30$ mm, e con parte del bellunese che presenta aumenti di $+20 \div +40$ mm.

A **novembre**, la **carta 55** (derivante dalla differenza tra la **carta 33** e la **carta 16**) evidenzia incrementi, anche accentuati, della piovosità media mensile sulle zone montane del veronese, del vicentino e sul bellunese centrale con valori di $+10 \div +50$ mm. Anche la pianura settentrionale e occidentale presenta aumenti di $0 \div +10$ mm. Al contrario la pianura centro-orientale presenta diminuzioni generalizzate di $0 \div -10$ mm con punte massime di $-10 \div -20$ mm nel rodigino orientale e sulla costa veneziana.

A **dicembre**, la **carta 56** (derivante dalla differenza tra la **carta 34** e la **carta 17**) segnala un aumento delle precipitazioni medie mensili presente ovunque sul territorio regionale. Sulle Prealpi, sulla pianura settentrionale e sul bellunese centrale tale incremento è di $+20 \div +30$ mm, localmente superiore. Sulla pianura centrale e su parte del bellunese settentrionale l'incremento è di $+10 \div +20$ mm. Sulle restanti aree gli aumenti risultano inferiori a $+10$ mm.



3.8 I cambiamenti bruschi del clima in Veneto: focus su inverno e autunno

Alessandro Chiaudani

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Gli studi effettuati sull'andamento delle temperature del Veneto nel periodo 1955-2008 e riportati sull'Atlante Agroclimatico del Veneto-Temperature, scaricabile all'indirizzo www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti/atlante-idroclimatico-veneto, hanno evidenziato la presenza di una brusca variazione termometrica chiaramente collocabile alla fine degli anni '80. Nelle serie termometriche è stato individuato, quindi, un punto di discontinuità (break point) dove il valore medio del dato passa in modo significativo da un valore ad un altro. Tali valutazioni sono in sintonia con i risultati di altri ricercatori, quali Cosimo Todaro (Todaro e Migliardi: 2000, 2003 e 2004), Sabino Palmieri e Raymond Sneyers (Sneyers et al., 1993, Sneyers, 1998; Sneyers et al., 1998) che ritengono che il clima delle medie latitudini (e dunque dell'area euro-mediterranea) evolva raramente in modo graduale e che, al contrario, sia frequente il manifestarsi di variazioni brusche (discontinuità) che sono determinate da variazioni di frequenza e persistenza dei tipi di circolazione (Mariani, 2006; Mariani et al., 2012).

La natura turbolenta ed intrinsecamente caotica del sistema climatico fa sì che esso sia esposto a transizioni improvvise, anche non forzate da variazioni nei fattori generatori del clima, da uno stato relativamente stabile ad un altro (Lorenz 1963; Peixoto e Oort 1992; Sneyers, 1998). A tale riguardo, in particolare Werner et al. (2000) hanno descritto il cambiamento climatico che ha interessato l'area europea nella seconda metà degli anni '80 come l'effetto del brusco cambiamento di regime nelle grandi correnti occidentali (Westerlies).

Al suolo, queste transizioni si traducono in immediati e diversi impatti monitorabili nelle variabili meteorologiche; in proposito vari autori hanno a più riprese evidenziato che tale cambiamento di regime si è tradotto, a livello euro-mediterraneo, in un brusco aumento delle temperature dell'aria in superficie mentre le precipitazioni paiono averne risentito in misura minore (Mariani et al., 2008).

Volendo estendere tale analisi al territorio veneto è importante, quindi, anzitutto individuare metodi di analisi statistica atti a descrivere i cambiamenti di fase sulla base di grandezze e di indici fisici quali la temperatura e le variabili biologiche. Per l'analisi delle temperature i gruppi di ricerca delle Università degli Studi di Padova e di Milano avevano individuato, quale metodo maggiormente idoneo ad indagare i 50 anni di dati di temperatura disponibili, la cosiddetta tecnica flat step (Seidel e Lanzante 2003) eseguita con il test statistico di Bai e Perron (2003) della libreria Strucchange in ambiente R. Tale tecnica suddivide le serie storiche in periodi stazionari separati da gradini; in sostanza un clima fatto a scale con fasi stazionarie raccordate da brusche discontinuità (alzate o shift).

Lavorare sulle "alzate" consente dunque di individuare "quando" ha avuto luogo il cambiamento, mentre confrontando il prima e il dopo è possibile dire di "quanto" è cambiato il clima; per ognuna delle fasi omogenee individuate è possibile delineare, in particolare, una "normale climatica" con valori medi ed estremi caratteristici (Bryson 1974; Lockwood 2001). Tale "normale" si potrà utilizzare per valutare il livello di anomalia di tutte le osservazioni eseguite nelle fase stessa oppure per pianificare attività operative che necessitano di dati climatici (sistemazioni idraulico-agrarie, interventi di regimazione dei corsi d'acqua, ecc.) . Tutto ciò risponde all'idea enunciata da Lamb (1966) il quale suggeriva di sostituire il concetto di "normale climatica" con quello di "valore medio per un periodo dato".

Questo metodo è stato applicato anche alle serie pluviometriche del periodo 1950-2010.

Discontinuità pluviometriche invernali

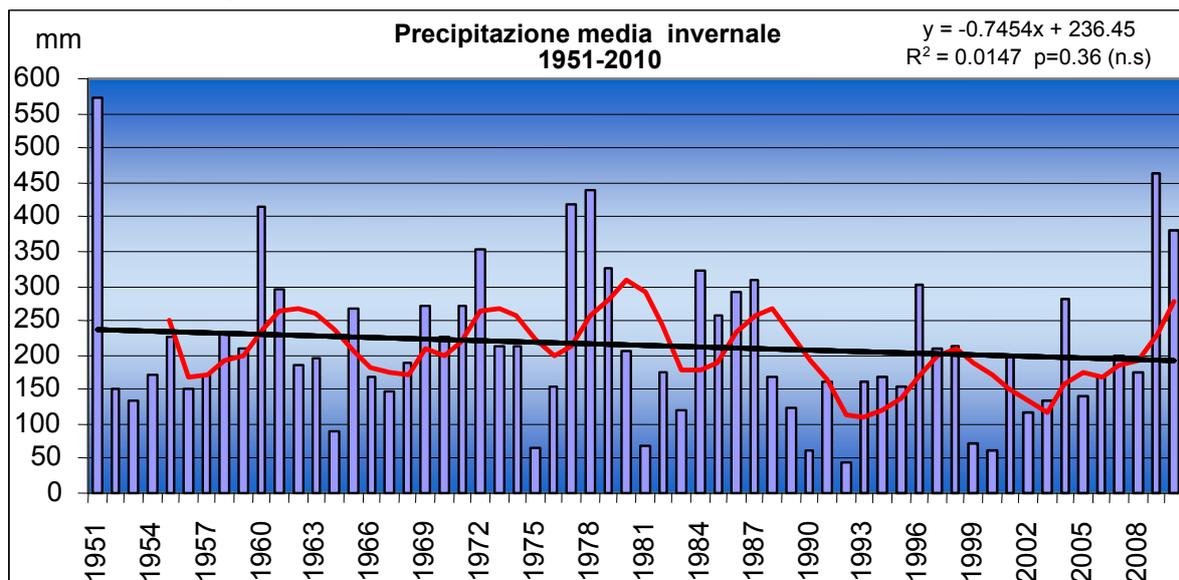


Fig. 79 - Precipitazione invernale media (istogrammi) e media mobile quinquennale (linea rossa)

Nella **figura 79** gli istogrammi indicano le medie delle precipitazioni invernali calcolate come valore medio annuale di tutte le stazioni a disposizione (100); in rosso è indicata la curva della media mobile quinquennale, ovvero la media dei cinque anni precedenti a partire dall'inverno 1951 (costituito da dicembre 1950 e da gennaio e febbraio 1951)). Tale media mobile descrive una situazione di relativa stabilità con oscillazioni tra i 150 e 300 mm fino alla fine degli anni '80. Dopo questo periodo, sia gli istogrammi che la media mobile evidenziano una iniziale diminuzione seguita da un nuovo e repentino aumento delle precipitazioni verificatosi soprattutto negli ultimi due anni del periodo considerato.

L'analisi di discontinuità flat-step (Bai e Perron 2003), permette l'individuazione del momento e della entità con la quale questo improvviso "abbassamento" si è manifestato mediamente su tutte le stazioni.

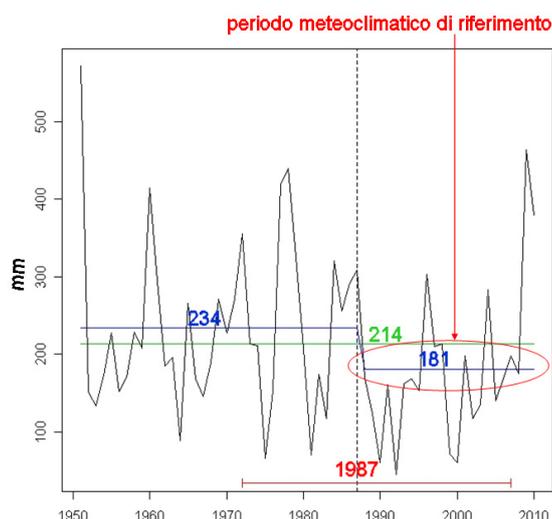


Fig. 80 - Precipitazione invernale media e breakpoint calcolato sui valori medi/annui di tutte le stazioni.

Dalla analisi della **figura 80**, si evidenzia:

- una precipitazione invernale media, calcolata su tutto il periodo di riferimento, pari a 214 mm;
- l'anno di break-point nel 1987;

- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1951-1987 (234 mm) e 1988-2010 (181mm), pari a 51 mm. Tale diminuzione non è molto significativa ($p=10\%$);
- un intervallo di confidenza media piuttosto ampio (35 anni) a causa, soprattutto, dell'aumento delle piovosità degli ultimi due anni (2009, 2010).

L'ampiezza dell'intervallo di confidenza invita alla prudenza nell'interpretare il risultato ottenuto. La conclusione potrebbe dunque essere che è necessario attendere i prossimi anni per individuare una tendenza dei valori medi invernali di precipitazione.

Applicando l'analisi di discontinuità ad ogni singola stazione, si evidenzia che per il 57% delle stazioni il break-point viene individuato nel 1987 o nel 1988 e la significatività media, pari a 0.11, non è molto alta. Ciò si traduce in una confidenza media piuttosto ampia pari a 39 anni. Come già precedentemente accennato, ciò è dovuto, principalmente, alla "inversione" di tendenza pluviometrica riscontrata nel 2009 e nel 2010.

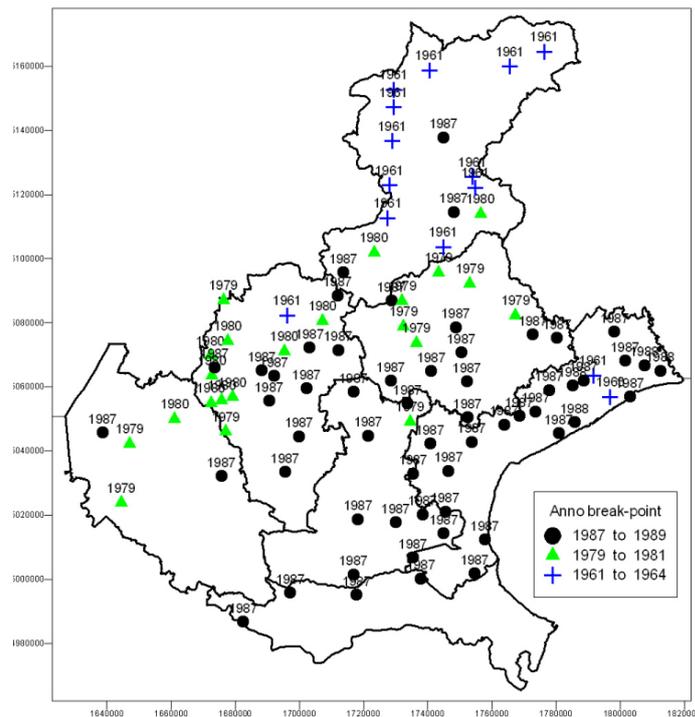


Fig. 81 - Precipitazione invernale media, distribuzione territoriale break-points

Nella **figura 81** è riportata la distribuzione temporale di tutti break-points che conferma gli anni 1987 e 1988 come quelli in cui si concentra il maggiore numero di stazioni che presentano una diminuzione abrupta delle precipitazioni (57%).

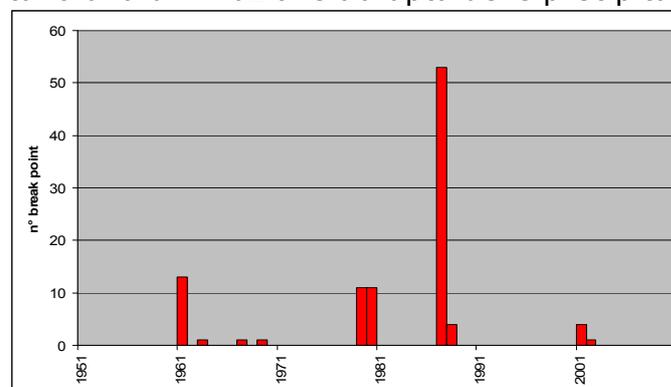


Fig. 82 - Precipitazione invernale media, distribuzione annuale break-points

Discontinuità pluviometriche autunnali

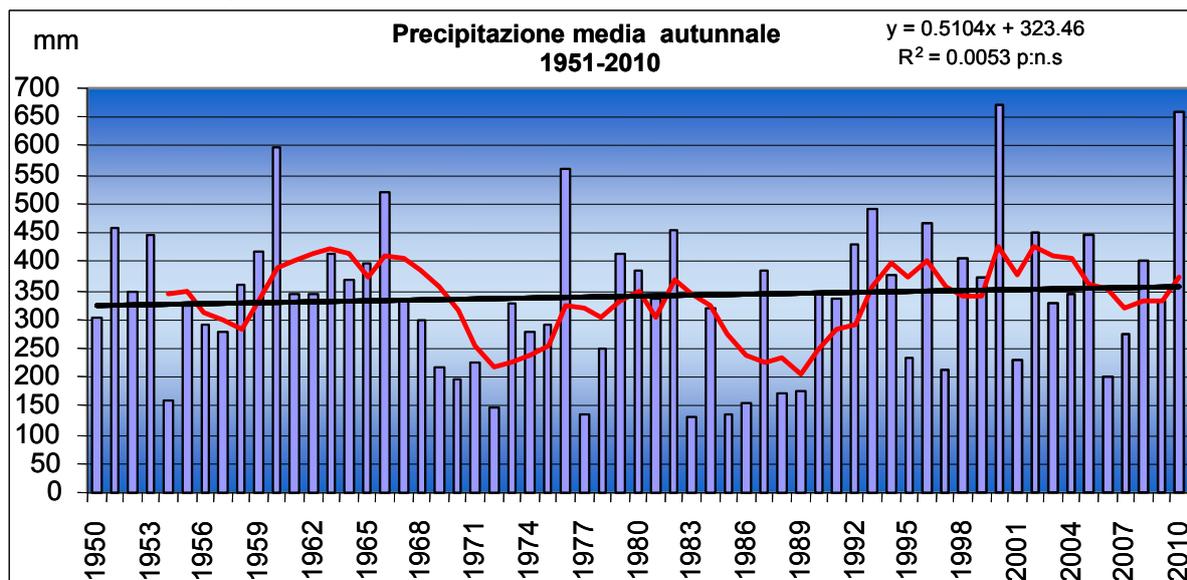


Fig. 83 - Precipitazione autunnale media (istogrammi) e media mobile quinquennale (linea rossa)

Nella **figura 83** gli istogrammi indicano le medie delle precipitazioni autunnali calcolate come valore medio annuale di tutte le stazioni a disposizione; in rosso è indicata la curva della media mobile quinquennale (media dei cinque anni precedenti a partire dal 1950) che descrive una situazione di oscillazione delle precipitazioni tra i 200 e 450 mm con un periodo "centrale", tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '90, dove si concentrano i valori più bassi di precipitazione. L'analisi di discontinuità flat-step (Bai e Perron 2003), permette di individuare un primo abbassamento delle precipitazioni centrato intorno al 1967 seguito da un innalzamento alla fine degli anni '80.

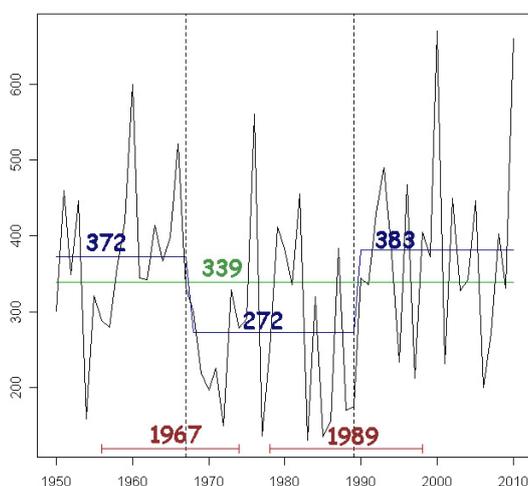


Fig. 84 - Precipitazione autunnale media e breakpoints calcolati sui valori medi/annui di tutte le stazioni
Dalla analisi della **figura 84** si evidenzia:

- una precipitazione autunnale media, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 339 mm;
- il 1967 come anno del primo break-point, significativo al 95% e con un intervallo di confidenza medio pari a 19 anni;
- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1950-1967 (372 mm) e 1968-1989 (272 mm), pari a 100 mm;
- il 1989 come anno del secondo break-point, significativo al 95% e con un intervallo di confidenza medio pari a 20 anni;

- un aumento delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1968-1989 (272 mm) e 1989-2010 (383 mm), pari a 111 mm.
- Si noti che il periodo 1990-2010 segna il riassetarsi della media su valori simili a quelli del periodo precedente al 1967. Si noti, inoltre, che la media 1990-2010 potrebbe essere assunta come attuale "normale meteorologica", impiegabile ai fini delle analisi utili alla elaborazione di corrette valutazioni relative all'adattamento. Si può concludere, perciò, che le oscillazioni delle precipitazioni intorno alla media nel periodo 1950-2010 sono un fenomeno statisticamente significativo anche se appare prematuro esprimersi in merito alla rilevanza climatologica del fenomeno. Applicando l'analisi di discontinuità a ogni stazione si rileva che il 72% è soggetto a due discontinuità: la prima "negativa" e la seconda "positiva", con una significatività media pari al 0.069 che si traduce in intervalli di confidenza medi di 17 anni.

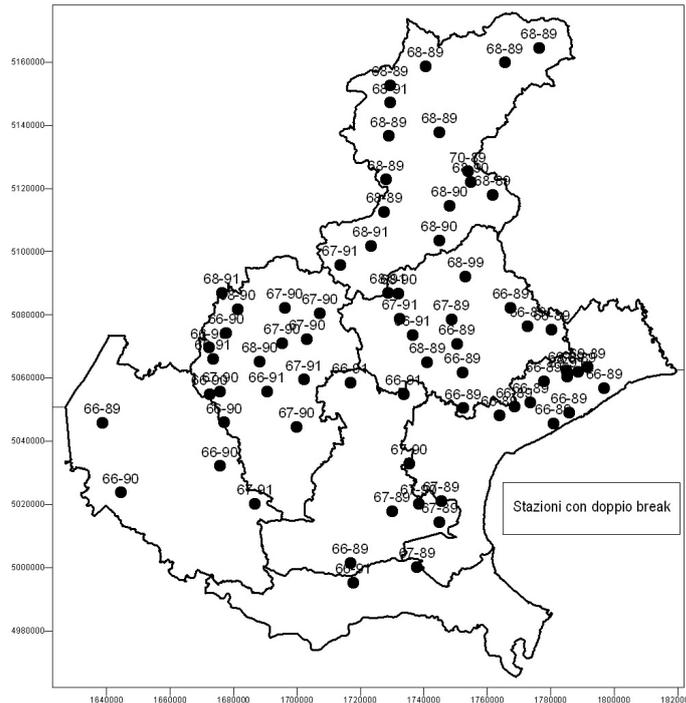


Fig. 85 - Precipitazione autunnale media - distribuzione territoriale delle stazioni che hanno evidenziato un doppio break-point

Il grafico in **figura 86** conferma il periodo 1989-1991 quello in cui si concentrano il maggiore numero di stazioni che presentano uno shift positivo (in blu) delle precipitazioni. Da evidenziare come un numero quasi coincidente di stazioni presenti uno shift negativo (in rosso) delle precipitazioni alla fine degli anni '60.

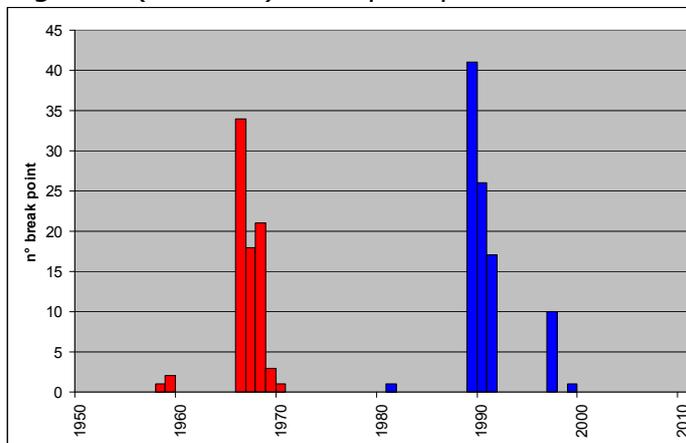


Fig. 86 - Precipitazione autunnale media, distribuzione annuale dei breakpoints (in rosso quelli in diminuzione, in blu in aumento)

Discontinuità pluviometriche primaverili

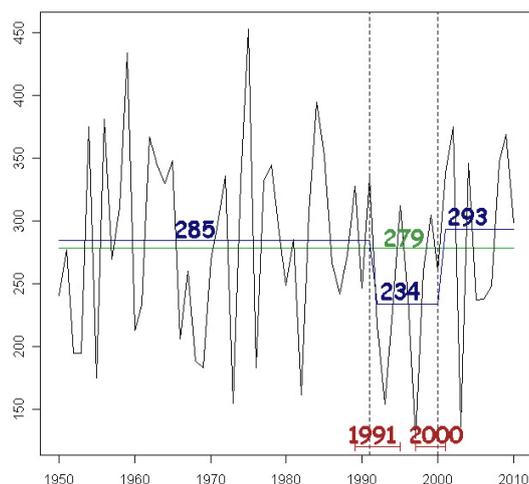


Fig. 87 - Precipitazione primaverile media e breakpoints calcolati sui valori medi annui di tutte le stazioni

Dall'analisi di discontinuità primaverile (**figura 87**) si evidenzia:

- una precipitazione primaverile media, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 234 mm;
- il 1991 come anno più probabile del primo break-point;
- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1950-1990 (285 mm) e 1991-2000 (234 mm), pari a 51 mm;
- il 2000 come anno più probabile del secondo break-point;
- un aumento delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1991-2000 (234 mm) e 2001-2010 (293 mm), pari 59 mm.

Tale andamento delle precipitazioni è però scarsamente significativo ($p=0.25$), per cui è possibile affermare che le precipitazioni primaverili siano rimaste pressoché inalterate nel periodo 1951-2010.

Discontinuità pluviometriche estive

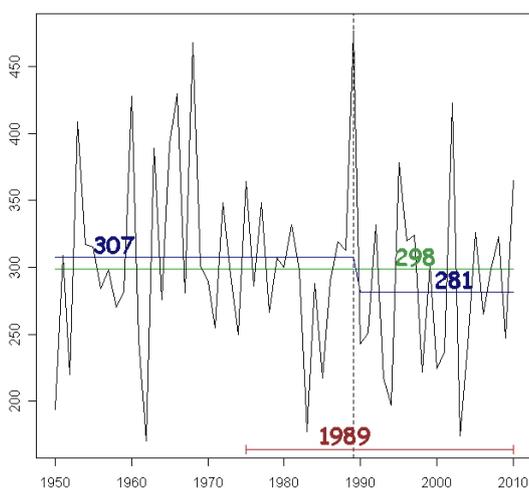


Fig. 88 - Precipitazione estiva media e break-point calcolati sui valori medi annui di tutte le stazioni

Dall'analisi di discontinuità applicata al periodo estivo (**figura 88**) si evidenzia:

- una precipitazione media, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 294 mm;
- il 1989 come anno del breakpoint, con una riduzione delle precipitazioni pari a 26 mm.

Tale lieve decremento delle precipitazioni è scarsamente significativo ($p=0.175$) per cui si può affermare che le precipitazioni estive siano rimaste pressoché inalterate nel periodo 1950-2010.

Discontinuità pluviometriche annuali

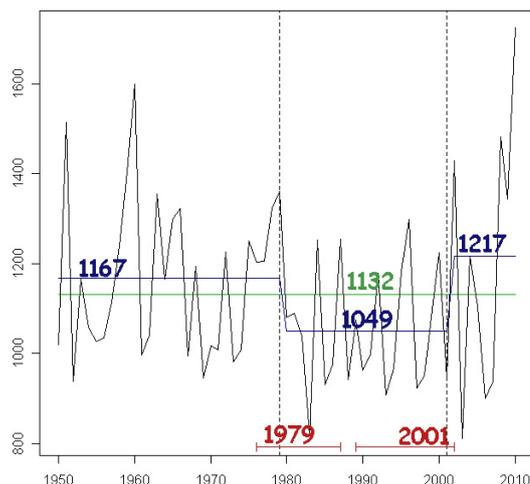


Fig. 89 - Precipitazione annuale media e breakpoint calcolati sui valori medi/annui di tutte le stazioni
Dall'analisi di discontinuità annuale (**figura 89**) si evidenzia:

- una precipitazione media annua, calcolata sull'intero periodo di riferimento, pari a 1132 mm;
- il 1979 come anno più probabile del primo breakpoint;
- una diminuzione delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei sottoperiodi 1951-1979 (1167 mm) e 1980-2001 (1049 mm), pari a 118 mm;
- il 2001 come anno del secondo breakpoint;
- un aumento delle precipitazioni, calcolabile dalla differenza dei valori medi dei 1980-2001 (1049 mm) e 2002-2010 (1217 mm), pari a 168 mm.

Tale andamento non appare tuttavia significativo ($p=0.15$) ed è inoltre trainato dall'aumento molto importante delle precipitazioni verificatosi negli ultimi tre anni del periodo considerato. Sarà quindi necessario attendere i prossimi anni per verificare se tale incremento nei valori medi potrà approdare alla significatività statistica.

Conclusioni

Con riferimento al periodo 1951-2010 si può affermare che a livello annuo si è in presenza di una sostanziale stazionarietà delle precipitazioni.

A livello stagionale l'autunno emerge come unica stagione con un aumento di piovosità significativo che cade intorno al 1989 e che segna il riportarsi della media su valori simili a quelli del periodo pre 1967. Le stagioni invernali, primaverili ed estive non presentano invece variazioni significative nei valori medi di piovosità.



3.9 Conclusioni

Adriano Barbi, Francesco Rech

Servizio Meteorologico – Teolo (PD)

ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Precipitazioni annuali del periodo 1950-2010

Il presente lavoro individua una tendenziale diminuzione delle precipitazioni collocabile principalmente nel periodo 1980-2000.

Confrontando i valori annui con la media 1950-2010 si osservano:

- tra i primi anni '50 ed i primi anni '80 due ampie fasi di oscillazione dei valori annuali attorno alla media;
- successivamente prevalgono nettamente le annate con precipitazioni inferiori alla media;
- nell'ultimo decennio la piovosità aumenta e diversi anni sono caratterizzati da precipitazioni superiori alla media, in particolare gli ultimi tre anni (2008, 2009 e 2010) risultano molto più piovosi della media.

Dal 1981 al 2010, in 30 anni, per la pianura veneta il valore medio di precipitazione, viene superato 10 volte mentre nel trentennio precedente (1951-1980) si contavano 16 superamenti. I 10 superamenti dell'ultimo trentennio si collocano: 2 negli anni '80 (1984-1987), 2 negli anni '90 (1995-1996) e 6 nell'ultimo decennio (2002-2004-2005-2008-2009-2010).

Nel corso degli ultimi 60 anni si è assistito ad una generale diminuzione degli apporti medi annuali, tale processo non è però costante nel tempo ma, nell'ultimo decennio, sembra dare segnali in controtendenza o quantomeno di stabilità, per le aree montane.

La cartografia che effettua il confronto tra le precipitazioni medie annue dei periodi 1961-1990 e 1981-2010 evidenzia:

- la notevole diffusione sul territorio regionale delle due tonalità di verde chiaro che segnalano differenze minime ($-25 \div +25$ mm) dei valori medi dei due trentenni;
- sull'area prealpina e pedemontana la presenza di segnali di diminuzione della piovosità nell'ultimo trentennio dell'ordine di $-50 \div -75$ mm; segnali simili di diminuzione della piovosità sono presenti anche nel veneziano nord-orientale e nel Polesine;
- sul bellunese centrale la presenza di un segnale di incremento delle precipitazioni di $+50 \div +125$ mm.

Precipitazioni stagionali del periodo 1950-2010

Autunno

La piovosità autunnale del periodo 1951-1980 è simile a quella del periodo 1981-2010 e, più precisamente: in lieve aumento in pianura e in lieve decremento nelle aree montane.

Rispetto ai valori del periodo 1961-1990 si osserva un incremento delle precipitazioni autunnali nell'ultimo trentennio.

Esiste una notevole variabilità interannuale degli apporti soprattutto nelle aree montane e pedemontane.

Le precipitazioni autunnali nei 24 anni compresi tra il 1967 ed il 1990 risultano essere in 16-17 casi inferiori alla media 1950-2010 determinando un marcato segnale di diminuzione delle piovosità rispetto al periodo precedente. Nel periodo 1991-2010, seppur persistendo la variabilità interannuale troviamo 12-14 stagioni autunnali con piovosità superiore alla media ed, inoltre, in alcuni anni (2000-2010) troviamo apporti molto superiori alla media.

La cartografia che effettua il confronto tra le precipitazioni medie autunnali dei periodi 1961-1990 e 1981-2010 evidenzia un chiaro e generalizzato segnale di aumento delle precipitazioni autunnali nell'ultimo trentennio.

Inverno

E' presente un persistente e marcato segnale di diminuzione delle precipitazioni invernali nel periodo considerato.

L'inverno, periodo meno piovoso dell'anno, risulta essere la stagione con maggiore variabilità degli apporti pluviometrici rispetto alla media, particolarmente sulle aree pedemontane e montane.

L'analisi della media mobile quinquennale evidenzia la presenza nel periodo 1951-2010 di 5 oscillazioni abbastanza ben articolate, della durata di circa 9-11 anni.

A partire dall'inizio degli anni '90 la diminuzione delle precipitazioni invernali risulta particolarmente evidente anche se gli apporti del 2009 e 2010 sono particolarmente consistenti.

La cartografia che effettua il confronto tra le precipitazioni medie invernali dei periodi 1961-1990 e 1981-2010 evidenzia un chiaro e generalizzato segnale di decremento delle precipitazioni invernali nell'ultimo trentennio.

Primavera

Nel Veneto centro-settentrionale si individuano deboli segnali di diminuzione delle precipitazioni primaverili nel ultimo ventennio. Altrove non s'individuano variazioni di rilievo.

La cartografia che effettua il confronto tra le precipitazioni medie primaverili dei periodi 1961-1990 e 1981-2010 non evidenzia chiari segnali di variazione delle precipitazioni medie primaverili nell'ultimo trentennio; sulla pianura meridionale è presente un debole segnale di incremento della piovosità, mentre sul resto della Regione vi sono deboli segnali di decremento.

Estate

Sono presenti segnali di diminuzione delle precipitazioni estive.

Nella prima metà degli anni '80 e poi più marcatamente nel periodo 1990-2010 aumenta la frequenza di stagioni estive con apporti inferiori alla media.

Il confronto per una selezione di 100 stazioni storiche delle precipitazioni medie estive del periodo 1951-1980 con quelle del 1981-2010 evidenzia una diminuzione degli apporti per l'intero territorio regionale.

La cartografia che effettua il confronto tra le precipitazioni medie estive dei periodi 1961-1990 e 1981-2010 evidenzia un debole segnale di diminuzione delle precipitazioni medie estive sull'intera pianura e un più marcato segnale di decremento nel vicentino, sulla Lessinia e sul veneziano nord-orientale. Sulla parte settentrionale dell'area dolomitica, invece, sono presenti deboli segnali di incremento delle precipitazioni estive.

Precipitazioni mensili del periodo 1950-2010

I mesi di gennaio, febbraio e marzo (periodo mediamente meno piovoso dell'anno) presentano su tutto il territorio regionale un chiaro segnale di diminuzione delle precipitazioni medie mensili del trentennio 1981-2010, rispetto al trentennio 1951-1980.

Una diminuzione della piovosità è presente anche:

- per il mese di giugno, ben evidente sulle aree montane e pedemontane, ma assente in pianura;
- per il mese di luglio; tale tendenza appare più evidente per le stazioni della pianura mentre è assai limitata per le aree montane e pedemontane.

Anche il mese di novembre (che con ottobre costituisce il periodo mediamente più piovoso dell'anno) manifesta un segnale di diminuzione delle precipitazioni medie mensili del trentennio 1981-2010, rispetto al trentennio 1951-1980; i segnali di diminuzione degli apporti mensili sono particolarmente concentrati ed evidenti nel periodo 1972-1999, mentre nell'ultimo decennio, soprattutto sulle aree montane e pedemontane, il deficit pluviometrico risulta meno grave.

Le precipitazioni medie trentennali del mese di aprile risultano invariate su tutto il territorio regionale.

Risultano aumentate, le precipitazioni medie dei mesi di maggio, con un incremento limitatissimo e di settembre, con incremento particolarmente evidente in pianura.

Nel mese di ottobre l'incremento di piovosità dell'ultimo trentennio è ben evidente sulla pianura veneta, mentre sulle aree montane vi è addirittura un segnale di leggero calo delle precipitazioni; nel periodo 1967-1975 è presente in Veneto una sequenza di mesi di ottobre caratterizzati da piovosità estremamente ridotta.

Nel mese di dicembre la piovosità risulta in aumento su tutto il territorio regionale, il regime pluviometrico del decennio 2000-2010 risulta assai simile a quello del 1950-1960, ambedue questi periodi sono caratterizzati da apporti mensili frequentemente molto superiori alla media.

La variabilità da un anno all'altro delle precipitazioni mensili nell'ambito dei trentenni 1951-1980 e 1981-2010 è espressa dai coefficienti di variazione; dall'esame di tali indicatori si riscontra:

- un incremento marcato della variabilità interannuale nell'ultimo trentennio per i mesi di febbraio e di novembre (ovvero maggiore alternanza di precipitazioni mensili molto diverse dai valori medi);
- una diminuzione della variabilità interannuale nell'ultimo trentennio per i mesi di agosto, settembre ed ottobre più marcata per il mese di settembre e per le zone montane.



Case study: Prova sperimentale di monitoraggio intensivo - La distribuzione delle precipitazioni sulle Prealpi venete orientali

Bruno Renon

Servizio Idrografico (BL)

ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio



Monitoraggio pluviometrico intensivo della zona del Passo San Boldo durante il periodo 26 ottobre - 1 novembre 2004

Generalità

Al fine di conoscere meglio la distribuzione delle precipitazioni in una zona prealpina ad immediato contatto con la pianura, in occasione di intensi flussi meridionali perturbati, associati anche al transito di sistemi frontali, si è tentato di monitorare in maniera intensiva la zona del Passo San Boldo, fra Trichiana (fondovalle alla base del versante nord delle Prealpi bellunesi) e Tovenà (situata ai piedi del versante sud delle Prealpi trevigiane).

E' noto che la fascia prealpina risulta molto piovosa quando viene investita da intense correnti umide dai quadranti meridionali e, nella zona esaminata, la stazione meteorologica automatica di S. Antonio di Tortal, situata sul versante nord della catena montuosa, rivela spesso valori pluviometrici elevati, fra i più alti della montagna veneta.

Scopo di questa indagine è di capire come si distribuisce la pioggia lungo una direzione (NNW-SSE) pressoché ortogonale a quella disegnata dalla fascia prealpina bellunese (ENE-WSW), e dove si colloca il massimo di piovosità.

Il fenomeno (Stau) che sta all'origine dell'elevata piovosità autunnale porterebbe a pensare che le precipitazioni più abbondanti si verificano dove è massimo l'effetto di sollevamento della massa d'aria, ovvero in prossimità del crinale montuoso, nei dintorni del Passo San Boldo. Tuttavia si suppone che l'intensità del flusso meridionale porti un po' più a nord tale massimo pluviometrico, in pieno versante settentrionale.

Per ragioni logistiche e di rapidità dell'installazione temporanea dei pluviometri totalizzatori prima di un evento pluviometrico intenso è stato scelto il transetto Tovenà-Trichiana, paesi collegati da una strada ben percorribile durante tutto l'anno.

Il Passo San Boldo rappresenta il punto di minima altitudine raggiunto dal crinale prealpino bellunese e questo rappresenta un limite della presente indagine, in quanto era preferibile monitorare un transetto passante per una zona più elevata del crinale (1000-1200 m), al fine di ottenere una distribuzione pluviometrica media nell'asse trasversale della zona prealpina.

Tuttavia il fatto che il Passo San Boldo sia situato in un intaglio della linea di spartiacque non dovrebbe alterare molto il fenomeno di stau, in quanto il sollevamento delle masse d'aria dovrebbe proseguire più in alto dei 700 m del Passo, per la presenza poco ad ovest (Col de Moi) e poco ad est (Monte Cimone) di rilievi aventi un'altitudine di circa 1300 m.

Siti di misura

Lungo i 12 km che separano Trichiana da Tovenà sono stati installati 10 pluviometri, approssimativamente equidistanti, per una densità media di 1 pluviometro ogni 1,3 km (vedi **figura 1**)

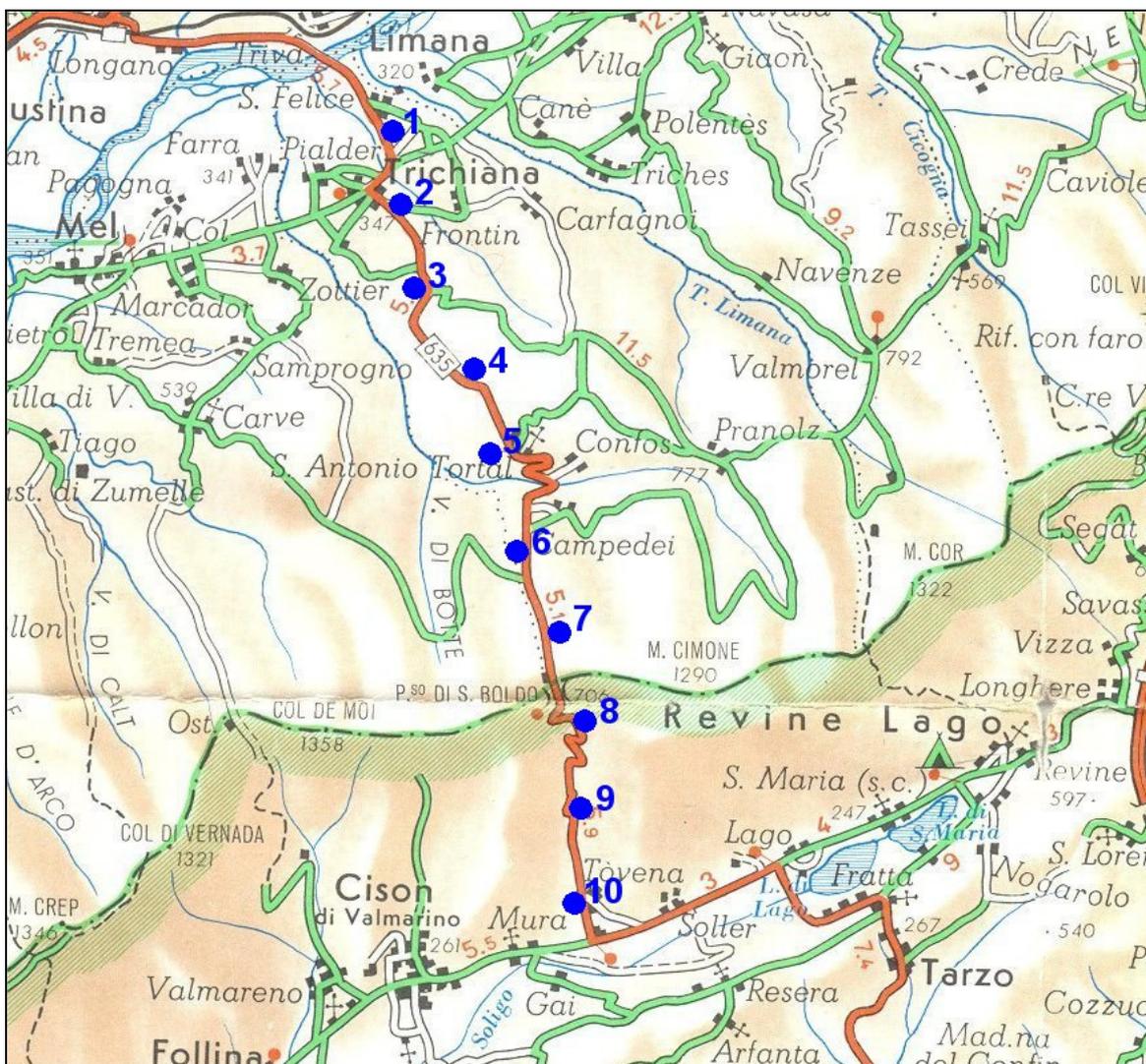


Fig. 1 - Dislocazione dei siti di misura

Di seguito si riportano le caratteristiche dei siti di misura:

	<i>Località</i>	<i>Altitudine*</i>	<i>Coordinate Gauss-Boaga</i>
Sito n.1:	Cavassico inf.	330 m	1742527 W, 5107932 N
Sito n.2:	Trichiana	370 m	1742763 W, 5106906 N
Sito n.3:	Niccia	430 m	1743106 W, 5105636 N
Sito n.4:	Costalunga	540 m	1743798 W, 5104377 N
Sito n.5:	S. Antonio Tortal	565 m	1744476 W, 5103215 N
Sito n.6:	Dagno	595 m	1744786 W, 5101891 N
Sito n.7:	Pra' Lugher	685 m	1745215 W, 5100712 N
Sito n.8:	S. Boldo	605 m	1745742 W, 5099386 N
Sito n.9:	S. Vigilio	350 m	1745758 W, 5098030 N
Sito n.10:	Tovena	255 m	1745925 W, 5096513 N

* stimata con carta IGM 1:25000

Tab. 1 - Caratteristiche dei siti di misura

Caratteristiche dei pluviometri

Per il presente lavoro si sono utilizzati semplici pluviometri totalizzatori a basso costo, in grado di misurare cumuli di pioggia anche notevoli (> 300 mm).

Era necessario, infatti, poter disporre di misuratori di grande capacità, di facile e veloce installazione e economicamente vantaggiosi.

Si sono utilizzati, perciò, tubi in PVC del diametro di 155.5 mm e lunghezza di 55 cm, chiusi ermeticamente su un lato da un apposito tappo (**figura 2**).

Il margine del lato opposto (bocca) è stato opportunamente lavorato per ottenere un profilo "a coltello", come previsto dalle linee guida del WMO per la strumentazione meteorologica.

La verifica della bontà del sistema di misura è stata eseguita versando più volte, in ognuno dei 10 pluviometri, determinate quantità d'acqua, corrispondenti a precise altezze di precipitazione e verificando che il rapporto fra volume d'acqua raccolto in cm^3 e la decima parte dell'area della bocca in cm^2 corrispondesse al valore in mm della precipitazione simulata. Dalle ripetute prove eseguite si è potuto stabilire anche il grado di incertezza della misura, valido per una situazione non particolarmente ventosa.

I pluviometri sono stati installati con la bocca ad un'altezza sul suolo di 1,5 m tramite un palo di supporto in legno.

Di seguito le principali caratteristiche dei pluviometri:

- Area della bocca: 190 cm^2
- Capacità: 530 mm
- Incertezza della misura: 5%, in situazione di vento debole o moderato.

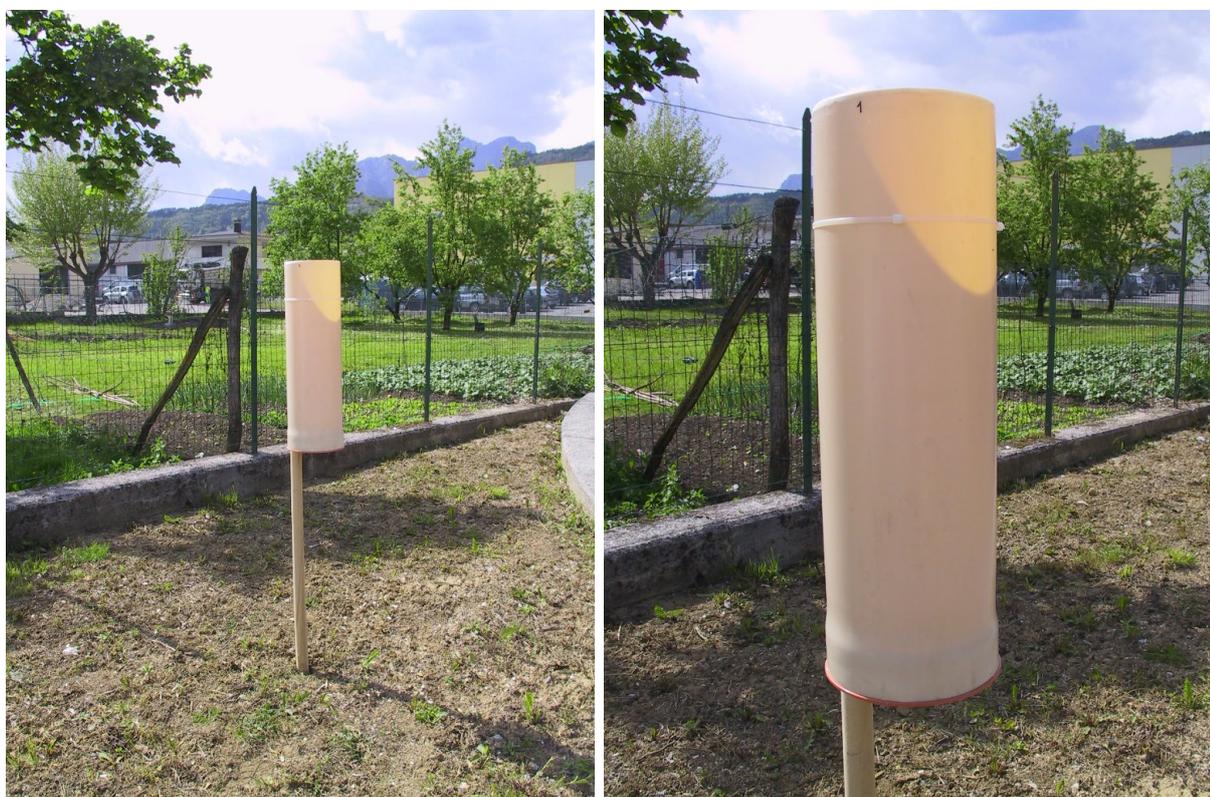


Fig. 2 - Esempio di pluviometro utilizzato, con palo di supporto

Presentazione dei dati raccolti fra il 27 ottobre ed il 1° novembre 2004

Nella mattinata del 26 ottobre 2004, in vista di una significativa fase di maltempo, sono stati installati i 10 pluviometri.

Nel corso del periodo si sono succeduti alcuni episodi di tempo perturbato, con piogge abbondanti, talora di forte intensità e a carattere temporalesco.

La direzione dei venti a 3000 m è risultata mediamente da sud sud-ovest, l'intensità è stata moderata o forte, con velocità massime di 70 km/h (dati estratti dai radiosondaggi di Udine). Tali condizioni di flusso in quota hanno rappresentato, quindi, la tipica situazione favorevole per un marcato effetto stau sulla fascia prealpina.

Il 2 novembre, al termine del periodo di maltempo, si è provveduto alla misurazione dell'acqua piovana raccolta dai pluviometri, che sono stati poi prelevati dal sito.

Di seguito sono riportati i valori totali di precipitazione registrati fra il 26 ottobre e il 2 novembre, rappresentati graficamente in **fig. 3**:

- Sito 1: 228 mm
- Sito 2: 232 mm
- Sito 3: 228 mm
- Sito 4: 231 mm
- Sito 5: 241 mm
- Sito 6: 243 mm
- Sito 7: 234 mm
- Sito 8: 229 mm
- Sito 9: 206 mm
- Sito 10: 180 mm

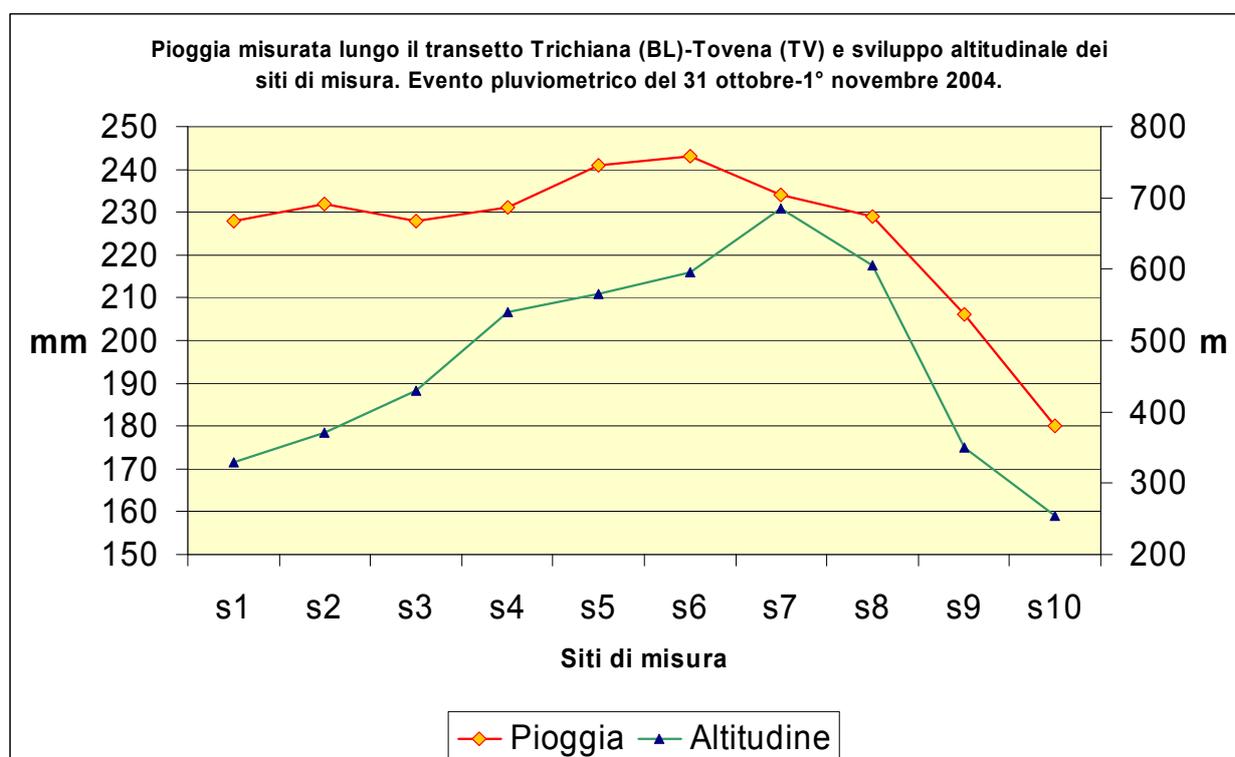


Fig. 3 – millimetri di pioggia rilevati nei 10 siti e relativa quota (m s.l.m.)

A titolo di confronto si cita il valore di 237 mm rilevato dalla stazione automatica di S. Antonio Tortal, posta a circa 300 m a sud-est del Sito 4. Le differenze nel sistema di misura, nell'area di raccolta, nell'altezza della bocca e nella forma dello strumento, in relazione all'azione alterante del vento, non consentono alcun tipo di accurato confronto fra la misura della stazione automatica ed i pluviometri utilizzati più vicini ad essa.

Conclusioni

Il monitoraggio pluviometrico intensivo eseguito durante la fase di maltempo intercorsa fra il 26 ottobre ed il 1° novembre 2004 nella zona del Passo S. Boldo, sulle Prealpi bellunesi e trevigiane, sembra confermare che in occasione di intensi flussi meridionali perturbati i valori massimi di precipitazione si collocano sul versante settentrionale (bellunese), ovvero quello opposto alla direzione di risalita delle masse d'aria.

Sarebbe necessario, tuttavia, ripetere altre volte tale monitoraggio in condizioni meteorologiche simili, sia per avere la conferma di quanto ipotizzato sia per capire

la variazione della dislocazione del massimo pluviometrico lungo il transetto, in funzione dell'intensità e dallo shear verticale del flusso, dell'instabilità termodinamica della massa d'aria e di altri parametri meteorologici.

Con altri tipi di situazioni meteorologiche favorevoli alle precipitazioni (es. flussi meridionali molto deboli, condizioni estive di instabilità, transito di veloci perturbazioni) la distribuzione spaziale delle piogge risulta verosimilmente molto più uniforme oppure casuale, esulando quindi dallo scopo principale del monitoraggio in esame.



CAPITOLO 4
Clima e vegetazione forestale





4.1 Indice di Paterson

Luigi Mariani, Simone Gabriele Parisi

*Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*



Il calcolo dell'indice di Paterson o indice C.V.P. (Clima-Vegetazione-Produzione), consente di stimare il livello massimo teorico della massa legnosa che può essere prodotta da una stazione secondo la seguente formula:

$$C.V.P. = \frac{T_v}{T_a} \cdot P \cdot \frac{G}{12} \cdot \frac{E}{100}$$

dove:

T_v = temperatura media del mese di luglio (°C)

T_a = escursione annua (temperatura media del mese di luglio - temperatura media del mese di gennaio) (°C)

P = pioggia cumulata annua (mm)

G = durata della stagione vegetativa in mesi (numero di mesi con temperatura media > 7 °C)

E = coefficiente di riduzione in funzione della latitudine (per 45°N Susmel,1988 suggerisce un valore pari a 56)

L'indice di Paterson, pertanto, è un indicatore della produttività potenziale che non tiene conto, quindi, di condizionamenti microclimatici, edafici e antropici e di disturbi biotici o abiotici (danni meteorici, attacchi parassitari, ecc.). Può rappresentare, comunque, un'utile indicazione per la pianificazione forestale fornendo una stima sulla capacità produttiva di una stazione, in termini di incremento legnoso, in relazione alle sue caratteristiche climatiche.

La durata della stagione vegetativa è stata stimata, per il presente studio, in relazione alla retta di regressione tra l'altitudine e i dati termici. Questa semplificazione non considera la variabilità climatica legata all'esposizione ed alla disposizione delle vallate (Menguzzato, 1977).

Per una corretta interpretazione delle carte, inoltre, occorre considerare che il limite della vegetazione arborea, in ambito alpino veneto, si colloca attorno ai 2100 m s.l.m..

Distribuzione dei valori dell'indicatore sul territorio regionale

La restituzione cartografica della spazializzazione dei valori dell'indice C.V.P. evidenzia (cartografie n.57, 58), anzitutto, la presenza di un gradiente positivo da Sud a Nord nella pianura veneta. Le produzioni medie passano gradualmente dalle 5,5 t/ha dell'estrema pianura meridionale alle oltre 7,5 t/ha degli areali pedemontani più favoriti. Tale gradiente appare soprattutto la conseguenza della limitazione idrica che agisce in modo maggiormente rilevante nella parte più meridionale del territorio veneto.

L'areale prealpino, dal canto suo, presenta risorse termiche declinanti al crescere della quota e ciò si associa ad accumuli precipitativi tendenzialmente abbondanti, anche se spesso limitati dagli effetti di ruscellamento. Ciò si traduce in produzioni che, dalle oltre 7,5 degli areali termicamente più favoriti, si portano alle 4,5 t/ha delle zone situate a quote più elevate.

L'areale alpino interno presenta, infine, accumuli precipitativi più contenuti per il noto effetto endo-alpino. Ciò si traduce in produzioni che dalle 6,5 t/ha degli areali termicamente e pluviometricamente più favorevoli alla selvicoltura (fondovalle meridionali più ampi) si portano a valori inferiori a 3 t/ha nelle aree più elevate.

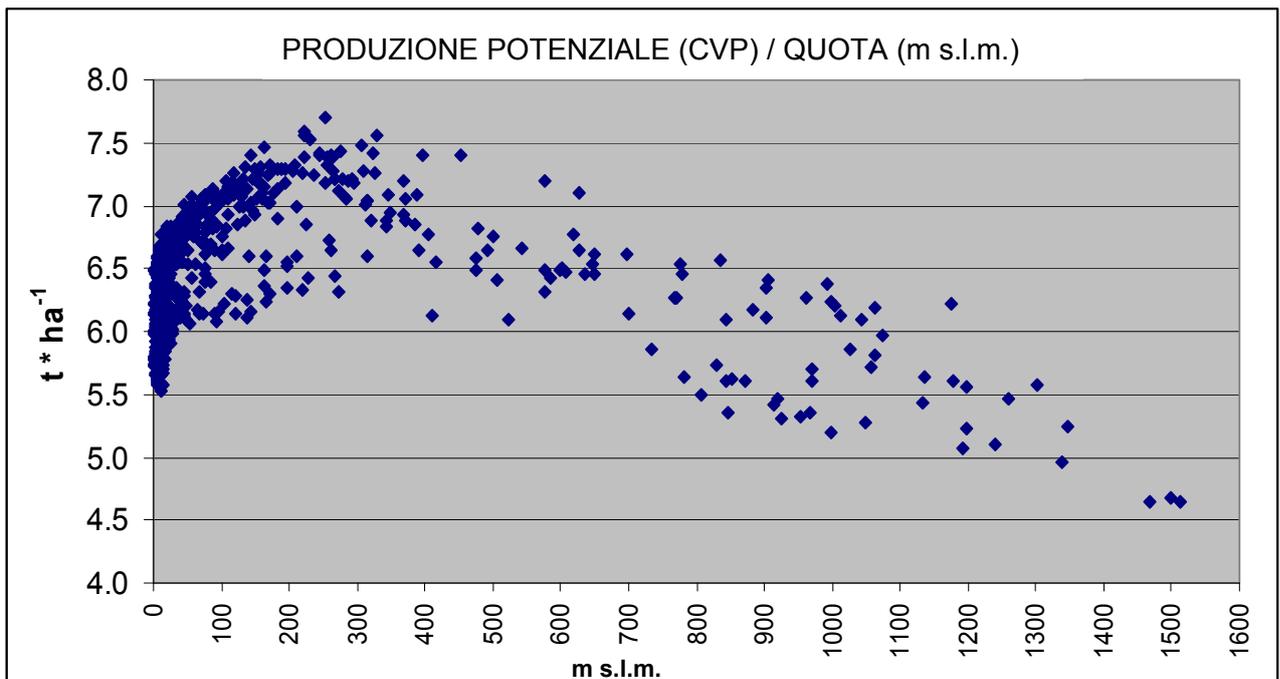


Fig. 1 - Scatterplot da cui è possibile notare l'optimum di produttività forestale collocato fra i 200 e 300 m di quota

La carta n. 59, di seguito riportata, rappresenta la variazione della produttività potenziale stimata per il trentennio 1981-2010 rispetto all'equivalente produttività potenziale stimata per il periodo 1961-1990.

Più precisamente, questa cartografia deriva dalla differenza tra i valori riportati nella carta n. 58 di produttività potenziale del periodo 1981-2010 ed i medesimi valori della carta n. 57 relativi al periodo 1961-1990.

E' importante sottolineare che la carta n. 59 non visualizza le variazioni assolute dei valori di produttività, ma individua le aree all'interno delle quali si è verificata una variazione di classe di produttività, intendendo per classi di produttività le 16 classi di ampiezza 0,5 t/ha anno comprese tra 0 e 8 t/ha anno.

Le aree di colore **viola** chiaro individuano le zone dove la classe di produttività potenziale rimane invariata.

Le aree di colore **blu** individuano le zone dove nel trentennio 1981-2010 si è calcolata una produttività potenziale di classe più elevata rispetto a quella calcolata per il trentennio 1961-1990 (aumento di classe di produttività).

Le aree di colore **giallo** individuano le zone dove nel trentennio 1981-2010 si è calcolata una produttività potenziale di classe inferiore rispetto a quella calcolata per il trentennio 1961-1990 (diminuzione di classe di produttività).

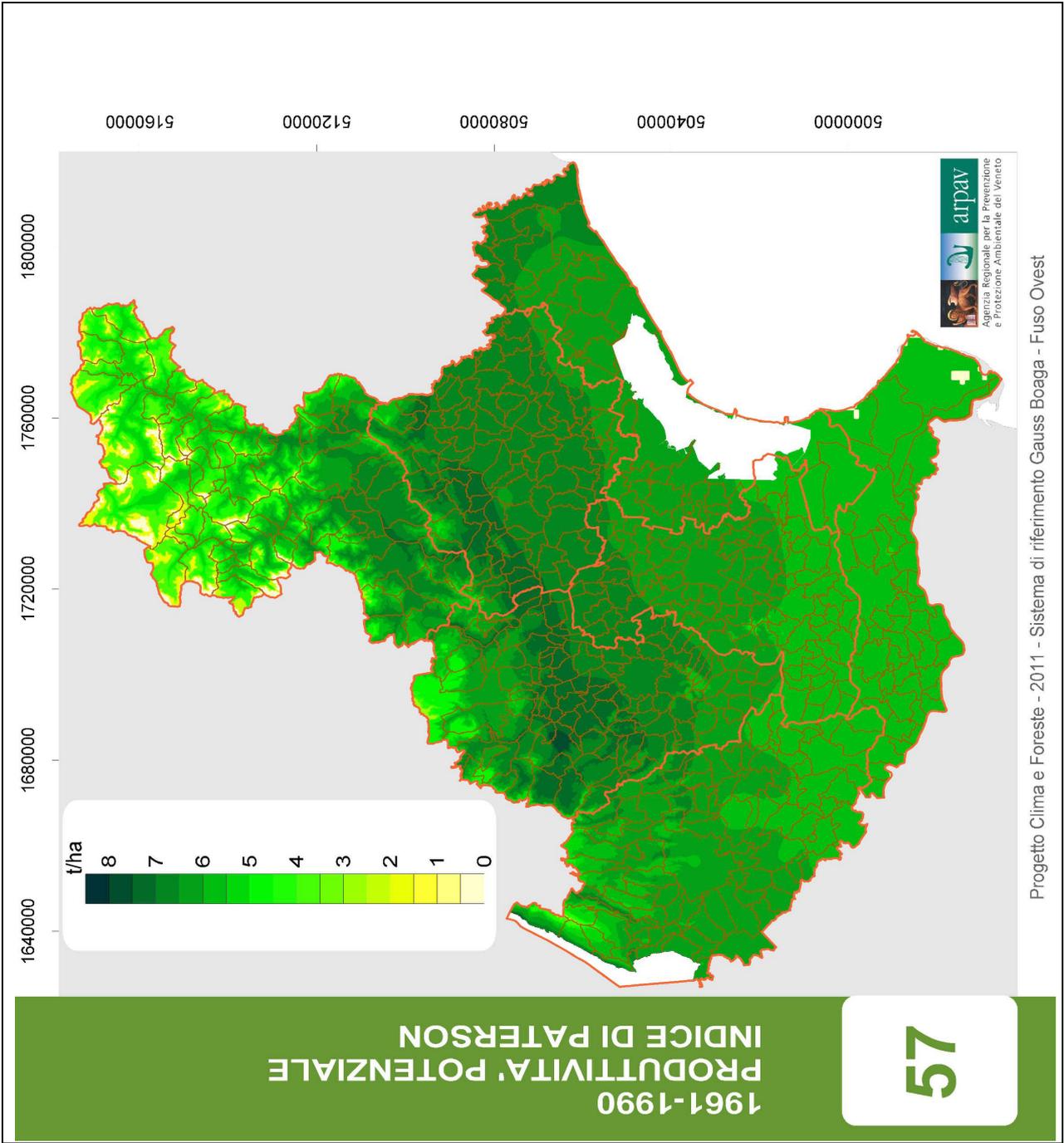
Come per tutte le carte di variazione è necessario premettere che la semplice variazione nel tempo del numero di stazioni meteorologiche e/o della loro localizzazione è sufficiente a modificare la conoscenza della distribuzione spaziale delle variabili meteorologiche inducendo, soprattutto nelle zone ad orografia complessa, dei segnali di variazione.

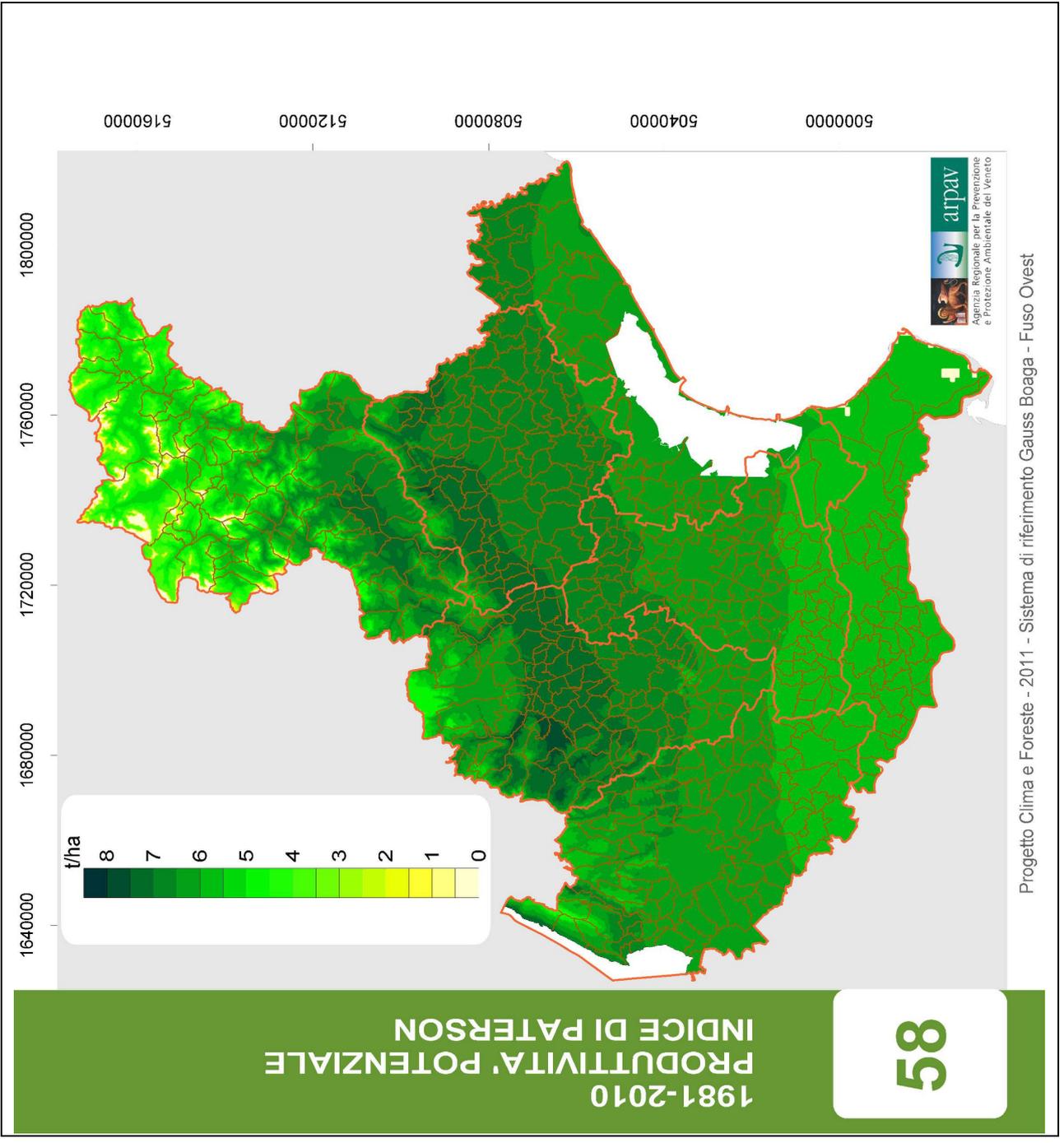
Ciò premesso, si osserva che:

- sulle aree pianiziali del Veneto le variazioni di classe di produttività potenziale secondo Paterson sono estremamente limitate (prevale infatti il colore viola chiaro); probabilmente l'incremento delle temperature contestuale alla sostanziale invarianza delle precipitazioni agisce positivamente sulla stima della produttività determinando un lieve spostamento verso sud delle isolinee;
- sulle aree montane sono invece molto diffusi i segnali di incremento della produttività potenziale; l'aumento delle temperature estive, verificatosi nell'ultimo trentennio, sembra agire positivamente sulla produttività potenziale

determinando lo spostamento, verso l'alto delle aree a maggiore produttività (in quota infatti le basse temperature estive agiscono da fattore limitante);

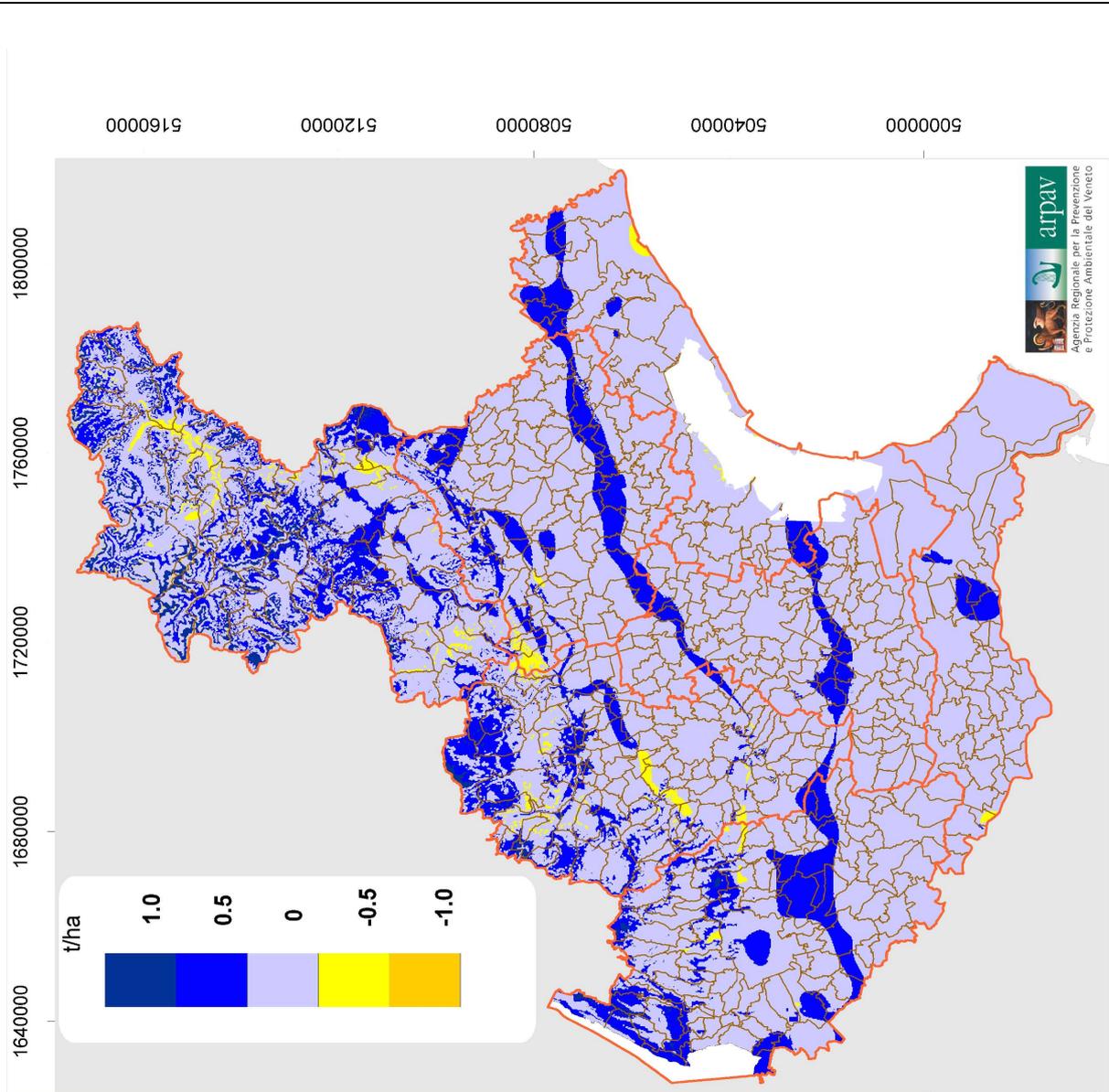
- le marcate aree di incremento di produttività sull'Alpago (BL) e di decremento sul massiccio del Grappa (TV-VI) e sulla costa settentrionale sono probabilmente determinate dalla diversa localizzazione delle stazioni meteorologiche negli anni;
- risulta di difficile interpretazione il segnale di decremento di classe di produttività localizzato sui fondo valle dell'alto Piave, del Boite e dell'Ansiei, forse imputabile all'effetto dell'incremento, nell'ultimo trentennio, dell'escursione termica annua che agirebbe da fattore limitante.





**VARIAZIONE 1981-2010/1961-1990
PRODUTTIVITA' POTENZIALE
INDICE DI PATERSON**

59



Progetto Clima e Foreste - 2011 - Sistema di riferimento Gauss Boaga - Fuso Ovest



4.2 La fenologia del larice (*Larix decidua*, Mill)

Andrea Crepaz, Thierry Robert-Luciani

*Servizio Neve e Valanghe – Arabba (BL)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



La fenologia vegetale è la disciplina che si occupa degli stadi di sviluppo della vegetazione. L'inizio e la fine della stagione vegetativa delle piante, oltre che dal fotoperiodo, sono fenomeni fortemente influenzati dall'andamento climatico stagionale: l'aumento delle temperature in primavera favorisce la germogliazione, mentre la diminuzione autunnale accelera l'ingiallimento e la successiva abscissione delle foglie. Le fasi fenologiche risultano quindi un ottimo indicatore biologico in grado di quantificare gli effetti del riscaldamento globale e di valutarne la variabilità tra un anno e l'altro e anche a scale temporali più ampie.

Negli ultimi anni, diversi studi hanno rilevato l'allungamento della stagione vegetativa; in particolare, negli ultimi 30 anni è stato osservato, per l'Europa, un anticipo dell'inizio della stagione vegetativa di circa 8 giorni, dovuto alle maggiori temperature registrate nel periodo primaverile (Chmielewski F.M. e Rötzer T., 2002).

Al fine di comprendere meglio le dinamiche climatiche in ambito alpino è possibile utilizzare la fenologia del larice (*Larix decidua*, Mill.) come indicatore di eventuali cambiamenti climatici. Già l'ARPA Valle d'Aosta ha preso parte al progetto REPHLEX che si proponeva di studiare approfonditamente la fenologia del larice con osservazioni dirette, con indagini eco-fisiologiche, con elaborazione di dati satellitari e anche con l'applicazione di modelli fenologici (Cremonese et al., 2007).

Con l'avvio del Progetto Clima e Foreste, ARPAV - Centro Valanghe di Arabba ha intrapreso un'attività di monitoraggio diretto delle fasi fenologiche di alcuni popolamenti di Larice presenti sulla montagna veneta.

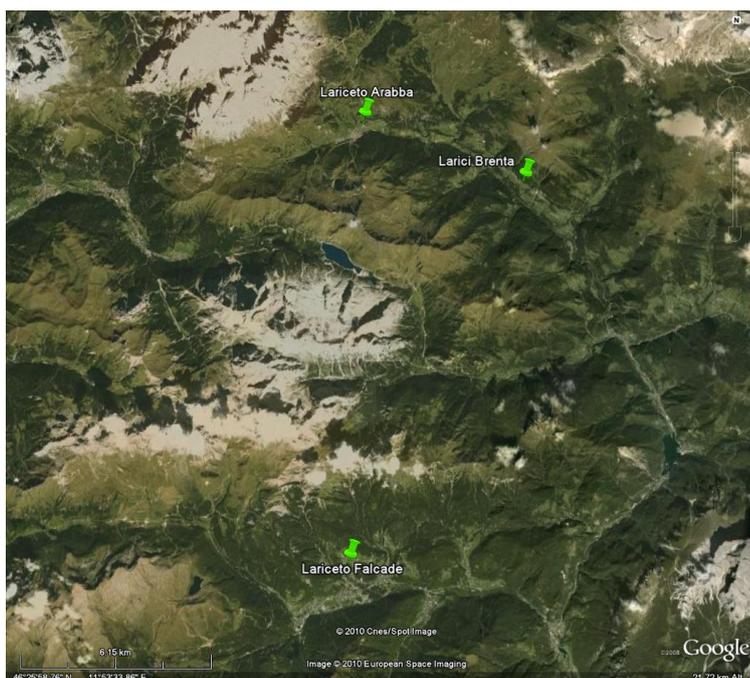


Fig. 2 - Localizzazione siti di monitoraggio

Localizzazione siti di studio

Per l'osservazione della evoluzione vegetativa stagionale dei larici sono stati individuati due popolamenti di Larice presenti a quote diverse; il primo sito è localizzato ad Arabba, a quota 1700 m s.l.m., il secondo a Falcade, a quota 1290 m s.l.m. Come controllo è stata indagata l'evoluzione su alcuni larici giovani presenti ad una quota intermedia (1475 m s.l.m.), situati sempre in territorio di Livinallongo, in località Brenta. In tabella 1 le coordinate geografiche dei siti di studio con allegata l'immagine satellitare (Fig. 2), tratta da Google Earth.

Sito	Quota	WGS 84 Geogr. N (°)	WGS 84 Geogr. E (°)	Gauss Boaga Fuso Ovest N	Gauss Boaga Fuso Ovest E
Arabba	1700	46.501236	11.877641	5192902.166	1764723.883
Falcade	1290	46.368505	11.880079	5169204.968	1765438.086
Brenta	1475	46.484627	11.948883	5190657.379	1774004.279

Tab. 1 - Coordinate siti di monitoraggio

Elaborazioni dell'indicatore

Per lo studio in questione è stato seguito, a titolo di esempio, un protocollo appositamente studiato e applicato dalla Regione Valle d'Aosta. I siti di Falcade e di

Arabba presentano sia individui adulti, maturi sia individui giovani, che hanno fasi fenologiche lievemente sfasate e, quindi, si è preferito distinguere gli alberi maturi (AM) da quelli giovani (AG).

Le osservazioni sono state effettuate, ogni 2/3 giorni da Marzo a Giugno e da Settembre a Novembre, per individuare l'inizio della stagione vegetativa, corrispondente al budburst (gemme aperte), e la sua fine corrispondente al completo ingiallimento delle chiome.

I vari stadi sono definiti: per la fase primaverile (Spring Phase – SP) in base alla lunghezza degli aghi; per la fase autunnale (Autumn Phase – AP) in base al grado di ingiallimento delle chiome. Le osservazioni riguardano lo stesso numero di piante (una decina) e le varie fasi fenologiche vengono individuate sulla base dello stato prevalente fra le piante osservate.

La tabella 2 descrive il protocollo per l'individuazione delle varie fasi fenologiche.

Fasi fenologiche primaverili (SP)	Punteggio	Fasi fenologiche autunnali (AP)	Punteggio
Gemme dormienti	SP1	Ingiallimento localizzato	AP1
Gemme aperte, Aghi < 1cm (BGS)	SP2	Da verde a giallo	AP2
Allungamento aghi, 1-3 cm	SP3	Ingiallimento completo (EGS)	AP3
Apertura aghi, > 3 cm	SP4	Da giallo a rosso	AP4
Aghi completamente sviluppati	SP5	Arrossamento completo	AP5

Tab. 2 - Protocollo per le fasi fenologiche

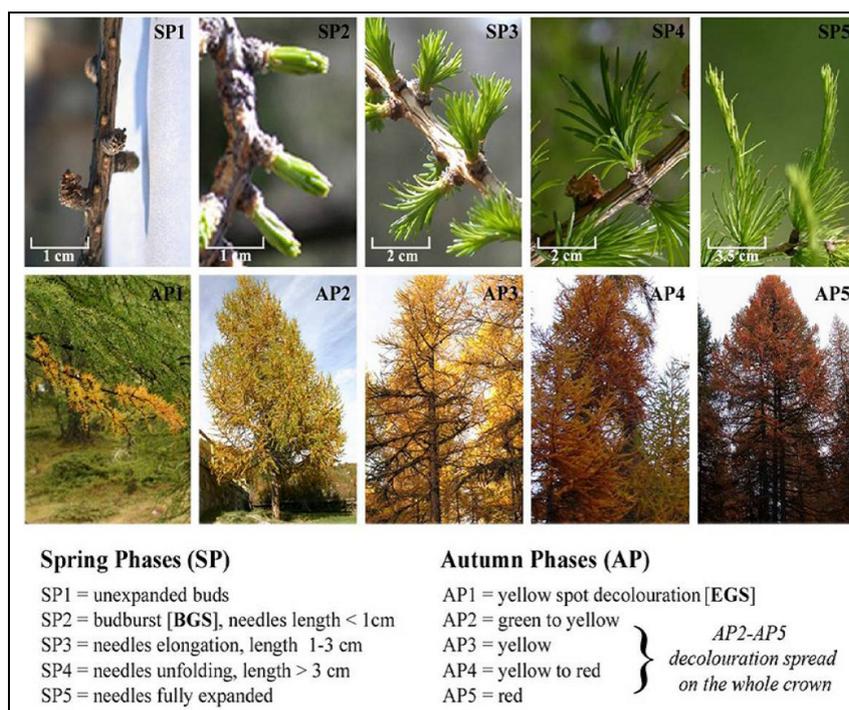


Fig. 3 – Protocollo per le fasi fenologiche (immagine tratta da Cremonese ed al.. 2007)

La fase SP2 viene fatta coincidere con l'inizio della stagione vegetativa (Beginning of Growing Season - BGS), mentre lo stadio AP3 corrisponde alla fine della stagione vegetativa (End of Growing Season - EGS); il periodo che intercorre fra le due date costituisce la durata della stagione vegetativa (Length of Growing Season - GSL). L'indagine ha avuto inizio nella primavera dell'anno 2010 ed è tuttora in corso. Successivamente queste informazioni sono state messe in relazione con i dati di temperature derivanti dalle stazioni meteorologiche presenti nelle immediate vicinanze dei popolamenti, vale a dire la stazione di Arabba (1640 m s.l.m.) e quella di Falcade (1240 m s.l.m.); il confronto fra dati termometrici e fasi fenologiche permette di avere un'ulteriore conferma della bontà dell'indicatore adottato.

Primi risultati

Al tempo della stesura del presente rapporto sono disponibili i dati relativi a tre anni di indagine, dal 2010 al 2012. Le figure 4 e 5 rappresentano la durata della stagione vegetativa nelle stazioni di Arabba e Falcade, nei tre anni di indagine, per il popolamento degli alberi maturi.

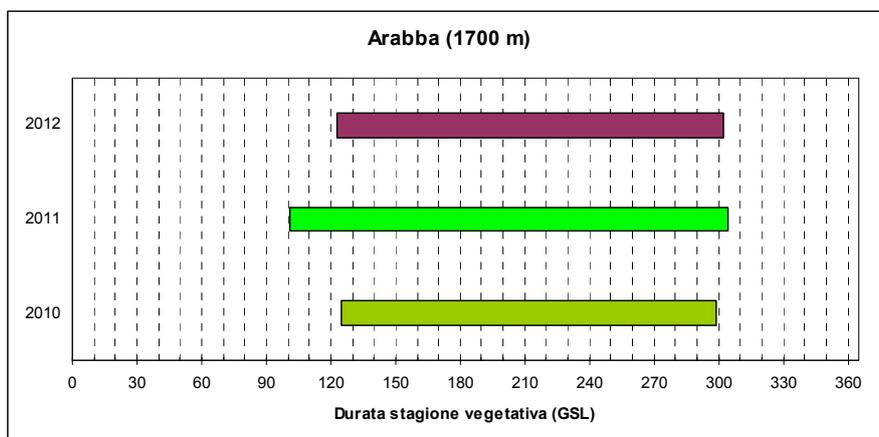


Fig. 4 – Arabba - Durata della stagione vegetativa

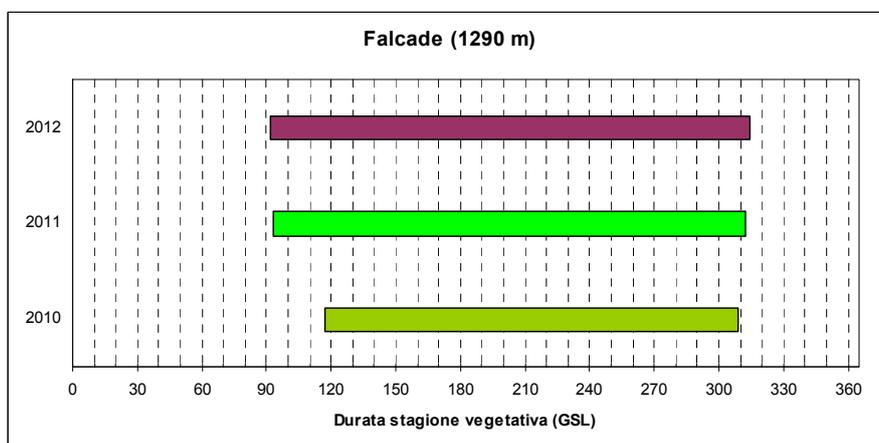


Fig. 5 – Falcade - Durata della stagione vegetativa

Gli alberi giovani hanno solitamente una durata della stagione vegetativa un po' più prolungata, ma con tendenze molto simili agli esemplari adulti.

La stazione di Falcade, a quote più basse, ha una stagione vegetativa più prolungata, rispetto ad Arabba, di circa 20 giorni.

Sempre a Falcade, nel 2011 e nel 2012 la stagione vegetativa è durata circa un mese di più rispetto al 2010; ad Arabba, invece, solo nel 2011 la stagione vegetativa è durata così tanto di più rispetto al 2010. Questo così lungo prolungamento è influenzato dall'anticipo dell'inizio della stagione vegetativa, anticipo risultato, nelle annate sopra citate e per entrambe le stazioni, di circa 20/22 giorni (prima decade di Aprile, contro ultima decade di Aprile).

Il momento della fine della stagione vegetativa (ultimi giorni di Ottobre, prima decade di Novembre) non ha invece evidenziato grosse difformità negli anni di indagine.

Poiché le fasi fenologiche sono influenzate dall'andamento termico, si sono analizzate le temperature registrate nelle stazioni meteorologiche limitrofe ai siti di monitoraggio, studiando sia la correlazione fra le fasi fenologiche e le medie trimestrali dei valori minimi, medi e massimi giornalieri per la primavera (Marzo-Maggio) e l'autunno (Settembre-Novembre) sia la correlazione tra le fasi fenologiche e le medie mensili delle temperature minime, medie e massime giornaliere. La presente analisi, vertendo solamente su tre anni di dati, permettono

solo una visione preliminare che richiede determinanti conferme nel futuro. Dalla tabella 3 risulta come il trimestre primaverile abbia avuto andamenti termici simili nel 2011 e 2012, risultando entrambi più caldi rispetto al 2010. Entrando più in dettaglio si nota come il mese di Aprile 2012 sia stato decisamente più freddo; addirittura per la stazione di Arabba il più freddo del triennio.

	2010			2011			2012		
Media MAM	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	-1.3	2.9	7.9	0.8	5.6	10.8	0.8	5.2	10.4
Falcade	0.2	5.3	11.1	1.5	7.7	15.1	1.9	7.7	14.6

Tab. 3 - Medie delle temperature minime, medie e massime per il trimestre Marzo/Maggio

		2010			2011			2012		
Media		Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	Apr	-0.7	3.8	9.2	1.1	6.0	12.0	-1.1	2.8	7.3
	May	2.6	6.6	10.9	3.5	8.8	14.8	3.3	8.2	13.4
	June	6.9	11.7	17.0	7.2	11.3	15.8	8.0	12.7	17.7
Falcade	Mar	-4.4	0.4	6.5	-2.3	2.3	9.0	-0.4	5.8	13.9
	Apr	0.2	6.1	12.8	2.2	8.7	16.3	1.0	5.9	11.7
	May	4.7	9.5	14.2	4.7	12.1	19.9	4.9	11.3	18.2
	June	8.6	14.8	20.6	9.0	14.4	20.6	9.7	15.8	22.3

Tab. 4 - Medie mensili delle temperature minime, medie e massime per Aprile, Maggio e Giugno

Correlando l'inizio della stagione vegetativa con i valori medi di temperatura si è potuto verificare come per Arabba il valore medio trimestrale abbia scarsa correlazione con l'inizio della stagione vegetativa, mentre si ottiene un'elevata correlazione con le temperature del mese di Aprile, soprattutto nei valori minimi (**Fig.6**, $R^2=0.957$). Il lariceto di Arabba, infatti, essendo a quote più elevate nel mese di Marzo, normalmente, non mostra ancora segni di risveglio vegetativo.

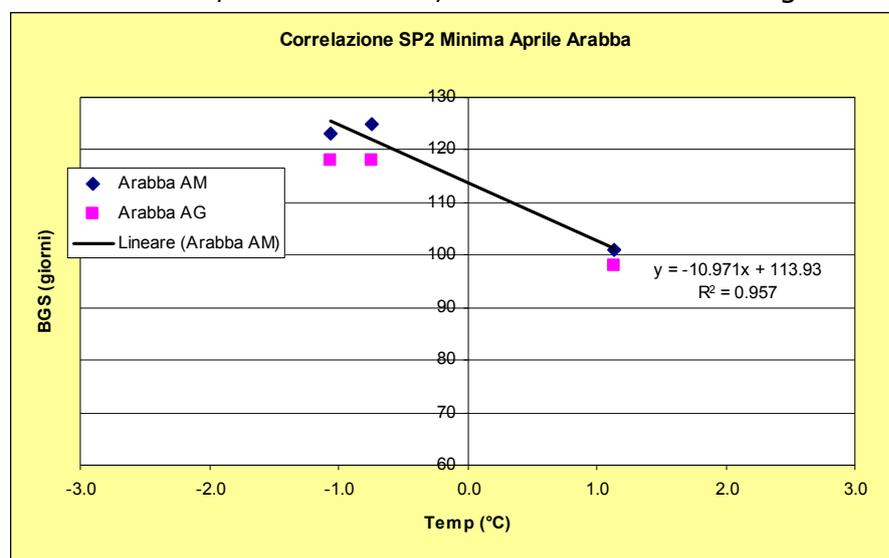


Fig. 6 – Arabba – Correlazione temperatura media delle minime Aprile - BGS

Nel popolamento di Falcade, che si trova a una quota più bassa, si evidenzia un comportamento diverso: vi è, infatti, un'elevata correlazione tra l'inizio della stagione vegetativa e i valori trimestrali (MAM); in questo caso sembrerebbe che i valori termici determinanti per l'inizio della stagione vegetativa siano quelli rilevati durante il mese di Marzo, periodo appena antecedente lo stadio SP2, verificatosi, negli ultimi due anni, nei primi giorni di Aprile.

Spostando l'attenzione sul periodo autunnale, coincidente con la fine della stagione vegetativa, si può notare come il 2011 sia stato l'anno, per entrambe le stazioni, con l'autunno più caldo, mentre il 2010 è stato quello più freddo.

Media SON	2010			2011			2012		
	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	0.8	4.0	8.2	3.6	7.2	12.1	2.7	5.9	10.0
Falcade	2.0	5.7	10.8	3.3	7.6	15.0	3.2	7.2	13.0

Tab. 5 - Medie delle temperature minime, medie e massime per il trimestre Settembre/Novembre

Sono significativi i dati medi mensili relativi al mese di Settembre 2011, per i valori termici particolarmente miti e decisamente anomali per il periodo, soprattutto in quota, ad Arabba.

	Media	2010			2011			2012		
		Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max
Arabba	Sep	4.6	8.3	13.2	8.3	12.5	17.7	5.7	9.9	14.7
	Oct	0.7	3.8	8.3	2.0	5.9	10.9	2.9	6.2	10.1
	Nov	-3.1	-0.3	2.8	0.6	3.4	7.6	-0.6	1.8	5.3
Falcade	Sep	6.0	10.6	16.5	8.9	14.3	21.8	6.9	12.1	18.4
	Oct	1.4	5.2	10.7	2.1	6.6	14.2	3.2	7.3	13.3
	Nov	-1.3	1.4	5.2	-0.9	1.7	9.1	-0.5	2.2	7.1

Tab. 6 - Medie mensili delle temperature minime, medie e massime per Settembre, Ottobre e Novembre

In alcuni casi, confrontando i valori medi mensili di temperatura minima minime, la stazione di Falcade ha registrato valori inferiori rispetto ad Arabba; ciò è dovuto al fatto che la stazione meteorologica è posta a fondovalle, e in situazioni di cielo sereno notturno, durante il periodo autunnale, si verifica spesso il fenomeno dell'inversione termica. Il lariceto di Falcade, invece, è posto a mezza costa, vicino all'abitato di Sappada, con condizioni diverse da quelle registrate dalla stazione meteorologica di fondovalle. Per questo motivo è necessario porre particolare attenzione nel correlare i valori termici autunnali, soprattutto per quanto riguarda le temperature minime, con le date di fine della stagione vegetativa.

Ciò premesso, confrontando le temperature con la fase fenologica autunnale, si può notare una buona correlazione fra i valori termici e la data di fine stagione vegetativa. In particolare, per la stazione di Arabba i più alti coefficienti di correlazione si registrano sia con la media trimestrale (si noti a titolo di esempio la **Fig.7**), sia con le temperature registrate durante il solo mese di Novembre, per i valori, minimi, medi e massimi. Anche per la stazione di Falcade si nota la stessa tendenza.

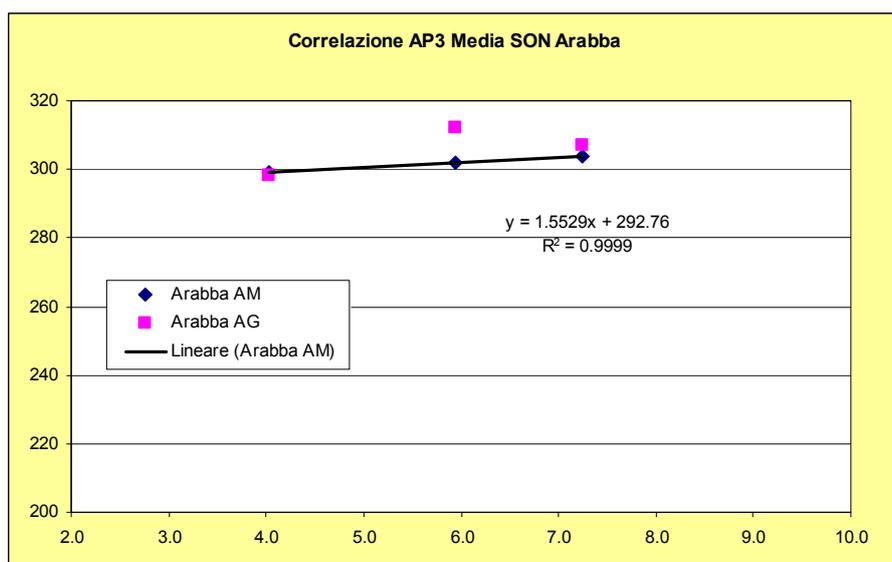


Fig. 7 - Arabba - Correlazione temperatura media SON - EGS

È bene ribadire, tuttavia, che, mostrando entrambi i popolamenti differenze minime nella chiusura della stagione, l'analisi di correlazione, condotta solamente con tre anni di dati, appare prematura e necessitante di ulteriori verifiche.

Conclusioni



Fig. 8 - Lariceto di Arabba - 10.11.2011



Fig. 9 - Lariceto di Falcade - 01.11.2011

Nell'anno 2010 è iniziata un'attività di monitoraggio delle fasi fenologiche di popolamenti di Larice presenti, nella zona dell'Agordino, a diverse quote.

Dai primi tre anni di analisi si evince come la fenologia del Larice possa essere un indicatore dei cambiamenti climatici, risultando molto sensibile ed in stretta correlazione all'andamento termico stagionale. Si è notato, in particolare, che durante il periodo primaverile, ad un aumento delle temperature corrisponde un anticipo dell'inizio della stagione vegetativa.

Naturalmente la disponibilità di dati appare ancora limitata, non sufficiente per giungere a conclusioni definitive.

Il Centro Valanghe Arabba intende continuare il monitoraggio anche negli anni a venire, con l'intento di verificare i primi dati acquisiti.



4.3 Caratterizzazione climatica a scopo forestale delle Comunità Montane della Regione Veneto

Luigi Mariani¹, Simone Gabriele Parisi¹, Francesco Rech²

*¹Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*

*²Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*

Nell'ambito dello studio: "Analisi delle correlazioni fra cambiamenti climatici e dinamiche evolutive del bosco nell'areale montano della Regione Veneto" è stata eseguita l'analisi climatologica sintetica riferita specificatamente ai territori delle Comunità Montane presenti nel Veneto.

Le Comunità Montane del Veneto

In particolare sono state redatte delle schede di caratterizzazione climatica a scopo forestale per ciascuna delle seguenti Comunità Montane:

- Comunità Montana Agno-Chiampo
- Comunità Montana Agordina
- Comunità Montana Alto Astico e Posina
- Comunità Montana Bellunese-Belluno-Ponte nelle Alpi
- Comunità Montana Cadore Longaronese Zoldo
- Comunità Montana Centro Cadore
- Comunità Montana Comelico-Sappada
- Comunità Montana dall'Astico al Brenta
- Comunità Montana del Baldo
- Comunità Montana del Brenta
- Comunità Montana del Grappa
- Comunità Montana dell'Alpago
- Comunità Montana della Lessinia
- Comunità Montana della Valle del Boite
- Comunità Montana delle Prealpi Trevigiane
- Comunità Montana Feltrina
- Comunità Montana Leogra-Timonchio
- Comunità Montana Spettabile Reggenza dei Sette Comuni
- Comunità Montana Val Belluna

I contenuti delle schede, come di seguito descritti, raccolte nell'allegato "Caratterizzazione climatica a scopo forestale delle Comunità Montane della Regione Veneto", parte integrante della presente pubblicazione, sono consultabili nei seguenti siti:

- Regione del Veneto, Unità di Progetto Foreste e Parchi
www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/pubblicazioni-online
- Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, sezione Agrometeo www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti

Contenuti delle schede

Le elaborazioni riportate in queste schede sono derivate dall'analisi del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Veneto avente risoluzione di 500m x500m

In particolare sono stati considerati i seguenti elementi:

- superficie dell'area in km²;
- altimetria dell'area considerata come: quota media, mediana, massima e minima in m s.l.m.;
- denominazione e localizzazione dei Comuni rientranti, anche parzialmente, nel territorio della Comunità Montana;
- ripartizione della superficie della Comunità Montana in fasce altimetriche e descritta mediante l'utilizzo di tabella e di grafico;
- ripartizione della superficie della Comunità Montana in settori d'esposizione e descritta mediante l'utilizzo di tabella e di grafico;
- sintetica descrizione morfologica del territorio della Comunità Montana;
- descrizione del clima della Comunità Montana ricavata dall'analisi delle carte di precipitazione (si veda il precedente capitolo 3), di produttività forestale (si veda

il precedente paragrafo 4.1) e di temperatura (si veda il capitolo 4 dello studio Atlante Agroclimatico del Veneto –Temperature);

- descrizione del clima dei centri comunali, ricavata dall'analisi puntuale dei dati di precipitazione media del periodo 1961-2010 e di temperatura massima e minima media del periodo 1961-2008. I centri comunali sono i punti geografici aventi la medesima denominazione del Comune. La descrizione del clima dei centri comunali è resa mediante tabelle e grafici. In particolare in questo paragrafo sono riportati le seguenti tabelle:
 - temperature minime e massime (°C) mensili e annuali, medie del periodo 1961-2008, per ciascuno dei centri comunali;
 - precipitazione cumulata (mm) mensile ed annuale media del periodo 1961-2010, per ciascuno dei centri comunali;
 - aspetti biometeorologici:
 - a) produttività potenziale secondo Paterson espressa in t di massa legnosa prodotte per ha e per anno; questo indice consente di stimare il livello massimo teorico della massa legnosa che può essere prodotta in un luogo in base ai valori climatici medi del periodo 1961-2010 (vengono considerate in particolare temperature e precipitazione). Trattasi di indice di produttività potenziale in quanto non vengono considerati fattori edafici, microclimatici, selvicolturali, biotici ed abiotici in grado di interferire con i popolamenti forestali;
 - b) somme termiche in base 5 °C espresse in °C. Sono valori annui medi del periodo 1961-2008 ottenuti sommando, nel corso di ciascun anno, i valori di temperatura media giornaliera per la parte eccedente i 5 °C. Tali valori forniscono indicazioni sul calore totale disponibile per lo sviluppo delle piante;
 - c) evapotraspirazione massima espressa in mm di acqua potenzialmente evapotraspirata nell'anno. Il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale è stato effettuato con la formula di Hargreaves, sono stati riportati i valori massimi di evapotraspirazione potenziale per il periodo 1962-2008.

Limiti dello studio

I centri comunali, assunti come punti di descrizione del clima, sono scarsamente rappresentativi per descrivere ambiti di interesse forestale. Queste località infatti sono probabilmente le aree più urbanizzate ed antropizzate del territorio della Comunità Montana e risultano collocate prevalentemente nei fondi valle.

Ma, più in generale, sussiste un problema di scala geografica: operando, infatti, con una rete di stazioni meteorologiche collocate perlopiù in località di fondo valle, con una densità, nei casi migliori, di 1 stazione ogni 100 km², risulta estremamente difficile rappresentare la variabilità climatica esistente tra versanti ad esposizione diversa, tra aree a pendenza diversa e, in ultima analisi, tra le diverse particelle forestali.

Il clima e conseguentemente la morfologia del territorio sono pertanto considerati nel presente lavoro a livello di mesoscala, senza la pretesa di descrivere la variabilità del clima con maggior dettaglio.



APPENDICE METODOLOGICA





**a Strumenti e criteri di osservazione e di gestione dei dati.
La serie pluviometrica 1950-2009 dell'Ufficio Idrografico**

Francesco Rech

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



La misura della variabile precipitazione

La **precipitazione** è definita come il prodotto liquido o solido della condensazione di vapore acqueo che cade dalle nubi o che viene depositata dall'aria sul suolo. Essa include la pioggia, la neve, la grandine, la rugiada, la brina e la galaverna.

Il quantitativo totale di precipitazione che raggiunge il suolo in un determinato periodo di tempo, è espresso in termini di altezza verticale di uno strato d'acqua (o di equivalente in acqua in caso di precipitazione nevosa) che copre una proiezione orizzontale della superficie terrestre. L'unità di misura della precipitazione è quindi l'altezza della lama d'acqua espressa in millimetri (mm) con errore di quantizzazione (o impropriamente sensibilità, intesa come il minimo quantitativo di precipitazione che lo strumento riesce a rilevare) generalmente di 0.2 mm, meglio se 0.1 mm (W.M.O. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation –WMO No. 8-Seventh edition 2008).

Nelle osservazioni riportate dagli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico, i dati giornalieri di precipitazione cumulata nel corso delle 24 ore precedenti sono derivati da rilevazioni effettuate manualmente da un operatore alle ore 9 a.m. (solari o legali a seconda dell'orario in vigore) con due modalità:

- mediante lettura di un pluviogramma, sui pluviometri registratori o pluviografi, identificati sugli Annali Idrologici dalla sigla (Pr);
- mediante rovesciamento, in un cilindro graduato, del contenuto di acqua accumulatasi durante le 24 ore, nei pluviometri totalizzatori, identificati sugli Annali Idrologici dalla sigla (P).

Il dato così rilevato viene successivamente trascritto su un foglio di rilevazione.

Frequentemente al pluviografo registratore è associato un pluviometro totalizzatore.

Le letture eseguite vengono assegnate al giorno stesso dell'osservazione: la precipitazione del giorno X, perciò, risulta costituita dalla precipitazione caduta tra le 9 e le 24 del giorno X-1 (complessive 15 ore) sommata alla precipitazione caduta dalle 0 alle 9 del giorno X (complessive 9 ore).

In caso di precipitazione nevosa il pluviometro misura l'equivalente in acqua della neve raccolta. La misura viene effettuata con due modalità:

- mediante scioglimento della neve in ambiente riscaldato e misura dell'acqua con cilindro graduato
- mediante pesata del contenuto

Raramente gli strumenti risultano essere dotati di sistema di riscaldamento elettrico.

Per quanto riguarda i giorni piovosi, vengono definiti tali i giorni in cui viene misurata un'altezza di precipitazione uguale o superiore ad 1.0 mm.

Gli strumenti di misura della precipitazione

Nel 1911 veniva istituita l'Officina Meccanica di Precisione alle dipendenze dell'Ufficio Idrografico di Venezia con lo scopo di provvedere alla costruzione e alla manutenzione delle sempre più numerose apparecchiature di misura idro-meteorologica che cominciavano ad essere installate diffusamente, sul territorio del Compartimento delle Province Venete e di Mantova.

Inizialmente tale Officina era alloggiata nei locali della Villa Nazionale di Stra (VE) ma nel 1915 veniva potenziata con l'acquisto di nuove macchine utensili e trasferita in appositi fabbricati all'esterno della Villa. A seguito della creazione, nel 1917, del Servizio Idrografico Italiano, l'officina iniziava la costruzione in serie di strumenti a beneficio dell'intero territorio nazionale. La maggior parte degli strumenti pluviometrici in uso nel Veneto risultano infatti prodotti da tale istituzione.

◆ *Pluviometro totalizzatore (fig. da 3 a 6)*

Viene denominato *pluviometro C. 10* e viene definito come "lo strumento più semplice ed esatto per la misura delle altezze di precipitazione. Esso è costituito da

un recipiente cilindrico di lamiera piombata, montato con due perni ad un apposito cavalletto, il cui bordo superiore è un anello di ottone a spigolo vivo delimitante una superficie di 0,1 m² (ovvero una circonferenza con diametro di 35,7 cm).

Il fondo del recipiente è a tronco di cono rovesciato per ridurre le perdite di evaporazione e, allo stesso scopo, viene appoggiato a circa 10 cm dal bordo superiore un coperchio, anch'esso a cono, con un piccolo foro centrale per il passaggio dell'acqua piovana; nel caso di precipitazioni allo stato nevoso tale coperchio viene tolto.

Il valore dell'altezza di precipitazione si ottiene vuotando nell'apposita misura graduata, l'acqua raccolta dal recipiente.

L'apparecchio viene fornito completo della misura di vetro e degli accessori da applicare al cavalletto." Tratto da Ministero Lavori Pubblici Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque Venezia "Officina Meccanica di Precisione Stra (Venezia)" ristampa del 1987 della rassegna degli strumenti più significativi .

La bocca captante di questi strumenti è posizionata orizzontalmente a 2 m di altezza sul piano di campagna.

Da questo tipo di strumenti viene ricavato, essenzialmente, il dato di precipitazione cumulata giornaliera riportato dagli Annali Idrologici alla Sezione B- Pluviometria Tabella I - "Osservazioni pluviometriche giornaliere" a condizione che l'osservatore effettui rigorosamente le letture nei momenti previsti. A volte negli Annali viene riportato il dato di precipitazione cumulata su 2 o più giorni nei casi in cui l'osservatore si sia venuto a trovare nell'impossibilità di effettuare la lettura per uno o più giorni consecutivi. Sempre negli annali in Tabella IV viene estratta anche l'informazione "Massime precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi" ovvero le massime piogge rilevate da ciascuna stazione nel corso dell'anno per durate di 1, 2, 3, 4, 5 giorni.

◆ ***Pluviografo o Pluviometro registratore (fig. da 7 a 15)***

Viene denominato pluviografo M. 20 e viene definito come strumento "del tipo a bilancia che consente la registrazione della altezza di pioggia al suolo tracciandone il relativo diagramma nel tempo su di un apposito stampato avvolto intorno ad un cilindro ruotante. Lo strumento trasmette un impulso alla penna scrivente ogni 0.2 mm di pioggia caduta: tale valore rappresenta perciò la sua sensibilità, ma altezze di precipitazioni inferiori non vanno perdute perché sono trattenute dallo strumento fino alla caduta della prima pioggia successiva, sommandosi a questa.

Il pennino percorre il cilindro dal basso all'alto e viceversa, ogni corsa corrisponde a 10 mm di precipitazione.

La rotazione del cilindro è data da un movimento dell'orologeria di precisione con scappamento ad ancora su 13 pietre e bilanciere a compensazione termica: la rotazione del cilindro può essere settimanale o giornaliera ma, in ogni caso la carica dell'orologio dura circa 8 giorni.

L'apparecchio può essere installato all'interno di un fabbricato, sistemando l'imbuto di cattura (di 0,1 m² di superficie) sul tetto di questo, oppure all'interno di una capannina sul cui tetto è collocato l'imbuto di cattura; questo tipo di impianto è quello comunemente adottato nelle stazioni dell'Servizio Idrografico.

Lo strumento viene sottoposto ad una scrupolosa taratura con un getto d'acqua corrispondente ad una pioggia di 50 mm/ora di intensità per assicurare registrazioni di forti intensità praticamente esenti da errore: per intensità molto più forti o molto più deboli l'apparecchio commette un errore in difetto o in eccesso rispettivamente che però non supera l'1%.

Il pluviografo, costruito tutto in ottone accuratamente verniciato o nichelato, è contenuto in una robusta custodia di metallo verniciato di 30x20x20 cm e viene fornito con stampati per diagrammi, pennini e bottiglie di inchiostro speciale." Tratto da Ministero Lavori Pubblici Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque

Venezia "Officina Meccanica di Precisione Strà (Venezia)" ristampa del 1987 della rassegna degli strumenti più significativi .

Come si evince dal testo la maggior parte dei pluviografi dell'Ufficio Idrografico operano all'interno di una capannina lignea avente base di 60x50 cm altezza anteriore di 46 cm, altezza posteriore di 30 cm e tetto ricoperto in lamiera, rimovibile per scorrimento, ad unico spiovente su cui è collocata la superficie captante dello strumento (foto stazioni **fig. da 16 a 21**). Una porticina anteriore ad un'anta consente l'accesso allo strumento registratore. Quattro gambe lignee o metalliche sostengono la capannina in modo tale che la bocca captante venga a trovarsi in posizione orizzontale a 2 metri di altezza dal piano di campagna. L'acqua raccolta dall'imbuto sulla sommità viene fatta passare per il meccanismo misuratore a doppia bilancia oscillante e, successivamente, viene scaricata al suolo mediante due tubicini passanti attraverso il pavimento della capannina.

Anche nella nostra Regione, però, alcuni strumenti sono effettivamente collocati all'interno di edifici con la bocca captante posizionata sul tetto e quindi collocata a più di 2 m dal piano di campagna.

Da questi strumenti viene principalmente ricavato il dato di precipitazione cumulata giornaliera; è possibile, però, dall'analisi dei pluviogrammi settimanali, ricavare informazioni più dettagliate sull'andamento temporale degli eventi piovosi intensi.

Sugli **Annali** vengono riportati, in particolare:

- ◆ in Tabella III, le "**Precipitazioni di massima intensità registrate dai pluviografi**" ovvero le massime precipitazioni rilevate da ciascuna stazione nel corso dell'anno per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore;
- ◆ in Tabella IV le "**Massime precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi**" ovvero le massime piogge rilevate da ciascuna stazione nel corso dell'anno per durate di 1, 2, 3, 4, 5 giorni;
- ◆ in Tabella V le "**Precipitazioni di notevole intensità e breve durata registrate dai pluviografi**" ovvero le massime precipitazioni rilevate da ciascuna stazione nel corso dell'anno per durate di 15, 30, 45 minuti.

Queste rilevazioni di massima intensità annuale della precipitazione per varie durate temporali, condotte per un adeguato numero di anni, erano, e ancora lo sono, importanti per valutare la probabilità di accadimento delle piogge intense (tempo di ritorno) che costituisce un'informazione fondamentale per la progettazione delle opere idrauliche.

L'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia

Con Legge del 5 maggio 1907, n. 257 veniva istituito il Regio Magistrato alle Acque per le Province Venete e di Mantova, erede della storica istituzione della Serenissima. A questo Ente, in base ai disposti dell'Art. 13, era anche "*affidato l'incarico di provvedere alla raccolta ordinata e metodica delle osservazioni idrografiche in relazione alle meteorologiche che riguardano i fiumi e loro bacini montani del Compartimento, la laguna ed il mare di Venezia*".

Tale Ente, che rappresentava il primo esempio in Italia di centro di studi idrografici ed idrologici, avviava, perciò, una serie di rilevazioni riguardanti anche il campo della termometria, pluviometria e meteorologia.

Il Regio Magistrato alle Acque per le Province Venete e di Mantova, mediante il suo Ufficio Idrografico, diretto dal Dr. Giovanni Magrini, fin dalla costituzione metteva in esercizio, oltre alla normale rete osservativa (composta da pluviometri e idrometri), una rete di osservatori meteorologici che, grazie a strumenti registratori su rotolo diagrammatico, acquisivano dati barometrici, anemometrici, udometrici, termometrici, pluviometrici, nonché informazioni circa lo stato del cielo e le condizioni del tempo.

Le misure principali erano riferite alle ore 8, 14 e 19 T.M.E.C. (Tempo Medio dell'Europa Centrale). In Veneto, nel 1926 gli osservatori Meteorologici erano

localizzati a Bassano (VI), Belluno, Colle Vanda (PD), Padova, Rovigo, Venezia, Verona Bosco Mantico e Vicenza.

Inizialmente la strumentazione di misura veniva prevalentemente acquistata all'estero ma, a partire dal 1911, con l'istituzione dell'Officina Meccanica di Precisione, allogata nei pressi della villa di Stra (VE), veniva progressivamente incrementata la capacità di provvedere autonomamente al fabbisogno delle principali strumentazioni, soprattutto in campo idrometrico.

Con Decreto Luogotenenziale del 17 giugno 1917 n. 1055, sotto la giurisdizione del Ministero dei Lavori Pubblici, veniva istituito il Servizio Idrografico Italiano, attivo sull'intero territorio nazionale a supporto degli Uffici del Regio Corpo del Genio Civile.

Il territorio nazionale veniva inizialmente diviso in 10 regioni idrograficamente definite e comprendenti bacini idrografici interi; per ognuna di queste regioni veniva costituito un Ufficio o Sezione Autonoma del Genio Civile.

Alla fine del 1926 erano attive nel triveneto 97 stazioni termometriche e 651 stazioni pluviometriche.

Il Servizio Idrografico raggiungeva la sua massima espansione negli anni '30, nel periodo dei grandi interventi per lo sfruttamento delle risorse idriche a fini idroelettrici e in un momento di massimo sviluppo del Corpo del Genio Civile.

La parabola del Servizio Idrografico è ben delineata dall'evoluzione degli organici dell'Ente che negli anni '30 ammontavano a circa 400 unità, in gran parte costituite da laureati e diplomati, negli anni '60 risultavano in servizio circa 300 dipendenti scesi a circa 100 unità, con limitata presenza di laureati e diplomati tecnici, alla fine degli anni '80; parimenti, le stazioni pluviometriche passavano dalle 4300 del 1930 alle 2850 dei primi anni '90.

In parallelo si assisteva ad uno scadimento nella qualità e nella cura dell'attività osservativa e divulgativa.

Nel frattempo con D.P.R. del 22 marzo 1974, n. 381 venivano trasferite alle Province di Trento e Bolzano, tra l'altro, le competenze dell'Ufficio Idrografico, rinunciando al principio fondante di svolgere tali attività in una logica di bacino idrografico unitario.

Successivamente, con Legge 18 maggio 1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" e con D.P.R. del 24 gennaio 1991, n. 85 si provvedeva all'istituzione dei Servizi Tecnici Nazionali con conseguente riorganizzazione degli Uffici Idrografici che, presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, assumevano la denominazione di Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.).

Pur essendo gli interventi legislativi volti al potenziamento ed alla riorganizzazione del servizio, di fatto non veniva interrotta la lenta agonia di questa storica e prestigiosa istituzione che, verso la fine degli anni '90, in attuazione dei disposti della Legge 15 marzo 1997, n. 59 (Bassanini), doveva assoggettarsi ad un ulteriore e non lineare processo di riorganizzazione e di trasferimento in seno alle strutture Regionali. Attualmente presso l'ARPAV (Agenzia Regionale per la prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto), nell'ambito del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio, è stato istituito il Servizio Idrografico Regionale, erede delle competenze dell'Ufficio Idrografico.

La fonte dei dati: gli Annali Idrologici

I dati di questa serie storica sono stati acquistati mediante trasformazione in formato digitale delle "**Osservazioni pluviometriche giornaliere**" riportate nella Sezione B-Pluviometria Tabella I degli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Venezia.

Queste pubblicazioni edite annualmente tra il 1955 ed il 1996 riportavano, per l'anno di riferimento, le osservazioni giornaliere delle principali variabili meteorologiche ed idrologiche ripartite in due volumi con la struttura generale di

seguito descritta in **figura 1**. I dati del periodo 1950-1954 sono ricavati dai Bollettini Mensili, editi sempre a cura dall'Ufficio Idrografico di Venezia, la cui struttura viene riportata in **figura 2**. I dati del periodo 1997-2009, non pubblicati sugli Annali, sono stati forniti in formato digitale dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (poi Servizio Idrografico Regionale di ARPAV).

L'acquisizione dei dati storici in formato digitale

I dati meteorologici contenuti negli Annali Idrologici costituiscano un patrimonio fondamentale per la conoscenza del territorio. Per questo motivo, nell'ambito delle attività del Progetto: *"Indagine regionale per il monitoraggio dei cambiamenti climatici e delle loro ripercussioni nel settore agricolo"* realizzato con il contributo dalla Regione Veneto – Direzione Agroambiente e Servizi per l'Agricoltura (2007-2009), si è avviata una campagna di acquisizione, in formato digitale, di tutti i dati storici pluvio-termometrici disponibili dal 1950 in poi.

Utilizzando le immagini .pdf degli annali, rese disponibili dall'ISPRA ex APAT come prodotto intermedio del "progetto Annali", ed avvalendosi di idoneo applicativo di riconoscimento ottico dei caratteri, si sono convertiti file immagine in tabelle di dati in formato excel (1 file per stazione/anno). Detta attività svolta da personale del ARPAV, ha previsto anche il controllo dei file numerici alla ricerca di errori di conversione e la trasformazione delle simbologie, eventualmente associate ai dati, in formati standardizzati ed informatizzabili. Poiché il dato pubblicato ha caratteristiche proprie di "ufficialità", si sono acquisiti "tal quali" anche dati palesemente errati.

Parallelamente è stato realizzato e popolato (a partire dai file excel) uno specifico data base relazionale su sistema DBMS Oracle (strutturato in modo analogo al D.B. che provvede all'archiviazione dei dati rilevati delle reti di telemisura) finalizzato a garantire:

- la sicura archiviazione dei dati mediante la robustezza dell'hardware, la gestione dei back-up e le politiche di profilazione e di autorizzazione all'accesso delle varie tipologie di utenti;
- la corretta gestione delle simbologie associate ai dati;
- la gestione degli eventuali dati ricostruiti;
- la gestione dei metadati (invero molto scarni, data la difficoltà di reperire informazioni sulla localizzazione e sulla storia delle stazioni e degli strumenti).

Complessivamente sono state caricate nel D.B. 8420 serie annuali di precipitazione giornaliera. Di queste, 5938 risultano complete (100% dati) ed ulteriori 1670 dispongono di meno di 10 giorni di dati mancanti.

Annali idrologici anno

PARTE PRIMA

Sezione A – Termometria

- **Abbreviazioni, segni convenzionali, contenuto tabelle, consistenza della rete**
- **Elenco e caratteristiche delle stazioni termometriche**
- **Tabella I – Osservazioni termometriche giornaliere**
- **Tabella II – Valori medi ed estremi della temperatura**

La tabella I contiene per ciascuna stazione:

- i dati giornalieri di temperatura minima e massima
- le medie mensili

La tabella II contiene per ciascuna stazione:

- le medie mensili ed annuali delle temperature massime e minime giornaliere;
- le medie mensili ed annuali delle temperature diurne (semisomma t.max e t. min. rilevate nello stesso giorno);
- le temperature estreme (massime e minime) osservate in ciascun mese e nell'anno con la relativa data.

Sezione B – Pluviometria

- **Abbreviazioni, segni convenzionali, contenuto tabelle, consistenza della rete.**
- **Elenco e caratteristiche delle stazioni pluviometriche**
- **Tabella I – Osservazioni pluviometriche giornaliere**
- **Tabella II – Totali annui e riassunto totali mensili delle quantità di precipitazione**
- **Tabella III – Precipitazioni di massima intensità registrate dai pluviografi**
- **Tabella IV – Massime precipitazioni dell'anno per periodo di più giorni consecutivi**
- **Tabella V – Precipitazioni di notevole intensità e breve durata registrate dai pluviografi**
- **Tabella VI – Manto nevoso**

La tabella I contiene per ciascuna stazione:

- i totali mensili di pioggia caduta e i n. di giorni piovosi mensili
- il totale annuo di pioggia caduta e il n. di giorni piovosi annuali (giorno piovoso = giorno in cui si è registrata una precipitazione > ad 1 mm)

La tabella II contiene per ciascuna stazione:

- i totali mensili ed il totale annuale di pioggia caduta

La tabella III contiene per ciascuna stazione dotata di pluviografo:

- i valori più elevati di pioggia caduta nell'anno per 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive

La tabella IV contiene per alcune stazioni:

- i massimi valori di pioggia caduta nell'anno per 1, 2, 3, 4, 5, giorni consecutivi

La tabella V contiene per alcune stazioni dotata di pluviografo:

- i valori più elevati di pioggia caduta nell'anno per periodi di durata inferiori all'ora (indicativamente per 15, 30, 45 minuti)

La tabella VI contiene per alcune stazioni limitatamente ai mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile, maggio, ottobre, novembre e dicembre:

- le altezze in cm degli strati nevosi presenti al suolo nell'ultimo giorno di ciascuna decade mensile
- il numero di giorni in cui si sono avute precipitazioni nevose
- il numero complessivo di giorni di permanenza della neve al suolo.

Sezione – Meteorologia

- **Contenuto tabelle.**
- **Abbreviazioni e segni convenzionali**
- **Tabella I – Pressione atmosferica.**
- **Tabella II – Umidità relativa.**
- **Tabella III – Nebulosità.**
- **Tabella IV – Vento al suolo.**

Fig.1.a- Struttura generale degli Annali Idrologici –Parte Prima

Annali idrologici anno

PARTE SECONDA

Sezione A – Afflussi meteorici

- **Terminologia, contenuto della tabella.**
- **Valori mensili ed annui del contributo medio e dell'altezza di afflusso meteorico.**

La sezione contiene per bacino idrografico:

- i dati mensili ed annuali contributo medio e di altezza di afflusso meteorico, dove si intende:

afflusso meteorico = volume totale in m³ della precipitazione su un bacino in un intervallo di tempo

altezza di afflusso meteorico = spessore in mm di uno strato d'acqua pari all'afflusso meteorico su un bacino in un intervallo di tempo

contributo medio di afflusso meteorico = $\frac{\text{afflusso meteorico del periodo}}{\text{periodo} \times \text{area bacino}}$ (espresso in l/s km²)

Sezione B – Idrometria

- **Abbreviazioni, segni convenzionali, terminologia, contenuto della tabella.**
- **Elenco e caratteristiche delle stazioni idrometriche**
- **Tabella I – Osservazioni idrometriche giornaliere in cm**

La tabella I contiene per ciascuna stazione:

- i dati giornalieri di altezza idrometrica rilevati a mezzogiorno
- le medie mensili e la media annua

Sezione C – Portate e bilanci idrologici

- **Abbreviazioni, segni convenzionali, terminologia, contenuto delle tabelle**
- **Carta delle stazioni di misura**
- **Dati di portata media giornaliera per stazione considerata**
- **Misure di portata**

Sezione D – Freatimetria

- **Abbreviazioni, segni convenzionali, terminologia, contenuto delle tabelle**
- **Elenco e caratteristiche delle stazioni freatimetriche**
- **Tabella I – Osservazioni freatimetriche in determinati giorni del mese**
- **Tabella II – Valori mensili ed annui dei livelli freatici**

La tabella I contiene per ciascuna stazione:

- i dati di livello freatico riferiti al medio mare rilevati nei giorni 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29 di ogni mese (febbraio misura il 28)
- le medie mensili

La tabella II contiene per ciascuna stazione:

- quota piano campagna
- valori medi mensili ed annui dei livelli freatici

Mareografia

Le tabelle contengono per ciascuna stazione:

- dati giornalieri con valori estremi di alta e bassa marea ed i rispettivi orari
- medie decadali di alta e bassa marea
- medie mensili

Caratteri idrologici dell'anno in esame

Capitolo di raffronto tra i valori rilevati nell'anno in corso ed i valori medi di lungo periodo

Fig.1.b- Struttura generale degli Annali Idrologici –Parte Seconda

**La serie pluviometrica 1950-2009 dell'Ufficio Idrografico
FOTO DI STRUMENTI E STAZIONI**



Tetto dell'Istituto Cavanis (VE) strumenti elettronici, meccanici e manuali in uno storico sito di osservazioni meteorologiche.



Fig.3 – Pluviometro totalizzatore C. 10 con superficie captante da 1000 cm² diametro 35,7 cm con coperchio conico inserito a circa 10 cm dal bordo superiore



Fig.4 – Pluviometro totalizzatore C. 10 con coperchio rimosso, in configurazione per la misura della precipitazione nevosa



Fig.5 – Pluviometro totalizzatore C. 10 con coperchio: vista dall'alto



Fig.6 – Pluviometro totalizzatore C. 10: vista di fronte e particolare del beccuccio apribile per lo svuotamento dell'acqua nel cilindro graduato

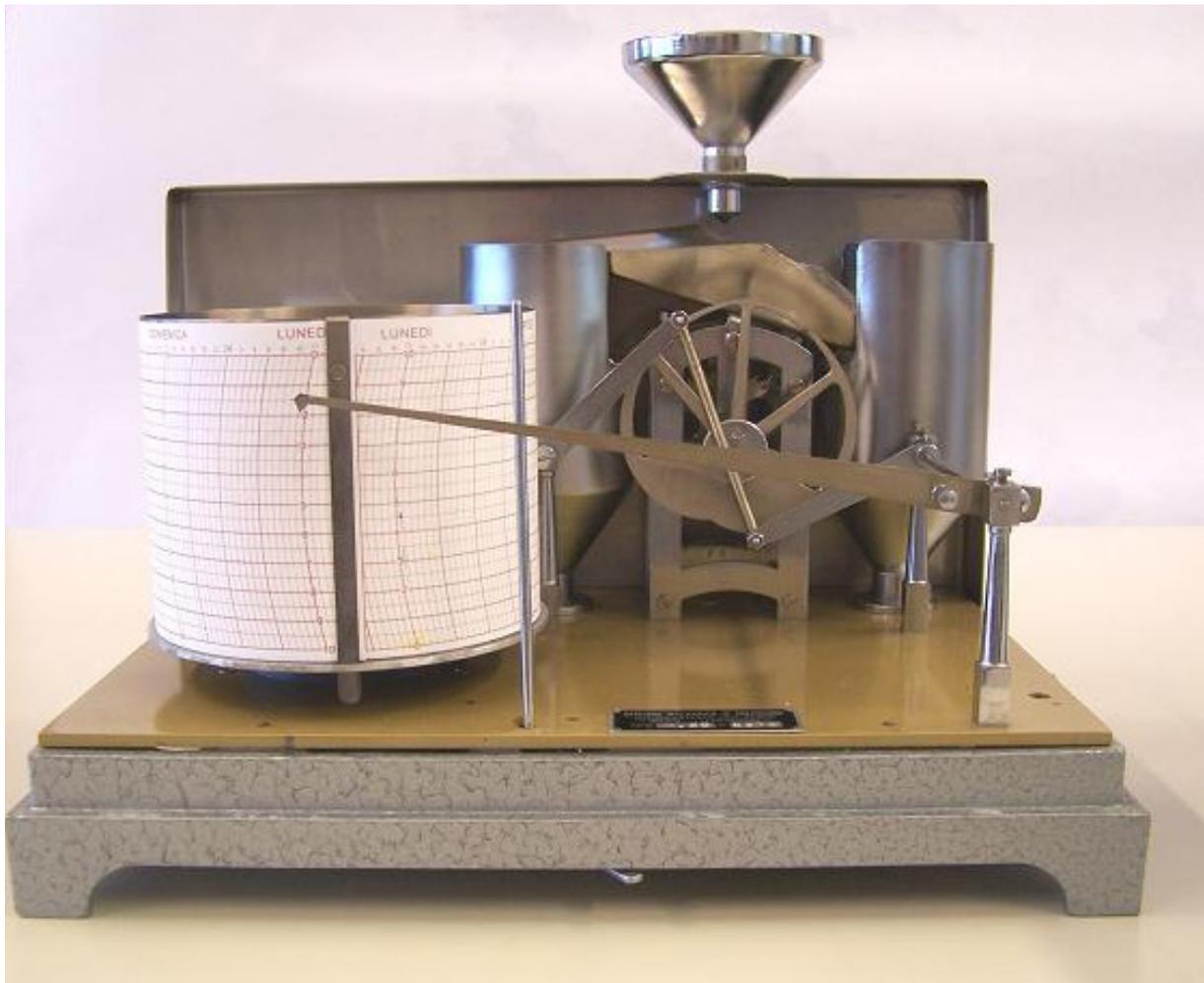


Fig.7 - Pluviografo Registratore tipo M. 20 costruito dall'Officina Meccanica di Precisione di Stra, con vaschetta basculante (o bilancia) di sinistra (del lettore) in fase caricamento della pioggia, di destra in fase di scarico

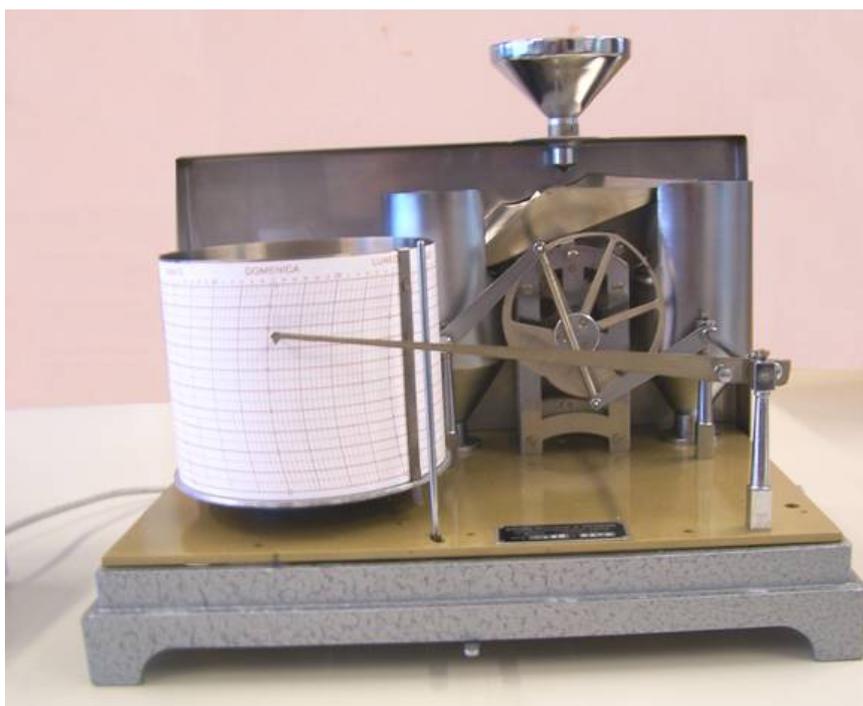


Fig.8 - Medesimo pluviografo con vaschetta di destra in fase di caricamento

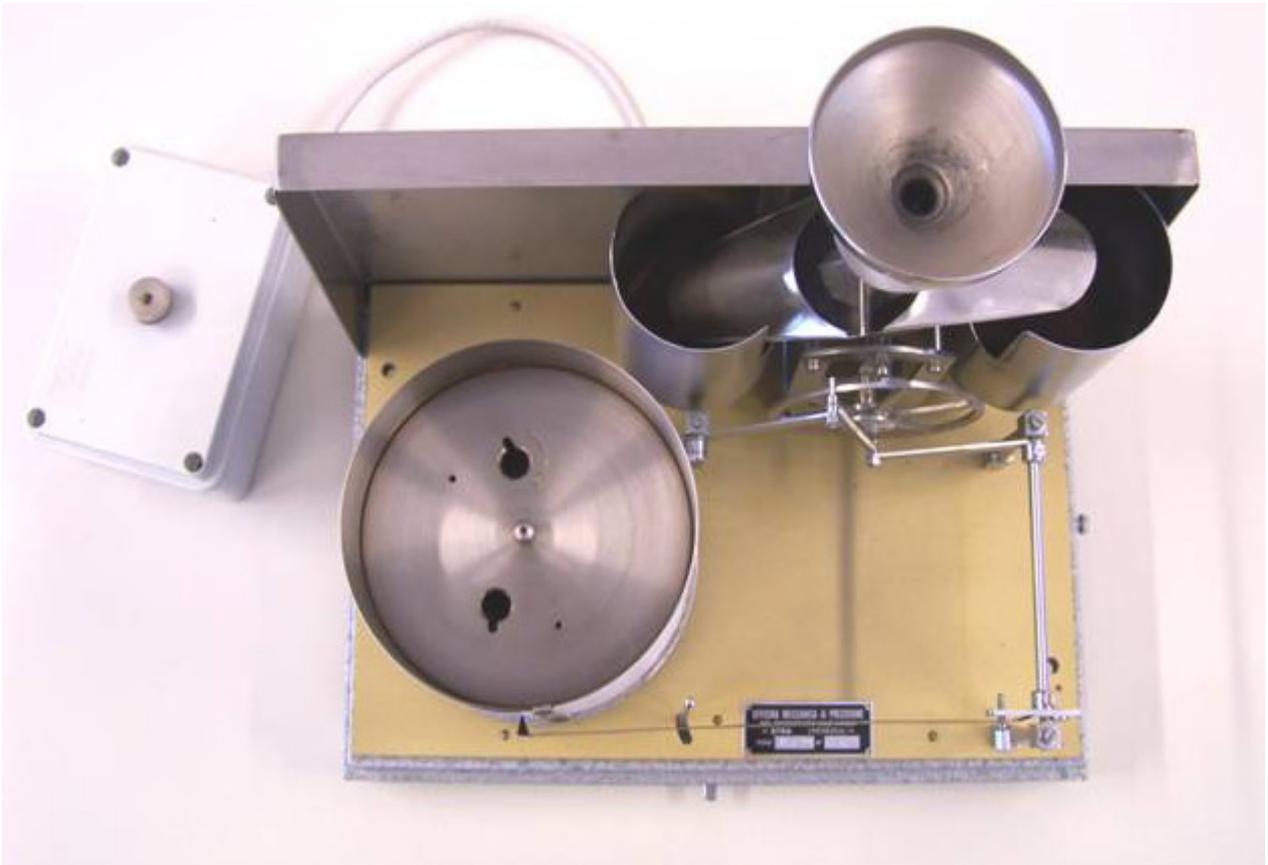


Fig.9- Pluviografo visto dall'alto: è ben evidente il sistema di trasmissione delle misure di pioggia dal sistema basculante al pennino scrivente; il cilindro con pluviogramma, in questo caso, viene fatto ruotare da un motorino elettrico alimentato dalla scatola a sinistra anziché dal meccanismo a orologeria caricabile a molla

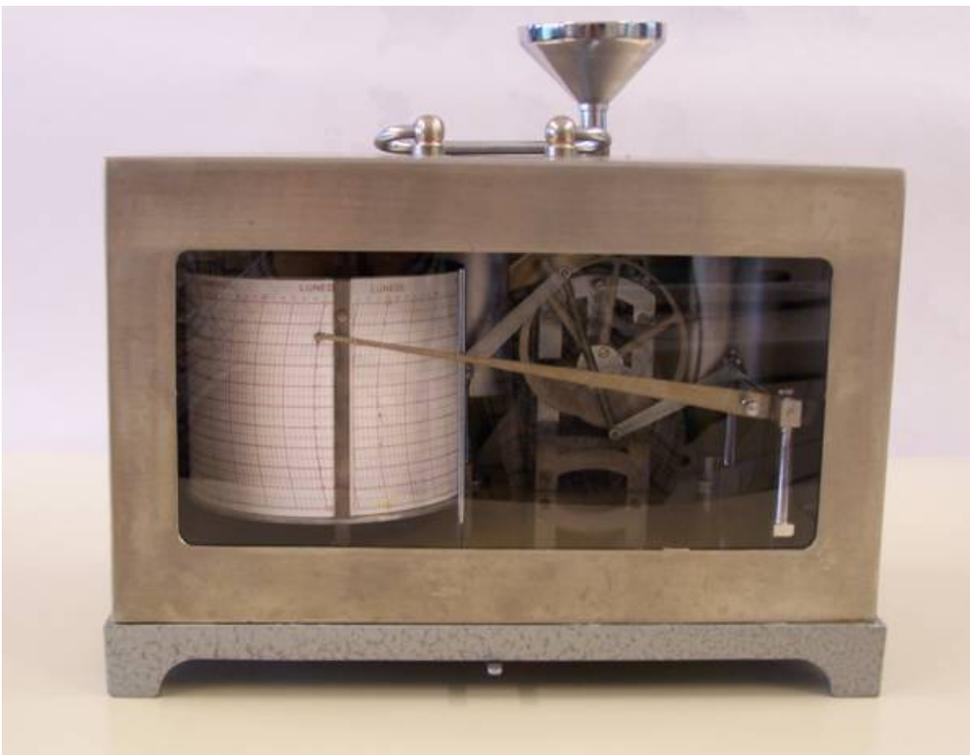


Fig.10 - Pluviografo Registratore tipo M. 20 completo di custodia metallica



Fig.11 - Pluviografo Registratore tipo M.: 20 particolare dell'etichetta con numero di matricola.

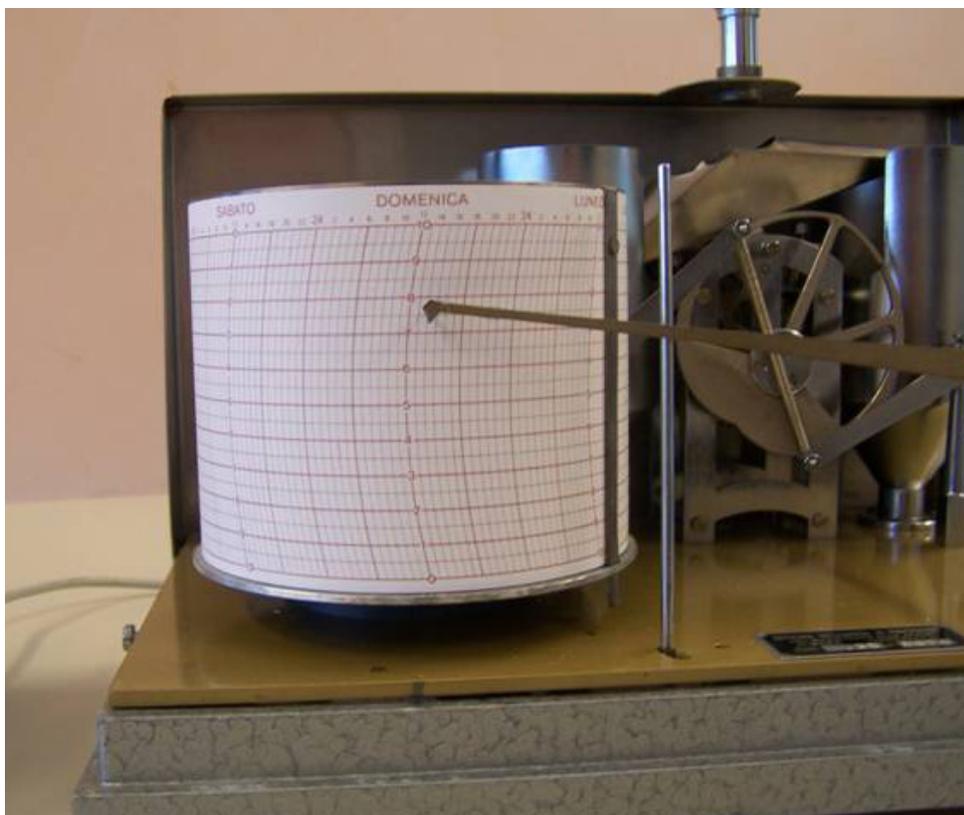


Fig.12 - Pluviografo Registratore tipo M. 20: particolare del cilindro rotante con pluviogramma settimanale e pennino.

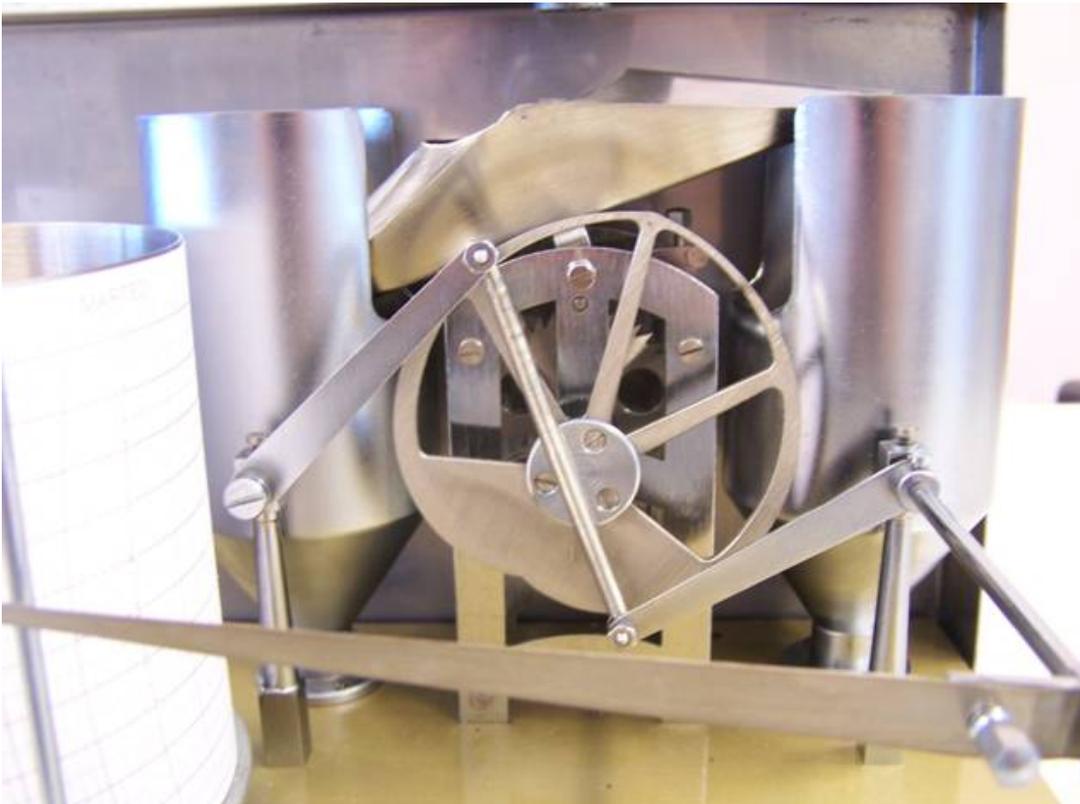


Fig.13 - Pluviografo Registratore tipo M. 20: particolare del sistema di due vaschette basculanti



Fig.14 - Pluviografo Registratore tipo M. 20; particolare dell'imbuto con rompigoccia che convoglia l'acqua sul sistema di vaschette basculanti



Fig.15 - Imbuto di cattura per pluviografo registratore tipo M. 20 collocato sul tetto della capannina lignea. Superficie captante 1000 cm^2 diametro 35,7 cm

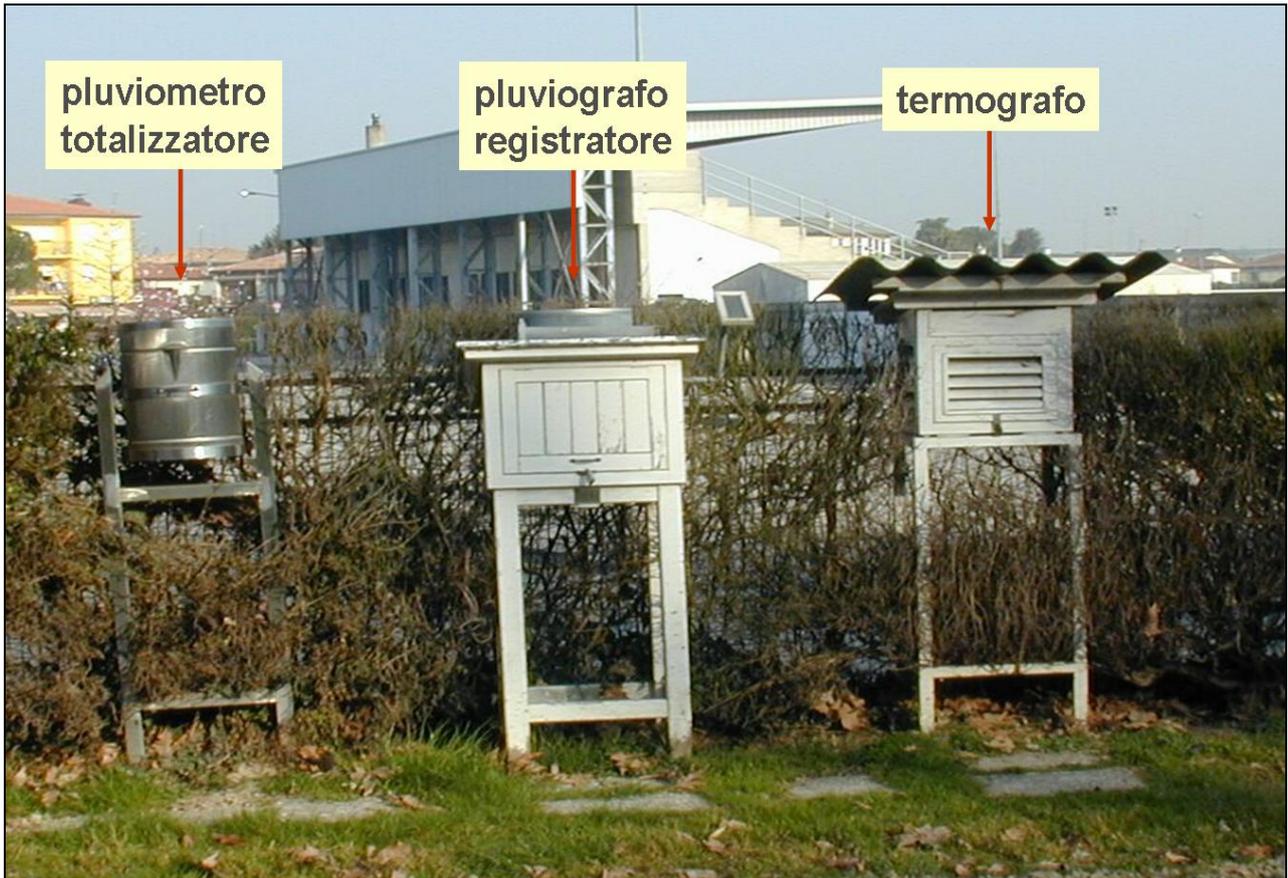


Fig.16 - Stazione storica di Stra (VE) dotata di pluviometro, pluviografo e termografo



Fig.17- Stazione storica di Tonezza del Cimone (VI) dotata di pluviometro e pluviografo



Fig.18 - Stazione storica di Crosara (VI) dotata di pluviometro e pluviografo



Fig.19 - Stazione storica di Chioggia (VE) dotata di pluviometro e pluviografo



Fig.20 - Stazione storica di Botti Barbarighe (RO) dotata di pluviometro e pluviografo



Fig.21- Stazione storica di Foza (VI) dotata di pluviometro e pluviografo



**b Strumenti e criteri di osservazione e di gestione dei dati.
La serie pluviometrica 1984-2010 dell'ARPAV**

Francesco Rech

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)
ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*



La misura della variabile precipitazione

I dati giornalieri di precipitazione sono derivati da misure effettuate da stazioni meteorologiche automatiche ogni 5 minuti. Il dato elementare di precipitazione è rilevato al 5° minuto di ciascun intervallo d'acquisizione e rappresenta la somma della precipitazione (pioggia o equivalente in acqua della precipitazione solida) caduta nel corso dei precedenti 5 minuti. L'errore di quantizzazione, o impropriamente la risoluzione, è di 0.2 mm.

I 12 dati rilevati ogni ora vengono sommati per calcolare i valori di precipitazione oraria; tali dati sono considerati validi solo se è presente il 100% dei contribuenti.

I 288 dati rilevati nelle 24 ore vengono sommati per calcolare i valori di precipitazione giornaliera; tali dati sono considerati validi solo se è presente il 100% dei contribuenti.

L'orario e la data attribuiti ai dati sono sempre riferiti all'ora solare.

Gli orari delle stazioni sono verificati periodicamente dall'unità centrale di acquisizione dati e vengono corretti quando gli scostamenti superano i 5 minuti.

Per il presente studio, dovendo confrontare questi dati con quelli rilevati dalle stazioni meccaniche dell'ex Ufficio Idrografico, è stata sviluppata una procedura informatica che ha consentito il calcolo dei dati giornalieri come somma della precipitazione caduta tra le ore 9 a.m. (solari o legali a seconda dell'orario in uso) del giorno di riferimento e le ore 9 a.m. del giorno precedente.

Anche in questo caso, i dati di precipitazione giornaliera sono stati considerati validi solo se era presente il 100% dei contribuenti.

Gli strumenti di misura della precipitazione

I sensori pluviometrici in dotazione alle stazioni meteorologiche automatiche sono strumenti a vaschette basculanti (tipping-bucket precipitation gauge), in prevalenza costruiti e forniti dalla Ditta MTX S.r.l. negli anni '80 e '90.

La descrizione del pluviometro fornita al momento dell'installazione dalla ditta costruttrice è la seguente.

Il sensore è costituito da un collettore circolare a forma di imbuto e da una coppia di recipienti raccoglitori tarati (vaschette basculanti). La dimensione della bocca tarata è di 1000 cm² e la geometria del collettore è tale da evitare che la pioggia possa rimbalzare dalla parete interna all'esterno, in accordo con le raccomandazioni del WMO.

Ogni volta che uno dei raccoglitori viene riempito, il peso dell'acqua raccolta lo fa oscillare, permettendone lo svuotamento, e il movimento dello strumento restituisce in uscita un segnale elettrico di tipo on-off. Nel caso in cui si abbia a che fare con precipitazioni solide (neve o grandine), lo strumento è in grado di misurare la quantità di acqua ottenuta dalla loro liquefazione.

Lo strumento è costituito da cinque parti principali distinte:

- **corpo cilindrico** è costituito da un cilindro in alluminio alto circa 50 cm, di colore bianco per rendere massima la riflessione della radiazione solare incidente: esso viene rivettato nella sua parte inferiore ad un supporto circolare di alluminio che viene poi incernierato sulla base di appoggio. Al suo interno è collocato il sistema elettromeccanico di misura della precipitazione raccolta;
- **imbuto di raccolta tarato** è in alluminio anodizzato e presenta una bocca tarata circolare di 1000 cm². Nella parte inferiore dell'imbuto è collocato un filtro di protezione per impedire la caduta di corpi solidi (es. foglie) all'interno della zona di misura. La geometria e la dimensione della maglia del filtro sono tali da minimizzarne l'intasamento;
- **base di appoggio** è costituita da un unico pezzo in alluminio pressofuso. Sulla faccia inferiore essa presenta la sede per l'installazione sul palo di supporto e due fori che consentono il deflusso dell'acqua dopo il rovesciamento di ciascuna bascula; un altro foro, posizionato al centro della sopraccitata sede, consente il

passaggio del cavo di collegamento al sistema di acquisizione entro il palo stesso di supporto. Sulla faccia superiore sono presenti le sedi delle viti di fissaggio del sistema elettromeccanico di misura;

- **sistema elettromeccanico di misura della precipitazione**, o sistema basculante, è costituito da una coppia di vaschette separate centralmente da un setto divisorio realizzato con un'apposita geometria spaccagocchia; tale assieme è ricavato da un unico pezzo di alluminio (successivamente anodizzato) per evitare che la presenza di sottoassiemi meccanici consenta il trafilamento di liquido da un contenitore all'altro. Questo gruppo è incernierato orizzontalmente e, attraverso un fulcro in acciaio inox, è in grado di oscillare; esso costituisce, cioè, un'altalena che posiziona sotto l'imbuto di raccolta alternativamente ora l'una ora l'altra delle due vaschette. Per minimizzare gli attriti i due componenti costituenti il fulcro si muovono all'interno di boccole in teflon. Il gruppo basculante è tarato in modo che quando in un contenitore si è raccolta la quantità di acqua di peso equivalente all'altezza di 0,2 mm di precipitazione (perciò 20 g di acqua se riferiti alla bocca di 1000 cm²), l'equilibrio dell'altalena diventa instabile, ed avviene un basculamento. La forma di ciascun contenitore è tale da consentirne il rapido e completo svuotamento, allorché si trovi nella posizione più bassa: in questo modo, mentre la vaschetta che riceve acqua inizia a riempirsi l'altra è vuota e pronta per sostituirla in questa operazione, al successivo basculamento. La parte di trasduzione del sensore è costituita da un sistema che ad ogni basculamento genera un segnale elettrico on/off. Si tratta di un doppio interruttore magnetico fisso e di un magnete permanente solidale con la parte mobile. Ad ogni basculamento si ha l'alternata eccitazione di ciascun contatto (uno in apertura, l'altro in chiusura): il numero delle chiusure in scambio è quindi pari al numero di basculamenti e, dunque, fornisce la misura diretta dei millimetri di precipitazione caduta (ogni basculata corrisponde a 0,2 mm). La presenza del doppio interruttore magnetico impedisce che eventuali rimbalzi della vaschetta possano essere interpretati come veri basculamenti dal sistema di acquisizione. Nelle immediate vicinanze e solidalmente fissata alla piastra di appoggio del sistema di basculamento è collocata una bolla circolare per la verifica della posizione dello strumento sul piano orizzontale;
- **apparato di riscaldamento** (solamente nella versioni riscaldate) è opportunamente dimensionato così da consentire uno scioglimento rapido della precipitazione solida, senza comunque fornire una quantità di calore troppo grande da provocare una sensibile evaporazione di liquido. L'azione combinata di un'elettronica di controllo e di un sensore di temperatura collocato in prossimità della bocca inferiore fa sì che il sistema si attivi allorché la temperatura scende sotto una certa soglia (4 °C): attraverso una serie di resistenze di riscaldamento, collocate su di un dissipatore metallico situato in prossimità della parete interna dell'imbuto di raccolta, si è in grado di termostatare l'imbuto stesso ad una temperatura compresa tra i 4 e i 6 °C. Tale apparato, dati gli elevati consumi, può funzionare solo se la stazione meteorologica è alimentata dalla rete elettrica 220 VAC..

Le caratteristiche tecniche fornite dalla ditta costruttrice (MTX S.r.l.) sono riportate nella tabella 1.

SENSORE PPI080 (versione riscaldata PPI081)	
Tipo sensore	<i>A vaschetta basculante in alluminio anodizzato con doppio contatto magnetico: trasduttore ad impulsi.</i>
Bocca di raccolta	<i>Circolare da 1000 cm²</i>
Precisione (*)	<i>1 basculata o $\pm 1\%$</i>
Campo di misura	<i>Illimitato</i>
Temperatura di esercizio	<i>Da - 30 a + 60 °C (con il riscaldatore)</i>
Soglia di sensibilità	<i>0,2 mm di pioggia o neve equivalente (0,1 mm opzionale)</i>
Livellamento	<i>Bolla su gruppo vaschetta</i>
Uscita elettrica	<i>Doppio contatto (singolo a richiesta) NO-NC su 3 fili</i>
Riscaldamento (opzionale)	<i>24 Vac - 450 W - Con termostato proporzionale regolato per temperature comprese tra 4 °C e 6 °C</i>
Ritaratura	<i>Consigliata ritaratura del gruppo basculante ogni 2 anni</i>
Manutenzione	<i>Pulizia periodica (ogni 6 mesi max) della bocca e del filtro</i>
Dimensioni	<i>Altezza 860 mm - Diametro 500 mm</i>
Peso	<i>15 Kg (17 Kg modello PPI081)</i>
<i>(*) Con taratura effettuata alla velocità di precipitazione di 24 mm/h</i>	

Tab.1- Caratteristiche tecniche del sensore pluviometrico

La stazione meteorologica

Il pluviometro viene installato all'interno del perimetro della stazione meteorologica con la bocca posizionata a 2 m dal piano di calpestio, generalmente costituito da terreno naturale costituito, ove possibile, da cotica erbosa periodicamente tagliata. Particolare cura è stata posta nella scelta dei siti delle stazioni meteorologiche, ricercando la rispondenza alle indicazioni riportate dal manuale W.M.O.: *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation - WMO No. 8*, anche se con il trascorrere degli anni risulta difficile mantenere invariate le condizioni del sito.

Più precisamente, le stazioni di misura devono essere collocate in luoghi aperti, su terreno pianeggiante, lontano da edifici, alberature od ostacoli in grado di interferire con le misurazioni, in siti rappresentativi del territorio circostante, evitando, per quanto possibile, installazioni su tetti, terrazzi di edifici e scarpate.

Il vento, in particolare, è in grado di alterare anche pesantemente le misure pluviometriche, soprattutto nel caso di precipitazioni nevose. Per tale motivo, nelle installazioni andrebbero evitate posizioni particolarmente esposte al vento.

L'acquisizione, il controllo e l'archiviazione dei dati

Da diversi anni i processi di acquisizione-trattamento dei dati e di manutenzione-taratura sensori sono organizzati, presso l'ARPAV, con un sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001-2000.

Per garantire la qualità dei dati, il primo passaggio riguarda l'affidabilità dei sensori in campo; allo scopo i pluviometri sono tarati, ed eventualmente calibrati in campo, una volta l'anno (o a seguito di ogni sostituzione), secondo le disposizioni della Istruzione Operativa IO 01 02 G CMT che prevede la seguente articolazione degli interventi:

- verifica del corretto posizionamento sul piano orizzontale del castello del pluviometro ed eventuale correzione;
- taratura effettuata, dopo una accurata pulizia dell'imbuto esterno e del filtro posto sul fondo dello stesso, versando 500 g di acqua mediante imbuto separatore applicato con apposito supporto sulla bocca esterna; il transito dei 500 g nel sistema di misura deve dare luogo a un numero di scatti compreso tra un minimo di 23 ad un massimo di 26; il rispetto di tali tolleranze indica che il sistema pluviometro rientra negli standard di misura predefiniti. I risultati della prova devono essere riportati sulla scheda di intervento di manutenzione preventiva;
- durante l'operazione di verifica l'operatore deve prestare molta attenzione nel contare gli scatti effettuati dalla bilancia: tale numero deve, infatti, coincidere con quello registrato dal data-logger della stazione; in caso contrario si deve ripetere per altre due volte l'operazione con i 500 g (si ha così la certezza del conteggio dell'operatore e la conferma di un'eventuale errore sistematico dell'interfaccia o DAS); in presenza di errore sistematico è necessario sostituire l'interfaccia o la scheda DAS a seconda del tipo di elettronica di stazione;
- i volumi di acqua da 500 g vengono confezionati presso le sedi con l'ausilio di cilindro graduato; tali cilindri vengono tarati utilizzando la bilancia elettronica certificata SIT;
- nel caso il risultato della taratura del pluviometro non soddisfi le tolleranze indicate, si dovrà operare sulle viti di fine corsa della bilancia al fine di ricalibrarla;
- controllo dello stato dei connettori: in caso fosse presente formazione di ossido è necessario eliminarlo con apposito spray.

I dati rilevati di precipitazione sono oggetto di un processo di controllo automatico e manuale che viene svolto quotidianamente sulla base dei seguenti principi generali:

- range e formato: i dati pervenuti devono rientrare nel range di misura dello strumento e devono rispondere ai requisiti formali (struttura dati, congruità data, presenza codici identificativi appropriati) che ne consentano l'univoco riconoscimento
- consistenza relativa: i dati di variabili diverse rilevate dalla stazione possono presentare andamenti correlati (es. precipitazioni intense correlate a diminuzione della temperatura o della radiazione globale, aumento dell'umidità relativa, presenza di bagnatura fogliare). Andamenti anomali vengono segnalati come sospetti
- consistenza spaziale: i dati della stessa variabile provenienti da stazioni vicine vengono confrontati tra loro, segnalando come sospette le situazioni caratterizzate da rilevanti differenze

E' importante ribadire che il fenomeno precipitazione è, in genere, caratterizzato da una notevole variabilità nello spazio e nel tempo (si pensi in particolare ai fenomeni temporaleschi) che complica notevolmente i processi di controllo.

I processi automatici di controllo bloccano i dati in entrata, in caso vengano riscontrati problemi di formato, altrimenti possono produrre segnalazioni di attenzione, demandando all'operatore la scelta di validare o invalidare il dato.

Tali segnalazioni automatiche avvengono:

- se la stazione ha rilevato precipitazione giornaliera $>$ a 0.6 mm (apporti di 0.2-0.4 mm possono infatti essere dovuti alla rugiada o a debolissime precipitazioni); ciò costringe l'operatore a controllare graficamente tutte le stazioni che nel corso del giorno precedente hanno rilevato precipitazioni e consente di individuare eventuali dati aberranti (es. precipitazioni create artificialmente nei processi di taratura o dalle irrigazioni o da guasti elettronici o dallo scioglimento ritardato della neve);

- se, effettuando un confronto tra le cumulate orarie di precipitazione della stazione oggetto di controllo con quelle delle stazioni circostanti, si riscontra che la stazione non rileva precipitazione, mentre almeno due delle stazioni circostanti rilevano precipitazioni > a 0.6. Ciò permette di evidenziare eventuali interruzioni di funzionamento del sensore nel corso dell'evento o addirittura da inizio evento.

Ciascuna segnalazione di dati sospetti avvia un processo manuale di controllo dati che, per la pioggia, consiste essenzialmente nel confronto tra stazioni circoscriventi, mediante grafici, dell'andamento nel tempo dell'evento (ovvero analisi della consistenza spaziale dei dati).

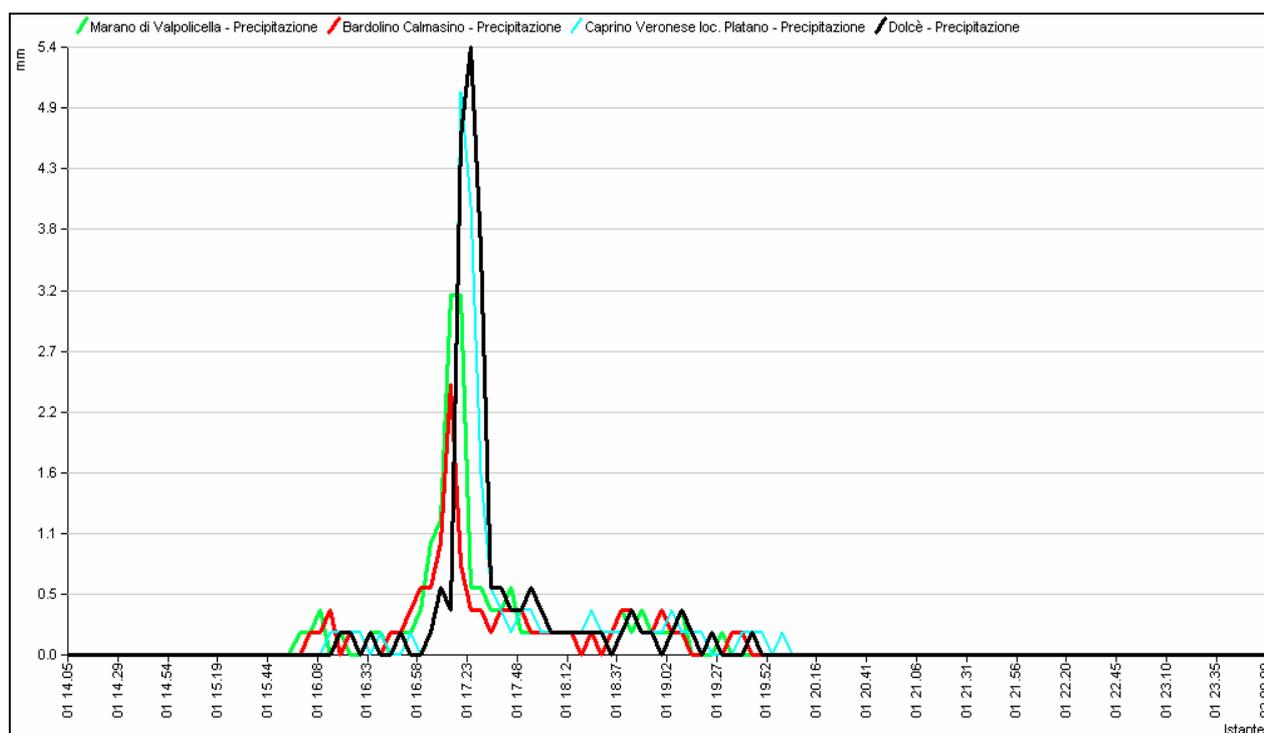


Fig.22 - Confronto tra intensità di precipitazione rilevate ogni 5 minuti da 4 stazioni pluviometriche, tra le ore 14 e le 24 del 1 maggio 2012, operato dal programma di validazione.

I radar meteorologici del Monte Grande (Teolo PD) e di Concordia Sagittaria (VE) costituiscono un importante strumento per il controllo dei dati pluviometrici; in questo caso il programma di validazione localizza i corpi precipitanti rispetto alla posizione delle stazioni pluviometriche e consente di osservare in dettaglio l'evoluzione temporale di un evento in un punto del territorio regionale. La loro importanza è fondamentale nel caso di temporali localizzati, rappresentando l'unico strumento in grado di supportare i processi di validazione dei dati (Fig. 22 e 23).

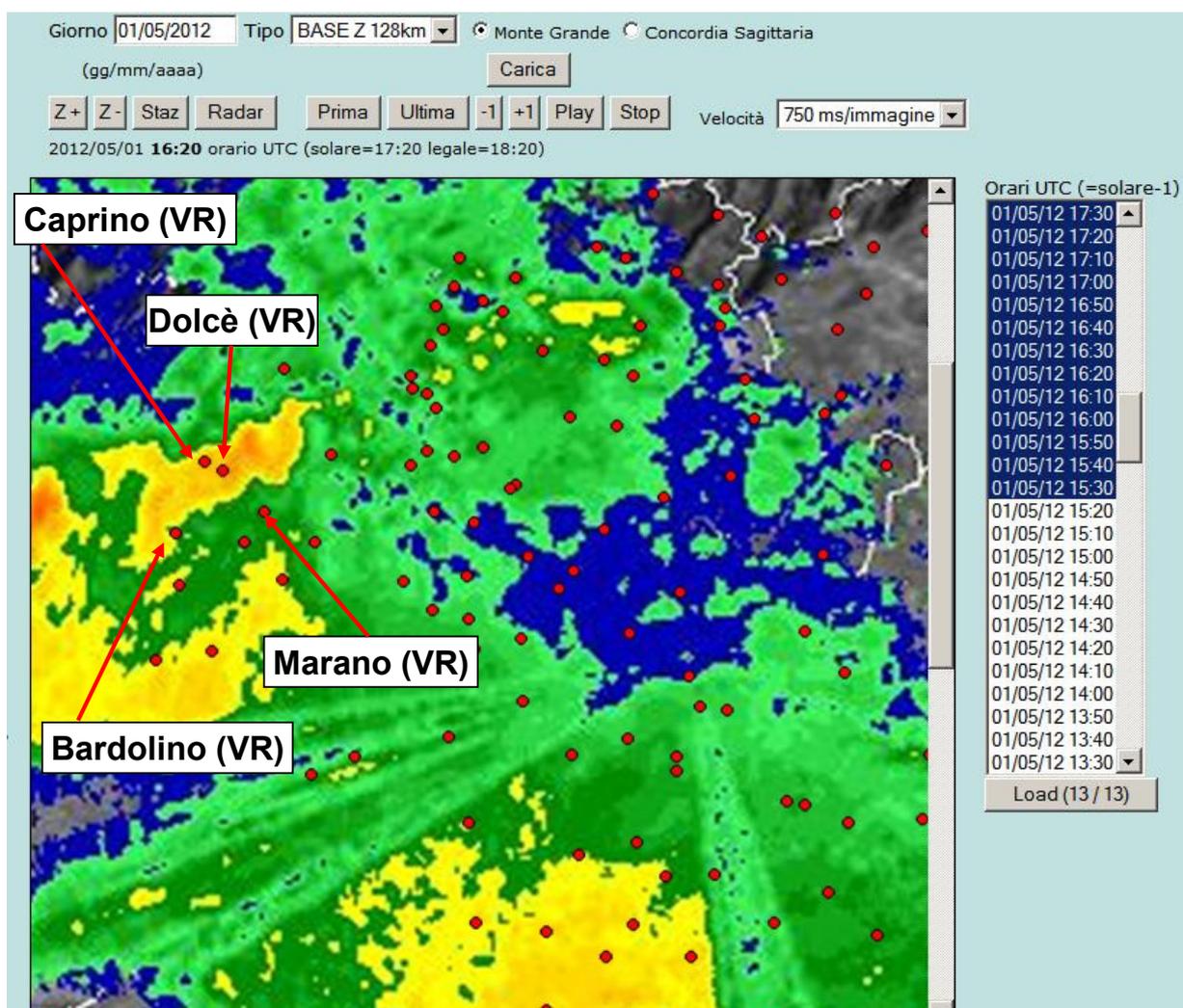


Fig.23 – I dati radar delle ore 17.20 solari del 1 maggio 2012 spiegano la diversa intensità di precipitazione rilevata dalle 4 stazioni del grafico sopra riportato.

Il riscontro di anomalie di funzionamento comporta l'annullamento dei dati e l'attivazione di processi di controllo manutentivo della relativa stazione meteorologica.

Le misure trasmesse via radio dalle stazioni meteorologiche vengono archiviate, sia prima sia dopo il processo di validazione, in una banca dati relazionale operante con sistema Oracle denominata SIRAV (Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto) accessibile tramite rete intranet ARPAV a tutte le strutture operative dell'Agenda.

Evoluzione strutturale e funzionale della rete di monitoraggio regionale

La rete di stazioni meteorologiche automatiche in teletrasmissione nasceva, per volontà della Regione Veneto, alla metà degli anni '80, finalizzata al monitoraggio degli afflussi e deflussi nel Bacino del Cordevole (BL) e poi, più in generale, del Piave e quindi dell'intera Provincia di Belluno, in quanto area idrogeologicamente più delicata della Regione.

L'importanza delle attività del settore primario nell'economia regionale e la percezione del loro impatto sull'ambiente, spingevano gli organi regionali, all'inizio degli anni '90, a favorire la creazione di una specifica struttura denominata Dipartimento Regionale per l'Agrometeorologia, che, avvalendosi di fondi nazionali e comunitari, procedeva all'estensione dell'azione di monitoraggio e di supporto agrometeorologico all'intero territorio regionale. In tale contesto, soprattutto tra il 1991 e il 1993 si installava una rete di stazioni agrometeorologiche in grado di

garantire il monitoraggio dell'intero territorio regionale, con un discreto dettaglio spaziale.

Alla fine degli anni '90, i Servizi Meteorologici regionali venivano trasferiti dalla Regione alla neo-costituita ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, istituita con Legge Regionale 18 ottobre 1996, n. 32) mantenendo inalterate le primitive funzioni ma acquisendo anche una nuova sensibilità per le problematiche legate all'inquinamento e all'igiene ambientale, soprattutto per quanto attiene alle relazioni tra stato del tempo atmosferico e qualità dell'aria e delle acque.

Negli ultimi anni:

- si concretizza un processo, avviato dalla Legge 15 Marzo 1997 n. 59, di decentramento di competenze dallo Stato alle Regioni che interessa i campi della meteorologia, climatologia, idrografia ed idrologia e che vede il trasferimento alla Regione, e in particolare all'ARPAV, di personale, di strumentazioni e di competenze dell'Ufficio Idrografico di Venezia (ente prima del Magistrato alla Acque di Venezia poi del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale);
- a seguito della Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004, viene istituito il Centro Funzionale Decentrato che è la struttura regionale deputata alla gestione delle allerte nel territorio regionale, di concerto con il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, con la Regione e con le Province; tale struttura vede un pesante coinvolgimento dell'ARPAV;
- l'ARPAV, in un processo di razionalizzazione, istituisce, al proprio interno, il Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio, ente che, accorpando vari uffici in un sistema integrato, deve garantire l'azione di monitoraggio e di previsione in ambito meteorologico, idrologico ed idraulico, nivologico, agrometeorologico e climatologico.

I passaggi sopra delineati hanno comportato mutamenti strutturali rilevanti sulla rete di stazioni di monitoraggio che ha subito un incremento nel numero di punti di monitoraggio (nel tentativo di garantire la copertura integrale del territorio regionale), nel numero di variabili ambientali monitorate (aggiungendo, ai classici sensori meteorologici, sensori agrometeorologici, idrometrici, piezometrici, nivometrici) e nei ritmi di acquisizione ed elaborazione dati (passando da una gestione dati in tempo differito ad una gestione dati progressivamente sempre più in tempo reale).

Inoltre, anche grazie alle possibilità offerte da internet, in tale processo evolutivo si è sempre più estrinsecato il concetto di funzionalità multiuso dei sistemi di monitoraggio.

La rete di monitoraggio agro-idro-nivometeorologico della Regione Veneto non costituisce un apparato a sé ma è parte di un complesso sistema integrato di monitoraggio, di analisi e di previsione che utilizza satelliti meteorologici, radar meteorologici, profilatori verticali, radiometri e informazioni modellistiche di vario tipo, per supportare adeguatamente i processi decisionali di gestione del territorio, anche in situazioni di emergenza.

Errori di misura nelle rilevazioni pluviometriche

In primo luogo è importante ribadire che le rilevazioni puntuali al suolo operate dalle stazioni meteorologiche non sono in grado, a volte, di rappresentare correttamente la variabilità spaziale dei fenomeni di precipitazione.

A prescindere da tali considerazioni, le misure pluviometriche sono inoltre affette, in modo rilevante, da errori di misura sistematici e casuali tra i quali vengono ricordati:

- errori generati dall'azione del vento sulle meteore in prossimità della bocca del pluviometro: tale errore è proporzionale alla velocità del vento e, mediamente,

determina una sottostima dal 2 al 10% per la precipitazione liquida e dal 10 al 50% per la precipitazione solida

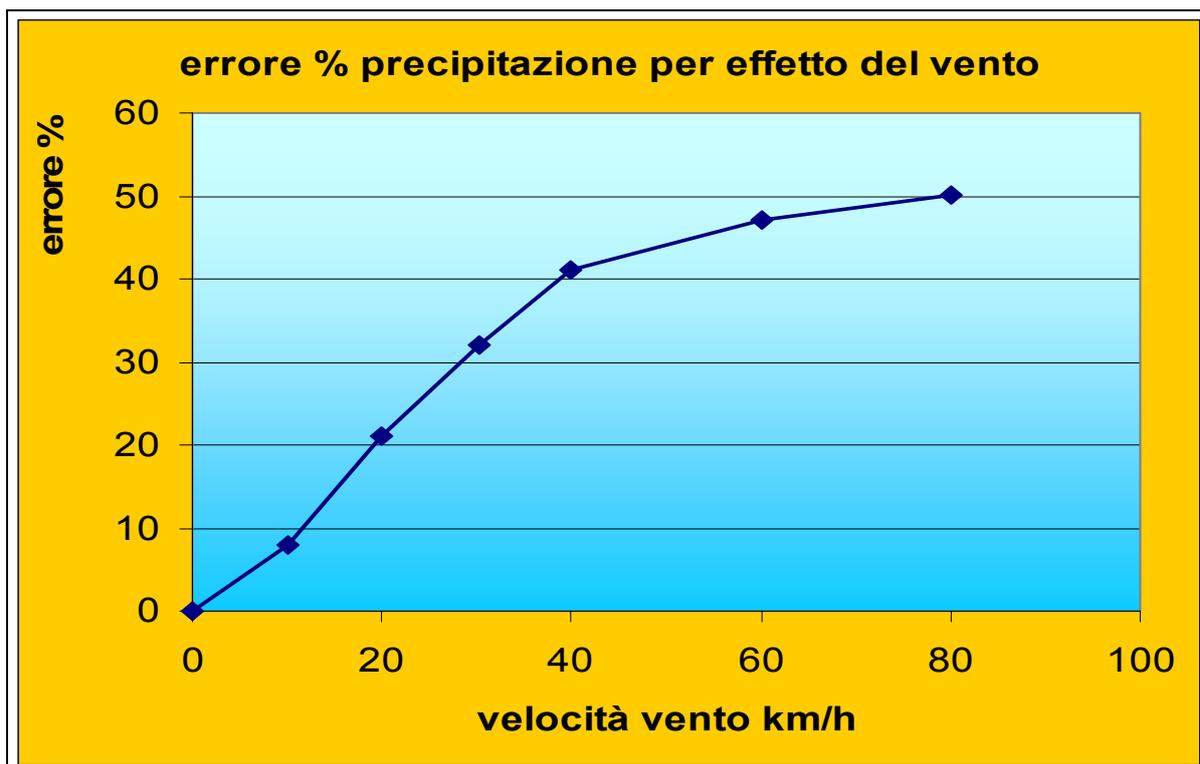


Fig.24 - Relazione tra sottostima della pioggia e velocità del vento (Tratto da: *Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici* - SIMN 1988)

- errori dovuti a perdite per adesione dell'acqua alle pareti del pluviometro; tipicamente dal 2 al 15% della precipitazione in estate e dall'1 all'8% in inverno;
- errori per evaporazione dal contenitore, particolarmente significativi per i pluviometri totalizzatori, variabile tra lo 0 e il 4 %;
- errori dovuti alla neve sollevata e trasportata dal vento o agli schizzi; queste casistiche di errori possono determinare anche delle sovra stime della precipitazione;
- errori derivati dalla riduzione del diametro della bocca captante o ostruzione totale, per adesione della neve al bordo del pluviometro.

I pluviometri a vaschette basculanti sono affetti inoltre da specifici errori:

- perdita di acqua durante l'oscillazione delle bascule nel corso di piogge intense. Il sistema basculante impiega un tempo ad oscillare, tale tempo è breve ma comunque finito. Durante la prima metà di questo movimento un quantitativo supplementare di pioggia può cadere nel compartimento basculante che ha già totalizzato gli 0,2 mm (o 0.1 mm) di precipitazione necessaria per il rovesciamento. Tale errore può essere ridotto ma mai eliminato e diventa apprezzabile durante le piogge intense;
- indicazioni non precise sull'evoluzione del fenomeno in caso di piogge di debole intensità per la natura discontinua della registrazione. In particolare il tempo di inizio e fine della precipitazione può risultare scarsamente determinato;
- adesione dell'acqua alle pareti e sull'orlo delle vaschette che, determinando un residuo di pioggia e un peso addizionale, influenza l'azione basculante. Tali errori di sovra stima sono incrementati dalla presenza di impurità e polveri nelle bascule.
- perdita di acqua per evaporazione dalle vaschette. Può avere rilevanza in caso di precipitazioni di debole intensità con elevate temperature;

- sovrastima nella lettura del dato a causa della forza dell'acqua precipitante attraverso l'imbuto nelle bascule. Tale errore dipende molto dalla forma, diametro e posizione del beccuccio dell'imbuto;
- usura, attrito e improprio bilanciamento delle parti oscillanti possono influire sulla sensibilità dello strumento. È importante, perciò, la corretta messa in bolla del sistema basculante.

Anche la presenza del sistema di riscaldamento, che permette di mantenere la temperatura dell'imbuto e del sistema basculante sui 4-6 °C, può determinare, soprattutto in presenza di temperature dell'aria molto basse, notevoli fenomeni di evaporazione-sublimazione dei fiocchi di neve, con conseguente sottostima della precipitazione nevosa.

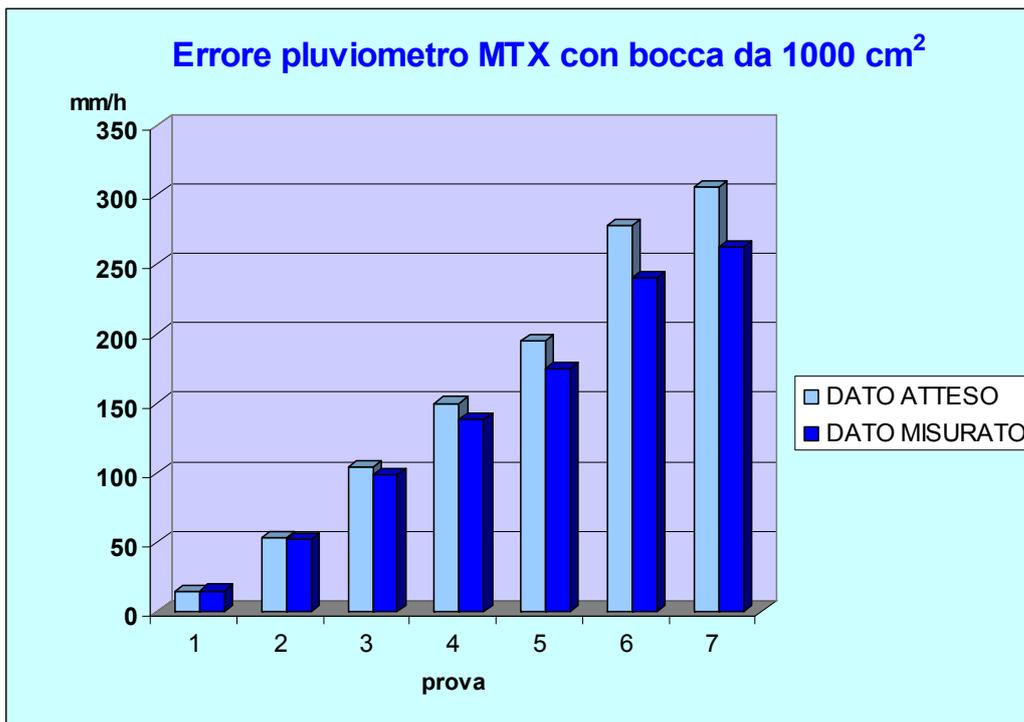


Fig.25 - Esempio di errore riscontrato su uno dei pluviometri in dotazione all'ARPAV durante una sequenza di prove di taratura svolte con intensità crescenti di pioggia; con intensità effettiva di pioggia di 14.5 mm/h c'è una leggera sovrastima del misurato (3%) mentre con intensità effettiva di 305 mm/h c'è una sottostima del 14% ed il valore misurato dell'intensità è di 262 mm/h. (prove effettuate da Università degli Studi di Genova - Dipartimento di Ingegneria Ambientale - Laboratorio DIAM - Prof. Ing. Luigi Stagi)

**La serie pluviometrica 1984-2010 dell'ARPAV
FOTO DI STRUMENTI E STAZIONI**



Pluviometro MTX con bocca da 1000 cm² della stazione ARPAV del Monte Faloria.



Fig.26 – Pluviometro MTX con bocca da 1000 cm², particolare del sistema di misura a bilance basculanti.

Si noti che la vaschetta alla sinistra del lettore è in fase di carico d'acqua, mentre la vaschetta di destra è in fase di scarico d'acqua. Sono ben visibili i due condotti di scarico al suolo dell'acqua ad avvenuto rovesciamento della bilancia. Il sistema di misura è sostenuto da viti regolabili per consentirne il corretto posizionamento sul piano orizzontale "messa in bolla". Inoltre nel corpo superiore rovesciato è visibile la parte terminale dell'imbuto di raccolta, contornata da un gruppo di tre resistenze che, attivandosi quando la temperatura interna dello strumento scende sotto i 4 °C, hanno la funzione di consentire lo scioglimento dell'eventuale precipitazione nevosa con conseguente lettura dell'equivalente in acqua della neve. La calibrazione dello strumento, una volta garantita l'orizzontalità, viene effettuata agendo sulle due viti superiori di fine corsa (terminanti con una capsula plastificata di color bianco). Il gruppo basculante dispone anche di una piccola livella sferica per la messa in bolla che, pur essendo utile in fase di controllo, risulta insufficiente nella fase di installazione dello strumento che richiede l'utilizzo di una livella di maggiore precisione.



Fig.27 – Pluviometro MTX con bocca da 1000 cm², il sistema di misura a bilance basculanti è stato fotografato quasi a metà della fase di rovesciamento



Fig.28 – Ad avvenuto rovesciamento la vaschetta di destra si porta in fase di carico d'acqua e quella di sinistra in fase di scarico, a metà del gruppo basculate e visibile l'acuminato spacca goccia, inoltre il pluviometro è privo di resistente di riscaldamento.



Fig.29 – Pluviometro MTX, particolare del gruppo di misura a bilance basculanti, questo strumento ha il sistema di riscaldamento a tre resistenze applicato sulla base d'appoggio. Il corpo superiore dello strumento non è rovesciabile ma sfilabile verso l'alto.



Fig.30 – Pluviometro MTX particolare del sistema di misura a bilance basculanti durante un intervento di taratura in campo: a destra fase di carico dell'acqua a sinistra fase di scarico.



Fig.31 – Pluviometro MTX particolare dell'imbuto di raccolta in alluminio anodizzato con bocca tarata circolare di 1000 cm², alla base è visibile il filtro per impedire la caduta di corpi solidi nel sistema di misura.



Fig.32 – Pluviometro MTX con bocca da 1000 cm² posizionata a 2 m dal suolo - vista d'insieme



Fig.33 – Pluviometro MTX con bocca da 1000 cm² posizionata a 2 m dal suolo – particolare del corpo dello strumento, si osservi il piccolo deflettore per il vento collocato in prossimità della bocca di captazione

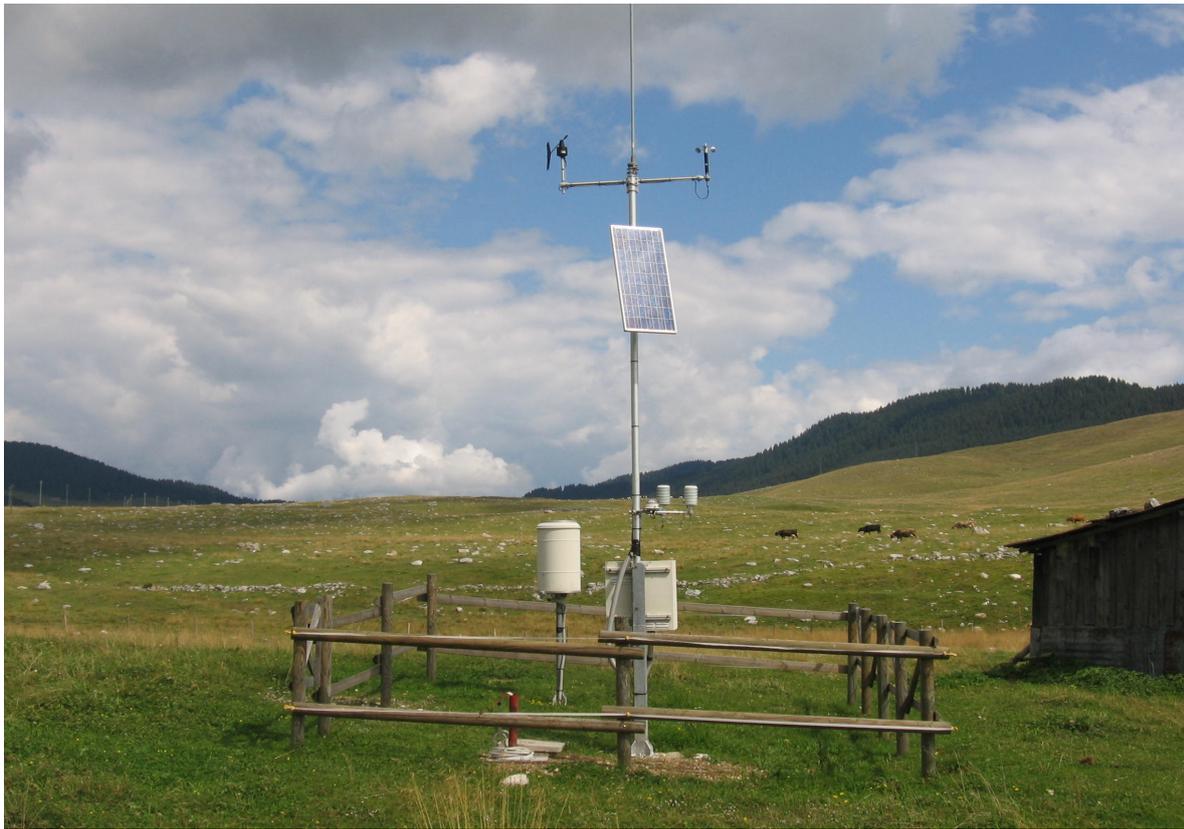


Fig.34 – Stazione meteorologica di Marcesina (VI)



Fig.35 –Stazione meteorologica di Marcesina (VI) in inverno



Fig.36 – Stazione meteorologica di Asiago (VI)



Fig.37 – Stazione meteorologica di Passo Valles (BL) è presente anche un pluviometro a pesata Geonor con schermo antivento



Fig.38 – Stazione meteorologica di Passo Valles (BL) pluviometri sommersi dalla neve nei primi mesi del 2009



Fig.39 – Stazione agrometeorologica secondaria di Grezzana (VR)



Fig.40 – Stazione agrometeorologica mobile a Este (PD)



Fig.41 – Stazione agrometeorologica principale di Cavallino (VE)



Fig.42 – Stazione agrometeorologica secondaria di Villafranca Veronese (VR) con visibilimetro



Fig.43 – Stazione termo pluviometrica di Soffranco (BL)



c Controlli di qualità sulle serie pluviometriche e analisi spaziale

Luigi Mariani, Simone Gabriele Parsi

*Università degli Studi di Milano
DISAA - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali*



I dati pluviometrici

Per il periodo 1950-2010 sono state acquisite dall'ARPAV due serie pluviometriche: la prima costituita da misure eseguite con strumentazione meccanica, la seconda da misure effettuate da strumenti di tipo automatico. Su tali dati sono state eseguite le seguenti operazioni:

- verifiche preliminari;
- assimilazione in tabelloni standard dei dati pluviometrici della rete ex Idrografico (227 stazioni meccaniche), con disaggregazione dei valori cumulati su più giorni;
- assimilazione dei dati pluviometrici della rete automatica (195 stazioni automatiche);
- validazione con eliminazione dei dati errati;
- ricostruzione dei dati giornalieri errati o mancanti.

Tali azioni sono descritte in dettaglio nei paragrafi che seguono.

Verifiche preliminari

A monte dell'analisi dei dati sono stati eseguiti alcuni controlli preliminari.

In primo luogo sono state controllate, ed eventualmente corrette, le denominazioni delle stazioni (a volte non univoche). Sono poi state accertate le coordinate e le quote delle stazioni storiche, verificando, ove possibile, la localizzazione delle stazioni tramite Google Earth. A lavoro ultimato è stata redatta un'anagrafica stazioni completa.

Sono state considerate il seguente numero di stazioni pluviometriche:

- 222 stazioni meccaniche della rete gestita dall'Ufficio Idrografico (periodo 1950-2009)
- 191 stazioni automatiche della rete gestita da ARPAV (periodo 1993-2010)

Validazioni dati

Per quanto riguarda la prima serie di dati, quella costituita da dati pluviometrici raccolti dall'Ufficio Idrografico, oltre alla casistica dei dati mancanti, sono state riscontrate alcune tipologie di dato che hanno richiesto delle pre-elaborazioni specifiche.

In tali serie, infatti, erano presenti dati di precipitazione cumulata, il cui totale di precipitazione caduta, cioè, risultava attribuito a 2 o più giorni anziché ad ogni singolo giorno. Sugli Annali idrologici questi dati, e il relativo periodo di riferimento, risultano chiaramente identificati da specifiche simbologie (fleg). Per questi casi, nell'ambito del presente lavoro, si è provveduto ad una loro disaggregazione sul periodo di riferimento. Ciò è stato attuato attribuendo, a ogni singolo giorno, un quantitativo del valore cumulato pesato sulla base del comportamento delle stazioni limitrofe.

Sugli Annali idrologici erano presenti, e segnalati con una specifica simbologia, anche dati di precipitazione interpolati o desunti (di fatto il concetto era lo stesso), in alcuni casi interpolati e cumulati su più giorni. Poiché questo tipo di dato è, di fatto, un dato mancante la cui ricostruzione era stata operata dai tecnici dell'Ufficio Idrografico sulla base delle precipitazioni occorse sulle stazioni circostanti, si è deciso di annullare tali dati trattandoli come "dati mancanti".

Ricostruzione dati mancanti

La ricostruzione dei dati mancanti è stata realizzata utilizzando i dati delle stazioni circostanti effettuando la media pesata con peso inversamente proporzionale al quadrato delle distanze e con distanza massima pari a 50 Km.

Geostatistica

La geostatistica in qualità di scienza delle variabili regionalizzate, per la realizzazione del presente atlante, si è proposto, come obiettivo, quello di

descrivere il comportamento spaziale delle variabili climatiche oggetto di studio, a partire dai dati puntuali propri delle stazioni meteorologiche. Metodi geostatistici semplificati (ad esempio medie pesate, triangoli di Thyssen, polinomiali, ecc.) sono in uso da vari decenni e, tuttavia, l'approccio geostatistico si è affinato negli anni sessanta per merito delle tecniche di kriging introdotte da Matheron (1963). Tali tecniche si fondano sullo studio delle relazioni spaziali esistenti tra i valori puntuali della variabile indagata, con lo scopo di pervenire ad uno stimatore esatto, e cioè a una superficie passante per tutti i punti noti. Fra i vantaggi delle tecniche di kriging è la disponibilità di indicatori che consentono di minimizzare l'incertezza del campo spaziale stimato.

A tale tecnica di base si possono poi aggiungere ulteriori tecniche di controllo di qualità quali la cross validation, che consiste nel sostituire i valori noti (dati di stazione) con valori ricostruiti con l'algoritmo prescelto e nel verificare l'entità dell'errore commesso in sede di ricostruzione.

Le tecniche di kriging possono fare ricorso a variabili spaziali accessorie, correlate alla variabile indagata e che rispetto ad essa risultino sovra-campionate (e cioè misurate in un maggior numero di punti); tutto ciò con lo scopo di affinare la definizione del campo spaziale.

La spazializzazione dei dati è stata effettuata tramite appropriate tecniche geostatistiche (Goovaerts, 1999) con particolare riferimento al kriging ordinario sui residui (regression kriging, di cui al pacchetto geostatistico GSTAT in ambiente R) ottenuto applicando alla variabile indagata il modello lineare lm1.

In vista dell'applicazione di tale modello sono state condotte regressioni multiple della variabile indagata rispetto alle seguenti possibili variabili correlate ricavate dal DTM della Regione Veneto, anche con l'ausilio di moduli topografici, idrologici e radiativi presenti nel software SAGA Gis:

- altezza sul livello del mare;
- esposizione e pendenza;
- indice di convergenza (algoritmo idrologico che, agendo sul DTM, individua le zone di compluvio e displuvio di un dato territorio);
- Channel Network Base Level (CNBL), indice topografico che calcola la distanza verticale fra la cella in esame ed il fondo del bacino idrografico cui afferisce (Bock e Kothe, 2009);
- indici di curvatura (misure del livello di concavità o convessità dell'orografia).

Le regressioni multiple fra le variabili indagate ed i regressori hanno messo in evidenza che nessuno di tali elementi è in grado di migliorare efficacemente la qualità dei semivariogrammi; si è rinunciato, pertanto, per le precipitazioni, all'impiego di variabili correlate.

L'analisi dei semivariogrammi e la successiva scelta delle funzioni di fitting dei medesimi hanno portato alla produzione delle carte finali, sempre corredate da un'analisi di cross validation per avere una misura della bontà delle spazializzazioni effettuate.

Trattamento spaziale dei dati pluviometrici e produzione di cartografie

Le analisi svolte hanno portato alla produzione di dati puntuali che non rappresentano in modo adeguato la variabilità spaziale dei fenomeni. Per ovviare a tale problema ed ottenere cartografie dei campi pluviometrici si è seguita la procedura standard che prevede:

- l'esecuzione di un gridding, cioè il passaggio da valori puntuali irregolarmente distribuiti a valori riferiti a punti di un grigliato regolare;
- la restituzione grafica dei dati attraverso software GIS.

Algoritmo di kriging ordinario previa analisi del semivariogramma.

La spazializzazione dei dati pluviometrici è stata effettuata con l'utilizzo di kriging ordinario per mezzo di script R.

L'analisi preliminare del semivariogramma ha denotato delle forme diverse nella distribuzione delle piogge tra stagione invernale, primaverile/autunnale ed estiva.

La forma diversa dei semivariogrammi è imputabile al fatto che le precipitazioni si distribuiscono in modo diverso sul territorio in funzione delle stagioni. Nella stagione estiva spiccano gli eventi temporaleschi sulla fascia alpina e prealpina, mentre nelle stagioni intermedie si acuisce il massimo precipitativo dell'area prealpina mentre si riduce la piovosità nella fascia endoalpina e pianeggiante (**figura 44**). Il minimo endoalpino spicca in modo particolare durante la stagione invernale.

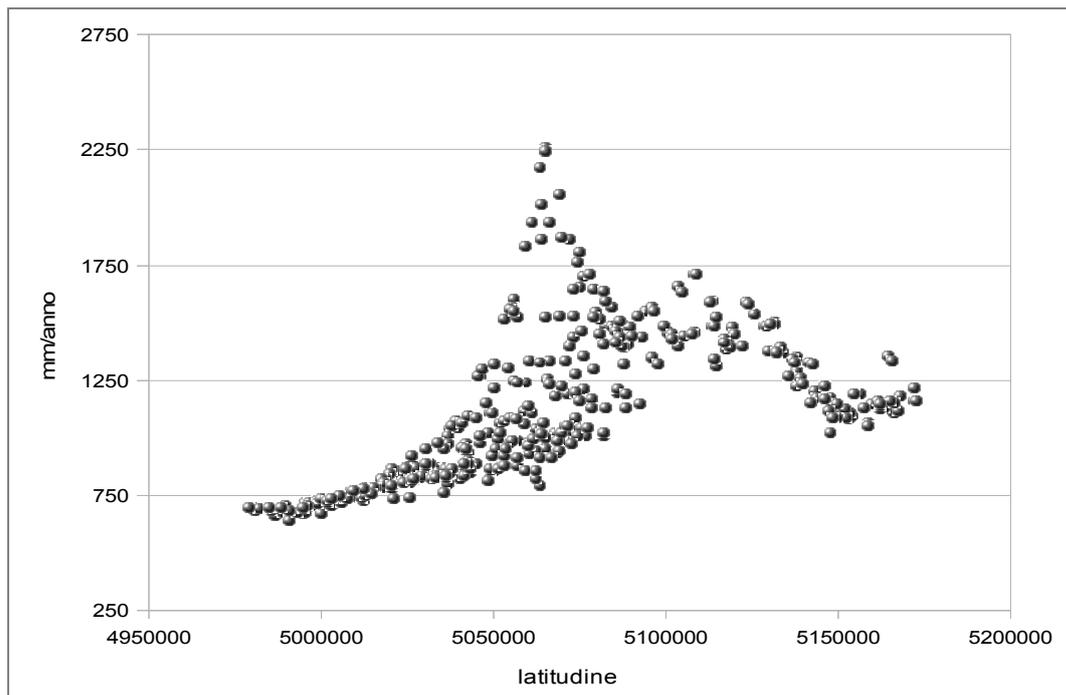


Fig.44 - Correlazione tra latitudine (sistema Gauss-Boaga) e piovosità media annua (1951 - 2010)

BIBLIOGRAFIA

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. e Smith M. (1998), *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56*, FAO - Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome (<http://www.fao.org/docrep>)
- ARPAV (2000), *La caratterizzazione climatica della Regione Veneto*, Quaderni per l'Ambiente Veneto, Padova
- Bai J. e Perron P. (2003), *Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models*, Journal of Applied Econometrics, 18, 1-22
- Benincasa F., Maracchi G. e Rossi P. (1991), *Agrometeorologia*, Patron, Bologna
- Bergeron T. (1935), *On the Physics of Clouds and Precipitation*. Procès Verbaux de l'Association de Météorologie, International Union of Geodesy and Geophysics, 156-178
- Bock M. e Köthe R. (2009), *Predicting the depth of hydromorphic soil characteristics influenced by ground water* (http://ignum.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20-%20Documentation/HBPL19/hbpl19_02.pdf)
- Bonini Baraldi A. (1993), *Caratterizzazione agro-climatologica del territorio veneto - Aree "5B"*, Regione Veneto - Dipartimento per l'Agrometeorologia, Teolo
- Borghi S. (1983), *Climatologia dinamica dei tipi di tempo sul Veneto*, Regione del Veneto - Dipartimento per le Foreste e l'Economia Montana.
- Bryson R.A. (1974), *A perspective on Climatic Change*, Science, 184, 753-760
- Cantù V. (1977), *The climate of Italy, in World survey of climatology - Climates of Central and southern Europe*, C.C.Wallen ed, 127-173
- Cesti G. (2011), *Fattori orografici e meteorologici influenti sugli incendi boschivi*, Musumeci Editore, Aosta
- Chiaudani A. (2008), *Agroclimatologia statica e dinamica - Analisi del periodo 1956-2004*, Università degli Studi di Padova, Scuola di Dottorato in Scienze delle Produzioni Vegetali.
- Chmielewski F.M. e Rötzer T. (2002), *Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes*. Climate Research, Vol. 19: 257-264

- Colella G. (2003), *Meteorologia aeronautica*, Istituto Bibliografico Napoleone, Roma
- Cremonese et al. (2007), *Analisi del ciclo fenologico di Larix decidua in ambiente alpino attraverso l'utilizzo di dati Modis e di modelli fenologici*, VI Congresso SISEF " La Gestione delle Foreste tra Cambiamenti Globali e Azioni Locali", Arezzo 25-27 Settembre 2007
- Eredia Filippo (1941), *Nuovi orizzonti della meteorologia*, Bompiani, Milano
- FAO (2000), *World - wide agroclimatic database FAOCLIM2*, Environmental and natural resources, Working paper n.5
- Fasano G., Materassi A. e Zara P. (1999), *Sensori e strumenti elettronici per la meteorologia*, Quaderno tecnico n. 8 - Collana tecnico-scientifica INAPA CNR
- Giuliacci M. e Borghi S. (1979), *Circolazione atmosferica nella Valpadana Centro-Occidentale e suo impatto sul trasporto di particelle*, Osservatorio meteorologico di Brera
- Giuliacci M. (1988), *Climatologia fisica e dinamica della Val Padana*, ERSA Servizio Meteorologico Regionale, Bologna
- Goovaerts P. (1997), *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*, Oxford University Press, Applied Geostatistics Series, 483 pp
- Hann J (1883), *Handbuch der Klimatologie*, Engelhorn, Stuttgart
- Humboldt A. (1845), *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Stuttgart und Tübingen
- Köppen W. (1936), *Das Geographische System der Klimate*, Handbuch der Klimatologie, Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin
- Lamb H.H. (1966), *The changing climate*, Methuen, London, pp. 236
- Larcher W. (1983), *Physiological plant ecology*, Springer
- Lockwood J.G. (2001), *Abrupt and sudden climatic transitory and fluctuations, a review*, International Journal of Climatology, 21, 1153-1179
- Lorenz E.N. (1963), *Deterministic nonperiodic flow*, Journal of the Atmospheric Sciences, 20, 130-41
- Mariani L. (2006), *Some methods for time series analysis in agrometeorology*, Rivista Italiana di Agrometeorologia, 11(2):48-56
- Mariani L. (2006), *Clima e prospettive di cambiamento climatico*, 21mo Secolo-Scienza e Tecnologia, 4, 2-8
- Mariani L. e Cola G. (2006), *Agrometeorologia ed esigenze idriche delle colture*, Italian Journal of Agronomy, n.3, 587-602
- Mariani L., Parisi S. e Cola G. (2008), *Space and time behaviour of climatic hazard of low temperature for single rice crop in the mid latitude*, International Journal of Climatology, 29, 1862-1871

- Mariani L. et all. (2012), *Climate change in Europe and effects on thermal resources for crops*, International Journal of Biometeorology, ISSN: 0020-7128, doi: 10.1007/s00484-012-0528-8
- Matheron G. (1963), *Principles of geostatistics*, Economic Geol. 58, 1246-1266
- Menguzzato G. (1977), *Annali Istituto Sperimentale Assestamento Forestale e Alpicoltura 1976-77*, Volume V, p.63-83
- Mennella C. (1977), *I climi d'Italia*, F.lli Conte, Napoli
- Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque Venezia, (1916), *Norme e Istruzioni per il Servizio Meteorologico* n. 53 -Parte I e Parte II. Ristampa anno 1988, Venezia
- Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque Venezia, (1923), *Norme e Istruzioni per il Servizio Pluvio-Nivometrico* n. 40. Ristampa anno 1988, Venezia
- Ministero Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque Venezia (1987), *Officina Meccanica di Precisione Strà (Venezia)*, Ristampa, Venezia
- P.C.M., Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (1988), *Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici, Parte I - Dati meteorologici a fini idrologici*
- Peixoto J.P. e Oort A.H. (1992), *Physics of climate*, American Institute of Physics, New York, 520 pp.
- Pinna M. (1972), *La climatologia*, UTET, Torino, 462 pp
- Pinna M. (1996), *Le variazioni del clima, dall'ultima grande glaciazione alle prospettive per il XXI° secolo*, Franco Angeli, 214 pp
- Rosini E. (1988), *Introduzione all'agroclimatologia, parte prima - le basi della climatologia*, ERSA Emilia Romagna, Bologna.
- Seidel J. e Lanzante R. (2003), *An assessment of three alternative to linear trends for characterizing global atmospheric temperature changes*, Journal of Geophysical Research, vol. 109, p. 1-10
- Sneyers R. (1998), *Climate chaotic instability: statistical determination and theoretical background*, Environmetrics, VOL. 8, 517-532
- Sneyers R., Palmieri S. e Siani A.M. (1993), *Characterising trends in climatological time series. An application to Brera observatory (Milan) rainfall series*, Proceedings of international conference on applications of time series analysis to astronomy and meteorology, Università di Padova, 6-10 settembre 1993, p. 321-328
- Sneyers R., Tuomenvirta H., Heino R. (1998), *Observations Inhomogeneities and Detection of Climate Change*, Geophysica, 344(3), 159-178
- Todaro C. e Migliardi E. (2000), *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche*, Bollettino Geofisico, 3-4.

- Todaro C. e Migliardi E. (2003), *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (parte seconda)*, Bollettino Geofisico, 3-4.
- Todaro C. e Migliardi E. (2004), *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (reminiscenze e suggerimenti)*, Bollettino Geofisico, 3-4.
- Tridello G. et all. (2010), *Atlante Agroclimatico del Veneto – Temperature*, ARPAV. (www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti/atlante-idroclimatico-veneto)
- Witheman C.D. (2000), *Mountain Meteorology Fundamentals and Applications*, Oxford University Press.
- W.M.O. (1966), *International Meteorological Vocabulary*, WMO n. 182, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva – Switzerland.
- W.M.O. (1983), *Guide to Climatological Practices*, WMO n. 100, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva – Switzerland
- W.M.O. (2008), *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, WMO n. 8, Seventh edition. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva – Switzerland

