



*Agenzia Regionale per la
Protezione dell'Ambiente
del Friuli Venezia Giulia*



Rapporto tecnico

Ricognizione reti meteoclimatiche regionali

analisi valutativa e proposta tecnica per l'ottimizzazione

data 7 novembre 2014	versione 3.2	pagine 47 + 223 schede tecniche
-------------------------	-----------------	------------------------------------

PARTE I

INTRODUZIONE – OGGETTO E OBIETTIVI

In conformità alle Linee di indirizzo 2012-2014 dell'ARPA FVG approvate dalla Giunta regionale¹ e ai conseguenti obiettivi ARPA 2012² stabiliti dalla sua Direzione Strategica, è stato elaborato questo rapporto sul posizionamento delle stazioni e dei sensori delle principali reti regionali di stazioni automatiche di rilevamento di parametri ambientali atmosferici, potenzialmente idonei a fornire misure da impiegarsi in primo luogo, ma non solo, per attività meteorologiche e climatiche.

Scopo del rapporto è descrivere e conseguentemente valutare e classificare le stazioni e i sensori delle reti meteoclimatiche regionali meramente alla luce del loro posizionamento, per individuare quelli che forniscono misure delle condizioni atmosferiche con un grado di bontà sufficiente per essere utilizzabili a scopi meteorologici e per le elaborazioni sul clima e sui cambiamenti climatici (come il riscaldamento globale), attività proprie dell'Arpa-Osmer, oltre che idrologici. Inoltre ciò consente di ottenere valutazioni utili anche per elaborazioni finalizzate a molti altri settori (agricoltura, ambiente, commercio, energia, edilizia, gestione territorio, sanità, trasporti, turismo, ...).

In definitiva, a titolo esemplificativo, si è cercato di dare risposta ai seguenti quesiti:

- le stazioni sono posizionate in un luogo idoneo?
- i sensori sono posizionati in modo corretto (altezza sul terreno, distanza dagli ostacoli, ...)?

- ¹ Linee di indirizzo per la programmazione 2012-2014 dell'Arpa FVG, approvate dalla Giunta regionale con deliberazione n. 2534 dd. 22.12.2011, azione strategica 4.b.6 "attuazione operativa della convenzione tra Arpa FVG e la Protezione civile della Regione per l'attivazione del Centro funzionale di protezione civile" e relativi risultati attesi di garantire, senza soluzione di continuità, la corretta operatività di ARPA FVG – OSMER nello svolgimento delle attività istituzionali (art. 6, comma 18 della LR 2/2000), nonché corrispondenti priorità 2012 di formulazione di una proposta per definire con la Protezione civile gli standard di qualità da osservare nella configurazione e gestione delle stazioni meteo, nell'acquisizione dei volumi radar e nella manutenzione delle reti di rilevazione dei dati, delle modalità di utilizzo da parte di ARPA FVG delle apparecchiature e dei sistemi di monitoraggio trasferiti alla Protezione civile della Regione ex art. 14, co. 24 della LR 17/2008 e di reciproca messa a disposizione dei dati prodotti dalle strumentazioni regionali di osservazione meteorologica.

- ² Gli obiettivi ARPA 2012 sono individuati dal programma annuale 2012 dell'ARPA FVG, approvato con deliberazione del Direttore Generale n. 279 dd. 29.12.2011, a sua volta approvata con deliberazione della Giunta regionale n° 1024 dd. 8 giugno 2012, e in relazione all'azione strategica di cui alla nota 1 e correlati risultati attesi e proprietà prevedono di: i) definire per la Protezione civile i requisiti minimi di qualità per l'acquisizione di osservazioni meteorologiche a supporto del monitoraggio in tempo reale e di osservazioni meteoclimatiche a supporto della conoscenza e pianificazione territoriale; ii) elaborare un'analisi valutativa e quindi una proposta tecnica per l'ottimizzazione della configurazione delle reti regionali di stazioni meteoclimatiche; iii) mantenere costante il flusso di dati rilevati dalla rete ex-Osmer verso la Protezione civile e completare l'implementazione delle procedure di acquisizione, controllo e verifica dei dati della rete idrometeorologica regionale; da tali obiettivi discendono le azioni attuative, definite dal processo di budget per l'anno 2012 dell'Agenzia, adottato con deliberazione del Direttore Generale n. 77 dd. 30.03.2012, fra cui, per la fattispecie di interesse, rientra la ricognizione delle reti regionali meteoclimatiche: completamento, elaborazione dati raccolti e stesura relazione.

- di quale porzione di territorio sono rappresentative le misure rilevate dai sensori (puntuale, locale o comunale tra 1 e 10 km, l'intera valle, un'area ampia tra 10-30 km)?

Il risultato primario del rapporto consiste dunque nell'attribuzione a ciascun sensore di ogni stazione esaminata di una valutazione di potenziale³ rappresentatività meteorologica delle misure effettuate. Tale valutazione è supportata da una analoga valutazione della conformità del sito e dell'esposizione⁴ dei sensori rispetto ai criteri stabiliti dalla WMO-Organizzazione Meteorologica Mondiale, organo dell'ONU (riportati nella parte II di questo rapporto). Evidentemente, la grande varietà delle situazioni di posizionamento delle stazioni e di esposizione dei sensori comporta inevitabilmente una certa discrezionalità nelle valutazioni; per limitarne gli effetti, pur avendo raccolto informazioni piuttosto dettagliate su ciascuna stazione, si è scelto di raggruppare le valutazioni in alcune grandi categorie o classi, rimandando poi per chi desiderasse maggiori approfondimenti al materiale puntuale, che resta a disposizione.

I risultati delle ricognizioni e delle valutazioni sono esposti nella parte III di questo rapporto, che consiste nella raccolta delle schede tecniche di ogni stazione esaminata. Ogni scheda descrive il posizionamento della stazione e l'esposizione dei suoi sensori, anche tramite quattro fotografie, che meglio di molte parole illustrano la situazione e consentono la valutazione. La scheda riporta poi le valutazioni di conformità del posizionamento del sito e dei sensori e di rappresentatività delle loro misure, ricavate come sopra descritto. Per ragioni tecniche le fotografie inserite nelle schede sono di media qualità grafica; le fotografie di più elevata qualità, e in numero assai maggiore, sono disponibili su disco, per chi ne faccia richiesta.

Infine, le schede contengono anche una serie di proposte tecniche per l'ottimizzazione della configurazione delle reti regionali di stazioni meteorologiche, sotto forma di suggerimenti operativi per l'ottimizzazione sia tecnica che economica, in quanto ogni intervento tecnico suggerito – volto in primis al riavvicinamento, nei limiti del possibile, alle norme WMO e quindi all'incremento della rappresentatività meteorologica – implica anche delle ricadute economiche: si è cercato cioè di suggerire interventi mirati a massimizzare l'utilizzabilità dei dati misurati, e quindi il ritorno dell'investimento effettuato per l'installazione delle stazioni e l'utilità della spesa per la loro manutenzione annuale, ovvero ad eliminare stazioni o sensori che risultano per posizionamento o esposizione inadatti a fornire dati utili e validi, e quindi costituiscono un costo a fronte del quale si ottengono scarsi benefici.

- 3 "potenziale": il termine significa che si prescinde dalle qualità intrinseche del sensore, dalla sua taratura e corretto funzionamento.

- 4 "esposizione": in questo contesto si intende il posizionamento del singolo sensore rispetto all'ambiente circostante, perlopiù in termini di altezza sul terreno, distanza dagli ostacoli naturali o fabbricati, distanza da superfici asfaltate o di cemento, apertura dell'orizzonte, ecc.

Le analisi, le valutazioni e i suggerimenti contenuti in questo rapporto vengono considerati, alla data della sua redazione, adeguatamente significativi; tuttavia ulteriori futuri approfondimenti ed aggiornamenti sono auspicabili, anche in seguito all'evoluzione e allo sviluppo delle reti oggetto di ricognizione, sia in termini qualitativi, che quantitativi.

METODOLOGIA

Le reti analizzate sono attualmente due: quella detta "idrometeorologica", che consta di circa 250 stazioni di misura di grandezze idrometriche e meteorologiche (a tecnologia Cae, vedi sotto una mappa), e quella detta "meteoclimatica", che consta di circa 50 stazioni di misura di osservabili meteorologiche (a tecnologia Siap-Micros, vedi sotto una mappa).

La valutazione si è basata dunque esclusivamente sull'analisi del posizionamento delle stazioni e dell'esposizione dei sensori, che inizia imprescindibilmente con il confronto fra lo stato delle stazioni e il riferimento tecnico in materia, cioè con le norme per la strumentazione meteorologica e per i metodi di osservazione emesse dalla WMO e dall'allora Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

Per poter effettuare adeguatamente tale confronto, è risultato necessario effettuare una ricognizione in campo, tramite numerosi sopralluoghi presso le stazioni delle reti. Tali sopralluoghi si sono svolti perlopiù negli anni 2010, 2011 e 2012; per le stazioni installate in seguito, anche nel 2013.

A seguito del sopralluogo, per ciascuna stazione è stata dunque elaborata una scheda contenente:

- una descrizione del posizionamento della stazione e dell'esposizione dei sensori, tramite le fotografie e le note;
- una valutazione della conformità del sito ove è ubicata la stazione e del posizionamento dei singoli sensori rispetto agli standard WMO, per confronto con le norme tecniche citate, espressa in classi;
- una valutazione della potenziale rappresentatività meteoclimatica – se opportuno anche in senso geografico – delle misure rilevate dai diversi sensori, anch'essa espressa in classi;
- se del caso, alcuni suggerimenti operativi per l'ottimizzazione tecnico-economica, consistenti in molti casi in piccoli accorgimenti tecnici di disposizione di sensori, ritenuti però efficaci per incrementare la rappresentatività delle misure.

Le valutazioni sono ottenute mediante giudizio esperto di tecnici specialisti; va evidenziato che in taluni casi le valutazioni di conformità e, più in generale, quelle di rappresentatività hanno tenuto conto delle condizioni generali del sito e del posizionamento della stazione rispetto al circondario.

In particolare va tenuto presente che, per uniformità di elaborazione, i criteri di valutazione riportati nelle schede sono i medesimi per tutte le stazioni. Tuttavia i criteri per le stazioni costiere o marine, come suggerito dalle norme WMO nella loro combinazione, possono differenziarsi da quelli standard per le stazioni terrestri. Le stazioni costiere o marine, dunque, sono state valutate in base alla loro effettiva rappresentatività rispetto alle condizioni meteo realmente presenti sulla costa o sul mare, a volte a prescindere dai criteri riportati. Analogamente anche le stazioni di vetta, che sono state installate per monitorare le correnti in quota, sono state valutate in base alla loro effettiva rappresentatività rispetto alle condizioni meteo realmente presenti nella (quasi) libera atmosfera, a prescindere dai criteri riportati, che fanno riferimento alle misure presso il suolo.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Al fine di fornire uno sguardo complessivo e sintetico, può risultare utile esaminare la distribuzione delle valutazioni di rappresentatività nelle varie classi per tutto l'insieme delle stazioni considerate di ciascuna rete, tenendo tuttavia ben presente che tale sguardo sintetico e complessivo non può sostituire la valutazione specifica e completa di ogni singola stazione:

<i>rappresentatività meteorologica e idrologica</i>	<i>adeguata</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarsa</i>	
			<i>pianura e monti</i>	<i>costa e mare</i>
pluviometri rete CAE (% , n°) tot. 163	45% (73)	41% (67)	13% (22)	1% (1)
pluviometri rete MICROS (% , n°) tot. 42	74% (31)	12% (5)	2% (1)	12% (5)

<i>rappresentatività meteorologica</i>	<i>ampia (>10 km)</i>	<i>locale (1-10 km)</i>	<i>scarsa o puntuale (0-1 km)</i>
termometri rete CAE (% , n°) tot. 155	8% (12)	42% (66)	50% (77)
termometri r.MICROS (% , n°)tot. 45	69% (31)	27% (12)	4% (2)

<i>rappresentatività meteorologica</i>	<i>ampia (>10 km)</i>	<i>locale (1-10 km)</i>	<i>scarsa o puntuale (0-1 km)</i>
anemometri rete CAE (% , n°) tot. 71	27% (19)	44% (31)	29% (21)
anemometri r.MICROS(% , n°)tot.38	74% (28)	24% (9)	2% (1)

<i>rappresentatività meteorologica</i>	<i>adeguata</i>	<i>scarsa</i>
solarimetri rete CAE (% , n°) tot. 28	82% (23)	18% (5)
solarimetri rete MICROS (% , n°) tot. 37	100% (37)	-

<i>rappresentatività meteo climatica</i>	<i>adeguata</i>	<i>scarsa</i>
nivometri rete CAE (% , n°) tot. 51	94% (48)	6% (3)
nivometri rete MICROS (% , n°) tot. 6	100% (6)	-

Allo stato attuale, risulta dunque possibile effettuare analisi di tipo climatico e sui cambiamenti climatici utilizzando l'8% dei termometri della rete CAE e il 69% di quelli della rete Micros, il 45% dei pluviometri della rete CAE e il 74% di quelli della rete Micros, il 27% degli anemometri della rete CAE e il 74% di quelli della rete Micros.

E' interessante anche osservare che, su 175 stazioni censite ed analizzate della rete CAE:

- solo il 6% (11) risultano essere state installate in siti pienamente conformi agli standard WMO;
- il 54% (94) sono installate in siti parzialmente conformi agli standard WMO;
- il 40% (70) sono installate in siti non conformi agli standard WMO. Di queste 20 (11%) sono installate su ponti stradali, che risultano del tutto inadeguati per le misure meteo climatiche – ivi comprese quelle di precipitazione, che vengono poi utilizzate anche a fini idrologici.

I medesimi valori per la rete MICROS (che consta attualmente di 45 stazioni, dopo la dismissione di Paluzza e M. San Simeone nel 2013 e di Fusine nel 2014; inoltre nel 2013 sono stati dismessi anche il pluviometro e il nivometro della stazione dello Zoncolan) sono:

- 53% (24) installate in siti pienamente conformi agli standard WMO;
- 42% (19) installate in siti parzialmente conformi agli standard WMO;
- 4% (2) installate in siti non conformi agli standard WMO.

Le cause di non conformità o di parziale conformità (che non si escludono mutuamente, per cui i valori percentuali non sommano a 100%) sono:

	rete CAE	rete MICROS
1 - terreno non piano	51% (89)	18% (8)
2 - area inferiore a 10 x 7 m	30% (53)	11% (5)
3 - superficie non erbosa	32% (56)	13% (6)
4 - vicino a forte pendio / in conca	34% (59)	9% (4)
5 - vicino ad albero / edifici / muri / ecc.	76% (133)	36% (16)

Conseguentemente alla valutazione della conformità di ogni singolo sensore agli standard WMO (vedi schede) e alla connessa valutazione di rappresentatività meteo climatica, i suggerimenti operativi che sono stati indicati più frequentemente per migliorare la gestione tecnico-economica delle misure sono i seguenti (che non si escludono mutuamente, per cui i valori percentuali non sommano a 100%):

	rete CAE	rete MICROS
abbassare pluviometro	48% (84)	4% (2)
abbassare termoigrometro	42% (73)	4% (2)
dismettere sensore	21% (37)	7% (3)
inerbire	3% (5)	(-)
spostare stazione	19% (33)	9% (4)

Un'altra proposta di ottimizzazione tecnico-economica può riguardare la dismissione di alcune stazioni situate a meno di 5 km di distanza da altre stazioni di una delle due reti; infatti, sebbene soprattutto la precipitazione sia una grandezza dall'alta variabilità spaziale, per cui dal punto di vista strettamente tecnico non vi sarebbe alcun limite per la densità dei pluviometri, dal punto di vista economico nella maggioranza dei casi situati in zone geograficamente omogenee la differenza rilevata nelle precipitazioni non giustifica il costo del mantenimento di due stazioni così vicine. Tale proposta va tuttavia valutata caso per caso; allo scopo di fornire una prima indicazione si riporta di seguito una tabella con l'elenco delle stazioni "doppie" rilevate e le relative considerazioni, alla luce dei risultati della ricognizione.

stazione CAE	stazione MICROS distante meno di 5 km	considerazioni
ALESSO	BORDANO	dismettere la stazione Micros, previa riduzione a conformità WMO di sito e modalità di misura Cae
AZZIDA	SAN PIETRO AL NATISONE	dismettere la stazione CAE
BARCIS	BARCIS	dismettere la stazione CAE e adeguare il sito della stazione Micros
BASALDELLA DI VIVARO	VIVARO	dismettere la stazione CAE
CAVE DEL PREDIL	CAVE DEL PREDIL	dismettere la stazione CAE
CERNEGLONS	PRADAMANO	dismettere la stazione CAE
CIVIDALE	CIVIDALE	dismettere la stazione CAE
CLEULIS	PALUZZA	dismettere la stazione CAE
CORITIS	CORITIS	spostare la stazione CAE (con riduzione a norma WMO) nel sito ove attualmente è posta la stazione Micros, da dismettere
FAGAGNA	FAGAGNA	dismettere la stazione CAE
FARRA D'ISONZO	GRADISCA D'IS.	dismettere la stazione CAE
FORNI DI SOPRA	FORNI DI SOPRA	dismettere la stazione CAE
GEMONA	GEMONA	dismettere la stazione CAE
LATISANA	GORGO	dismettere la stazione CAE e adeguare la stazione Micros
LIGNANO	LIGNANO	dismettere la stazione CAE e adeguare il sito della stazione Micros
MONFALCONE	MONFALCONE	dismettere la stazione Micros, previa riduzione a conformità WMO delle modalità di misura Cae

MUGGIA	MUGGIA	valutare se mantenere la stazione Cae con ristrutturazione per implementare l'anemometro e adeguare il termometro, o viceversa
MUSI	MUSI	dismettere la stazione CAE
PAVIA DI UDINE	LAUZACCO	dismettere la stazione CAE
PIANCAVALLO	PIANCAVALLO	dismettere la stazione CAE
POCENIA	PALAZZOLO D.S.	dismettere la stazione CAE
PONTEBBA	PONTEBBA	valutare se mantenere la stazione Cae con ristrutturazione per implementare l'anemometro e adeguare il termometro, o viceversa
PORDENONE	PORDENONE	dismettere la stazione CAE e adeguare il sito della stazione Micros
RIVOLTO	CODROIPO	dismettere la stazione CAE
S. ANDRAT	TALMASSONS	dismettere la stazione CAE
TRIESTE NAUTICO	TRIESTE NAUTICO	stesso sito; mantenere una sola (previa verifica conformità WMO delle modalità di misura)

Si segnala che, rispetto alla situazione riportata nell'edizione del 18 dicembre 2012 di questo rapporto, nel 2013 sono stati effettuati due interventi previsti nell'elenco di proposte allora avanzato: dalla rete Micros sono infatti stati dismessi la stazione del monte San Simeone e il pluviometro e il nivometro della stazione del monte Zoncolan.

Inoltre, nel 2013 e 2014 sono state installate due nuove stazioni a tecnologia Cae a Paluzza e a Fusine valico, il che – in coerenza con i criteri sopra esposti - ha comportato la dismissione delle corrispondenti stazioni a tecnologia Micros di Paluzza e Fusine.

Altre considerazioni potranno poi portare ad utilizzare nelle successive elaborazioni – seppur con varie limitazioni e cautele, da valutarsi da meteorologi esperti – anche i dati rilevati da alcuni sensori la cui valutazione non è stata positiva, ma che tuttavia risultano strategici alla luce della scarsità o assenza di rilevazioni nei dintorni e/o della valenza storica della serie di misurazioni già disponibili (ad esempio i pluviometri posti sulle dighe della val Tramonti). Anche ciò è – parzialmente – previsto dalle norme WMO.

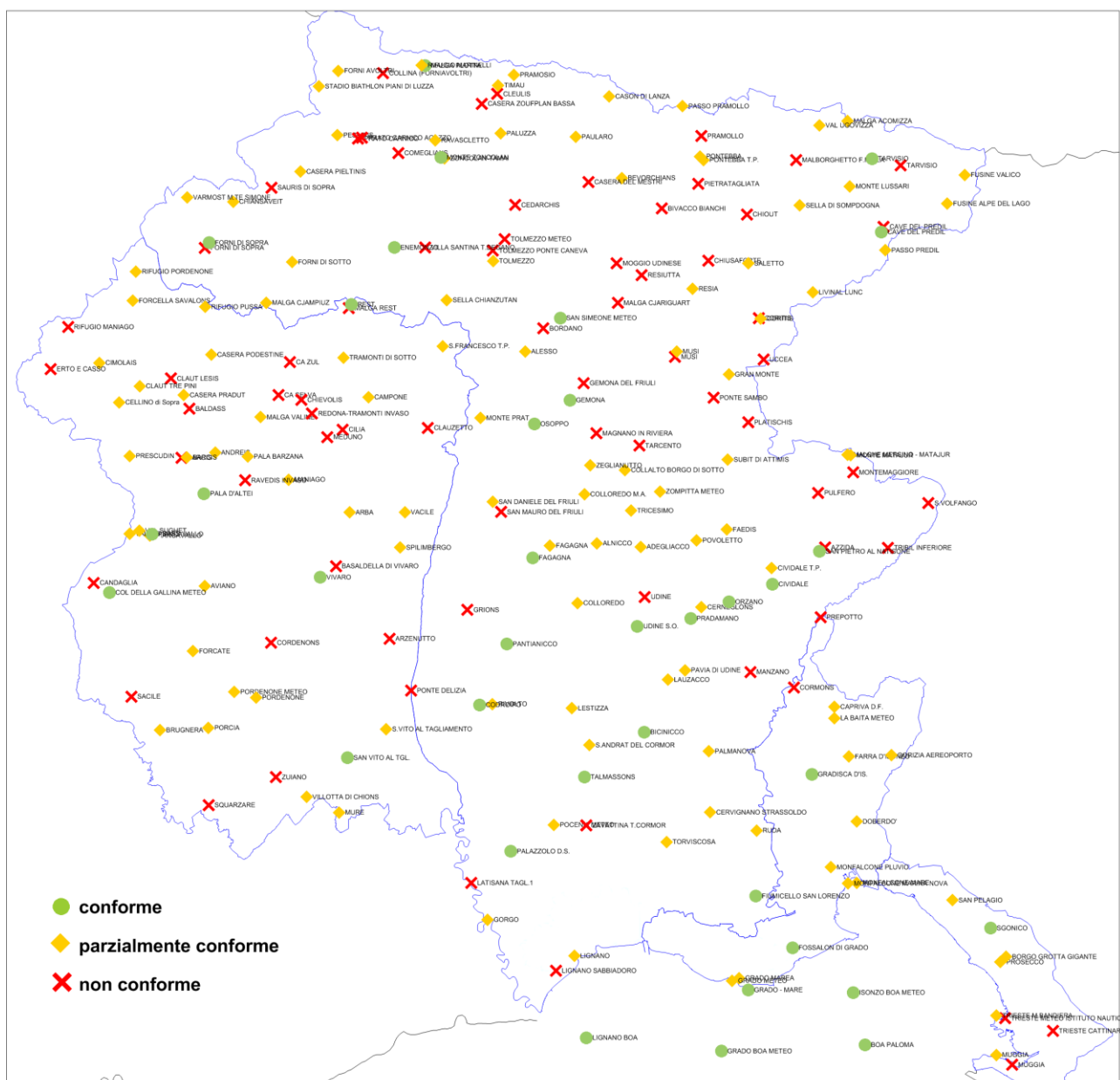
Tuttavia, ulteriori analisi statistiche e confronti incrociati sui dati rilevati in periodi sufficientemente lunghi potranno confermare o meno l'accettabilità del posizionamento di alcuni sensori e quindi delle loro misure.

Di seguito vengono riportate le mappe che rappresentano la distribuzione geografica sul territorio della regione FVG di alcuni dei parametri sopra illustrati.



Mappa delle 175 stazioni con sensori meteorologici della rete Cae e delle 45 stazioni della rete Micros.

conformità del sito di installazione (rif. standard WMO)

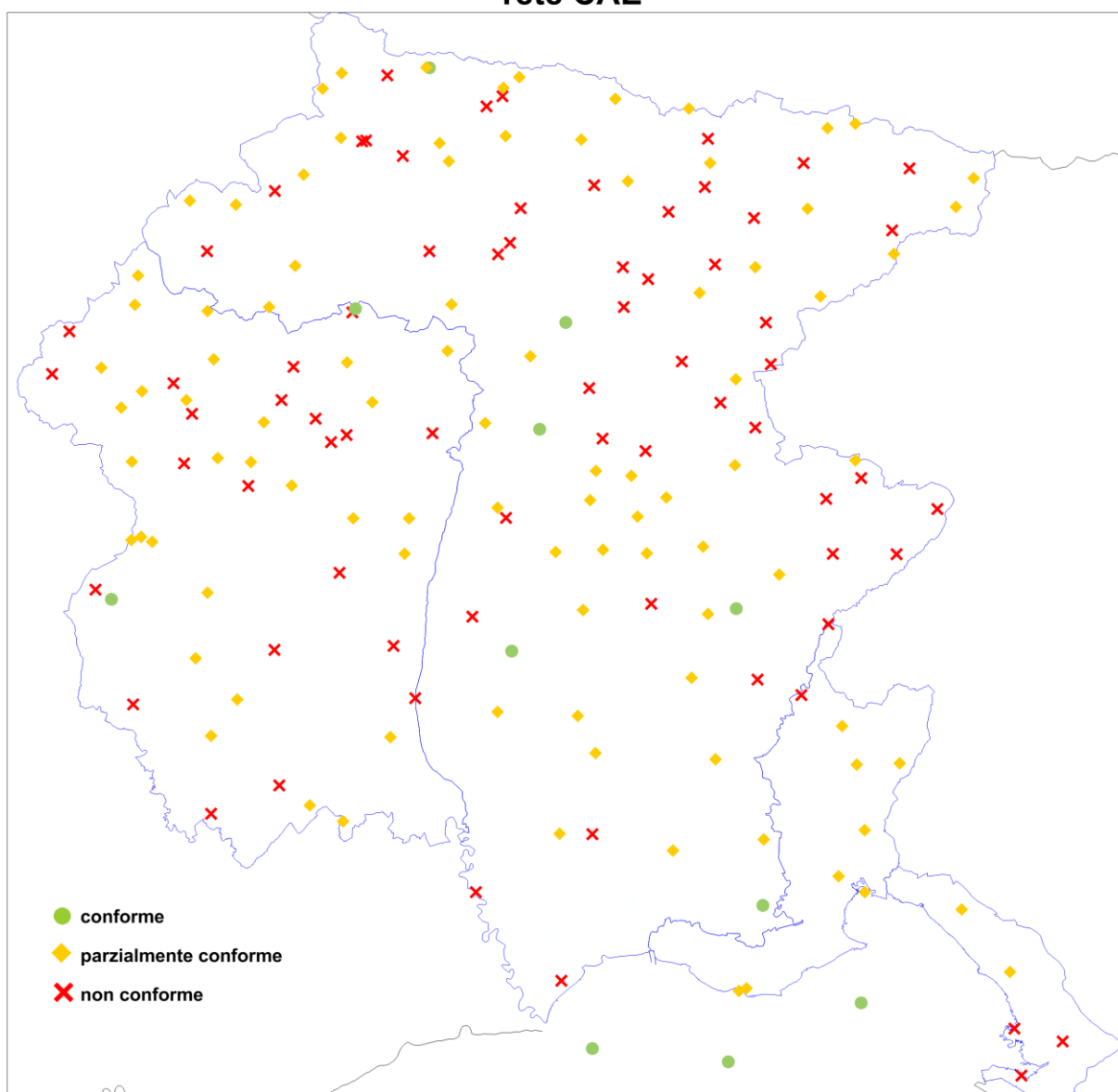


Stazioni con posizionamento conforme agli standard WMO: 16% (35)

Stazioni con posizionamento parzialmente conforme agli standard WMO: 51% (113)

Stazioni con posizionamento non conforme agli standard WMO: 33% (72)

conformità del sito di installazione (rif. standard WMO) rete CAE

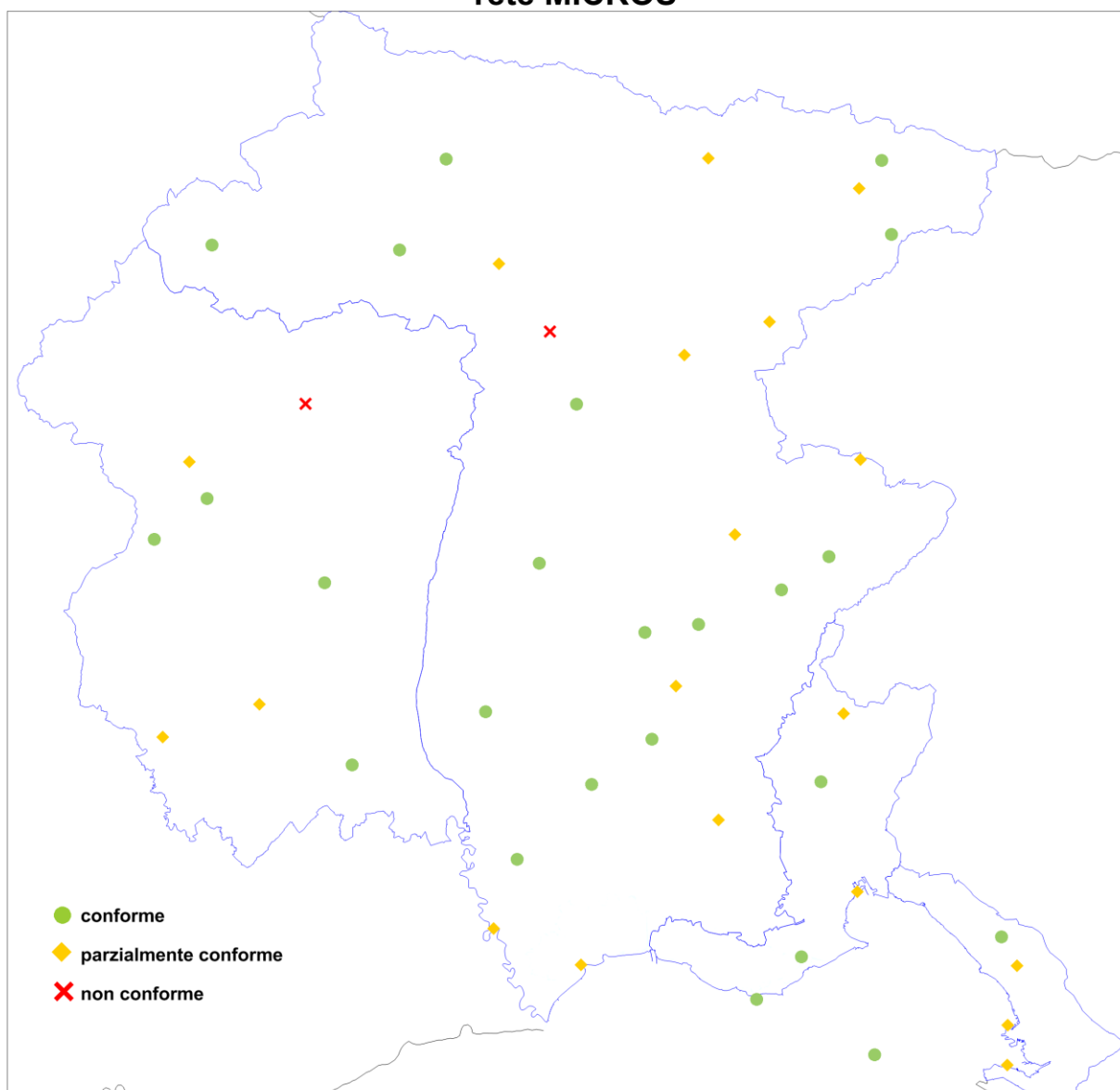


Stazioni con posizionamento conforme agli standard WMO: 6% (11)

Stazioni con posizionamento parzialmente conforme agli standard WMO: 54% (94)

Stazioni con posizionamento non conforme agli standard WMO: 40% (70)

conformità del sito di installazione (rif. standard WMO) rete MICROS

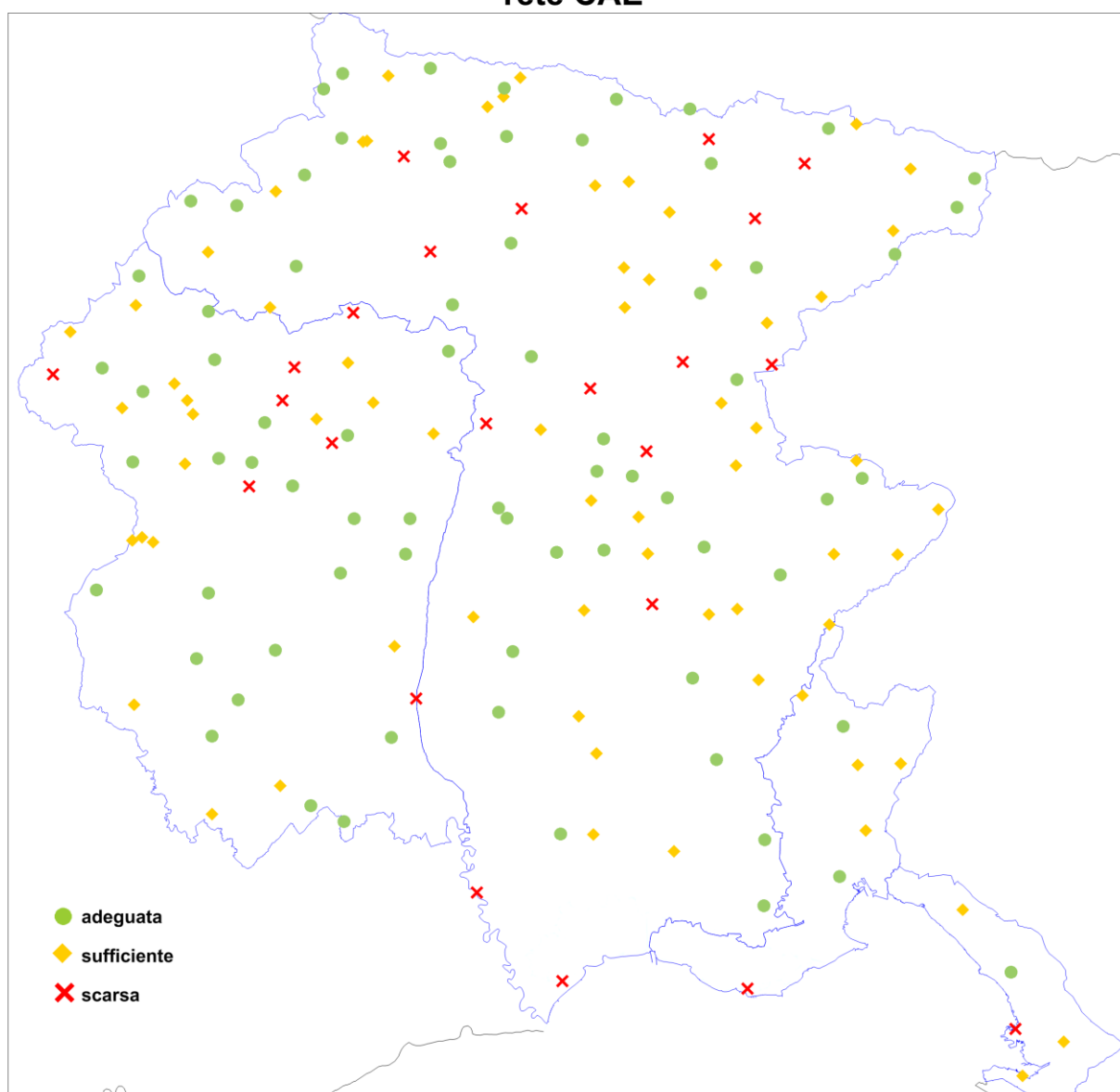


Stazioni con posizionamento conforme agli standard WMO: 53% (24)

Stazioni con posizionamento parzialmente conforme agli standard WMO: 42% (19)

Stazioni con posizionamento non conforme agli standard WMO: 4% (2)

pluviometri: rappresentatività meteorologica ed idrologica rete CAE

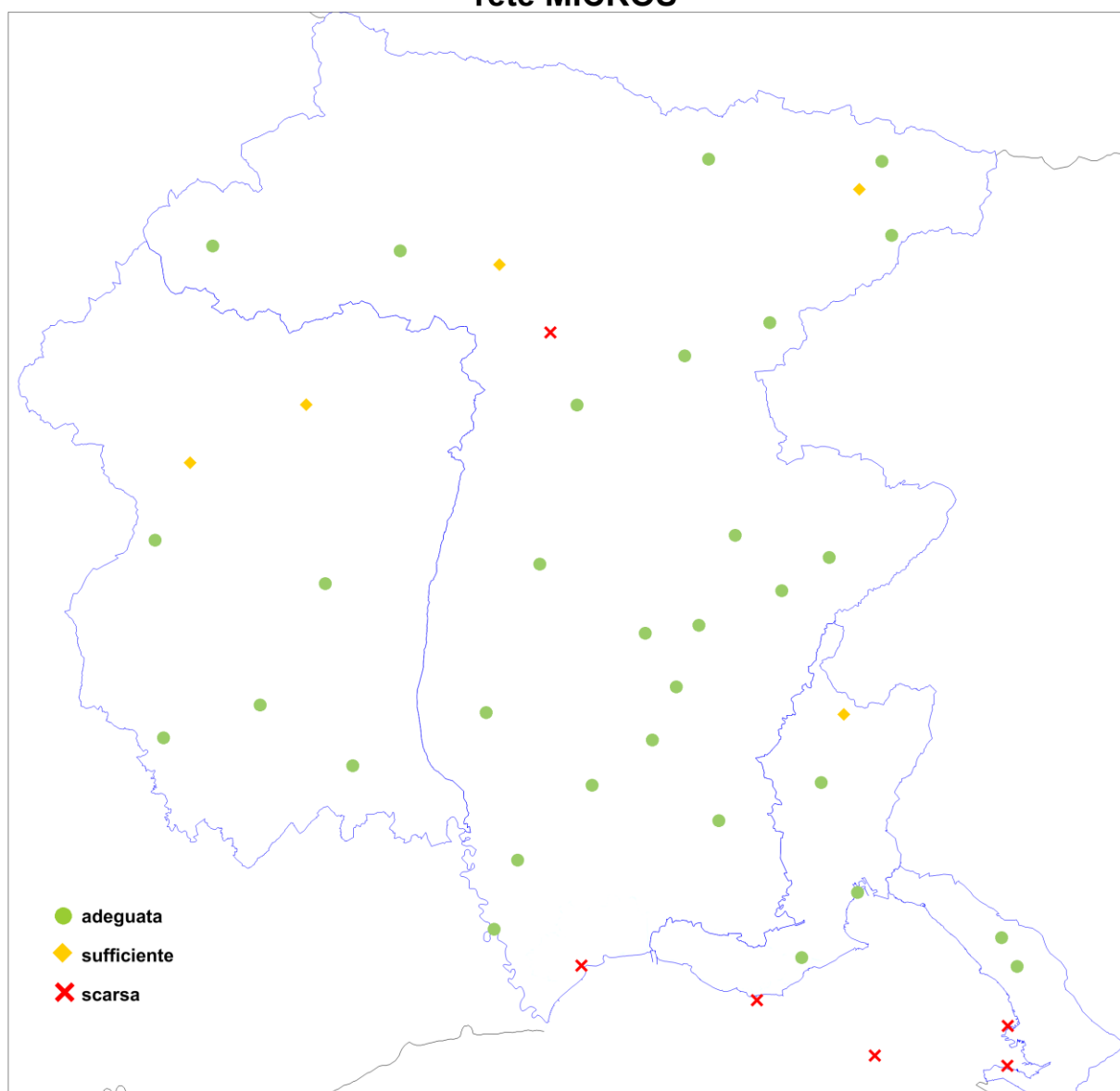


Pluviometri con rappresentatività adeguata: 45% (73)

Pluviometri con rappresentatività sufficiente: 41% (67)

Pluviometri con rappresentatività scarsa: 14% (23)

pluviometri: rappresentatività meteorologica ed idrologica rete MICROS

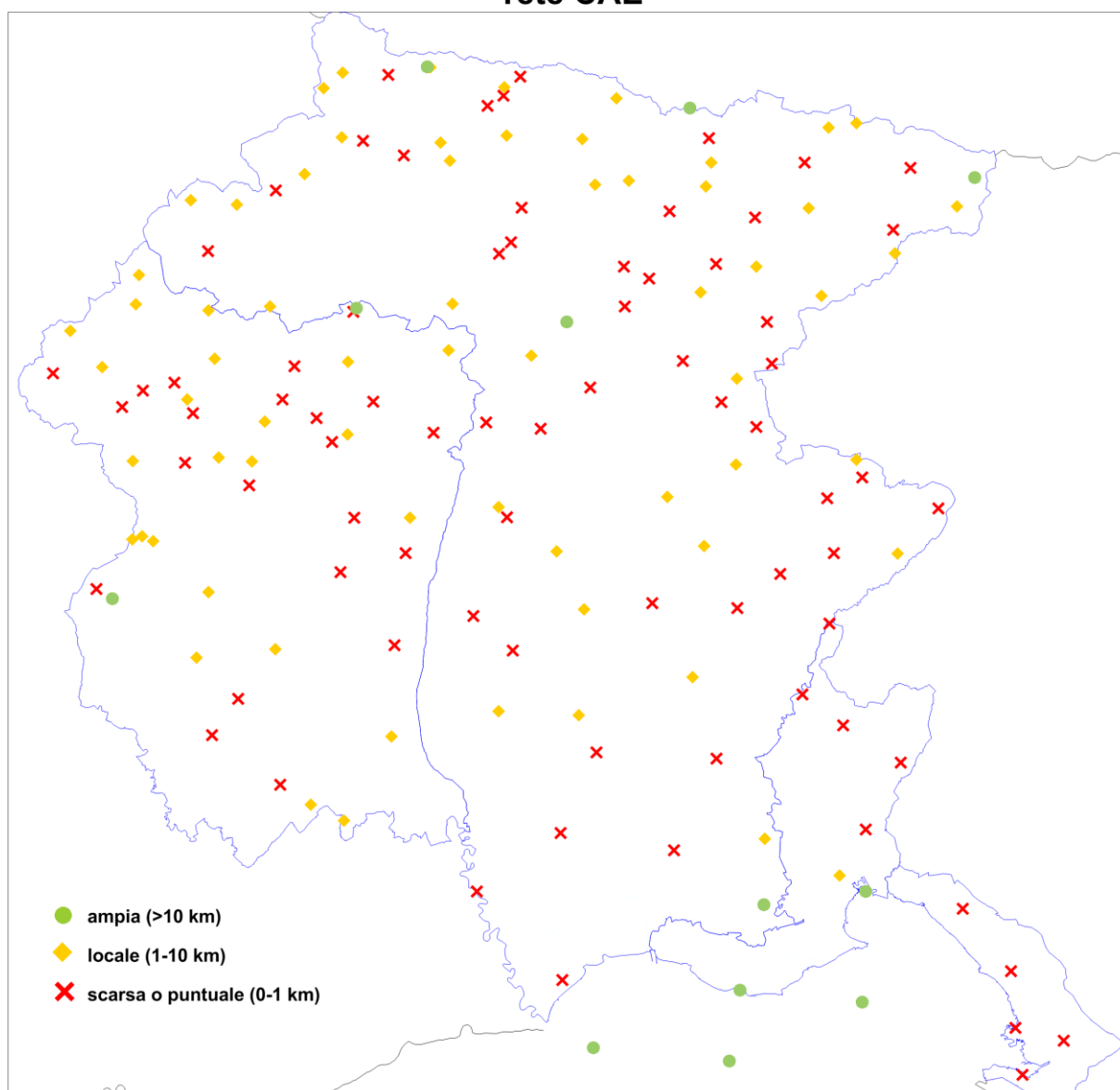


Pluviometri con rappresentatività adeguata: 74% (31)

Pluviometri con rappresentatività sufficiente: 12% (5)

Pluviometri con rappresentatività scarsa: 14% (6)

termometri: rappresentatività meteorologica rete CAE

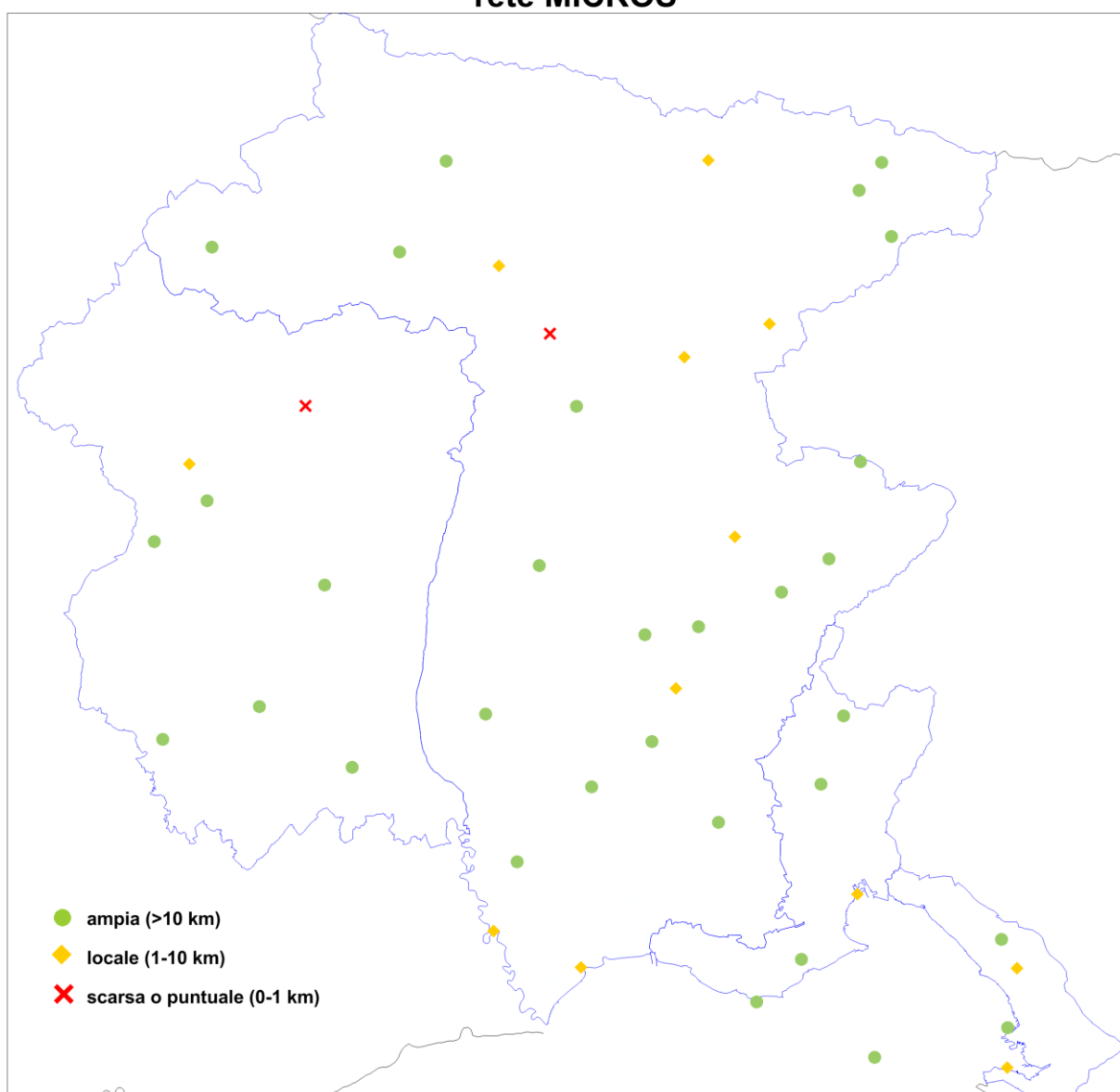


Termometri con rappresentatività ampia (>10 km): 8% (12)

Termometri con rappresentatività locale (1-10 km): 42% (66)

Termometri con rappresentatività scarsa o puntuale (<1 km): 50% (77)

termometri: rappresentatività meteorologica rete MICROS

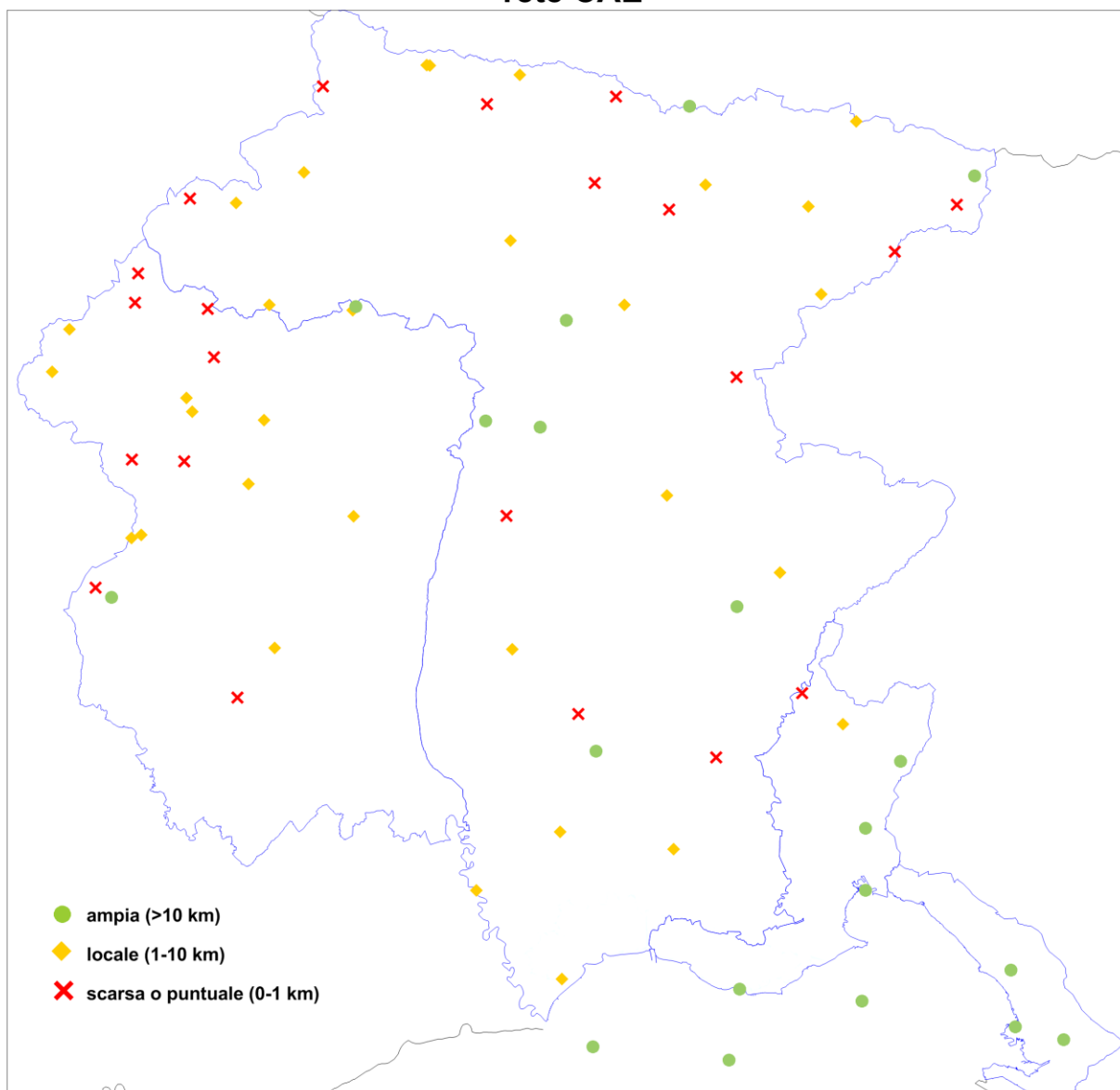


Termometri con rappresentatività ampia (>10 km): 69% (31)

Termometri con rappresentatività locale (1-10 km): 27% (12)

Termometri con rappresentatività scarsa o puntuale (<1 km): 4% (2)

anemometri: rappresentatività meteorologica rete CAE

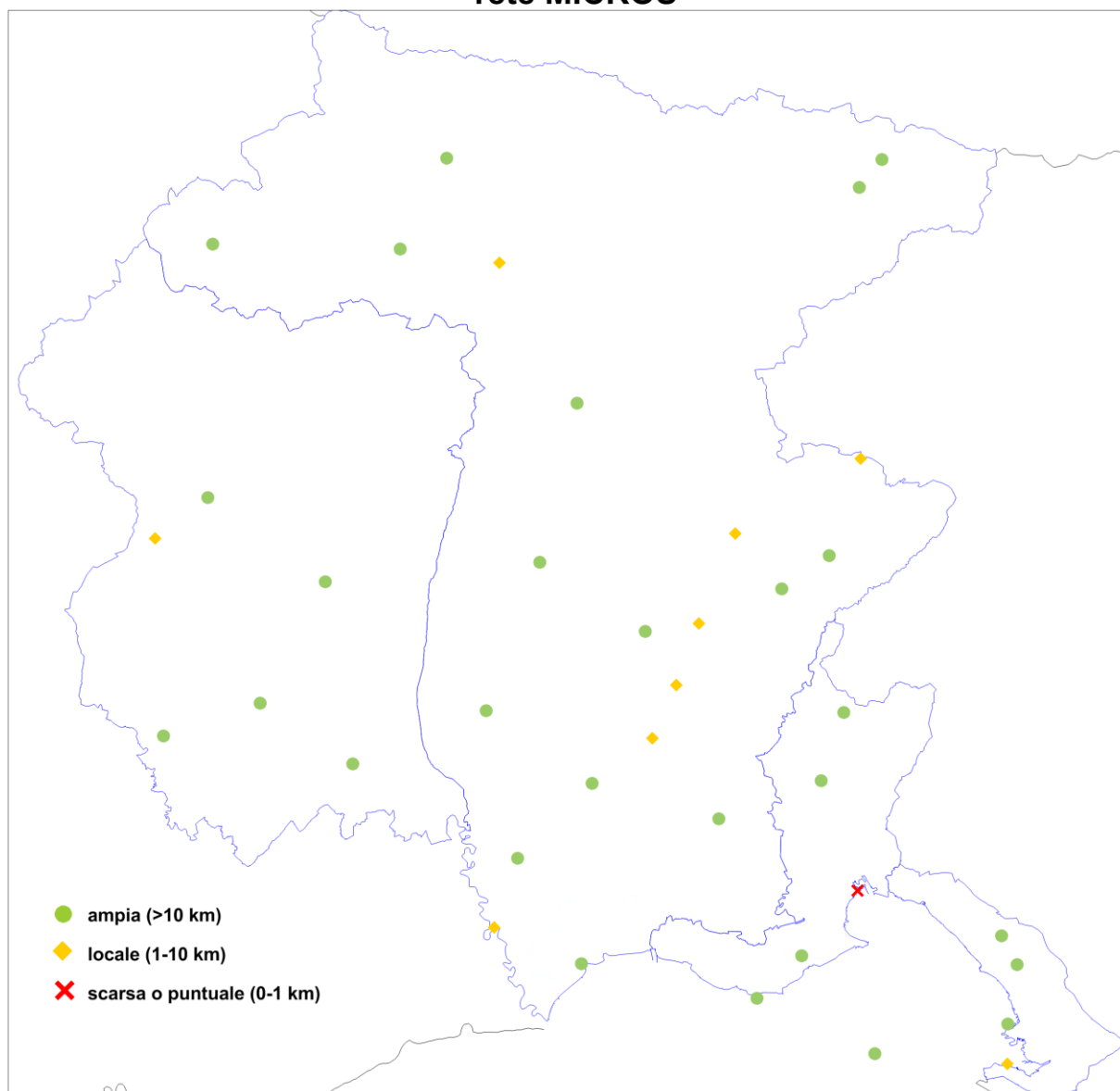


Anemometri con rappresentatività ampia (>10 km): 27% (19)

Anemometri con rappresentatività locale (1-10 km): 44% (31)

Anemometri con rappresentatività scarsa o puntuale (<1 km): 29% (21)

anemometri: rappresentatività meteorologica rete MICROS

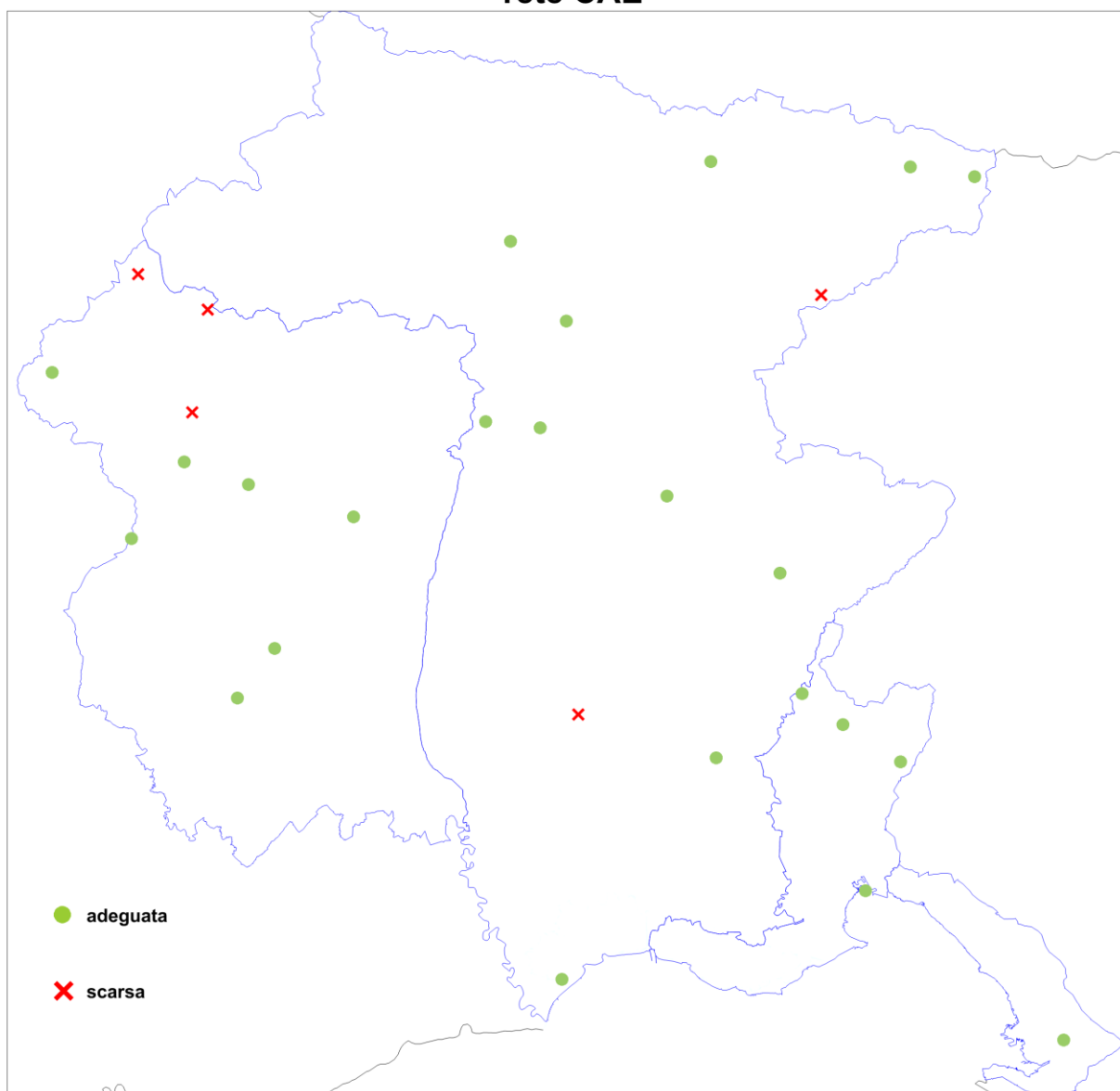


Anemometri con rappresentatività ampia (>10 km): 74% (28)

Anemometri con rappresentatività locale (1-10 km): 24% (9)

Anemometri con rappresentatività scarsa o puntuale (<1 km): 2% (1)

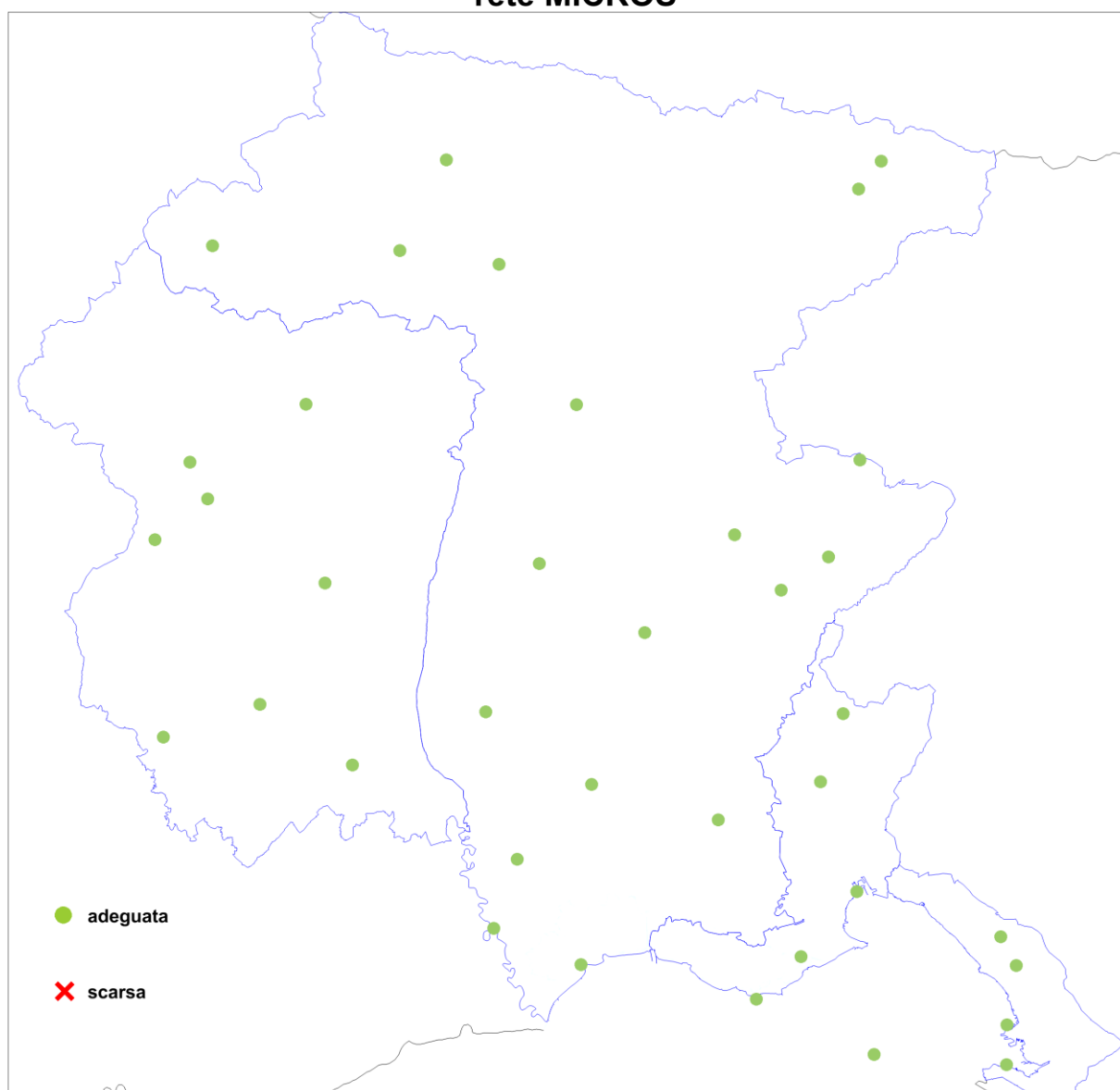
solarimetri: rappresentatività meteorologica rete CAE



Solarimetri con rappresentatività adeguata: 82% (23)

Solarimetri con rappresentatività scarsa: 18% (5)

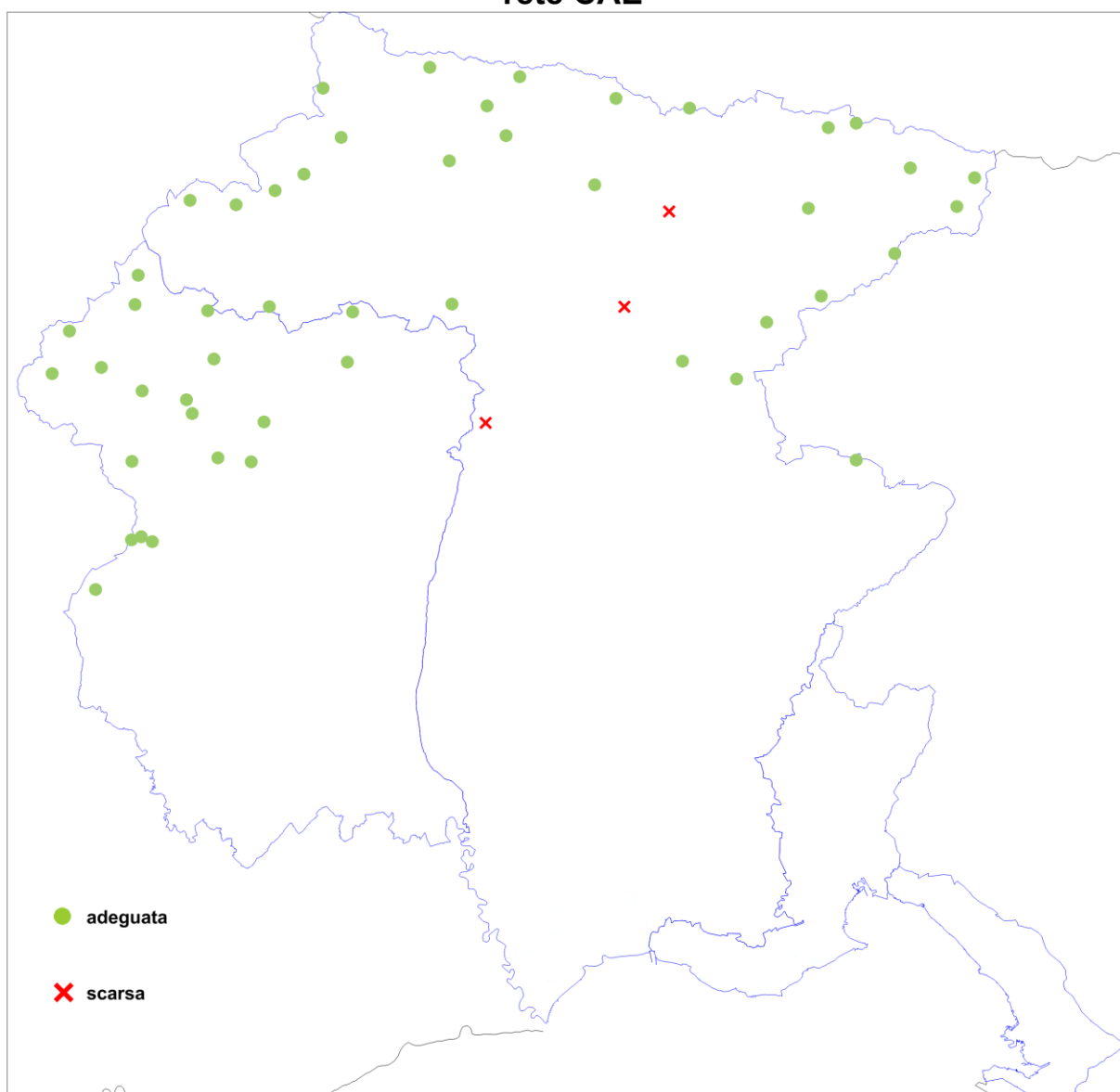
solarimetri: rappresentatività meteorologica rete MICROS



Solarimetri con rappresentatività adeguata: 100% (37)

Solarimetri con rappresentatività scarsa: 0% (-)

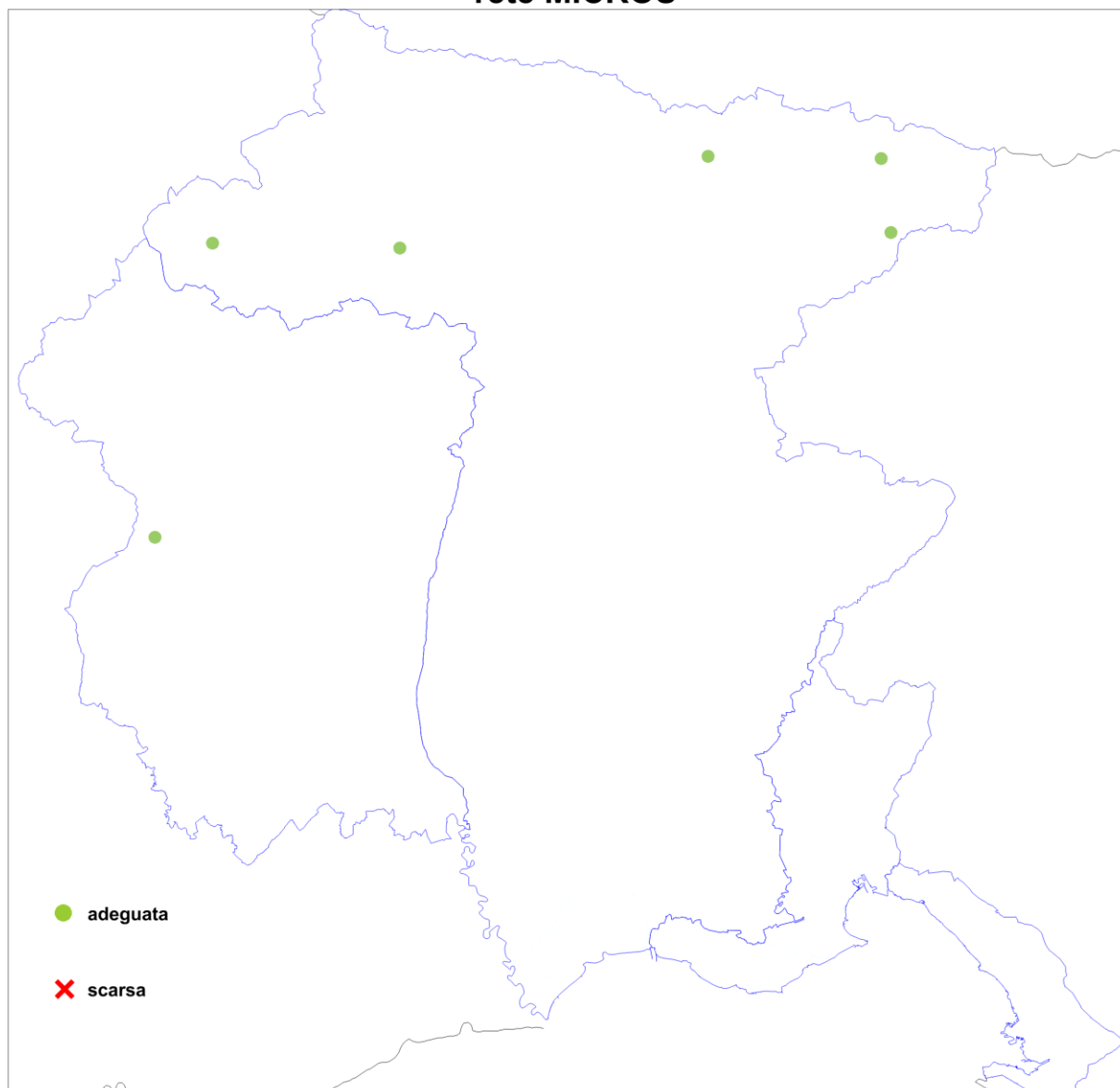
nivometri: rappresentatività meteorologica rete CAE



Nivometri con rappresentatività adeguata: 94% (48)

Nivometri con rappresentatività scarsa: 6% (3)

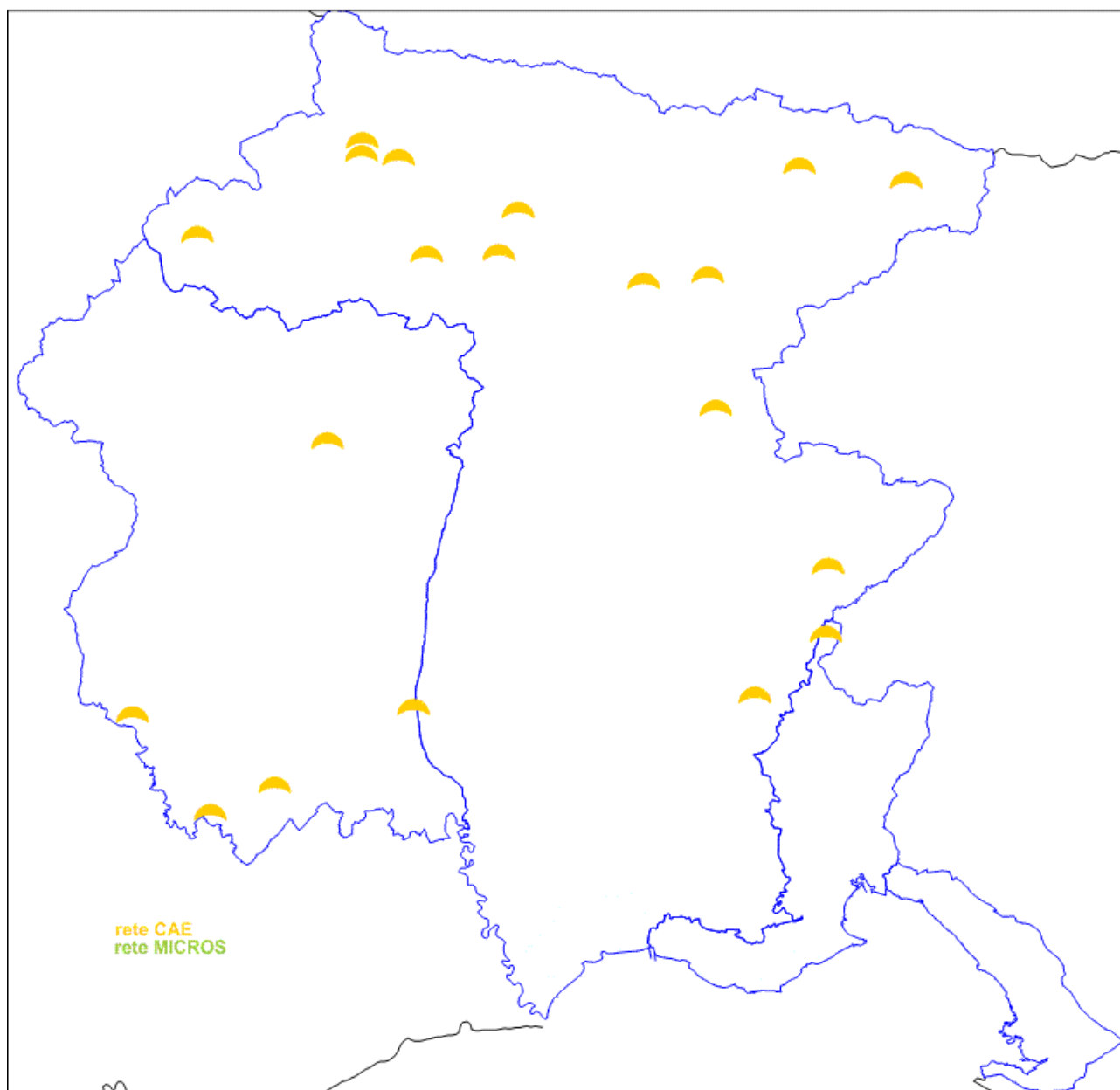
nivometri: rappresentatività meteorologica rete MICROS



Nivometri con rappresentatività adeguata: 100% (6)

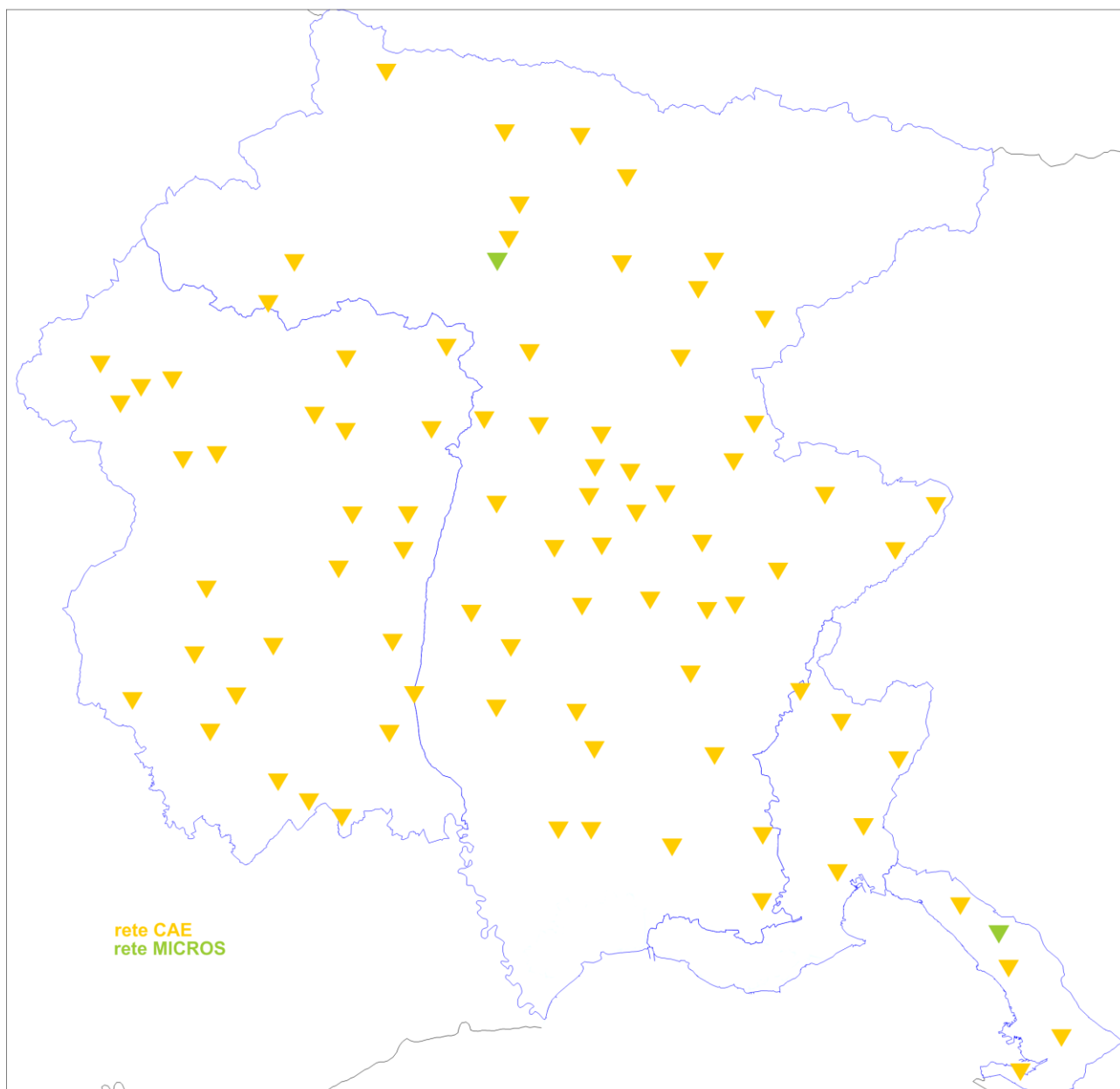
Nivometri con rappresentatività scarsa: 0% (-)

osservazione: ponte



Rete CAE – stazioni su ponte: 11% (20)

Rete MICROS – stazioni su ponte: 0% (-)

suggerimento operativo: abbassare pluviometro

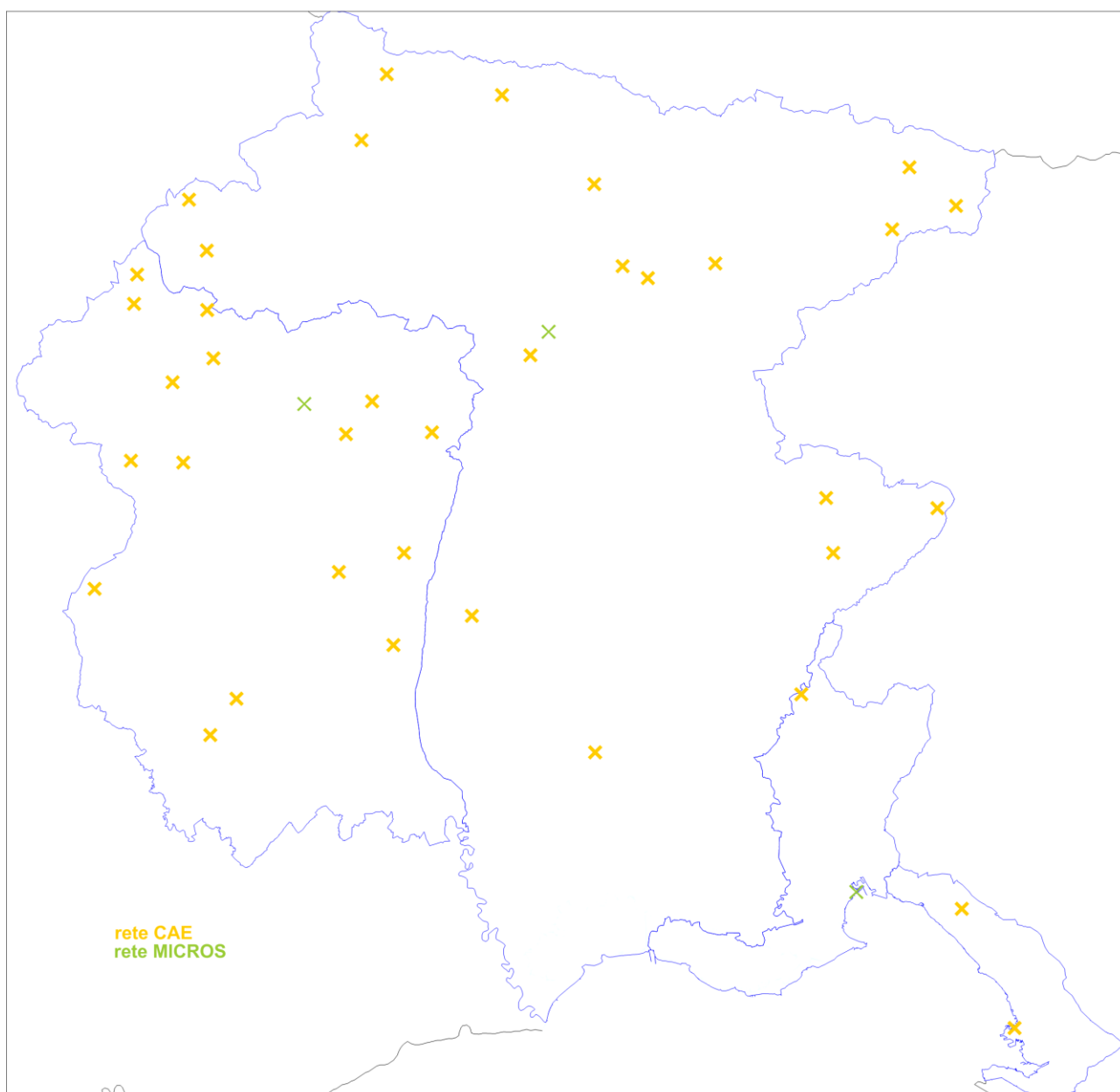
Rete CAE – suggerimento “abbassare pluviometro”: 48% (84)

Rete MICROS – suggerimento “abbassare pluviometro”: 4% (2)

suggerimento operativo: abbassare termoigrometro

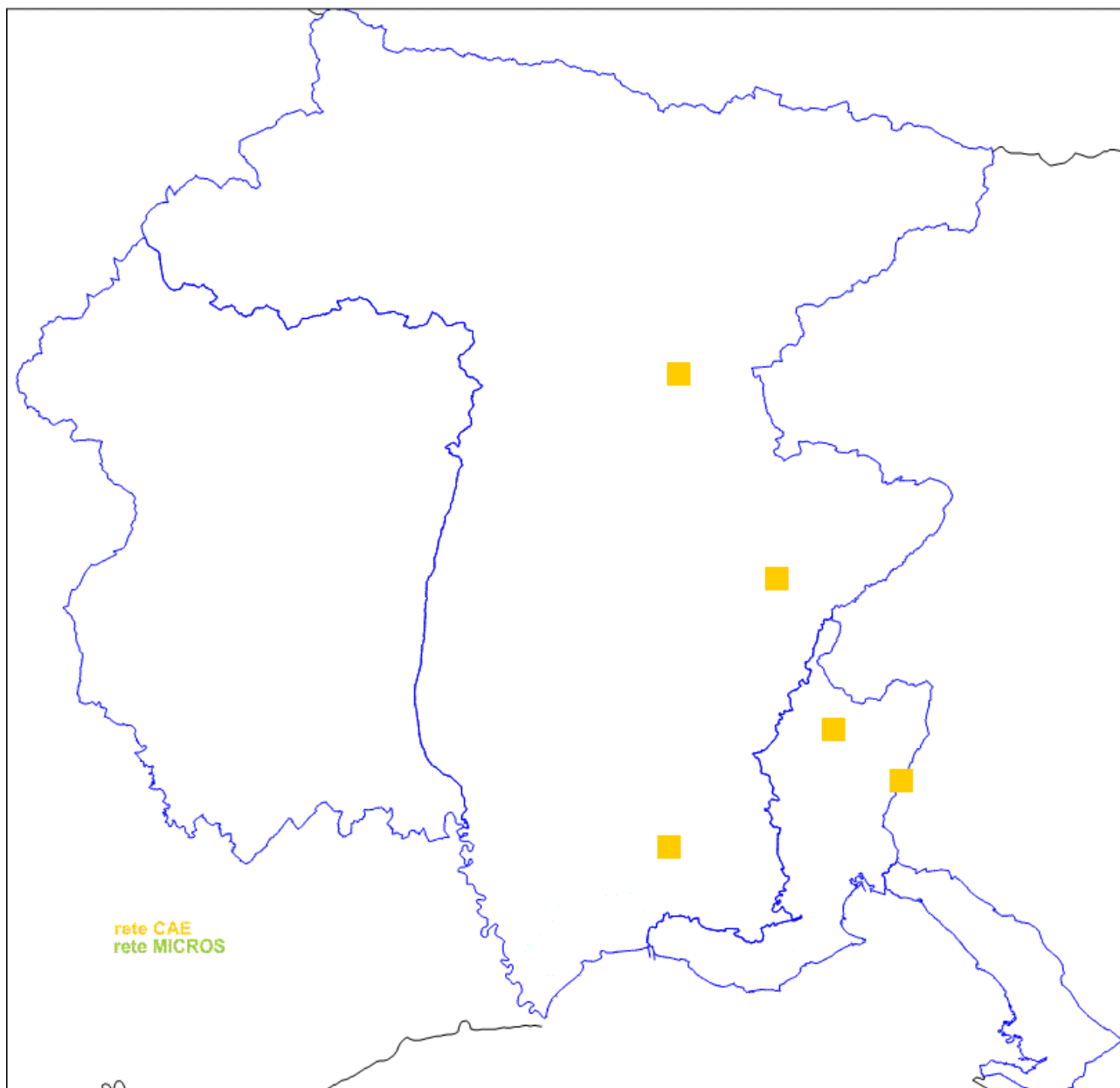
Rete CAE – suggerimento “abbassare termoigrometro”: 42% (73)

Rete MICROS – suggerimento “abbassare termoigrometro”: 4% (2)

suggerimento operativo: dismettere sensore

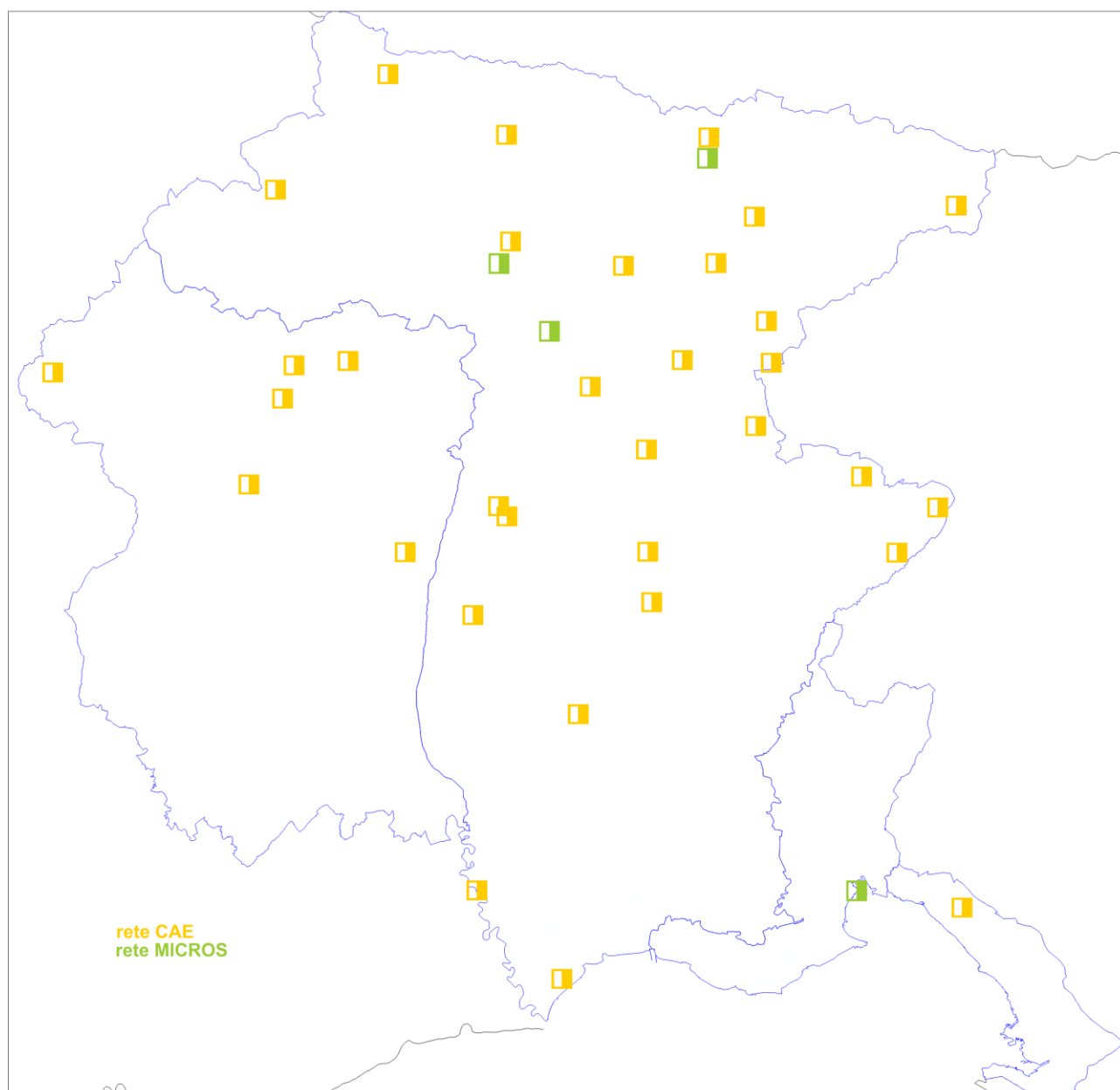
Rete CAE – suggerimento “dismettere sensore”: 21% (37)

Rete MICROS – suggerimento “dismettere sensore”: 7% (3)

suggerimento operativo: inerbire

Rete CAE – suggerimento “inerbire”: 3% (5)

Rete MICROS – suggerimento “inerbire”: 0% (-)

suggerimento operativo: spostare stazione

Rete CAE – suggerimento “spostare stazione”: 19% (33)

Rete MICROS – suggerimento “spostare stazione”: 9% (4)

PARTE II

ALCUNE NORME TECNICHE PER IL POSIZIONAMENTO E LA GESTIONE DI STAZIONI E SENSORI METEOROLOGICI

WMO

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

(WMO - World Meteorological Organization is a specialized agency of the United Nations)

WMO GUIDE TO METEOROLOGICAL INSTRUMENTS AND METHODS OF OBSERVATION - No. 8 (Seventh edition) (6 August 2008)

Si riportano nel seguito gli estratti più significativi della guida WMO, con riferimento alle condizioni e situazioni tipiche regionali e alle attività meteorologiche e climatiche dell'Osmer. Il testo originale è in lingua inglese; la traduzione italiana non fa fede.

Part I – MEASUREMENTS OF METEOROLOGICAL VARIABLES

Ch. I – General remarks

1.1 Meteorological observations

1.1.1 General

Meteorological (and related environmental and geophysical) observations are made for a variety of reasons. They are used for the real-time preparation of weather analyses, forecasts and severe weather warnings, for the study of climate, for local weather dependent operations (for example, local aerodrome flying operations, construction work on land and at sea), for hydrology and agricultural meteorology, and for research in meteorology and climatology. The purpose of the *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation* is to support these activities by giving advice on good practices for meteorological measurements and observations.

1.1.2 Representativeness

The representativeness of an observation is the degree to which it accurately describes the value of the variable needed for a specific purpose. Therefore, it is not a fixed quality of any observation, but results from joint appraisal of instrumentation, measurement interval and

Parte I – MISURE DI VARIABILI METEOROLOGICHE

Cap. I – Aspetti generali

1.1 Osservazioni meteorologiche

1.1.1 Aspetti generali

Le osservazioni meteorologiche (e quelle ambientali e geofisiche) sono fatte per una varietà di ragioni. Esse sono utilizzate per la preparazione in tempo reale di analisi meteo, previsioni e allerte di maltempo, per lo studio del clima, per le operazioni locali che dipendono dal tempo (ad esempio locali attività di volo degli aeroporti, lavori di costruzione a terra e in mare), per l'idrologia e l'agrometeorologia, per la ricerca in meteorologia e climatologia.

Lo scopo della Guida agli Strumenti Meteorologici e Metodi di Osservazione è quello di sostenere queste attività fornendo delle raccomandazioni sulle buone pratiche per le misure e le osservazioni meteorologiche.

1.1.2 Rappresentatività

La rappresentatività di una osservazione è il grado con cui essa descrive con precisione il valore di una variabile necessaria per uno scopo specifico. Pertanto, non è una qualità fissa di qualsiasi osservazione, ma il risultato della valutazione congiunta di

exposure against the requirements of some particular application. For instance, synoptic observations should typically be representative of an area up to 100 km around the station, but for small-scale or local applications the considered area may have dimensions of 10 km or less.

In particular, applications have their own preferred timescales and space scales for averaging, station density and resolution of phenomena – small for agricultural meteorology, large for global long range forecasting. Forecasting scales are closely related to the timescales of the phenomena; thus, shorter-range weather forecasts require more frequent observations from a denser network over a limited area in order to detect any small-scale phenomena and their quick development. Using various sources (WMO, 2003a; 2001; Orlanski, 1975), horizontal meteorological scales may be classified as follows, with a factor two uncertainty:

- (a) Microscale (less than 100 m) for agricultural meteorology, for example, evaporation;
- (b) Toposcale or local scale (100–3 km), for example, air pollution, tornadoes;
- (c) Mesoscale (3–100 km), for example, thunderstorms, sea and mountain breezes;
- (d) Large scale (100–3 000 km), for example, fronts, various cyclones, cloud clusters;
- (e) Planetary scale (larger than 3 000 km), for example, long upper tropospheric waves.

Section 1.6 discusses the required and achievable uncertainties of instrument systems. The stated achievable uncertainties can be obtained with good instrument systems that are properly operated, but are not always obtained in practice. Good observing practices require skill, training, equipment and support, which are not always available in sufficient degree. The measurement intervals required vary by application: minutes for aviation, hours for agriculture, and days for climate description. Data storage arrangements are a compromise between available capacity and user needs.

Good exposure, which is representative on scales from a few metres to 100 km, is difficult to achieve (see section 1.3). Errors of unrepresentative exposure may be much larger than those expected from the instrument system in isolation.

A station in a hilly or coastal location is likely to be unrepresentative on the large scale or mesoscale. However, good homogeneity of observations in time may enable users to employ data even from unrepresentative stations for climate studies.

1.3.1 Automatic weather stations

Most of the elements required for synoptic, climatological or aeronautical purposes can be measured by automatic instrumentation (Part II, Chapter 1).

As the capabilities of automatic systems increase, the ratio of purely automatic weather stations to

strumentazione, intervallo di misura ed esposizione in base ai requisiti di alcune particolari applicazioni. Ad esempio, le osservazioni sinottiche dovrebbero, in genere, essere rappresentative di una superficie fino a 100 km attorno alla stazione, ma per

applicazioni su scala piccola o locale l'area considerata può avere dimensioni di 10 km o meno.

In particolare, ogni applicazione ha una sua propria preferita scala temporale e scala spaziale per calcolare la media, per calcolare la densità delle stazioni e la risoluzione dei fenomeni – scala piccola per l'agrometeorologia,

grande per le previsioni globali a lungo termine. Le scale di previsione sono strettamente

correlate ai tempi dei fenomeni, quindi, previsioni del tempo a corto raggio richiedono osservazioni più frequenti da una rete più fitta su una zona limitata, al fine di rilevare eventuali fenomeni alla piccola scala

e il loro rapido sviluppo. Utilizzando varie fonti (WMO, 2003a, 2001; Orlanski, 1975), le scale meteorologiche orizzontali possono essere classificate come segue, con un fattore due di incertezza:

- (a) Microscala (meno di 100 m) per l'agrometeorologia, ad esempio, l'evaporazione;
- (b) Toposcala o scala locale (100-3 km) per, ad esempio, inquinamento atmosferico, tornado;
- (c) Mesoscala (3-100 km) per, ad esempio, temporali, brezze di mare e di montagna;
- (d) Larga scala (100-3 000 km) per, ad esempio, fronti, cicloni, i cluster di nuvole;
- (e) Scala planetaria (diametro superiore a 3 000 km) per, ad esempio, onde lunghe dell'alta troposfera.

Nella sezione 1.6 si discute delle incertezze necessarie e realizzabili dei sistemi di misura. Le incertezze raggiungibili dichiarate possono essere ottenute con buone sistemi di strumenti che vengono gestiti correttamente, ma non sono sempre ottenute in pratica. Pratiche di buona osservazione richiedono abilità, addestramento, attrezzature e sostegno, che non sono sempre disponibili in quantità sufficiente. Gli intervalli di misura richiesti variano a secondo dell'applicazione: minuti per l'aviazione, ore per l'agricoltura, e giorni per la descrizione del clima. Le modalità di raccolta dei dati sono un compromesso tra capacità disponibile e le necessità degli utenti.

Una buona esposizione, che sia rappresentativa delle scale da pochi metri a 100 km, è difficile da raggiungere (vedi sezione 1.3). Errori di una esposizione poco rappresentativa possono essere molto maggiori di quello che ci si aspetta per sistemi strumentali isolati. Una stazione in una posizione collinare o costiera è probabile che sia non rappresentativa della larga scala o mesoscala. Tuttavia, una buona omogeneità delle osservazioni nella scala temporale può consentire agli utenti di utilizzare dati anche dalle stazioni poco rappresentative per studi sul clima.

1.3.1 Stazioni meteorologiche automatiche

La maggior parte degli elementi necessari per scopi sinottici, climatologici o aeronautici può essere misurata dalla strumentazione automatica (Parte II, capitolo 1).

Consequentemente all'aumento delle capacità dei sistemi automatici, aumenta costantemente il rapporto

observer-staffed weather stations (with or without automatic instrumentation) increases steadily. The guidance in the following paragraphs regarding siting and exposure, changes of instrumentation, and inspection and maintenance apply equally to automatic weather stations and staffed weather stations.

1.3.3 Siting and exposure

1.3.3.1 Site selection

Meteorological observing stations are designed so that representative measurements (or observations) can be taken according to the type of station involved. Thus, a station in the synoptic network should make observations to meet synoptic-scale requirements, whereas an aviation meteorological observing station should make observations that describe the conditions specific to the local (aerodrome) site. Where stations are used for several purposes, for example, aviation, synoptic and climatological purposes, the most stringent requirement will dictate the precise location of an observing site and its associated sensors. A detailed study on siting and exposure is published in WMO (1993a).

As an example, the following considerations apply to the selection of site and instrument exposure requirements for a typical synoptic or climatological station in a regional or national network:

(a) Outdoor instruments should be installed on a level piece of ground, preferably no smaller than 25 m x 25 m where there are many installations, but in cases where there are relatively few installations (as in Figure 1.1) the area may be considerably smaller, for example, 10 m x 7 m (the enclosure). The ground should be covered with short grass or a surface representative of the locality, and surrounded by open fencing or palings to exclude unauthorized persons. Within the enclosure, a bare patch of ground of about 2 m x 2 m is reserved for observations of the state of the ground and of soil temperature at depths of equal to or less than 20 cm (Part I, Chapter 2) (soil temperatures at depths greater than 20 cm can be measured outside this bare patch of ground). An example of the layout of such a station is given in Figure 1.1 (taken from WMO, 1989);

(b) There should be no steeply sloping ground in the vicinity, and the site should not be in a hollow. If these conditions are not met, the observations may show peculiarities of entirely local significance;

(c) The site should be well away from trees, buildings, walls or other obstructions. The distance of any such obstacle (including fencing) from the rain gauge should not be less than twice the height of the object above the rim of the gauge, and preferably four times the height;

(d) The sunshine recorder, rain gauge and anemometer must be exposed according to their requirements, preferably on the same site as the other instruments;

tra il numero di stazioni meteorologiche puramente automatiche e il numero di stazioni meteorologiche dotate di personale (con o senza strumentazione automatica). Le linee guida nei paragrafi seguenti riguardanti l'ubicazione e l'esposizione, i cambiamenti di strumentazione, l'ispezione e la manutenzione, sono ugualmente validi sia per le stazioni meteorologiche automatiche che per le stazioni meteorologiche dotate di personale.

1.3.3 Sito ed esposizione

1.3.3.1 Scelta del sito

Le stazioni di osservazione meteorologiche sono progettate in modo che possono essere prese delle misurazioni (o osservazioni) rappresentative in base al tipo di stazione presa in causa. Così, una stazione della rete sinottica dovrebbe fare osservazioni per rispondere ai requisiti della scala sinottica, mentre una stazione di osservazioni meteorologiche per l'aviazione dovrebbe fare

osservazioni che descrivono le condizioni specifiche del sito locale (aeroporto). Dove le stazioni sono utilizzate per diversi scopi, ad esempio, l'aviazione, scopi sinottici e climatologici, il requisito più stringente detterà la posizione precisa di un sito di osservazione e dei sensori associati. Uno studio dettagliato sulla ubicazione e sull'esposizione è pubblicato in WMO (1993a).

Come esempio, le seguenti considerazioni si applicano alla selezione del sito e dell'esposizione degli strumenti che si richiede per una tipica stazione sinottica o climatologica in una rete regionale o nazionale:

(a) Dove ci siano molte installazioni, gli strumenti all'aperto devono essere installati sul un pezzo di terra livellato, preferibilmente non inferiore a 25 m x 25 m, ma nel caso in cui esistono relativamente pochi impianti (come in Figura 1.1) l'area può essere notevolmente inferiore, ad esempio 10 m x 7 m (area chiusa). Il terreno dovrebbe essere coperto con erba bassa o della superficie rappresentativa della località, e circondato da recinzioni aperte o palizzate che possano escludere le persone non autorizzate. All'interno del recinto, una radura di terreno scoperto di circa 2 m x 2 m è riservato per le osservazioni dello stato del terreno e della temperatura del suolo a profondità di centimetri pari o inferiore a 20 cm (Parte I, Capitolo 2) (la temperatura del suolo a profondità superiore a 20 cm può essere misurata al di fuori di questo appezzamento di terra spoglio). Un esempio del layout di una tale stazione è dato in Figura 1.1 (tratto da WMO, 1989);

(b) Non ci dovrebbe essere terreno in pendenza ripida nelle vicinanze, e il sito non dovrebbe essere in una cavità. Se queste condizioni non sono soddisfatte, le osservazioni possono mostrare peculiarità di significato del tutto locale;

(c) Il sito deve essere ben lontano da alberi, edifici, muri o altri ostacoli. La distanza di qualsiasi ostacolo (compresa la recinzione) dal pluviometro non dovrebbe essere inferiore al doppio dell'altezza dell'oggetto sopra del bordo del misuratore, e preferibilmente quattro volte l'altezza;

(d) Il solarimetro, il pluviometro e l'anemometro devono essere esposti a seconda delle loro esigenze, preferibilmente sullo stesso sito degli altri strumenti;

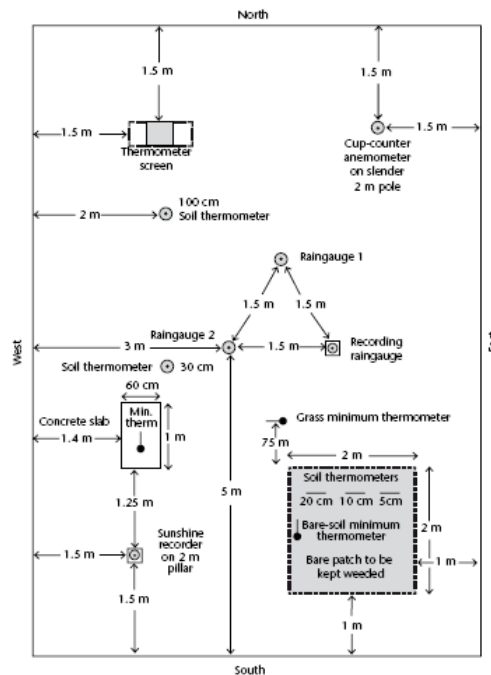


Figura 1.1 Layout di una stazione di misura nell'emisfero nord che mostra le distanze minime tra le installazioni

(e) It should be noted that the enclosure may not be the best place from which to estimate the wind speed and direction; another observing point, more exposed to the wind, may be desirable;

(f) Very open sites which are satisfactory for most instruments are unsuitable for raingauges. For such sites, the rainfall catch is reduced in conditions other than light winds and some degree of shelter is needed;

(g) If in the instrument enclosure surroundings, maybe at some distance, objects like trees or buildings obstruct the horizon significantly, alternative viewpoints should be selected for observations of sunshine or radiation;

(h) The position used for observing cloud and visibility should be as open as possible and command the widest possible view of the sky and the surrounding country;

(i) At coastal stations, it is desirable that the station command a view of the open sea. However, the station should not be too near the edge of a cliff because the wind eddies created by the cliff will affect the wind and precipitation measurements;

(j) Night observations of cloud and visibility are best made from a site unaffected by extraneous lighting.

It is obvious that some of the above considerations are somewhat contradictory and require compromise solutions. Detailed information appropriate to specific instruments and measurements is given in the succeeding chapters.

1.3.3.2 Coordinates of the station

The position of a station referred to in the World

(e) Occorre notare che l'area recintata può non essere il posto migliore per misurare la velocità e la direzione del vento, un altro punto di osservazione, più esposto al vento, può essere desiderabile;

(f) Siti molto aperti che sono soddisfacenti per maggior parte degli strumenti non sono adatti per pluviometri. Per tali siti, la cattura della pioggia è ridotta in condizioni diverse da vento debole e un certo grado di riparo è necessario;

(g) Se nelle vicinanze dell'area recintata per gli strumenti, foss'anche ad una certa distanza, oggetti come alberi o edifici occludono in modo significativo l'orizzonte, dovrebbero essere selezionati punti di vista alternativi per le misure di soleggiamento o di radiazione solare;

(h) La posizione utilizzato per l'osservazione delle nuvole e della visibilità dovrebbe essere il più aperto possibile e permettere la visione più ampia possibile di cielo e di campagna circostante;

(i) Alle stazioni costiere, è auspicabile che la stazione permetta la vista sul mare aperto. Tuttavia, la stazione non dovrebbe essere troppo vicino al bordo di una scogliera perché i vortici di vento creati dalla scogliera influenzeranno le misurazioni di vento e di precipitazioni;

(j) Le osservazioni notturne di nuvole e visibilità sono fatte meglio da un sito non influenzato dalla illuminazione esterna. È ovvio che alcune delle considerazioni che precedono sono un po' contraddittorie e necessitano di soluzioni di compromesso. Informazioni dettagliate appropriate agli strumenti specifici e alle loro misure è dato nei capitoli successivi.

1.3.3.2 Coordinate della stazione

La posizione di una stazione rispetto al World

Geodetic System 1984 (WGS-84) Earth Geodetic Model 1996 (EGM96) must be accurately known and recorded. The coordinates of a station are:

- (a) The latitude in degrees with a resolution of 1 in 1 000;
- (b) The longitude in degrees with a resolution of 1 in 1 000;
- (c) The height of the station above mean sea level, namely, the elevation of the station, to the nearest metre.

These coordinates refer to the plot on which the observations are taken and may not be the same as those of the town, village or airfield after which the station is named.

The elevation of the station is defined as the height above mean sea level of the ground on which the rain gauge stands or, if there is no rain gauge, the ground beneath the thermometer screen. If there is neither rain gauge nor screen, it is the average level of terrain in the vicinity of the station. If the station reports pressure, the elevation to which the station pressure relates must be separately specified.

...

1.3.4 Changes of instrumentation and homogeneity

The characteristics of an observing site will generally change over time, for example, through the growth of trees or erection of buildings on adjacent plots. Sites should be chosen to minimize these effects, if possible. Documentation of the geography of the site and its exposure should be kept and regularly updated as a component of the metadata (see Annex 1.C and WMO, 2003b). It is especially important to minimize the effects of changes of instrument and/or changes in the siting of specific instruments. Although the static characteristics of new instruments might be well understood, when they are deployed operationally they can introduce apparent changes in site climatology. In order to guard against this eventuality, observations from new instruments should be compared over an extended interval (at least one year; see the *Guide to Climatological Practices* (WMO, 1983) before the old measurement system is taken out of service. The same applies when there has been a change of site. Where this procedure is impractical at all sites, it is essential to carry out comparisons at selected representative sites to attempt to deduce changes in measurement data which might be a result of changing technology or enforced site changes.

1.3.5.2 Maintenance

Observing sites and instruments should be maintained regularly so that the quality of observations does not deteriorate significantly between station inspections. Routine (preventive) maintenance schedules include regular "housekeeping" at observing sites (for example, grass cutting and cleaning of exposed instrument surfaces) and manufacturers' recommended checks on automatic instruments. Routine quality control checks carried out at the station or at a central point should be designed to

Geodetic System 1984 (WGS-84) Earth Geodetic Model 1996 (EGM96), deve essere accuratamente conosciuta e registrata. Le coordinate di una stazione sono:

- (a) La latitudine in gradi con una risoluzione di 1 in 1 000;
- (b) La longitudine in gradi con una risoluzione di 1 in 1 000;
- (c) L'altezza della stazione sopra del livello medio del mare, cioè, l'elevazione della stazione, approssimata al metro.

Queste coordinate si riferiscono al terreno su cui sono prese le osservazioni e può non essere la stessa di quella del villaggio, città o aeroporto con cui la stazione è chiamata.

L'elevazione della stazione è definita come l'altezza s.l.m. del terreno su cui poggia il pluviometro o, se non c'è il pluviometro il terreno sotto lo schermo del termometro. Se non vi è né pluviometro né schermo del termometro, è il livello medio del terreno in prossimità della stazione. Se la stazione misura la pressione, deve essere indicata separatamente la elevazione a cui si riferisce la pressione della stazione.

...

1.3.4 Cambiamenti di strumentazione e omogeneità

Le caratteristiche di un sito di osservazione generalmente cambieranno nel tempo, per esempio, attraverso la crescita di alberi o costruzione di edifici su parcelle adiacenti. I siti dovrebbero essere scelti per ridurre al minimo questi effetti, se possibile. Documentazione della geografia del luogo e la sua esposizione deve essere conservata e regolarmente aggiornata come un componente dei metadati (vedi allegato 1.C e WMO, 2003b). È particolarmente importante minimizzare gli effetti dei cambiamenti di strumento e/o modifiche all'ubicazione degli strumenti specifici. Anche se le caratteristiche statiche dei nuovi strumenti fossero ben comprese, quando essi sono installati operativamente possono introdurre cambiamenti apparenti nella climatologia del sito. Per difendersi da questa eventualità, le osservazioni da nuovi strumenti devono essere confrontati con un intervallo esteso (almeno un anno; consultare la Guida a condizioni climatiche Practices (WMO, 1983) prima che il vecchio sistema di misura venga messo fuori servizio. Lo stesso vale quando vi è stato un cambiamento di sito. Dove questa procedura sia impraticabile per tutti i siti, è essenziale effettuare confronti in siti rappresentativi selezionati per tentare di dedurre le variazioni nella misurazione dei dati che potrebbero essere il risultato di cambiamento tecnologia o del cambiamento forzato di un sito.

1.3.5.2 Manutenzione

I siti di osservazione e gli strumenti devono essere mantenuti regolarmente in modo che la qualità delle osservazioni non si deteriori in modo significativo tra un controllo e l'altro della stazione. I programmi di manutenzione di routine (preventiva) devono includere la regolare "pulizia" del sito di osservazione (per esempio il taglio dell'erba e la pulizia delle superfici esposte degli strumenti) e i controlli raccomandati dai produttori sugli strumenti automatici. Gli esami di routine del controllo di qualità svolti presso la stazione

detect equipment faults at the earliest possible stage. Depending on the nature of the fault and the type of station, the equipment should be replaced or repaired according to agreed priorities and timescales.

As part of the metadata, it is especially important that a log be kept of instrument faults, exposure changes, and remedial action taken where data are used for climatological purposes. Further information on station inspection and management can be found in WMO (1989).

Ch. II – Temperature measurements

2.1.3.4 Recording the circumstances in which measurements are taken

Temperature is one of the meteorological quantities whose measurements are particularly sensitive to exposure. For climate studies in particular, temperature measurements are affected by the state of the surroundings, by vegetation, by the presence of buildings and other objects, by ground cover, by the condition of, and changes in, the design of the radiation shield or screen, and by other changes in equipment. It is important that records should be kept not only of the temperature data, but also of the circumstances in which the measurements are taken. Such information is known as metadata (data about data).

2.1.4.1 Thermometer exposure and siting

Radiation from the sun, clouds, the ground and other surrounding objects passes through the air without appreciably changing its temperature, but a thermometer exposed freely in the open can absorb considerable radiation. As a consequence, its temperature may differ from the true air temperature, with the difference depending on the radiation intensity and on the ratio of absorbed radiation to dissipated heat. For some thermometer elements, such as the very fine wire used in an open-wire resistance thermometer, the difference may be very small or even negligible. However, with the more usual operational thermometers the temperature difference may reach 25 K under extremely unfavourable conditions. Therefore, in order to ensure that the thermometer is at true air temperature it is necessary to protect the thermometer from radiation by a screen or shield that also serves to support the thermometer. This screen also shelters it from precipitation while allowing the free circulation of air around it, and prevents accidental damage. Precipitation on the sensor will, depending on the local air-flow, depress the sensor temperature, causing it to behave as a wet-bulb thermometer. Maintaining free circulation may, however, be difficult to achieve under conditions of rime ice accretion. Practices for reducing observational errors under such conditions will vary and may involve the use of special designs of screens or

o presso il punto centrale di raccolta dei dati dovrebbe essere progettato per rilevare i guasti alle apparecchiature al più presto possibile. A seconda della natura del guasto e del tipo di stazione, l'apparecchiatura deve essere sostituita o riparata secondo le priorità e tempistiche concordate. Come parte dei metadati, è particolarmente importante che sia tenuto un registro delle anomalie dello strumento, dei cambiamenti di esposizione, e delle misure correttive adottate nel caso in cui i dati vengano utilizzati per scopi climatologici. Ulteriori informazioni sui controlli e sulla gestione della stazione può essere trovato in WMO (1989).

Cap. II – Misura della temperatura

2.1.3.4 Registrare le circostanze in cui le misurazioni vengono effettuate

La temperatura è uno delle grandezze meteorologiche le cui misure sono particolarmente sensibili alla esposizione. Per gli studi sul clima, in particolare, le misure di temperatura sono influenzate dallo stato dell'ambiente circostante, dalla vegetazione, dalla presenza di edifici e altri oggetti, dalla copertura del suolo, da la condizione, e dalle variazioni, del progetto dello schermo o dello scudo di protezione dalla radiazione, e da altre variazioni delle apparecchiature. È importante sapere che devono essere conservati non solo i dati di temperatura, ma anche i documenti delle circostanze in cui vengono fatte le misure. Tali informazioni sono noti come metadati (dati sui dati).

2.1.4.1 Esposizione e localizzazione del termometro

La radiazione dal sole, nuvole, terra e dagli altri oggetti circostanti passa attraverso l'aria senza modificare sensibilmente la sua temperatura, ma un termometro liberamente esposto all'aperto può assorbire una radiazione considerevole. Di conseguenza, la sua temperatura può differire dalla temperatura vera dell'aria, con una differenza che dipende dall'intensità della radiazione e dal rapporto tra radiazione assorbita e calore dissipato. Per alcuni elementi termometrici, come il filo molto sottile utilizzato in un termometro a resistenza open-wire, la differenza può essere molto bassa o addirittura trascurabile. Tuttavia, con i termometri operativi più usuali la differenza di temperatura può raggiungere i 25 gradi in condizioni estremamente sfavorevoli. Pertanto, al fine di garantire che il termometro dia la vera temperatura dell'aria è necessario proteggere il termometro dalla radiazione per mezzo di uno schermo o scudo che serve anche a sostenere il termometro. Questa schermo lo protegge dalla precipitazione pur consentendo la libera circolazione dell'aria intorno, e lo previene da danni accidentali. La precipitazione sul sensore, provocato dal flusso d'aria locale, abbasserà la temperatura del sensore, causando un comportamento da termometro di bulbo umido. Il mantenimento della libera circolazione può, tuttavia, essere difficile da ottenere in condizioni di accrescimento di ghiaccio da brina. Procedure per la

temperature-measuring instruments, including artificial ventilation. Nevertheless, in the case of artificial ventilation, care should be taken to avoid unpredictable influences caused by wet deposition in combination with evaporation during precipitation, drizzle, fog, and the like. An overview of concepts of temperature measurement applicable for operational practices is given by Sparks (1970). In order to achieve representative results when comparing thermometer readings at different places and at different times, a standardized exposure of the screen and, hence, of the thermometer itself is also indispensable. For general meteorological work, the observed air temperature should be representative of the free air conditions surrounding the station over as large an area as possible, at a height of between 1.2 and 2.0 m above ground level. The height above ground level is specified because large vertical temperature gradients may exist in the lowest layers of the atmosphere. The best site for the measurements is, therefore, over level ground, freely exposed to sunshine and wind and not shielded by, or close to, trees, buildings and other obstructions. Sites on steep slopes or in hollows are subject to exceptional conditions and should be avoided. In towns and cities, local peculiarities are expected to be more marked than in rural districts. Temperature observations on the top of buildings are of doubtful significance and use because of the variable vertical temperature gradient and the effect of the building itself on the temperature distribution.

riduzione di errori di osservazione in queste condizioni possono variare e comportano l'uso di particolari disegni di schermi o di strumenti di misura della temperatura che includono la ventilazione artificiale. Tuttavia, nel caso di ventilazione artificiale, occorre prestare attenzione per evitare influenze imprevedibili causati dalla deposizione umida in combinazione con evaporazione durante la precipitazione, pioggia, nebbia, e simili. Una panoramica dei concetti di misurazione della temperatura applicabile per le pratiche operative è dato da Sparks (1970). Al fine di ottenere risultati rappresentativi quando si confrontano le letture dei termometri in luoghi diversi e in tempi diversi, è pure indispensabile un'esposizione standardizzato dello schermo e, quindi, del termometro. Per il lavoro meteorologico in generale, la temperatura dell'aria osservata dovrebbe essere rappresentativa delle condizioni dell'aria libera che circonda la stazione su un'area più grande possibile, ad una altezza tra 1,2 e 2,0 m sopra il livello del suolo. L'altezza sopra il livello del suolo è specificata perché negli strati più bassi dell'atmosfera possono esistere grandi gradienti verticali di temperatura. Il miglior sito per le misurazioni è, pertanto, in piano, liberamente esposto al sole e al vento e non schermato da, o vicino a, alberi, edifici e altri ostruzioni. Siti su pendii ripidi o in cavità sono sottoposti a condizioni eccezionali e devono essere evitati. Ci si aspetta che nelle città e nei paesi, le peculiarità locali siano più marcate rispetto ai distretti rurali. Le misure di temperatura sulla parte superiore degli edifici sono di significato e uso dubbi a causa della variabilità del gradiente di temperatura verticale e dell'effetto dell'edificio stesso sulla distribuzione della temperatura.

Ch. V – Ground wind measurements

5.3.1 Wind speed

Simple hand-held anemometers, if they are used, should be set up and read in accordance with the maker's instructions. The measurement should be taken from a point well exposed to the wind, and not in the lee of obstructions such as buildings, trees and hillocks. If this is not possible, the measurement point should be a good distance from obstructions, namely at least 10 times the obstruction height and upwind or sideways by at least twice the obstruction height.

5.9 Exposure of wind instruments

5.9.1 General problems

Wind speed increases considerably with height, particularly over rough terrain. For this reason, a standard height of 10 m above open terrain is specified for the exposure of wind instruments. For wind direction, the corresponding shift over such a height interval is relatively small and can be ignored in surface wind measurements. An optimum wind observation location is one where the observed wind is representative of the wind over an area of at least a few kilometres, or can easily be corrected to make it representative.

Cap. V – Misura del vento alla superficie

5.3.1 Velocità del vento

Semplici anemometri portatili, se utilizzati, devono essere settati e letti secondo il manuale d'istruzioni. La misura dovrebbe essere prelevata in un punto ben esposto al vento, e non sottovento a ostacoli quali edifici, alberi e collinette. Se ciò non fosse possibile, il punto di misura dovrebbe essere ad una buona distanza dagli ostacoli, vale a dire ad almeno 10 volte l'altezza dell'ostacolo e se controvento o lateralmente almeno due volte l'altezza dell'ostacolo.

5.9 Esposizione degli strumenti di misura del vento

5.9.1 Problemi di tipo generale

La velocità del vento aumenta notevolmente con l'altezza, in particolare su terreni accidentati. Per questo motivo, un'altezza standard di 10 m sopra il terreno aperto è specificato per l'esposizione di strumenti di misura del vento. Per la direzione, la corrispondente variazione in tale intervallo di altezza è relativamente piccola e può essere ignorato in misure di vento di superficie. Una posizione ottimale di osservazione del vento è quello in cui il vento osservato è rappresentativo del vento su una superficie di presso almeno qualche

For terrain that is uneven, contains obstacles, or is non-homogeneous in surface cover, both wind speed and direction can be affected considerably. Corrections are often possible, and the tools to compute such corrections are becoming available. To improve the applicability of wind data, essential information to perform such corrections should be transmitted to the users in addition to the direct measurements.

5.9.2 Anemometers over land

The standard exposure of wind instruments over level, open terrain is 10 m above the ground. Open terrain is defined as an area where the distance between the anemometer and any obstruction is at least 10 times the height of the obstruction. Wind measurements that are taken in the direct wake of tree rows, buildings or any other obstacle are of little value and contain little information about the unperturbed wind. Since wakes can easily extend downwind to 12 or 15 times the obstacle height, the requirement of 10 obstruction heights is an absolute minimum. In practice, it is often difficult to find a good or even acceptable location for a wind station. The importance of optimizing the location can hardly be overstressed; nonetheless, it is difficult to give universal guidelines.

Two aspects are very important. First, the sensors should be kept away from local obstructions as much as possible. When wind measurements are taken on the side of masts or towers rather than at their top, the instruments should be placed on booms with a length of at least three mast or tower widths (Gill and others, 1967). When wind instruments are placed on top of a building, they should be raised at least one building width above the top. Secondly, the local situation should be well documented (Wieringa, 1983). There should at least be a map of the station surroundings within a radius of 2 km, documenting obstacle and vegetation locations and height, terrain elevation changes, and so forth. Changes in the surroundings, such as the construction of buildings or growth of trees nearby, should be explicitly recorded in station log-books. Station instrumentation should be specified in detail.

Where standard exposure is unobtainable, the anemometer may be installed at such a height that its indications should not be too much affected by local obstructions and represent as far as possible how the wind at 10 m would be if there were no obstructions in the vicinity. If the terrain varies little with azimuth, this may be effected by placing the anemometer at a height exceeding 10 m by an amount depending on the effective surface roughness length z_0 of the surroundings (see the annex): about 13 m if $z_0 = 0.1$ m, and about 19 m if $z_0 = 0.5$ m. Wieringa (1980b) shows that the strategy of anemometer height increase does not work well if local sheltering varies strongly with azimuth. Simple

chilometro, o può essere facilmente corretto per renderlo rappresentativo.

Per un terreno che è irregolare, contiene degli ostacoli, o è non omogeneo per quanto riguarda la copertura superficiale, il vento sia in velocità che in direzione può essere influenzato considerevolmente.

Le correzioni sono spesso possibili, e gli strumenti per calcolare tali rettifiche sono sempre disponibili. Per migliorare l'applicabilità dei dati del vento, le informazioni essenziali per effettuare tali rettifiche dovrebbero essere trasmesse agli utenti in aggiunta alle misurazioni dirette.

5.9.2 Anemometri su terra

L'esposizione standard di strumenti di misura del vento sopra il livello del terreno aperto è di 10 m dal suolo. Terreno aperto è definito come un'area in cui la distanza tra l'anemometro e qualsiasi ostacolo è almeno 10 volte l'altezza dell'ostacolo. Misurazioni del vento che vengono prese direttamente nella scia di righe di alberi, edifici o qualsiasi altro ostacolo sono di poco valore e contengono poche informazioni sul vento imperturbato. Dato che le scie possono facilmente estendersi sottovento a 12 o 15 volte l'altezza dell'ostacolo, il requisito di 10 volte l'altezza dell'ostacolo è un minimo assoluto. In pratica, è spesso difficile trovare una buona o anche accettabile posizione per una stazione del vento. L'importanza di ottimizzare la posizione può difficilmente essere evidenziata eccessivamente, tuttavia è difficile dare linee guida universali.

Due aspetti sono molto importanti. In primo luogo, i sensori devono essere tenuti lontano da ostacoli locali il più possibile. Quando le misurazioni del vento sono prese sul lato di pali o torri anziché al loro top, gli strumenti devono essere immessi su bracci con una lunghezza di almeno tre volte la larghezza del palo o della torre (Gill ed altri, 1967). Quando gli strumenti di misura di vento sono collocati sulla sommità di un edificio, essi dovrebbero essere aumentati di almeno una larghezza dell'edificio sopra la parte superiore. In secondo luogo, la situazione locale deve essere ben documentata (Wieringa, 1983). Ci dovrebbe essere almeno una mappa dei dintorni della stazione entro un raggio di 2 km, documentando sedi e altezza di ostacoli e vegetazione, dislivelli dei terreni e così via. Variazioni dei dintorni, come la costruzione di edifici o la crescita di alberi nelle vicinanze, deve essere esplicitamente registrata nel diario della stazione. La strumentazione della stazione deve essere specificata in modo dettagliato.

Quando l'esposizione standard è introvabile, l'anemometro può essere installato ad un'altezza tale che le sue indicazioni non siano troppo influenzate da ostacoli locali e rappresentino il più possibile come il vento a 10 m se non ci fossero ostacoli nelle vicinanze. Se il terreno varia poco con azimuth, questo può essere ottenuto ponendo l'anemometro ad una altezza superiore a 10 m di una quantità che dipende dalla lunghezza z_0 della effettiva rugosità della superficie circostante (vedi allegato): circa 13 m se $z_0 = 0.1$ m, e circa 19 m se $z_0 = 0.5$ m.

Wieringa(1980b) mostra che la strategia di aumentare l'altezza dell'anemometro non funziona bene se i ripari

calculation procedures now exist to determine the effect of local topography (Walmsley and others, 1990), and the climatology of the gustiness records can be used to determine exposure corrections in inhomogeneous surroundings (Verkaik, 2000). Evans and Lee (1981) and Grimmond and others (1998) discuss the problem in urban areas (see also Part II, Chapter 11). In freezing weather, special precautions must be taken to keep the wind sensors free from sleet and ice accumulations. In some localities it may be desirable to provide some form of artificial heating for the exposed parts such as a thermostatically controlled infrared radiator. Sleet and ice shields have been designed for particular types of wind equipment (see Curran and others, 1977).

5.9.3 Anemometers at sea

There is an increasing requirement for instrumental measurements of wind over the sea, especially by means of automatic unattended systems (see also Part II, Chapter 4). This task presents special problems since the standard exposure height of 10 m specified for land use cannot always be achieved in a marine environment owing to the state of the sea and/or tidal height variation. The obvious extrapolation of the exposure criteria for land sites leads to the idea that, on moored buoys, the anemometer should be mounted 10 m above the waterline of the buoy. However, other sources of error are often more significant than those arising from different exposure heights (for a review, see WMO, 1981). On fixed platforms and ships, it is of the utmost importance that wind sensors be exposed sufficiently high above the platform and its superstructure to avoid the often extensive influence of the platform on the local wind structure. In general, it is never safe to assume that a wind sensor is unaffected by the platform structure, even if it is exposed at least 10 m above the height of the tallest obstruction on the platform, unless the platform is relatively small. WMO (1981) concludes that, at sea, good exposure should have higher priority in obtaining accurate and useful measurements than standardization of the measurements at 10 m (WMO, 1989). Despite careful siting, it is often impossible in practice to avoid exposure errors. In order to allow height and flow distortion corrections to be made, it is very important to keep a record and detailed information about anemometer location and platform or ship type (shape, dimension). If wind speed is measured at a height significantly greater than 10 m (namely, when the appropriate reduction factor would be >1.2), a reduction to the 10 m level should be performed according to the procedures recommended in the following paragraph, and using the constant for "open sea" in the table of the annex.

5.9.4 Exposure correction

locali variano fortemente con azimut. Ora esistono semplici procedure di calcolo per determinare l'effetto della topografia locale (Walmsley e altri, 1990), e la climatology delle registrazioni delle raffiche può essere utilizzata per determinare le correzioni all'esposizione in ambienti non omogenei (Verkaik, 2000). Evans e Lee (1981) e Grimmond e altri (1998) discutono il problema nelle aree urbane (si veda anche la Parte II, capitolo 11).

Nel gelo, precauzioni speciali devono essere prese per mantenere i sensori del vento liberi da nevischio e da accumuli di ghiaccio. In alcune località può essere opportuno prevedere una qualche forma di riscaldamento artificiale per le parti esposte ad esempio un radiatore infrarossi controllato da un termostato. Per particolari tipi di sensori di vento sono stati progettati scudi per il nevischio e ghiaccio (vedi Curran e altri, 1977).

5.9.3 Anemometri al mare

C'è una richiesta crescente di misure strumentali del vento sul mare, soprattutto per mezzo di sistemi automatici non presidiati (vedi anche Parte II, capitolo 4). Questo compito presenta problemi particolari poiché l'altezza di esposizione standard di 10 m specificata per l'utilizzo sul territorio non può sempre essere raggiunta in un ambiente marino a causa dello stato del mare e/o delle variazioni di altezza della marea. L'estrapolazione evidente dei criteri di esposizione per i siti del territorio porta all'idea che, sulle boe ormeggiate, l'anemometro deve essere montato 10 m al di sopra della linea di galleggiamento della boa. Tuttavia, altre fonti di errore sono spesso più rilevanti di quelle derivanti dalle diverse altezze di esposizione (per una rassegna, vedi WMO, 1981). Su piattaforme fisse e navi, è della massima importanza che i sensori vento siano esposti sufficientemente in alto sopra la piattaforma e la sua sovrastruttura per evitare l'influenza spesso estesa della piattaforma sulla struttura del vento locale. In generale, non è mai lecito ritenere che un sensore del vento non è influenzato da la struttura della piattaforma, anche se è esposto almeno 10 m al di sopra dell'altezza del più alto ostacolo della piattaforma, a meno che la piattaforma non sia relativamente piccola. WMO (1981) conclude che, in mare, per ottenere accurate e utili misurazioni, una buona esposizione deve avere una priorità maggiore della standardizzazione delle misurazioni a 10 m (WMO, 1989). Nonostante una localizzazione accurata, è spesso impossibile in pratica evitare errori di esposizione. Al fine di permettere che si possa fare una correzione delle distorsioni dell'altezza del flusso, è molto importante tenere una registrazione e informazioni dettagliate sulla posizione dell'anemometro e della piattaforma o tipo di nave (forma, dimensione).

Se la velocità del vento viene misurata ad un'altezza significativamente maggiore di 10 m (cioè, quando il fattore di riduzione appropriato sarebbe $> 1,2$), una riduzione del livello 10 m dovrebbe essere eseguita secondo le procedure raccomandate nel paragrafo successivo, e utilizzando la costante per "mare aperto" nella tabella dell'allegato.

5.9.4 Correzioni per l'esposizione

Surface wind measurements without exposure problems hardly exist. The requirement of open, level terrain is difficult to meet, and most wind stations over land are perturbed by topographic effects or surface cover, or by both (WMO, 1987; Wieringa, 1996). It is clear that exposure errors pose problems to users of wind data and often make the data useless. This problem is particularly serious in numerical forecast models where there is a tendency to analyse the wind and pressure fields separately. Surface winds, however, can be used for initialization only if they are representative of a large area. This means that errors due to local exposure and/or non-standard measurement height must be removed. The correction of wind readings for local exposure can be performed only with measurements of reasonable quality at locations that are not too rough ($z_0 \leq 0.5$ m) and reasonably level. No attempt should be made to correct measurements that have hardly any relation to a regional average. For example, a wind station in a deep valley, where the flow is dominated by katabatic effects, may be important for local forecasts, but cannot be used as a regionally representative wind....

Difficilmente esistono misurazioni di vento di superficie, senza problemi di esposizione. Il requisito di livello del terreno aperto è difficile da rispettare, e la maggior parte delle stazioni che misurano il vento sul territorio sono perturbati dagli effetti topografici o dalla copertura della superficie, o da entrambi (WMO, 1987; Wieringa, 1996). È chiaro che gli errori di esposizione pongono problemi agli utenti dei dati di vento e spesso rendono i dati inutili. Questo problema è particolarmente grave nei modelli di previsione numerica in cui vi è una tendenza ad analizzare separatamente i campi di vento e pressione. I venti di superficie, tuttavia, possono essere utilizzati per l'inizializzazione solo se essi sono rappresentativi di una vasta area. Ciò significa che gli errori dovuti all'esposizione locale e/o a misurazioni ad una altezza non standard devono essere rimossi. La correzione delle letture di vento dovute all'esposizione locale può essere eseguita soltanto con misure di ragionevole qualità in luoghi non troppo accidentati ($z_0 \leq 0,5$ m) e ragionevolmente livellati. Nessun tentativo dovrebbe essere fatto per correggere misurazioni che non hanno quasi nessuna relazione con la media regionale. Per esempio, una stazione che misura il vento in una valle profonda, dove il flusso è dominato da effetti catabatici, può essere importante per previsioni locali, ma non può essere utilizzato come rappresentativo del vento per la regione

Ch. VI – Precipitation measurements

6.1.4.1 Instruments

Precipitation gauges (or raingauges if only liquid precipitation can be measured) are the most common instruments used to measure precipitation. Generally, an open receptacle with vertical sides is used, usually in the form of a right cylinder, with a funnel if its main purpose is to measure rain.

....

The gauge orifice may be at one of many specified heights above the ground or at the same level as the surrounding ground. The orifice must be placed above the maximum expected depth of snow cover, and above the height of significant potential insplashing from the ground. For solid precipitation measurement, the orifice is above the ground and an artificial shield is placed around it. The most commonly used elevation height in more than 100 countries varies between 0.5 and 1.5 m (WMO, 1989a).

The measurement of precipitation is very sensitive to exposure, and in particular to wind.

Section 6.2 discusses exposure, while section 6.4 discusses at some length the errors to which precipitation gauges are prone, and the corrections that may be applied.

...

6.1.4.3 Documentation

The measurement of precipitation is particularly sensitive to gauge exposure, so metadata about the measurements must be recorded meticulously to

Cap. VI – Misura della precipitazione

6.1.4.1 Strumenti

I misuratori di precipitazione (o pluviometri se può essere misurato solo precipitazione liquida) sono gli strumenti più comunemente utilizzati per misurare precipitazioni. Generalmente viene utilizzato un recipiente aperto con lati verticali, solitamente sotto forma di un cilindro retto, con un imbuto se il suo scopo principale è quello di misurare pioggia.

.....

L'orificio del pluviometro può essere una delle tante altezze specificate sopra il suolo o allo stesso livello del terreno circostante. L'orificio deve essere posizionato sopra la massima altezza prevista del manto nevoso, e al di sopra dell'altezza significativa dal suolo dei possibili spruzzi. Per la misurazione delle precipitazioni solide, l'orificio è sopra il suolo e uno scudo artificiale viene posizionato intorno.

L'altezza di elevazione comunemente usata in più di 100 paesi varia tra 0,5 e 1,5 m (WMO, 1989a).

La misura di precipitazione è molto sensibile all'esposizione, e in particolare al vento. Nella sezione 6.2 si discute l'esposizione, mentre nella sezione 6.4 si discute con una certa ampiezza degli errori a cui gli indicatori di precipitazione sono inclini, e le correzioni che possono essere applicate. ...

6.1.4.3 Documentazione

La misurazione della precipitazione è particolarmente sensibile all'esposizione, cosicché i metadati relativi alle misurazioni devono essere meticolosamente registrati

compile a comprehensive station history, in order to be available for climate and other studies and quality assurance.

Section 6.2 discusses the site information that must be kept, namely detailed site descriptions, including vertical angles to significant obstacles around the gauge, gauge configuration, height of the gauge orifice above ground and height of the wind speed measuring instrument above ground.

Changes in observational techniques for precipitation, mainly the use of a different type of precipitation gauge and a change of gauge site or installation height, can cause temporal inhomogeneities in precipitation time series (see Part III, Chapter 2). The use of differing types of gauges and site exposures causes spatial inhomogeneities. This is due to the systematic errors of precipitation measurement, mainly the wind-induced error.

...

Any changes in the observation methods should also be documented.

6.2 Siting and exposure

All methods for measuring precipitation should aim to obtain a sample that is representative of the true amount falling over the area which the measurement is intended to represent, whether on the synoptic scale, mesoscale or microscale. The choice of site, as well as the systematic measurement error, is, therefore, important. For a discussion of the effects of the site, see Sevruk and Zahlavova (1994). The location of precipitation stations within the area of interest is important, because the number and locations of the gauge sites determine how well the measurements represent the actual amount of precipitation falling in the area. Areal representativeness is discussed at length in WMO (1992a), for rain and snow. WMO (1994) gives an introduction to the literature on the calculation of areal precipitation and corrections for topography.

The effects on the wind field of the immediate surroundings of the site can give rise to local excesses and deficiencies in precipitation. In general, objects should not be closer to the gauge than a distance of twice their height above the gauge orifice. For each site, the average vertical angle of obstacles should be estimated, and a site plan should be made. Sites on a slope or the roof of a building should be avoided. Sites selected for measuring snowfall and/or snow cover should be in areas sheltered as much as possible from the wind. The best sites are often found in clearings within forests or orchards, among trees, in scrub or shrub forests, or where other objects act as an effective wind-break for winds from all directions.

Preferably, however, the effects of the wind, and of the site on the wind, can be reduced by using a ground-level gauge for liquid precipitation or by making the air-flow horizontal above the gauge orifice using the following techniques (listed in order of decreasing effectiveness):

(a) In areas with homogeneous dense vegetation;

per compilare una storia completa della stazione, perché sia disponibile per il clima e altri studi e sia garanzia della qualità.

Nella sezione 6.2 si discute delle informazioni che devono essere tenute sul sito, vale a dire dettagliate descrizioni del luogo, inclusi gli angoli verticali a ostacoli significativi intorno al pluviometro, la configurazione del pluviometro, l'altezza dell'orifizio rispetto al terreno e altezza della strumento di misura del velocità del vento al di sopra del terreno.

Cambiamenti nelle tecniche di osservazione per la precipitazione, in particolare l'uso di un diverso tipo di misuratore delle precipitazioni e un cambiamento di sito o di altezza di installazione, può causare disomogeneità temporali nelle serie storiche di precipitazione (vedi Parte III, Capitolo 2). L'uso di differenti tipi di misuratori ed esposizioni del sito provoca disomogeneità spaziali. Questo è dovuto agli errori sistematici di rilevamento della precipitazione, principalmente l'errore indotto dal vento.

...

Eventuali modifiche dei metodi di osservazione devono essere documentati.

6.2 Ubicazione ed esposizione

Tutti i metodi per la misurazione delle precipitazioni dovrebbe mirare ad ottenere un campione che sia rappresentativo del vero importo caduto sulla zona che la misura intende rappresentare, sia sul scala sinottica, mesoscala o microscala. La scelta del sito, così come l'errore di misura sistematico, è, quindi, importante. Per una discussione degli effetti del sito, vedere Sevruk e Zahlavova (1994). La posizione delle stazioni di precipitazione all'interno dell'area di interesse è importante, perché il numero e le posizioni dei siti dei misuratori determinano quanto bene le misure rappresentano la effettiva quantità di precipitazioni cadute nella zona. La rappresentatività dell'area è discussa a lungo in WMO (1992a), per la pioggia e la neve. WMO (1994) fornisce una introduzione sul calcolo in letteratura della precipitazione areale e le correzioni per la topografia. Gli effetti sul campo di vento nelle immediate vicinanze del sito può dar luogo a locali eccessi e carenze delle precipitazioni. In generale, gli oggetti non dovrebbe essere più vicini alla sagoma del pluviometro di una distanza pari al doppio di quanto la loro altezza sovrasta l'orifizio del misuratore. Per ogni sito dovrebbe essere stimati l'angolo medio verticale degli ostacoli, e dovrebbe essere fatto un sito piano.

Siti su un pendio o sul tetto di un edificio dovrebbero essere evitati. Siti selezionati per misurazione di nevicata e / o neve dovrebbero essere in aree il più possibile riparate dal vento. I migliori siti si trovano spesso in radure all'interno di boschi o frutteti, tra gli alberi, tra gli arbusti o foreste di arbusti, o dove altri oggetti possano agire come un efficace rompi-vento per i venti provenienti da tutte le direzioni.

Preferibilmente, comunque, gli effetti del vento, e del sito sul vento, possono essere ridotti usando un indicatore per la precipitazione liquida a livello del suolo o utilizzando le seguenti tecniche (elencati ordine decrescente di efficacia) per rendere il flusso d'aria orizzontale sopra dell'orifizio del misuratore:

(a) Nelle aree con fitta vegetazione omogenea;

the height of such vegetation should be kept at the same level as the gauge orifice by regular clipping;
 (b) In other areas, by simulating the effect in (a) through the use of appropriate fence structures;
 (c) By using windshields around the gauge.
 The surface surrounding the precipitation gauge can be covered with short grass, gravel or shingle, but hard, flat surfaces, such as concrete, should be avoided to prevent excessive in-splashing.

l'altezza di tale vegetazione deve essere mantenuta allo stesso livello dell'orifizio dello strumento con una tosatura regolare;
 (b) In altre aree, simulando l'effetto di (a) attraverso l'uso di adeguate strutture di recinzione;
 (c) Utilizzando degli schermi di vento intorno allo strumento.

La superficie che circonda l'indicatore di precipitazione può essere rivestita con erba bassa, ghiaia o ciottoli, ma superfici dure e piane, quali calcestruzzo, dovrebbero essere evitate per prevenire un eccessivo di schizzi.

Part II – OBSERVING SYSTEMS

Ch. I – Measurements from an AWS – automatic weather station

1.1.1 Definition

An automatic weather station (AWS) is defined as a “meteorological station at which observations are made and transmitted automatically” (WMO, 1992a).

1.1.3 Meteorological requirements

The general requirements, types, location and composition, frequency and timing of observations are described in WMO (1988a; 2003a).

Considering that AWSs are fully accepted as meteorological stations when providing data with accuracy comparable to that of conventional stations, the accuracy requirements given in Part I, Chapter 1 of the Guide may also be applied, as appropriate, to AWSs.

The guidance provided in this chapter must be used in conjunction with the chapters on measurements of the various meteorological variables in Part I and, in particular, with the chapters on quality management (Chapter 1), sampling (Chapter 2) and data reduction (Chapter 3) in Part III.

The development and installation of AWSs should be the result of a definite, coordinated plan for getting data to users in the format required. To achieve this, negotiations should first be undertaken with the users to draw up a list of all functional requirements and to develop practical means of fulfilling them....

1.1.4 Climatological requirements

Where a proposed automatic station has a role in providing data for climatological records, it is important for the integrity, homogeneity and utility of the climate data sets that the following areas be considered for action (see WMO, 1993):

(a) In cases where an AWS replaces a manual observing system that has been in operation for a long time, a sufficient overlap in observation systems to facilitate maintaining the homogeneity of the historical record must be assured. The overlap time is dependent on

Parte II – SISTEMI DI OSSERVAZIONE

Cap. I – Misurazioni di un stazione meteorologica automatica AWS

1.1.1 Definizione

Una stazione meteorologica automatica (AWS) è definita come una "Stazione meteorologica in cui le osservazioni sono realizzate e trasmesse automaticamente" (WMO, 1992a).

1.1.3 Requisiti meteorologici

I requisiti generali, i tipi, posizione e composizione, frequenza e tempi delle osservazioni sono descritti in WMO (1988a, 2003a).

Considerando che le AWS sono pienamente accettate come stazioni meteorologiche quando forniscono dati con una precisione paragonabile a quella delle stazioni convenzionali, i requisiti di precisione indicate nella parte I, Capitolo 1 della Guida possono essere applicati, se del caso, anche alle AWS.

Le indicazioni fornite in questo capitolo devono essere utilizzate congiuntamente con i capitoli sulle misurazioni delle diverse variabili meteorologiche nella Parte I e, in particolare, i capitoli sulla gestione della qualità (capitolo 1), campionamento (capitolo 2) e riduzione dei dati (capitolo 3) nella parte III.

Lo sviluppo e l'installazione di AWS dovrebbe essere il risultato di un piano preciso e coordinato per fornire agli utenti i dati, nel formato richiesto. Per raggiungere questo obiettivo dovrebbero prima essere intrapresi dei negoziati con gli utenti per redigere un elenco di tutte le esigenze funzionali e sviluppare i mezzi pratici per la loro realizzazione....

1.1.4 Requisiti climatologici

Quando una stazione automatica proposta gioca un ruolo nella fornitura di dati per i record climatologici, è importante per l'integrità, l'omogeneità e l'utilità dei data set climatici che siano considerate le seguenti aree d'azione (vedi WMO, 1993):

(a) Nei casi in cui una AWS sostituisca un sistema di osservazione manuale che è stato in funzione per lungo tempo, deve essere assicurata una sufficiente sovrapposizione dei sistemi d'osservazione per facilitare il mantenimento dell'omogeneità della documentazione storica. Il tempo di sovrapposizione dipende dalle

the different measured variables and on the climate region. In tropical regions and islands, the overlap time could be shorter than in extratropical and mountainous regions. The following general guidelines are suggested for a sufficient operational overlap between existing and new automated systems:

- (i) Wind speed and direction: 12 months
- (ii) Temperature, humidity, sunshine, evaporation: 24 months
- (iii) Precipitation: 60 months

(It will often be advantageous to have an ombrometer operated in parallel with the automatic raingauge.)

A useful compromise would be an overlap period of 24 months (i.e. two seasonal cycles);

- (b) Accurate metadata should be maintained for each AWS installation;
- (c) Procedures should be standardized for quality assurance and processing of data from AWSs (see section 1.3.2.8);
- (d) The existing and future requirements of climate data users should be defined precisely and considered in developing statements of requirement for automated observations by AWSs;

(e) Climate users should be trained in the most effective use of AWS data;

(f) Specifications for a standardized climatological AWS should be developed which would record a basic set of climate variables such as temperature, precipitation, pressure and wind. Standardized water vapour measurements should be included due to the significance of this parameter in climate-change studies. Extreme values of all variables should be accurately and consistently recorded in a way that can be precisely related to older, manually observed, data.

1.2 Automatic weather station hardware

An AWS may consist of an integrated AWOS (and data acquisition system) or a set of autonomous measuring devices connected to a data-collection and transmission unit. The layout of an AWS typically consists of the following:

- (a) On a standard observing area, preferably no smaller than 25 m x 25 m (Part I, Chapter 1, and WMO, 1989a), a series of automated sensors sited at the recommended positions and interconnected to one or more data collection units using interfaces, or for an AWOS, a set of sensors installed in close combination, but not affecting each other, directly connected to a central processing unit (CPU) by means of shielded cables, fibre optics, or radio links;

....

Guidance on preparing a functional specification for the AWS system is available in Part I of WMO (1997).

1.2.1 Sensors

The meteorological requirements for sensors used

diverse variabili misurate e dal clima della regione.

Nelle regioni tropicali e isole, il tempo di sovrapposizione può essere inferiore alle regioni extratropicali e montane. Le seguenti linee guida generali sono suggeriti per una sufficiente sovrapposizione operativa fra l'esistente i nuovi sistemi automatizzati:

- (i) Velocità e direzione del vento: 12 mesi
- (ii) Temperatura, umidità, irraggiamento solare, evaporazione: 24 mesi
- (iii) Precipitazioni: 60 mesi

(Sarà spesso vantaggioso avere un pluviometro in funzione in parallelo con il pluviometro automatico.)

Un compromesso utile sarebbe una sovrapposizione per un periodo di 24 mesi (vale a dire due cicli stagionali);

- (b) Dei metadati accurati dovrebbero essere mantenuti per ogni installazione AWS;
- (c) Le procedure dovrebbero essere standardizzate per assicurare la qualità e il trattamento dei dati da AWSs (vedere la sezione 1.3.2.8);
- (d) I requisiti attuali e futuri degli utenti di dati climatici devono essere definiti con precisione e considerati nelle dichiarazioni di sviluppo dei requisiti per le osservazioni automatizzate da AWSs;

(e) Gli utenti del clima dovrebbero essere addestrati nel modo più efficace dell'uso di dati AWS;

(f) Per le AWS climatologiche standardizzate dovrebbero essere sviluppate delle specifiche per registrare un set di base di variabili climatiche come temperatura, precipitazioni, pressione e vento.

Misure standardizzate di vapore acqueo dovrebbero essere incluse per l'importanza di questo parametro negli studi sul cambiamento climatico.

I valori estremi di tutte le variabili devono essere accuratamente e costantemente registrati in modo tale che possano essere messe in relazione in modo preciso con i precedenti dati raccolti manualmente.

1.2 Hardware di una stazione meteorologica automatica (AWS)

Un AWS può consistere di un AWOS integrato (e sistema di acquisizione dati) o un insieme di autonomi dispositivi di misura collegato ad una unità di raccolta e trasmissione di dati. Il layout di un AWS è tipicamente costituito dalle seguenti specifiche:

- (a) Su una superficie di osservazione standard, preferibilmente non inferiore a 25 m x 25 m (Parte I, Capitolo 1, e WMO, 1989a), una serie di sensori automatizzati situati nelle posizioni consigliate e interconnessi a una o più unità di raccolta utilizzando interfacce, o per un AWOS, una serie di sensori installati in combinazione stretta, ma che non si influenzano a vicenda, direttamente collegata ad un'unità di elaborazione centrale (CPU) per mezzo di cavi schermati, fibre ottiche, o ponti radio;

....

La guida per la preparazione di specifiche funzionali per il sistema di una AWS è disponibile nella Parte I della WMO (1997).

1.2.1 Sensori

I requisiti meteorologici ottimali per sensori utilizzati

at AWSs are not very different from those of sensors at manual observation stations. See also the recommendations in the relevant chapters in Part I of this Guide.

...
With regard to meteorological sensors, Part I of this Guide gives a full description of general aspects, types of sensors, methods of measurement, units, scales, exposure, sources of error, calibration and maintenance.

...
Temperature:

...
Of great concern is the proper protection of the sensor against the effects of radiation. Radiation shields adjusted to the size of the sensor are widely used and replace the common naturally ventilated Stevenson screen in an AWS. For accurate measurements, the radiation shields should be artificially ventilated with an air speed of about 3 m s⁻¹, but precautions should be taken to prevent the entry of aerosols and drizzle in order to avoid wet-bulb effects.

...
Humidity:

...
As for temperature measurements, all types of sensors have to be installed in proper radiation shields. Preference should be given to aspirated or well ventilated radiation shields. Shields may be similar in construction to those used for temperature measurements. Large errors can occur due to aspiration and cleaning problems.

...
Wind:

...
The use of conventional analogue instruments equipped with a potentiometer for wind direction measurements is also widespread in AWSs. Wind- vane devices with digital angle encoders, usually in one or other form of Gray code, are increasingly used. Wind vanes with an undamped natural response length smaller than 10 m and a damping ratio between 0.3 and 0.7 are recommended. For vanes with digital encoders, a minimum resolution of 7 bits is required.

...
Precipitation:

The most common rainfall measuring equipment in an AWS is the tipping bucket raingauge. Gauges are rapidly clogged by debris such as leaves, sand or bird droppings; therefore, care must be taken with AWSs used for long unattended operations. For measurements of rain and snowfall below 0°C, different parts of the gauge must be heated properly.

...

1.2 Automatic weather station software

1.3.2.4 Instantaneous meteorological values

The natural small-scale variability of the atmosphere, the introduction of noise into the

in AWSs non sono molto diverse da quelle dei sensori presso le stazioni manuali di osservazione. Vedi anche le raccomandazioni nei pertinenti capitoli nella Parte I della presente Guida.

...
Per quanto riguarda i sensori meteorologici, la Parte I di questa Guida fornisce una descrizione completa degli aspetti generali, i tipi di sensori, metodi di misura, unità, scale, esposizione, fonti di errore, taratura e manutenzione.

...
Temperatura:

...
Grande preoccupazione riguarda l'adeguata protezione del sensore contro il effetto della radiazione. Schermi di radiazione regolati sulle dimensioni del sensore sono largamente usati e sostituiscono in una AWS il comune schermo di Stevenson a ventilazione naturale. Per misure accurate, gli schermi della radiazione devono essere ventilati artificialmente con un velocità dell'aria di circa 3 m s⁻¹, ma delle precauzioni dovrebbero essere adottate per prevenire l'ingresso di aerosol e pioggia alla fine di evitare gli effetti di bulbo bagnato.

...
Umidità:

...
Come per la misura della temperatura, tutti i tipi di sensori devono essere installato in schermi di radiazione appropriati. Preferibilmente devono essere schermi dalla radiazione preparati per l'aspirazione o per una buona ventilazione. Gli schermi possono essere simile nella costruzione a quelli utilizzati per le misure della temperatura. Grande errori possono verificarsi a causa di problemi nell'aspirazione e nella pulizia.

...
Vento:

...
L'uso dei tradizionali strumenti analogici dotati di un potenziometro per la misura della direzione del vento è diffusa anche in AWSs. Dispositivi digitali a Palette con encoder angolari, solitamente in una forma o l'altra del codice Gray, sono sempre più utilizzati. Pale eoliche con una lunghezza della risposta naturale di smorzamento inferiore a 10 m ed una rapporto di smorzamento tra 0,3 e 0,7 sono raccomandati. Per le palette con encoder digitali, è richiesto una risoluzione minima di 7 bit.

...
Precipitazioni:

I più comuni strumenti per la misura delle precipitazioni in una AWS sono i pluviometri a bascula. I misuratori sono rapidamente intasati da detriti come foglie, sabbia o escrementi di uccelli, di conseguenza, bisogna prestare particolare attenzione e cura con le AWS incustodite ed utilizzate per lungo tempo. Per le misure di pioggia e nevicata sotto di 0 ° C, diverse parti dello strumento devono essere riscaldate correttamente.

...

1.2 Software di una stazione meteorologica automatica (AWS)

1.3.2.4 Valori meteorologici istantanei

La naturale variabilità a piccola scala dell'atmosfera, l'introduzione di rumore nel processo di misura dei

measurement process by electronic devices and, in particular, the use of sensors with short timeconstants make averaging a most desirable process for reducing the uncertainty of reported data.

In order to standardize averaging algorithms it is recommended:

(a) That atmospheric pressure, air temperature, air humidity, sea-surface temperature, visibility, among others, be reported as 1 to 10 min averages, which are obtained after linearization of the sensor output;

(b) That wind, except wind gusts, be reported as 2 or 10 min averages, which are obtained after linearization of the sensor output.

These averaged values are to be considered as the “instantaneous” values of meteorological variables for use in most operational applications and should not be confused with the raw instantaneous sensor samples or the mean values over longer periods of time required from some applications. One minute averages, as far as applicable, are suggested for most variables as suitable instantaneous values.

Exceptions are wind (see (b) above) and wave measurements (10 or 20 min averages). Considering the discrepancy of observations between the peak gust data obtained from wind measuring systems with different time responses, it is recommended that the filtering characteristics of a wind measuring chain should be such that the reported peak gust should represent a 3 s average. The highest 3 s average should be reported. In practice, this entails sampling the sensor output and calculating the 3 s running mean at least one to four times a second. Some specific quantities for which data conversion is necessary and averaging is required before conversion are given in Part III, Chapter 2.

1.4 Automatic weather station siting considerations

The siting of an AWS is a very difficult matter and much research remains to be done in this area. The general principle is that a station should provide measurements that are, and remain, representative of the surrounding area, the size of which depends on the meteorological application. Existing guidelines for conventional stations are also valid for AWSs and are given in Part I as well as in WMO (1989a; 1990b; 2003a).

Some AWSs have to operate unattended for long periods at sites with difficult access both on land and at sea. Construction costs can be high and extra costs can be necessary for servicing. They may have to operate from highly unreliable power supplies or from sites at which no permanent power supply is available. The availability of telecommunication facilities should be considered. Security measures (against lightning, flooding, theft, vandalism, and so forth) are to be taken into account and the stations must, of course, be able to withstand severe meteorological conditions. The cost of providing systems capable of operating under all foreseen circumstances at an automatic station is prohibitive; it is essential that, before specifying or designing an AWS,

dispositivi elettronici e, in particolare, l'utilizzo di sensori con brevi costanti di tempo, rendono più desiderabile effettuare un processo di media per ridurre l'incertezza nei dati riportati.

Al fine di standardizzare gli algoritmi di calcolo della media è raccomandato:

(a) che, tra gli altri, la pressione atmosferica, la temperatura dell'aria, l'umidità dell'aria, la temperatura della superficie del mare, la visibilità vengano riportati come valore medio da 1 a 10 minuti, i dati ottenuti dopo la linearizzazione dell'uscita del sensore;

(b) che i dati di vento, ad eccezione delle raffiche, ottenuti dopo linearizzazione dell'uscita del sensore siano riportati come media di 2 o 10 min.

Questi valori medi sono da considerarsi come i valori “istantanei” delle variabili meteorologiche per l'uso nella maggior parte delle applicazioni operative e non deve essere confuso con i campionamenti istantanei grezzi del sensore o con i valori medi su periodi di tempo più lunghi richiesti da alcune applicazioni. Medie di un minuto, per quanto applicabili, sono suggerite per la maggior parte delle variabili come idonei valori istantanei.

Le eccezioni sono il vento (vedi (b) sopra) e misurazioni delle onde (10 o 20 min medie). Considerando la discrepanza di osservazioni tra i dati di raffica di picco ottenuti dai sistemi di misurazione del vento con tempi di risposta differenti, si raccomanda le caratteristiche di filtraggio della catena di misura del vento deve essere tale che la raffica di picco riportata dovrebbe rappresentare la media di 3 s. Deve essere segnalata la media di 3 s più alta. In pratica, questo comporta di campionare l'uscita del sensore e di calcolare la media corrente su 3 s, almeno da una a quattro volte al secondo.

Alcune grandezze specifiche per le quali è necessaria la conversione dei dati e il calcolo della media è richiesta prima della conversione sono riportate nella parte III, capitolo 2.

1.2 Considerazioni sull'ubicazione di una stazione meteorologica automatica (AWS)

L'ubicazione di un AWS è una questione molto difficile e molta ricerca resta ancora da fare in questo campo. Il principio generale è che una stazione dovrebbe fornire misure che sono, e rimangono, rappresentative dell'area circostante, la cui dimensione dipende dall'applicazione meteorologica. Le linee guida esistenti per stazioni convenzionali sono valide anche per le AWS e sono indicati nella Parte I, nonché in WMO (1989a, 1990b, 2003a).

Alcune AWS devono operare incustodite per periodi lunghi in siti di difficile accesso sia a terra che in mare. I costi di costruzione possono essere costi elevati ed altri costi possono essere necessari per la manutenzione. Essi possono dover operare con alimentatori altamente inaffidabili o in siti in cui non è disponibile una alimentazione permanente. Bisogna tenere in conto la disponibilità di strutture di telecomunicazione. Bisogna prendere in considerazione misure di sicurezza (contro i fulmini, inondazioni, furti, atti vandalici, e così via) e le stazioni devono, naturalmente, essere in grado di resistere in condizioni meteorologiche molto avverse. Il costo della fornitura di sistemi in grado di funzionare in tutte le circostanze previste per una stazione automatica è proibitivo; è essenziale che, prima di specificare o

a thorough understanding of the working environment anticipated for the AWS be obtained. At an early stage of planning, there should be a detailed analysis of the relative importance of the meteorological and technical requirements so that sites can be chosen and approved as suitable before significant installation investment is made.

progettare una AWS, deve essere fatto un approfondito studio dell'ambiente di lavoro previsto per l'AWS. In una prima fase di pianificazione, ci dovrebbe essere una dettagliata analisi dell'importanza relativa dei requisiti meteorologici e tecnici in modo che i siti possono essere scelti e approvati come idonei prima che venga fatto un investimento significativo sull'installazione.

Part III – QUALITY WARRANTY AND MANAGEMENT OF OBSERVING SYSTEMS

Ch. I – Quality management

1.1 General

...
It must be supposed that minimum total cost is also an implied or explicit requirement for any application. The purpose of quality management is to ensure that data meet requirements (for uncertainty, resolution, continuity, homogeneity, representativeness, timeliness, format, and so on) for the intended application, at a minimum practicable cost. All measured data are imperfect, but, if their quality is known and demonstrable, they can be used appropriately.

...

1.6 Factors affecting data quality

The life history of instruments in field service involves different phases, such as planning according to user requirements, selection and installation of equipment, operation, calibration, maintenance and training activities. To obtain data of adequate or prescribed quality, appropriate actions must be taken at each of these phases. Factors affecting data quality are summarized in this section, and reference is made to more comprehensive information available in other chapters of this Guide and in other WMO Manuals and Guides.

...

Selection of instruments: Instruments should be carefully selected considering the required uncertainty, range and resolution (for definitions see Part I, Chapter 1), the climatological and environmental conditions implied by the users' applications, the working conditions, and the available technical infrastructure for training, installation and maintenance. An inappropriate selection of instruments may yield poor quality data that may not be anticipated, causing many difficulties when they are subsequently discovered. An example of this is an underspecification resulting in excessive wear or drift. In general, only high quality instruments should be employed for meteorological purposes. Reference should be made to the relevant information given in the various chapters in this Guide. Further information on the performance of several instruments can be found in the reports of WMO international

Parte III – GARANZIA DI QUALITÀ E GESTIONE DEI SISTEMI DI OSSERVAZIONE

Cap. I – Gestione della qualità

1.1.1 Generalità

...
Si deve supporre che il minimo costo totale è anche un implicito o esplicito requisito per qualsiasi applicazione. Lo scopo della gestione della qualità è quello di garantire che i dati soddisfano i requisiti (per l'incertezza, la risoluzione, la continuità, l'omogeneità, la rappresentatività, la tempestività, il formato, e così via) per l'applicazione prevista, al costo minimo praticabile. Tutti i dati misurati sono imperfetti, ma, se la loro qualità è nota e dimostrabile, essi possono essere utilizzati in modo appropriato.

...

1.6 Fattori che influenzano la qualità dei dati

La storia della vita degli strumenti usati in campo coinvolge diverse fasi, come la pianificazione secondo le esigenze degli utenti, selezione e installazione di attrezzature, funzionamento, taratura, manutenzione e attività di formazione. Per ottenere dati di adeguata o prescritta qualità, devono essere intraprese azioni appropriate a ciascuna di queste fasi. I fattori che influenzano la qualità dei dati sono riassunte in questa sezione, dove si fa riferimento ad informazioni più complete disponibili in altri capitoli di questa guida e in altri Manuali e guide WMO.

...

Selezione di strumenti: gli strumenti devono essere accuratamente selezionati considerando l'incertezza richiesta, il range e la risoluzione (per le definizioni si rimanda alla Parte I, Capitolo 1), le condizioni climatiche e ambientali definite dalle applicazioni degli utenti, le condizioni di lavoro, e le infrastrutture tecniche a disposizione per la formazione, l'installazione e manutenzione. Una selezione inadeguata di strumenti può produrre dati di scarsa qualità che non può essere prevista in anticipo, e provocare molte difficoltà quando viene successivamente alla luce. Un esempio di questo è l'uso di strumenti con specifiche basse con conseguente usura eccessiva o deriva. In generale, solo strumenti di alta qualità devono essere impiegati per scopi meteorologici. Deve essere fatto riferimento alle informazioni rilevanti contenute nei vari capitoli in questa guida. Ulteriori informazioni sulle prestazioni dei diversi strumenti possono essere trovate nei report del WMO di intercalibrazione internazionale

instrument intercomparisons and in the proceedings of WMO/CIMO and other international conferences on instruments and methods of observation.

...
Compatibility: Data compatibility problems can arise when instruments with different technical characteristics are used for taking the same types of measurements. This can happen, for example, when changing from manual to automated measurements, when adding new instruments of different timeconstants, when using different sensor shielding, when applying different data reduction algorithms, and so on. The effects on data compatibility and homogeneity should be carefully investigated by long term intercomparisons. Reference should be made to the various WMO reports on international instrument intercomparisons.

...
Siting and exposure: The density of meteorological stations depends on the timescale and space scale of the meteorological phenomena to be observed and is generally specified by the users, or set by WMO regulations. Experimental evidence exists showing that improper local siting and exposure can cause a serious deterioration in the accuracy and representativeness of measurements. General siting and exposure criteria are given in Part I, Chapter 1, and detailed information appropriate to specific instruments is given in the various chapters of Part I. Further reference should be made to the regulations in WMO (2003). Attention should also be paid to external factors that can introduce errors, such as dust, pollution, frost, salt, large ambient temperature extremes or vandalism.

...
Real-time quality control: Data quality depends on the real-time quality-control procedures applied during data acquisition and processing and during the preparation of messages, in order to eliminate the main sources of errors. These procedures are specific to each type of measurement but generally include gross checks for plausible values, rates of change and comparisons with other measurements (for example, dewpoint cannot exceed temperature). Special checks concern manually entered observations and meteorological messages. In AWSs, special built-in test equipment and software can detect specific hardware errors. The application of these procedures is most important since some errors introduced during the measuring process cannot be eliminated later. For an overview of manual and automatic methods in use, refer to other paragraphs of this chapter as well as to Part II, Chapter 1 and WMO (1989; 1992; 1993a; 2003).

...
Maintenance: Maintenance can be corrective (when parts fail), preventive (such as cleaning or lubrication) or adaptive (in response to changed requirements or obsolescence). The quality of the data provided by an instrument is considerably affected by the quality of its maintenance,

di strumenti e nei riassunti del WMO / CIMO e altri convegni internazionali su strumenti e metodi di osservazione.

...
Compatibilità: problemi di compatibilità dei dati possono sorgere quando vengono utilizzati strumenti con differenti caratteristiche tecniche per adottare gli stessi tipi di misurazioni. Ciò può accadere, ad esempio, nel passaggio da misure manuali ad automatiche, quando si aggiungono nuovi strumenti con costante di tempo diversi, quando si utilizzano diverse schermature del sensore, quando si applicano diversi algoritmi di riduzione dei dati, e così via. Gli effetti sulla compatibilità e omogeneità dei dati devono essere accuratamente esaminati con intercalibrazioni a lungo termine. I riferimenti devono essere i varie rapporti WMO sull'intercalibrazione internazionale degli strumenti.

...
Posizionamento ed esposizione: La densità delle stazioni meteorologiche dipende dalla scala temporale e scala spaziale dei fenomeni meteorologici da osservare ed è generalmente indicata dagli utenti, o stabilita dai regolamenti WMO. Esiste l'evidenza sperimentale che dimostra che l'impropria ubicazione locale ed esposizione può causare un grave deterioramento della precisione e della rappresentatività delle misure. Criteri generali sull'ubicazione e l'esposizione sono indicati nella Parte I, Capitolo 1, e informazioni dettagliate appropriate a strumenti specifici è dato in vari capitoli della Parte I. Ulteriori riferimenti dovrebbero essere fatti ai regolamenti del WMO (2003). Attenzione deve essere prestata anche ai fattori esterni che possono introdurre errori, come polvere, inquinamento, gelo, sale, grandi sbalzi della temperatura ambientale o vandalismo.

...
Controllo della qualità in tempo reale: la qualità dei dati dipende delle procedure di controllo della qualità in tempo reale applicate durante l'acquisizione ed elaborazione dei dati e durante la preparazione dei messaggi, al fine di eliminare le principali fonti di errori. Queste procedure sono specifiche per ogni tipo di misurazione, ma generalmente comprendono controlli macroscopici sui valori plausibili, i rate di cambiamento e confronti con altre misure (per esempio, il punto di rugiada non può superare la temperatura). Specifici checks riguardano le osservazioni inserite manualmente e i messaggi meteorologici. Nelle AWS, speciali apparecchiature di test e software integrati sono in grado di rilevare errori hardware specifici. L'applicazione di queste procedure è molto importante in quanto alcuni errori introdotti durante il processo di misurazione non possono essere eliminati in seguito. Per una panoramica dei metodi manuali e automatici in uso, fare riferimento agli altri paragrafi di questo capitolo nonché alla Parte II, capitolo 1 e WMO (1989, 1992, 1993a; 2003).

...
Manutenzione: La manutenzione può essere correttiva (quando delle parti si rompono), preventiva (come la pulizia o lubrificazione) o adattiva (in risposta alle mutazione dei requisiti o obsolescenza). La qualità dei dati forniti da uno strumento è notevolmente influenzata dalla qualità della sua manutenzione, che a sua volta dipende principalmente dall'abilità del

which in turn depends mainly on the ability of maintenance personnel and the maintenance concept. The capabilities, personnel and equipment of the organization or unit responsible for maintenance must be adequate for the instruments and networks. Several factors have to be considered, such as a maintenance plan, which includes corrective, preventive and adaptive maintenance, logistic management, and the repair, test and support facilities. It must be noted that the maintenance costs of equipment can greatly exceed its purchase costs (see Part II, Chapter 1).

personale addetto alla manutenzione e dal concetto di manutenzione. Le capacità, il personale e le attrezzature dell'organizzazione o del servizio responsabile della manutenzione devono essere adeguati per tutti gli strumenti e le reti. Devono essere considerati diversi fattori, ad esempio un piano di manutenzione, che includa azioni correttive, preventive e adattative, la gestione logistica, e la riparazione, test e servizi di supporto. Si deve notare che i costi di manutenzione delle attrezzature possono superare di gran lunga i costi di acquisto (vedi Parte II, Capitolo 1).

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO PER I SERVIZI TECNICI NAZIONALI
SERVIZIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO NAZIONALE

**NORME TECNICHE PER LA RACCOLTA E L'ELABORAZIONE DEI DATI
IDROMETEOROLOGICI**

Parte I – DATI METEOROLOGICI A FINI IDROLOGICI
1997

[...]

1.5 Stazioni di osservazione

1.5.1 Ubicazione ed esposizione degli strumenti

Il modo in cui gli strumenti sono esposti costituisce un fattore determinante nella misura di certe grandezze meteorologiche; al fine di poter comparare le osservazioni effettuate in stazioni differenti è, di conseguenza, necessario che le esposizioni siano scelte con criterio uniforme. La prima condizione da osservare per le stazioni di misura della temperatura ed umidità dell'aria è che siano ubicate su un *terreno livellato per una superficie di circa 9 per 6 m, coperto di erba rasata*. Il sito, inoltre, *non dovrà essere coperto o riparato da alberi o costruzioni* e dovrà, comunque, essere in una posizione che rappresenti con sufficiente approssimazione le condizioni climatologiche medie dell'ambiente circostante. Nei limiti del possibile, la stazione *non dovrà essere ubicata su pendii ripidi, su creste, su scarpate o in depressioni del terreno*, né, comunque essere prossima ad importanti discontinuità di pendenza. E' del pari, importante *evitare di collocare le stazioni nelle immediate prossimità di grandi costruzioni*. Gli strumenti *per la misura delle precipitazioni hanno invece necessità di essere protetti, ad opportuna distanza, da alberi, arbusti o analoghi ostacoli, che, disposti in modo opportuno riparino i siti dal vento senza provocare fenomeni locali di turbolenza*. Tali criteri, consigliati dall'OMM (WMO ndr), vanno seguiti per la localizzazione di nuove stazioni o la rilocalizzazione di stazioni con pochi anni di funzionamento. Invece, *l'adeguamento non è opportuno per stazioni con numerosi anni di funzionamento* (anche ultracentenario), stante il notevole interesse scientifico dei dati da esse raccolti, e i numerosi studi effettuati.

[...]

PARTE III

SCHEDE TECNICHE DI VALUTAZIONE DEI SITI E DEL POSIZIONAMENTO DEI SENSORI DELLE RETI REGIONALI AI FINI METEOROLOGICI E CLIMATOLOGICI

Nel seguito vengono riportate le schede tecniche di valutazione del grado di idoneità delle stazioni considerate delle reti regionali, in base esclusivamente al posizionamento delle stazioni medesime e all'esposizione dei loro sensori, alla misura di grandezze rappresentative delle condizioni atmosferiche e utilizzabili per le attività meteorologiche e climatiche proprie dell'Osmer, nonché per le analisi idrologiche.

Si segnala che le stazioni di Fusine, Paluzza e monte San Simeone della rete Micros sono state dismesse negli anni 2013-2014.