

LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DI VALIDITÀ DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI

Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 15.05.2017.
Doc. n. 6/17 in accordo con il Tavolo Nazionale
per i Servizi di Idrologia Operativa



LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DI VALIDITÀ DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI

Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 15.05.2017.
Doc. n. 6/17 in accordo con il Tavolo Nazionale
per i Servizi di Idrologia Operativa

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (**SNPA**) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n.132 *“Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale”*.

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Attraverso il Consiglio dell'SNPA, il Sistema esprime il proprio parere vincolante sui provvedimenti del Governo di natura tecnica in materia ambientale e segnala al MATTM e alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano l'opportunità di interventi, anche legislativi, ai fini del perseguimento degli obiettivi istituzionali.

Tale attività si esplica anche attraverso la produzione di documenti, prevalentemente linee guida o rapporti, che diffondono tali pareri, tramite la pubblicazione nell'ambito delle rispettive Collane Editoriali, a cura delle singole Agenzie o dell'ISPRA.

L'ISPRA, le ARPA, le APPA e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Manuali e Linee Guida 156/2017

ISBN 978-88-448-0832-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: ARPA Emilia Romagna – Area Idrologia, ARPA Piemonte – Struttura Idrologia ed effetti al suolo e ISPRA (Guido Fioravanti)

Area Comunicazione

Coordinamento pubblicazione on line:

Daria Mazzella – Area Comunicazione

Giugno 2017

Autori

Secondo Barbero¹, Milena Zaccagnino¹, Stefano Mariani², Barbara Lastoria², Giovanni Braca², Martina Bussettini², Marco Casaioli², Loredana Marsico³, Roberta Rotundo³, Valentina Pavan⁴, Giuseppe Ricciardi⁴, Enrica Zenoni⁴, Andrea Cicogna⁵, Stefano Micheletti⁵, Orietta Cazzuli⁶, Sara Di Priolo⁶, Maria Ranci⁶, Chiara Rondanini⁶, Giuseppe Bianco⁷, Gianmario Egiatti⁸, Pierluigi Montanini⁸, Italo Saccardo⁸, Emanuela Campione⁹, Stefano Pupillo⁹, Francesco Iocca¹⁰, Marco Lazzeri¹⁰, Marco Tedeschini¹⁰, Vincenzo Marzano¹¹, Palma Schena¹¹, Alessandro Licciardello¹², Fernando Manzella¹³, Fabio Brunier¹⁴ e Sara Ratto¹⁴

¹ ARPA Piemonte

² ISPRA

³ ARPA Calabria

⁴ ARPAE Emilia Romagna

⁵ ARPA Friuli Venezia Giulia

⁶ ARPA Lombardia

⁷ ARPA Sardegna

⁸ ARPA Veneto

⁹ Dipartimento Protezione Civile

¹⁰ Regione Marche

¹¹ Regione Puglia

¹² Regione Siciliana

¹³ Regione Toscana

¹⁴ Regione Valle d'Aosta

Con il contributo di

Centro Meteorologico di ARPA Liguria e Servizio Agenti Fisici di ARPA Puglia

Contesto delle Linee guida

Le presenti “*Linee guida per il controllo di validità dei dati idro-meteorologici*” sono state elaborate nell’ambito delle attività congiunte del Gruppo di Lavoro n. 7 “*Idro-meteo-clima Direttiva 2000/60/CE*” del Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (piano triennale 2014–2016) e del Gruppo di Lavoro n. 2 “*Validazione dei dati*” del Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa”.

Il Gruppo di Lavoro congiunto è stato coordinato dall’ARPA Piemonte.

Citare questo documento come segue: Barbero S. et al. (2017): Linee guida per il controllo di validità dei dati idro-meteorologici . ISPRA – Manuali e Linee Guida 156/2017. Roma, 2017.

INDICE

PREMESSA	I
1. INTRODUZIONE	3
1.1 Misure ed errori	3
1.2 Controllo di qualità	3
1.3 Livelli del controllo di validità	4
2. DESCRIZIONE ATTIVITÀ	6
3. METODOLOGIA ADOTTATA.....	7
4. PIOGGIA.....	9
5. TEMPERATURA	12
6. LIVELLO IDROMETRICO E PORTATA	14
7. NEVE.....	16
8. SCHEDE DI APPROFONDIMENTO	19
SCHEDE PARAMETRO PIOGGIA	20
SCHEDE PARAMETRO TEMPERATURA.....	49
SCHEDE PARAMETRI LIVELLO IDROMETRICO E PORTATA	70
SCHEDE ALTEZZA DI NEVE AL SUOLO E FRESCA	91
BIBLIOGRAFIA	115

Indice delle figure

Figura 8.1 – Esempio di dati di pioggia a 1 minuto con valori (cerchiati in rosso) da scartare perché superiori al valore soglia L posto pari a $a = 4,8$ mm al minuto (soglia valida per i pluviometri PMB25).	24
Figura 8.2 – Esempio di una serie di dati di pioggia a 1 ora con un valore sospetto, cerchiato in rosso, in quanto superiore al valore di attenzione (V_a) posto uguale a 30.0 mm h ⁻¹ .	25
Figura 8.3 – Esempio di serie di dati di pioggia a 1 ora con valore sospetto, cerchiato in rosso, in quanto presente all'interno di una sequenza di valori nulli di pioggia.	28
Figura 8.4 – Esempio di dati di pioggia con valori (indicati dalle frecce) con temperatura dell'aria T inferiore a T_0 ($= 0$ °C) e riscaldatore guasto o mancante.	29
Figura 8.5 – Esempio di confronto incrociato tra dati di pioggia a 1 ora e dati di umidità relativa a 5 minuti della stazione Lentini, dalle ore 00:00 del 9 giugno 2015 alle ore 12:00 del 10 giugno 2015. Il dato di pioggia P non nulla con associato un valore di umidità relativa U inferiore al valore di soglia U_0 (cerchiato in rosso) è da considerarsi un dato sospetto.	30
Figura 8.6 – Esempio di dati di pioggia istantanea con valore (cerchiato in rosso) errato in quanto notevolmente discordante con l'andamento delle stazioni limitrofe.	31
Figura 8.7 – Dati di pioggia giornaliera con valori discordanti rispetto alle stazioni limitrofe – pioggia impulsiva, oppure per le stazioni in quota senza riscaldatore per lo scioglimento della neve.	38
Figura 8.8 – Esempio di dato di pioggia mensile con valori discordanti rispetto ad alcune stazioni limitrofe – dato errato per il pluviometro di Vallicelle.	42
Figura 8.9 – Grafico dei dati di temperatura dell'aria con dati istantanei mancanti.	51
Figura 8.10 – T_0 temperatura istantanea all'istante 0 confrontata con la temperatura all'istante precedente T_1 e con l'istante successivo T_2 .	55
Figura 8.11 – Confronto tra più stazioni con evidente dato errato nel cerchio rosso.	58
Figura 8.12 – Esempio di dati di temperatura massima giornaliera con valore (cerchiato in rosso) errato in quanto notevolmente discordante con l'andamento delle stazioni limitrofe.	66
Figura 8.13 – In alto idrogramma con dati mancanti (riportato in blu) confrontato con idrogramma completo di altra stazione idrometrica (riportato in rosso); in basso idrogramma con dati ricostruiti (riportati in verde) confrontato con idrogramma completo di altra stazione idrometrica (riportato in rosso).	72
Figura 8.14 – Alveo a carattere torrentizio in fase di magra: il flusso d'acqua divagando rende inutilizzabili i dati letti dal sensore idrometrico.	73
Figura 8.15 – Idrogramma con dati errati evidenziati in rosso, che vengono flaggati con 3 (dato errato).	75
Figura 8.16 – Idrogramma con dati errati dovuti a piante sotto l'area di lettura del sensore idrometrico.	77
Figura 8.17 – Confronto tra il livello idrometrico prima (linea blu) e dopo l'applicazione dell'offset (linea viola).	80
Figura 8.18 – Confronto tra idrogrammi di stazioni ubicate lungo la stessa asta fluviale.	81
Figura 8.19 – Confronto tra il livello idrometrico e la precipitazione misurata a monte della sezione idrometrica.	84
Figura 8.20 – Confronto tra idrogrammi di più stazioni idrometriche ubicate lungo la stessa asta fluviale: evidenziato nel cerchio rosso il dato errato.	86
Figura 8.21 – Confronto tra il livello medio giornaliero e le piogge giornaliere ragguagliate al bacino idrografico sotteso: evidenziato nel cerchio rosso il valore di livello medio giornaliero errato.	87
Figura 8.22 – Confronto idrogrammi di più stazioni idrometriche ubicate lungo la stessa asta fluviale.	89
Figura 8.23 – Confronto tra la portata media giornaliera e le precipitazioni giornaliere ragguagliate al bacino idrografico sotteso.	90
Figura 8.24 – Valori di altezza di neve al suolo con un dato mancante nella serie.	93
Figura 8.25 – Visualizzazione (evidenziati in rosso) dei valori inferiori al minimo strumentale S_{min} , che sono da invalidare.	95

Figura 8.26 – Andamento dell'altezza di neve al suolo (in blu) relativa a una stazione di monitoraggio dal 01/01/2013 al 30/06/2014. In rosso è riportato l'esempio di una soglia impostata a 190 cm. L'analisi della figura permette di osservare due situazioni in cui la neve al suolo supera la soglia impostata. Nel caso indicato con il riquadro verde il dato, inizialmente indicato come sospetto, viene considerato valido a un successivo controllo di dettaglio; nel caso indicato in rosso il dato sospetto viene invalidato.	95
Figura 8.27 – In rosso sono indicati i valori invalidati nell'ambito del controllo di variazione anomala.	97
Figura 8.28 – Andamento Hs: in azzurro è indicata l'altezza di neve al suolo, in arancione l'erba. In verde si osservano i periodi di fienagione.	98
Figura 8.29 – Andamento dell'altezza di neve al suolo (in blu) confrontato con l'andamento delle temperature (in arancione) e le precipitazioni liquide provenienti dal pluviometro riscaldato (in verde); le linee rosse orizzontali indicano la soglia di 4 °C e quella di 0 °C. All'interno del tondo in viola, si nota dapprima che, a seguito di progressiva fusione il manto nevoso al suolo è assente, ma a seguito di debole precipitazione si nota un innalzamento contenuto del livello di neve al suolo: l'analisi comparata con i valori di temperatura permette di escludere che si tratti di neve ($T > 4\text{ °C}$). All'interno del riquadro in giallo l'incremento di neve al suolo è reale e l'andamento è confermato con l'analisi degli altri parametri (presenza di precipitazione e temperature $< 4\text{ °C}$).	105
Figura 8.30 – Confronto tra l'andamento del manto nevoso (in viola) e la velocità del vento (in grigio). Si evidenzia come il forte vento registrato sia responsabile dell'erosione completa del manto nevoso.	107
Figura 8.31 – Anomalo comportamento del manto nevoso, attribuibile in prima analisi ad azione terza (ad es., rimozione del manto nevoso con macchinari).	107
Figura 8.32 – Confronto dell'andamento della neve al suolo in due stazioni nivometriche differenti.	108
Figura 8.33 – L'immagine a sinistra evidenzia la presenza di alcuni dati mancanti nella serie. Il dato mancante influisce sull'affidabilità del dato aggregato. In questo caso l'aggregazione viene segnata come sospetta (mese di febbraio: 26 dati a disposizione su 28 necessari) e quindi da verificare manualmente.	110

Indice delle Tabelle

Tabella 3.1 – <i>Classificazione dei criteri di validazione.</i>	7
Tabella 3.2 – <i>Categorie di validazione.</i>	7
Tabella 3.3 – <i>Descrizione delle aggregazioni.</i>	8
Tabella 4.1 – <i>Parametro/aggregazione: pioggia/valore istantaneo.</i>	9
Tabella 4.2 – <i>Parametro/aggregazione: pioggia/giornaliera.</i>	10
Tabella 4.3 – <i>Parametro/aggregazione: pioggia/mensile.</i>	10
Tabella 4.4 – <i>Parametro/aggregazione: pioggia/numero mensile di giorni piovosi.</i>	11
Tabella 4.5 – <i>Parametro/aggregazione: pioggia/annuale.</i>	11
Tabella 4.6 – <i>Parametro/aggregazione: pioggia/massimi annuali.</i>	11
Tabella 5.1 – <i>Parametro/aggregazione: temperatura/valore istantaneo.</i>	12
Tabella 5.2 – <i>Parametro/aggregazione: temperatura/giornaliera (massima, media, minima).</i>	13
Tabella 5.3 – <i>Parametro/aggregazione: temperatura/mensile (massima, media, minima).</i>	13
Tabella 6.1 – <i>Parametro/aggregazione: livello idrometrico/valore istantaneo.</i>	14
Tabella 6.2 – <i>Parametro/aggregazione: livello idrometrico/giornaliera (media).</i>	15
Tabella 6.3 – <i>Parametro/aggregazione: portata/giornaliera (media).</i>	15
Tabella 7.1 – <i>Parametro/aggregazione: altezza di neve al suolo/valore istantaneo.</i>	16
Tabella 7.2 – <i>Parametro/aggregazione: altezza di neve al suolo/giornaliera.</i>	17
Tabella 7.3 – <i>Parametro/aggregazione: altezza di neve al suolo/ mensile (media).</i>	17
Tabella 7.4 – <i>Parametro/aggregazione: altezza di neve fresca/giornaliera.</i>	18
Tabella 7.5 – <i>Parametro/aggregazione: altezza di neve fresca/mensile.</i>	18
Tabella 8.1 – <i>Esempio di dato di pioggia preceduto da valori mancanti e con flag = 3.</i>	27
Tabella 8.2 – <i>Esempio di dato di pioggia preceduto da mancanti e con flag = 2.</i>	27

PREMESSA

Nel 2013, l'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (ISPRA) ha istituito, sotto il proprio coordinamento, il “**Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa**” cui partecipano gli uffici e i centri che nelle ARPA-APPA e nelle Regioni e Province Autonome si occupano di idrologia operativa e sono erogatori di servizi pubblici di responsabilità, di cui al D.P.C.M. 24 luglio 2002, nonché gli Enti nazionali presenti nella rappresentanza italiana della Commission for Hydrology (CHy) del World Meteorological Organization (WMO), ossia l'Aeronautica Militare e il Dipartimento della Protezione Civile.

L'obiettivo di questo Tavolo tecnico permanente è la progressiva costruzione di un sistema nazionale federato per garantire lo svolgimento delle attività proprie di un servizio idrologico e per raggiungere un livello nazionale omogeneo di qualità e funzionalità, coerente e ottemperante alle risoluzioni del WMO, che nei dettagli e sotto il profilo tecnico indirizza tali attività. I partecipanti al Tavolo hanno inoltre ravvisato la necessità di un'inter-operatività con la Rete Nazionale dei Centri Funzionali e dei Centri di Competenza e di relazionarsi unitariamente con la comunità scientifica, al fine di chiarire rispettivi ruoli e competenze nell'ambito dell'idrologia.

A seguito del trasferimento alle Regioni degli Uffici periferici, o Compartimenti, del **Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale** (SIMN) – disciplinato dall'articolo 92, comma 4, del D.Lgs. 112/98, in attuazione della L. 59/97, e dell'Accordo tra il Governo e le Regioni del 24 maggio 2001 – il D.P.C.M. del 24/07/2002 ordinava, all'articolo 7, che *per garantire l'unitarietà a scala di bacino idrografico e la gestione coordinata delle funzioni di carattere compartimentale (individuate dal D.P.R. n. 85 del 24/01/1991) fossero stipulati accordi tra le Regioni territorialmente interessate a garanzia, in particolare, del funzionamento delle reti di rilevamento sulla base degli standard fissati dal servizio idrografico e mareografico del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, d'intesa con le Regioni, con le modalità specificate dall'art. 9, lettera a), nonché la continuità del rilevamento delle stazioni storiche del SIMN e l'analisi, validazione e pubblicazione dei dati idrologici a scala di bacino idrografico.*

L'articolo 9 dello stesso D.P.C.M. prevedeva, tra l'altro, che per l'esercizio dei **compiti di rilievo nazionale** fossero stipulati accordi tra le Regioni e il Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (DSTN), aventi per oggetto:

- i) *“la standardizzazione dei criteri, metodi e standard di raccolta, elaborazione e consultazione dei dati relativi all'attività conoscitiva e di gestione e manutenzione delle reti di monitoraggio”;*
- ii) *“la costituzione e gestione di una rete nazionale integrata di rilevamento e sorveglianza dei parametri idro-meteo-pluviometrici costituita da un sottoinsieme significativo delle stazioni delle reti di rilevamento trasferite”.*

Successivamente, i compiti e le attività tecnico-scientifiche di interesse nazionale per la protezione dell'ambiente, per la tutela delle risorse idriche e della difesa del suolo del DSTN sono poi passate prima all'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), ai sensi dell'articolo 2, commi a) e c) del D.P.R. n. 207 del 08/08/2002, e poi all'ISPRA al momento della sua istituzione, ai sensi della L. 133/2008 di conversione, con modificazioni, del D.L. n. 112 del 25/06/2008.

Questo Tavolo tecnico è stato costituito non solo con l'ottica di adempiere quanto stabilito dai dettami normativi di cooperazione di cui al D.P.C.M. del 24/07/2002, ma anche con l'idea di valorizzare e accrescere, prioritariamente nelle sedi istituzionali appropriate, il patrimonio culturale nazionale in materia, superando qualunque possibile diatriba e scontro derivante da diversità di vedute e di interessi attraverso il confronto democratico e la leale cooperazione tra le Istituzioni della Repubblica.

Il Tavolo Nazionale è, pertanto, strutturato in cinque gruppi di lavoro (GdL) – *1-Reti di monitoraggio, 2-Validazione dei dati, 3-Pubblicazione dei dati, 4-Annali, e 5-Misure di portata* – al fine di omogeneizzare le attività tecnico-scientifiche dell'ex SIMN di cui al D.P.R. 85/1991 che oggi sono svolte dalle ARPA/APPa o da strutture regionali/provinciali.

In particolare, il GdL n. 2 denominato “*Validazione dei dati*” ha come obiettivi l'individuazione dei più affidabili e robusti criteri di validazione e la standardizzazione degli stessi a livello nazionale,

prioritariamente per i seguenti parametri idro-meteorologici:

- pioggia;
- temperatura;
- altezza di neve al suolo e fresca;
- livello idrometrico e portata.

Le attività riguardanti l'individuazione di criteri di livello nazionale per la validazione dei parametri idro-meteorologici sono state anche ricomprese in un apposito GdL n. 7 denominato "*Idro-meteo-clima Direttiva 2000/60/CE*" facente parte dell'Area 2 "*Monitoraggi*" del programma triennale (2014–2016) del Servizio Nazionale della Protezione Ambientale (SNPA). Il sistema federato SNPA composto dall'ISPRA, che lo presiede, e dalle agenzie ambientali ARPA e APPA, ha la finalità di garantire convergenza nelle strategie operative e omogeneità nelle modalità di esercizio dei compiti istituzionali perseguiti dalle agenzie e dall'ISPRA stesso. La L. 132/2016 di istituzione del SNPA e di disciplina dell'ISPRA ricorda, difatti, che il Sistema assicurerà omogeneità ed efficacia alle attività di controllo pubblico della qualità dell'ambiente del nostro Paese, a supporto delle politiche di sostenibilità ambientale, qualificandosi come fonte ufficiale, omogenea e autorevole per ciò che riguarda informazione, **monitoraggio**, analisi e valutazione ambientale, a garanzia della tutela non solo dell'ambiente ma anche di chi ci vive.

A partire dall'inizio del 2015, viste le analoghe finalità dei due GdL, si è deciso di portare avanti congiuntamente le attività e finalizzarle alla redazione delle presenti Linee Guida per il controllo di validità dei dati provenienti dalle reti di rilevamento idro-meteorologiche operanti sul territorio nazionale.

In una successiva fase, l'attività congiunta dei due GdL sarà poi dedicata all'estensione delle presenti Linee Guida agli altri parametri idro-meteorologici non considerati attualmente in essa, partendo dal livello freatico, parametro di significativo interesse visto peraltro il progressivo ampliamento, a livello nazionale, della rete delle stazioni freaticometriche per lo studio del regime delle falde freatiche. A tal proposito, si terrà in considerazione anche l'attività svolta nell'ambito del GdL n. 18 sul calcolo dello stato quantitativo delle acque sotterranee, afferente all'Area 4 "*Valutazioni*" – programmazione 2014–2016 – del SNPA.

1. INTRODUZIONE

1.1 Misure ed errori

La misurazione di una grandezza fisica è un set di operazioni avente come obiettivo la determinazione del valore della grandezza espresso rispetto a un'unità di misura (si veda, ad es., [World Meteorological Organization, 2010b, 2014](#)). La differenza tra il valore della misura e il valore vero della grandezza misurata è l'errore. Generalmente gli errori sono classificati in tre tipi:

- **grossolani**: sono generalmente errori macroscopici causati da malfunzionamenti degli apparati di misura o da disattenzioni o inesperienza dell'osservatore in fase di trattamento del dato. Si tratta di errori facilmente individuabili in fase di controllo;
- **sistematici**: sono quelli che seguono alcune leggi o regole fisiche mediante le quali possono essere previsti. Si parla in questo caso di *bias* della misura e gli errori sono distribuiti in modo asimmetrico rispetto allo zero, tendendo a distorcere il valore misurato verso l'alto o verso il basso rispetto al valore vero. Un errore sistematico quindi, posto che le condizioni di misurazione siano le medesime, ha la stessa influenza in grandezza e segno sul risultato della misura;
- **casuali**: sono generalmente piccoli e derivano da limitazioni dei dispositivi e dei processi di misura. Sono distribuiti in modo più o meno simmetrico rispetto allo zero potendo produrre sia una sovrastima che una sottostima del valore vero. Posto che le condizioni di misurazione siano le medesime, un errore casuale che può cambiare in grandezza e segno ha, quindi, un'influenza sul risultato della misura. Gli errori casuali risultano dall'impossibilità di misurare perfettamente una qualsiasi quantità o di modellare perfettamente qualsiasi errore sistematico. Derivano da variazioni temporali e spaziali casuali e imprevedibili delle condizioni in cui si effettua la misura e che possono essere legate sia allo strumento che ad interferenze ambientali. La misura dell'effetto random può essere espressa mediante la deviazione standard. Le condizioni ambientali sono sorgenti di errori casuali se non vengono monitorate o se non si conosce la loro influenza sulla grandezza da misurare, diversamente possono essere sorgenti di errore sistematico.

Oltre a questi tre tipi di errori nelle misure di grandezze idro-meteorologiche si può aggiungere la categoria dei cosiddetti errori di **rappresentatività**. Sono il risultato di perturbazioni su piccola scala o di condizioni del tempo che influenzano l'osservazione di una grandezza. Quando si verificano queste condizioni durante un'osservazione di routine, i risultati possono sembrare anomali se paragonati con le osservazioni effettuate nello stesso intervallo temporale in luoghi limitrofi. Il dato rilevato puntualmente in una stazione di misura è generalmente utilizzato per applicazioni a zone limitrofe. Se tuttavia lo strumento rileva parametri che sono strettamente limitati alle condizioni ambientali del sito in cui lo strumento è operativo, il dato misurato perde di rappresentatività.

Posto che una misura sia priva di errori grossolani, essa potrà essere considerata più o meno accurata e più o meno precisa in funzione dell'entità degli errori casuali e sistematici. Accuratezza e precisione non sono, infatti, sinonimi ma si riferiscono a una differente relazione tra valore misurato e valore vero.

L'**accuratezza**, infatti, si riferisce alla vicinanza del valore misurato, osservato o stimato al valore reale o vero (o a un valore che si accetta come vero). Una misura pertanto è tanto più accurata quanto minore è l'entità dell'errore sistematico. La **precisione**, invece, è un concetto legato alla riproducibilità (condizioni simili di rilevamento) e alla ripetitività (ripetizione di misure di uno stesso valore), e rappresenta il grado di convergenza di dati individualmente rilevati verso un valore medio della serie cui appartengono che non necessariamente è il valore vero. La precisione è tanto maggiore quanto minore è l'entità dell'errore casuale. La combinazione del grado di accuratezza e di precisione delle misure determina infine il livello di **attendibilità** del valore misurato.

1.2 Controllo di qualità

Tenuto conto che i dati possono essere affetti da errori di entità variabile, resta il fatto che ***i dati misurati si possono utilizzare in applicazioni diverse*** e in diversi ambiti (operativi, decisionali, di pianificazione e di ricerca). È proprio la diversa natura di tali usi e il diverso livello di attendibilità,

omogeneità e continuità che essi richiedono, a *definire il livello di qualità accettabile per un determinato uso* (*fitness for use*; [Chapman, 2005](#); [Heinke & Sokhi, 2008](#) e *reference* contenute).

L'attribuzione di un certo livello di qualità ai dati misurati passa attraverso il processo di validazione dei dati stessi, che consiste nell'analizzare tutti i dati raccolti in termini di completezza, ragionevolezza e nell'eliminare i valori erranei. La validazione dei dati (*validity check*) è solo una delle procedure operative del *Quality Control* (QC) che consiste in un insieme di procedure e regole atte a far sì che un sistema di misura raggiunga e mantenga uno specifico livello o requisito di qualità inizialmente stabilito.

Al processo di QC appartengono anche la calibrazione periodica degli strumenti, l'ispezione periodica dei siti e la manutenzione preventiva. Il QC può essere applicato sia in tempo reale (*real time quality control*) che in tempo differito (*delayed quality control*), in funzione delle esigenze di condivisione, utilizzo e archiviazione dei dati a livello nazionale e internazionale (e.g., [World Meteorological Organization, 1993, 2010a, 2010b](#)).

A sua volta il QC deve innestarsi all'interno di un efficace e ben coordinato *Quality Management* (QM). Il QM si esplica, difatti, attraverso l'applicazione congiunta del *Quality Assurance* (QA) e del QC ([World Meteorological Organization, 2014](#)). Il QA è l'insieme delle attività pianificate e sistematiche applicate all'interno di un sistema di gestione della qualità per fornire il livello di confidenza con cui i requisiti di qualità sono soddisfatti. In sostanza quindi un QC è un sistema di attività atto a fornire un prodotto di qualità mentre il QA è un sistema di attività atto a verificare che il sistema di controllo di qualità stia funzionando adeguatamente.

I principali obiettivi del QM sono l'identificazione, la quantificazione e la riduzione degli errori. Si possono commettere errori sia per motivi tecnici, a causa cioè dei metodi e delle tecnologie utilizzate, che per motivi procedurali cioè legati a una gestione non chiara o inefficace o a una mancanza di preparazione adeguata degli operatori.

Inoltre, errori possono essere compiuti in fase di rilevamento (e.g., il sensore non legge correttamente), nel momento in cui l'osservazione è trascritta (trasposizione di cifre, *shifting* di date, ecc.) e in fase di trasmissione e immagazzinamento dei dati (errori del computer, errori di digitalizzazione, ecc.). Molti di questi errori possono essere prevenuti mediante un appropriato QA, altri devono essere identificati e corretti mediante le procedure di QC.

1.3 Livelli del controllo di validità

Il *primo livello* di validazione dei dati si effettua sui dati grezzi (*raw data* o *gross data*) elementari, ossia alla risoluzione temporale con cui vengono trasmessi o rilevati alla stazione di misura, e consiste nell'applicazione di procedure di base per la verifica della validità del dato. Scopo di questi controlli è indicare malfunzionamenti, instabilità, o interferenze. Nel caso di dati provenienti da stazioni di misura automatiche le verifiche di validità si applicano al "messaggio meteorologico" proveniente dalla stazione e intervengono in fase di transcodifica del messaggio che per la trasmissione deve rispettare determinate regole. I controlli effettuati saranno quindi relativi ai formati attesi e previsti all'interno di un determinato messaggio, alle date e agli orari, alla posizione della stazione di rilevamento, ai codici identificativi ad esempio di stazioni e sensori, agli elementi duplicati.

A questa categoria di verifiche appartengono: *i controlli sintattici* (ad es., caratteri alfabetici che appaiono in un testo che dovrebbe essere numerico) che, se non corretti, possono creare confusione nel processo di transcodifica; *i controlli logici* che si riferiscono sia alle caratteristiche intrinseche della grandezza (si veda, ad es., [World Meteorological Organization, 1993](#)) sia ai limiti imposti dalle caratteristiche tecniche dello strumento utilizzato, in termini di campo di misura (e.g., per un pluviometro: 0–300 mm h⁻¹), risoluzione (e.g., per un pluviometro: 0.1 o 0.2 mm), e limiti ambientali di funzionamento (e.g., per un pluviometro: 0–70 °C per pluviometro non riscaldato oppure –30–70 °C con riscaldatore termostato).

Il primo livello di controlli può avere tre tipi di esiti: controllo superato o dato sospetto e allora il dato è sottoposto ai controlli successivi, ovvero controllo non superato e allora il dato viene considerato errato.

I controlli di primo livello sono per lo più effettuati sul dato elementare, vale a dire sul dato all'aggregazione temporale con cui proviene dalla stazione di misura. In questa fase è opportuno effettuare anche *controlli di consistenza interna*. Si tratta di controlli che si basano sul confronto tra

valori sincroni di variabili differenti ma collegate, ad esempio, da leggi fisiche, in modo da evidenziare eventuali incongruenze fra i dati.

Il **secondo livello** di validazione dei dati consiste in una serie di verifiche di “*consistenza*”:

- *controlli di consistenza temporale*: si basano sul controllo del grado di variabilità massimo e minimo dei dati nel tempo e hanno lo scopo di individuare eventuali anomalie fra dati temporalmente contigui o rispetto ai valori che storicamente si sono verificati in un dato sito. Per quanto concerne la minima variabilità consentita, le procedure di verifica di consistenza temporale sono volte ad accertare la presenza di *persistenza* nella serie dei valori misurati, ossia il perdurare nel tempo di un valore medesimo o assimilabile a tale;
- *controlli incrociati con altre grandezze della stessa stazione*: si basano sul controllo della grandezza in esame con altre grandezze correlate misurate nello stesso sito. Ad esempio confronto della temperatura con la radiazione solare;
- *controlli di consistenza spaziale*: si basano sull’ipotesi di variabilità graduale della grandezza osservata nello spazio e quindi sull’esistenza di una sorta di correlazione spaziale tra le misure contemporanee di una grandezza effettuate in stazioni limitrofe¹. Tuttavia, per la pioggia l’ipotesi di variabilità graduale è tanto meno accettabile quanto più si tratta di intervalli di aggregazione temporali piccoli;
- *controlli di tipo climatologico*: si basano sul confronto della grandezza in esame con alcuni parametri ricavati dall’intera serie storica (ad es., test basati sul confronto a soglia rispetto ai percentili calcolati su specifici intervalli temporali).

I dati possono essere validati, in prima istanza, attraverso l’uso di procedure di tipo automatico. Tuttavia, per la valutazione dei dati cosiddetti “sospetti” è richiesta comunque sempre una revisione manuale affidata al giudizio di personale qualificato che dovrà decidere caso per caso se ritenere valido il dato sospetto, rigettarlo in quanto non valido, oppure ricostruirlo qualora fosse possibile.

¹ Per *stazioni limitrofe* si intendono quelle stazioni che per vicinanza planimetrica, altimetrica, topografica possono avere similitudini climatiche con la stazione che si sta confrontando.

2. DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Le attività svolte dal GdL nel suo complesso (Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa e SNPA) sono state:

- 1) acquisizione dei documenti e di tutte le relazioni del progetto REMO del PO “Progetto per la condivisione delle conoscenze e lo sviluppo di sistemi informativi e di monitoraggio su temi specifici di interesse per la pianificazione di bacino”, inerenti al Tema 1 – Gestione integrata delle risorse idriche a scala di bacino (relazioni tecniche-scientifiche già predisposte dalle ARPA del bacino del fiume Po: Emilia Romagna, Lombardia, Valle d’Aosta, Veneto, Liguria, Piemonte). Raccolta di ulteriori relazioni riguardanti la validazione operativa dei parametri idro-meteorologici messi a disposizione dagli uffici regionali e/o provinciali;
- 2) predisposizione di un questionario per ciascuno dei parametri idro-meteorologici selezionati al fine di censire le tipologie di aggregazione dei dati e i criteri di validazione utilizzati a livello regionale e provinciale;
- 3) distribuzione dei questionari agli uffici regionali e/o provinciali responsabili della raccolta e trattamento dei dati idro-meteorologici afferenti al Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa e al GdL n. 7 del SNPA, per la successiva compilazione;
- 4) raccolta e analisi dei questionari relativi a ciascun parametro da parte di specifici sottogruppi al fine di proporre una lista esaustiva di criteri di validazione;
- 5) individuazione e classificazione dei criteri di validazione da adottare a livello nazionale.

3. METODOLOGIA ADOTTATA

Sulla base delle indicazioni contenute nei questionari, i criteri di validazione proposti sono stati classificati in due diverse tipologie ([Tabella 3.1](#)): **di base** da considerarsi standard ai fini delle attività di monitoraggio degli uffici e dei centri che hanno ereditato le competenze di idrologia operativa dell'ex SIMN e del SNPA; **opzionali** ritenuti più complessi. Pertanto, l'implementazione dei criteri riportati nella [Tabella 3.1](#) può avvenire per step successivi: in primis è necessaria l'applicazione dei criteri di base, e successivamente si procederà a estendere le procedure di validazione attraverso l'applicazione dei criteri opzionali.

Nella [Tabella 3.2](#) sono riportate le sei categorie di validazione che sono assegnate al dato in conseguenza dell'applicazione dei criteri di validazione.

Tabella 3.1 – *Classificazione dei criteri di validazione.*

TIPO	NOME	DESCRIZIONE
A	Criteri di base	Sono i criteri da ritenersi indispensabili e quindi da considerarsi standard
B	Criteri opzionali	Sono i criteri più complessi di cui si propone l'omogeneizzazione a livello nazionale ma non sono ritenuti obbligatori nella prima fase di implementazione

Tabella 3.2 – *Categorie di validazione.*

FLAG	NOME
1	Dato corretto
2	Dato sospetto
3	Dato errato
4	Dato non validato
5	Dato ricostruito
6	Dato mancante

Si distinguono due tipi di controlli: quelli **automatici** che sono attuati attraverso l'implementazione di algoritmi che attribuiscono “automaticamente” la categoria di validazione al dato, e quelli **manuali** controlli che, per la loro complessità, non possono essere descritti compiutamente con algoritmi matematici, ma devono essere eseguiti “manualmente” da un operatore esperto. In questo caso la validazione deve comunque seguire una procedura che consenta di tenere traccia dei criteri generali adottati e del contesto di applicazione. Nel caso in cui i controlli automatici individuino *dati di tipo sospetto*, in generale questi sono poi passati al controllo manuale al fine di decidere se il dato vada rigettato e a esso vada assegnata l'etichetta di *dato errato*, oppure se vada confermato e a esso vada assegnata l'etichetta di *dato corretto*.

Nella [Tabella 3.3](#) si riporta, per ogni parametro, la descrizione delle aggregazioni analizzate. A ogni criterio di validazione è attribuita la frequenza temporale con cui il dato deve essere validato suddivisa in *real time* (RT), giornaliera (G), mensile (M), annuale (A). In generale, è indicata la frequenza minima richiesta definita in funzione del tipo di controllo e del tipo di aggregazione. I controlli in *real time* sono quei processi automatici che sono applicati immediatamente dopo l'acquisizione dei dati necessari all'applicazione del criterio stesso.

Tabella 3.3 – Descrizione delle aggregazioni.

PARAMETRO	AGGREGAZIONE*	DESCRIZIONE
Pioggia	Valore istantaneo	Valore alla minima aggregazione disponibile (ad es., 1 minuto, 10 minuti, 30 minuti)
	Giornaliera	Valore totale giornaliero calcolato alle ore 09:00 e relativo alle 24 ore precedenti
		Valore totale giornaliero calcolato alle ore 00:00 e relativo alle 24 ore precedenti
	Mensile	Somma mensile della pioggia giornaliera
	Numero mensile di giorni piovosi	Numero di giorni piovosi nel mese sulla base della pioggia giornaliera calcolata alle ore 09:00
		Numero di giorni piovosi nel mese sulla base della pioggia giornaliera calcolata alle ore 00:00
	Annuale	Somma annuale della pioggia giornaliera
	Massimi annuali	Massime piogge dell'anno per periodi differenti (ad es., 10, 20, 30 minuti, e 1, 3, 6, 12, 24 ore)
Temperatura	Valore istantaneo	Valore alla minima aggregazione disponibile (ad es., 10 minuti, 30 minuti)
	Giornaliera	Valore medio, massimo e minimo giornaliero
	Mensile	Valore medio, massimo e minimo mensile
Livello idrometrico	Valore istantaneo	Valore alla minima aggregazione disponibile (ad es., 10 minuti, 30 minuti)
	Giornaliera	Valore medio giornaliero
Portata	Valore istantaneo	Valore ottenuto dall'applicazione della scala di deflusso al livello idrometrico puntuale
	Giornaliera	Valore medio giornaliero
Altezza neve al suolo	Valore istantaneo	Valore di altezza di neve al suolo alla minima aggregazione disponibile (ad es., 30 minuti)
	Giornaliera	Valore di altezza di neve al suolo alle ore 08:00
		Valore di altezza di neve al suolo alle ore 00:00
	Mensile	Media mensile delle altezze di neve al suolo giornaliera
Altezza neve fresca	Giornaliera	Valore di altezza di neve caduta nelle ultime 24 ore, riferita alle ore 08:00
		Valore di altezza di neve caduta nelle ultime 24 ore, riferita alle ore 0:00
	Mensile	Somma mensile delle altezze di neve fresca giornaliera

* Il dato istantaneo o aggregato dovrebbe essere sempre affiancato da un metadato che riporti se il sistema di riferimento temporale è quello UTC o quello dell'ora solare locale.

4. PIOGGIA

La classificazione riepilogativa dei criteri adottati per le diverse aggregazioni del parametro “*pioggia*” è riportata nelle [Tabelle 4.1–4.6](#).

Tabella 4.1 – Parametro/aggregazione: pioggia/valore istantaneo.

PIOGGIA ISTANTANEA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Corretta stringa	RT	A	A	1 o 3	1P
	1.2 Fuori orario	RT	A	A	1 o 3	2P
	1.3 Dato mancante	RT	A	A	1 o 6	3P
2. Logici	2.1 Fuori <i>range</i>	RT	A	A	1 o 3	4P
	2.2 Dato superiore al limite del <i>range</i> strumentale	RT	A	A	1 o 3	5P
	2.3 Dato superiore a un valore di attenzione	RT	A	A	1 o 2	6P
3. Consistenza temporale	3.1 Valore di pioggia preceduto da dati mancanti	RT	A	A	1 o 2 o 3	7P
	3.2 Valore di pioggia isolato	RT	A	A	1 o 2	8P
4. Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione	4.1 Temperatura e riscaldatore pluviometro	RT	A	A	1 o 2	9P
	4.2 Umidità relativa	RT	A	B	1 o 2	10P
5. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	5.1 Pioggia	A	M	A	1 o 3	11P
	5.2 Radar meteorologico	A	M	B	1 o 3	12P

Tabella 4.2 – Parametro/aggregazione: pioggia/giornaliera.

PIOGGIA GIORNALIERA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dati mancanti	G	A	A	1 o 2 o 3	13P
2. Logici	2.1 Fuori <i>range</i>	G	A	A	1 o 2 o 3	14P
3. Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione	3.1 Temperatura e riscaldatore pluviometro	G	A	A	1 o 2 o 3	15P
	3.2 Umidità relativa	G	A	B	1 o 2 o 3	16P
4. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	4.1 Pioggia	G	A	A	1 o 2	17P
	4.2 Pioggia	A	M	A	1 o 3	18P
5. Climatologico	5.1 Consistenza temporale con la serie storica	G	A	B	1 o 2	19P
	5.2 Incrocio con anomalia altre stazioni	A	M	B	1 o 3	20P

Tabella 4.3 – Parametro/aggregazione: pioggia/mensile.

PIOGGIA MENSILE						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dati mancanti	M	A	A	1 o 2 o 3	21P
2. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	2.1 Pioggia	A	M	A	1 o 3	22P

Tabella 4.4 – Parametro/aggregazione: pioggia/numero mensile di giorni piovosi.

NUMERO MENSILE DI GIORNI PIOVOSI						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dati mancanti	M	A	A	1 o 2 o 3	23P
2. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	2.1 Pioggia	A	M	A	1 o 3	24P

Tabella 4.5 – Parametro/aggregazione: pioggia/annuale.

PIOGGIA ANNUALE						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dati mancanti	A	A	A	1 o 2 o 3	25P
2. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	2.1 Pioggia	A	M	A	1 o 3	26P

Tabella 4.6 – Parametro/aggregazione: pioggia/massimi annuali.

MASSIMI ANNUALI						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dati mancanti	A	A	A	1 o 2 o 3 o 6	27P
2. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	2.1 Pioggia	A	M	A	1 o 3	28P

5. TEMPERATURA

La classificazione riepilogativa dei criteri adottati per le diverse aggregazioni del parametro “temperatura” è riportata nelle [Tabelle 5.1–5.3](#).

Tabella 5.1 – Parametro/aggregazione: temperatura/valore istantaneo.

TEMPERATURA ISTANTANEA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Corretta stringa	RT	A	A	1 o 3	29T
	1.2 Fuori orario	RT	A	A	1 o 3	30T
	1.3 Dato mancante	RT	A	A	1 o 6	31T
2. Logici	2.1 Fuori range	RT	A	A	1 o 3	32T
3. Consistenza temporale	3.1 Variazione brusca	RT	A	A	1 o 2	33T
	3.2 Variazione anomala	RT	A	A	1 o 3	34T
	3.3 Persistenza temporale	RT	A	A	1 o 2	35T
4. Confronto spaziale	4.1 Temperatura	A	M	A	1 o 3	36T
5. Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione	5.1 Radiazione solare, vento, umidità, pioggia	A	M	B	1 o 3	37T

Tabella 5.2 – Parametro/aggregazione: temperatura/giornaliera (massima, media, minima).

TEMPERATURA GIORNALIERA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dato mancante	G	A	A	1 o 2 o 3	38T
2. Logici	2.1 Congruità	G	A	A	1 o 3	39T
	2.2 Fuori <i>range</i>	G	A	A	1 o 3	40T
3. Consistenza temporale	3.1 Persistenza temporale	A	M	B	1 o 3	41T
4. Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione	4.1 Radiazione solare, vento, umidità, pioggia	A	M	B	1 o 3	42T
5. Confronto spaziale	5.1 Confronto con stazioni limitrofe	A	M	A	1 o 3	43T
6. Climatologici	6.1 Scarto sulla serie storica	G	A	B	1 o 2	44T

Tabella 5.3 – Parametro/aggregazione: temperatura/mensile (massima, media, minima).

TEMPERATURA MENSILE						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dati mancanti	M	A	A	1 o 2 o 3	45T
2. Spaziale / confronto incrociato con altre stazioni	2.1 Temperatura	A	M	A	1 o 3	46T

6. LIVELLO IDROMETRICO E PORTATA

La classificazione riepilogativa dei criteri adottati per le diverse aggregazioni dei parametri “*livello idrometrico*” e “*portata*” sono riportati nelle [Tabelle 6.1–6.3](#).

In virtù del legame funzionale tra *livello idrometrico* e *portata* espresso dalla scala di deflusso, i valori istantanei della portata assumeranno i medesimi flag dei corrispondenti valori istantanei del livello idrometrico in base ai quali è calcolata la portata stessa, salvo per i valori esterni ai limiti di validità della scala di deflusso (nel qual caso, al valore della portata istantanea deve essere associato il flag 3 di *dato errato*).

Inoltre, poiché il livello idrometrico e la portata prevedono la possibilità di ricostruire il dato istantaneo assegnando il flag 5, i valori medi giornalieri del livello idrometrico e della portata calcolati con dati ricostruiti saranno anch’essi contrassegnati con il flag 5 di *dato ricostruito*.

Tabella 6.1 – Parametro/aggregazione: livello idrometrico/valore istantaneo.

LIVELLO IDROMETRICO ISTANTANEO						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dato mancante	RT	A	A	1 o 6	47H
	1.2 Dato mancante ricostruito	A	M	B	1 o 5 o 6	48H
2. Logici	2.1 Fuori <i>range</i>	RT	A	A	1 o 2	49H
	2.2 Fuori <i>range</i> ricostruito	A	M	B	1 o 3 o 5	50H
3. Consistenza temporale	3.1 Variazione brusca	RT	A	A	1 o 2	51H
	3.2 Variazione brusca	A	M	B	1 o 3	52H
	3.3 Variazione anomala	RT	A	A	1 o 3	53H
	3.4 <i>Offset</i> per taratura	A	M	A	1 o 5	54H
4. Confronto con grandezze di stazioni correlate	4.1 Livello Idrometrico	A	M	B	1 o 3	55H
	4.2 Portata	A	M	B	1 o 3	56H
	4.3 Pioggia	A	M	B	1 o 3	57H

Tabella 6.2 – Parametro/aggregazione: livello idrometrico/giornaliera (media).

LIVELLO IDROMETRICO MEDIO GIORNALIERO						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dato mancante	G	A	A	1 o 2 o 3	58H
2. Confronto con grandezze di stazioni correlate	2.1 Livello idrometrico	A	M	B	1 o 3	59H
	2.2 Pioggia	A	M	B	1 o 3	60H

Tabella 6.3 – Parametro/aggregazione: portata/giornaliera (media).

PORTATA MEDIA GIORNALIERA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dato mancante	G	A	A	1 o 2 o 3	61H
2. Confronto con grandezze di stazioni correlate	2.1 Portata	A	M	B	1 o 3	62H
	2.2 Pioggia	A	M	B	1 o 3	63H

7. NEVE

La classificazione riepilogativa dei criteri adottati per le diverse aggregazioni del parametro “*altezza di neve al suolo (Hs)*” è riportata nelle [Tabelle 7.1–7.3](#).

I criteri adottati per le diverse aggregazioni del parametro “*neve fresca (Hn)*” sono, invece, riportati nelle [Tabelle 7.4–7.5](#).

Tabella 7.1 – Parametro/aggregazione: altezza di neve al suolo/valore istantaneo.

Hs ISTANTANEA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Corretta stringa	RT	A	A	1 o 3	64N
	1.2 Fuori orario	RT	A	A	1 o 3	65N
	1.3 Dato mancante	RT	A	A	1 o 6	66N
2. Logici	2.1 Fuori <i>range</i>	RT	A	A	1 o 3	67N
3. Consistenza temporale	3.1 Variazione brusca	RT	A	A	1 o 2	68N
	3.2 Variazione anomala	RT	A	A	1 o 3	69N
4. Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione	4.1 Accumulo (erba, altri ostacoli)	A	M	B	1 o 5	70N

Tabella 7.2 – Parametro/aggregazione: altezza di neve al suolo/giornaliera.

Hs GIORNALIERA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Corretta stringa	G	A	A	1 o 3	71N
	1.2 Dato mancante	G	A	A	1 o 6	72N
2. Consistenza temporale	2.1 Variazione brusca	G	A	A	1 o 3	73N
3. Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione	3.1 Temperatura per accumulo	G	A	B	2 o 3 o 5	74N
	3.2 Temperatura per fusione	G	A	B	1 o 3	75N
	3.3 Temperatura e precipitazione	A	M	B	1 o 2 o 3	76N
	3.4 Vento	A	M	B	1 o 3	77N
4. Spaziale / Confronto incrociato con altre stazioni	4.1 Neve al suolo, precipitazione, vento	A	M	B	1 o 2 o 3	78N

Tabella 7.3 – Parametro/aggregazione: altezza di neve al suolo/ mensile (media).

Hs MEDIA MENSILE						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dato mancante	A	A	A	1 o 2 o 3	79N

Tabella 7.4 – Parametro/aggregazione: altezza di neve fresca/giornaliera.

Hn GIORNALIERA						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Corretta stringa	G	A	A	1 o 3	80N
	1.2 Dato mancante	G	A	A	1 o 6	81N
2. Spaziale / Confronto incrociato con altre stazioni	2.1 Neve al suolo, precipitazione, vento	A	M	B	1 o 5	82N

Tabella 7.5 – Parametro/aggregazione: altezza di neve fresca/mensile.

Hn TOTALE MENSILE						
CATEGORIA DI CONTROLLO	DEFINIZIONE	FREQUENZA MINIMA RT = REAL TIME G = GIORNAL. M = MENSILE A = ANNUALE	TIPO DI CONTROLLO M = MANUALE A = AUTOMAT.	CLASSIFIC. DEL CRITERIO (v. TAB. 3.1)	CATEGORIA DI VALIDAZIONE (FLAG) (v. TAB. 3.2)	NUMERO SCHEDA
1. Sintattici	1.1 Dato mancante	M	A	A	1 o 2 o 3	83N

8. SCHEDE DI APPROFONDIMENTO

A partire dai dati riportati nelle [Tabelle 4.1–7.5](#), per ogni criterio è stata predisposta una scheda di approfondimento contenente una descrizione dettagliata della modalità di controllo strutturata in:

- a) descrizione testuale
- b) esplicitazione dei parametri numerici necessari
- c) esempio.

Riguardo ai parametri di cui al punto b), si consiglia, ove possibile, di indicare nel metadato di ciascuna stazione i valori di tali parametri (ad es., codici stazioni limitrofe, valori soglia).

SCHEMA N° 1P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	corretta stringa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che il formato della stringa contenente l'informazione sulla misura coincida con il formato atteso. Qualora i due formati differiscano, il dato viene considerato errato.

Parametri numerici necessari

P pioggia puntuale

FA formato atteso

FP formato pervenuto

Se $FP \neq FA$, allora P ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 2P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	fuori orario
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che la marca temporale associata alla misura, appartenga a un determinato intervallo. Il dato viene considerato errato qualora l'orario sia al di fuori dell'intervallo di riferimento.

Parametri numerici necessari

P = pioggia puntuale

O = orario associato alla misura.

I = intervallo temporale di riferimento

Se O non appartiene a I, allora P ha flag = 3

Esempio

--

SCHEDA N° 3P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 6 – dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che sia presente il dato di pioggia puntuale. In caso contrario, al dato viene assegnato il flag 6.

Parametri numerici necessari

P = pioggia puntuale

Se P dato mancante, allora P ha flag = 6

Esempio

SCHEMA N° 4P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	logico
Definizione:	fuori <i>range</i>
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che i valori istantanei di pioggia non siano negativi o inferiori alla risoluzione strumentale S.

Nel caso in cui i valori misurati siano negativi o inferiori alla risoluzione dello strumento, il valore istantaneo di pioggia viene invalidato, attribuendogli il flag 3.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

S = risoluzione strumentale (generalmente 0.2 per pluviometri a bascula o 0.1 per pluviometri a peso)

n = numero intero

Se $P < 0$, allora P ha flag = 3

Se P è $\neq$ dal multiplo intero di S, allora P ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 5P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	logico
Definizione:	dato superiore al limite di <i>range</i> strumentale
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare il valore istantaneo del dato misurato P con il limite di *range* dello strumento di misura (L).

Il dato viene considerato errato qualora P sia maggiore o uguale a L.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

L = limite di *range* dello strumento di misura

Se $P \geq L$, allora P ha flag = 3

Esempio

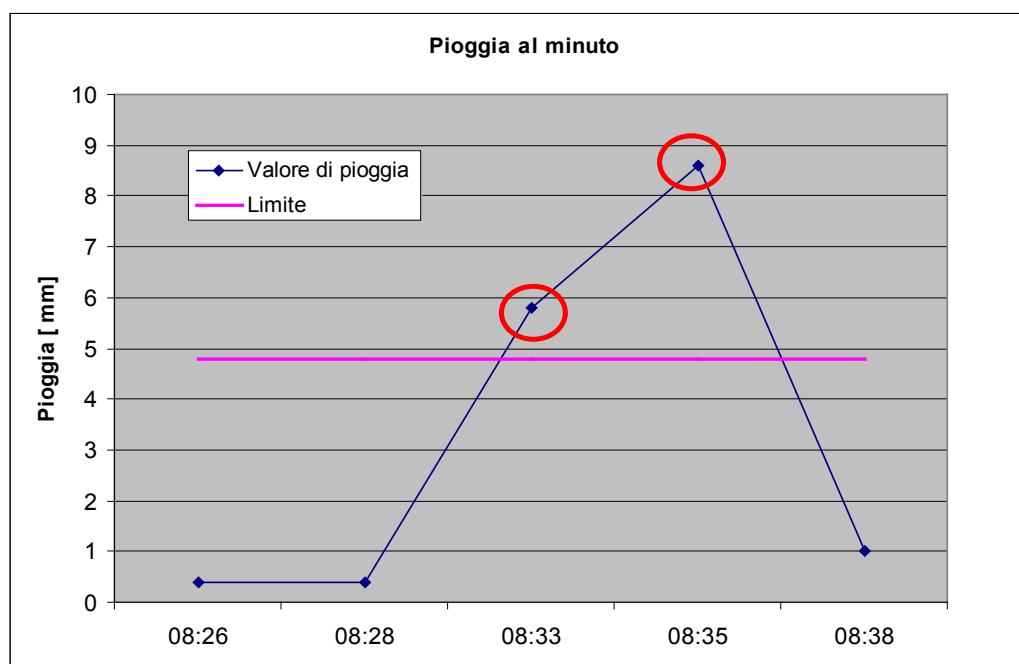


Figura 8.1 – Esempio di dati di pioggia a 1 minuto con valori (cerchiati in rosso) da scartare perché superiori al valore soglia L posto pari a $a = 4,8$ mm al minuto (soglia valida per i pluviometri PMB25).

SCHEMA N° 6P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato superiore a un valore di attenzione
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se il valore istantaneo del dato misurato (P) è superiore a un prefissato valore di attenzione (V_a), che può variare in funzione del passo di aggregazione minimo con cui è archiviata la pioggia, del regime climatologico dell'area monitorata e/o della stagione.

Il dato è considerato sospetto qualora P sia maggiore o uguale a V_a .

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

V_a = valore di attenzione per la pioggia istantanea

Se $P \geq V_a$, allora P ha flag = 2

Esempio

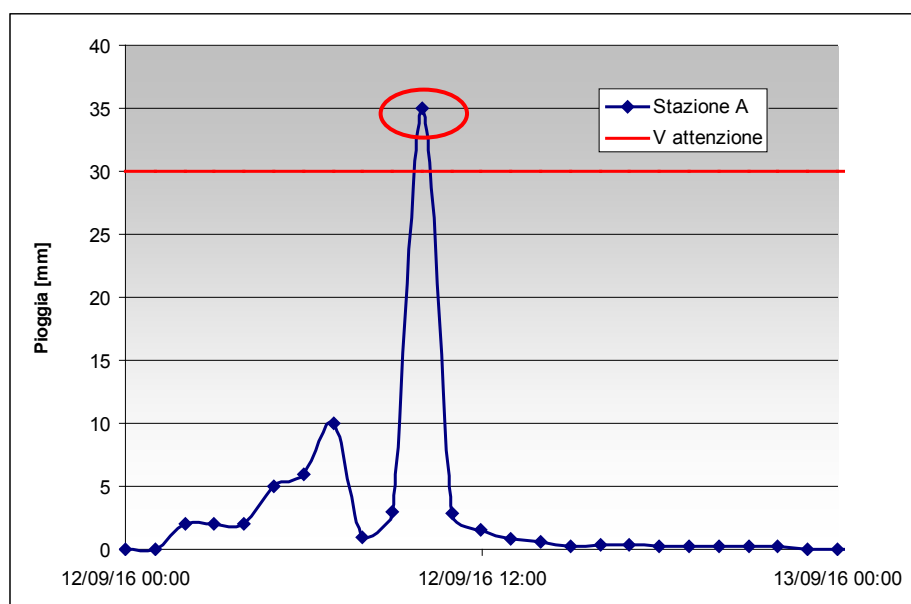


Figura 8.2 – Esempio di una serie di dati di pioggia a 1 ora con un valore sospetto, cerchiato in rosso, in quanto superiore al valore di attenzione (V_a) posto uguale a 30.0 mm h^{-1} .

SCHEDA N° 7P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	valore di pioggia preceduto da dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che il primo dato valorizzato di pioggia P a seguito di dati mancanti, diviso per il numero di scadenze mancanti M sia inferiore a un certo limite strumentale.

Parametri numerici necessari

P = Valore di pioggia in un dato intervallo di tempo

L = Limite di *range* dello strumento di misura

M = Numero di scadenze mancanti + 1

Se $P/M \geq L$, allora P ha flag = 3

Se $P/M < L$, allora P ha flag = 2

Esempio

P= 196 mm in 10 minuti

L= 48 mm in 10 min (per i pluviometri PMB25)

M = 4

Poiché $196/4=49$ mm, allora P ha flag 3

Tabella 8.1 – Esempio di dato di pioggia preceduto da valori mancanti e con flag = 3.

Denominazione stazione	Data	Ora	Parametro	Valore [mm]	Flag di validazione
Torino	19-lug-13	22:40	PLUV_10min	3.2	1
Torino	19-lug-13	22:50	PLUV_10min	4	1
Torino	19-lug-13	23:00	PLUV_10min	4	1
Torino	19-lug-13	23:10	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:20	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:30	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:40	PLUV_10min		6
Torino	20-lug-13	23:50	PLUV_10min	196	3
Torino	20-lug-13	00:00	PLUV_10min	2	1

P= 252 mm

L= 48mm in 10 min (per i pluviometri PMB25)

M= 6

Poiché $252/6=42$ mm, allora P ha flag 2

Tabella 8.2 – Esempio di dato di pioggia preceduto da mancanti e con flag = 2.

Denominazione stazione	Data	Ora	Parametro	Valore [mm]	Flag di validazione
Torino	19-lug-13	22:40	PLUV_10min	3.2	1
Torino	19-lug-13	22:50	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:00	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:10	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:20	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:30	PLUV_10min		6
Torino	19-lug-13	23:40	PLUV_10min		6
Torino	20-lug-13	23:50	PLUV_10min	252	2
Torino	20-lug-13	00:00	PLUV_10min	2	1

SCHEDA N° 8P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	valore di pioggia isolato
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la presenza di valori di pioggia P isolati all'interno di una sequenza di non pioggia.

Il dato è considerato sospetto qualora P sia l'unico elemento diverso da zero in una sequenza, di lunghezza l , di valori nulli di pioggia istantanea.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

l = lunghezza sequenza di valori di pioggia istantanea

(in prima approssimazione il dato di pioggia non nulla deve essere preceduto e seguito da due ore di dati con pioggia pari a zero)

Se $P_i \neq 0$ e $\{P_1, P_2, \dots, P_{i-1}, P_{i+1}, \dots, P_l\} = \{0, 0, \dots, 0, 0, \dots, 0\}$, allora P ha flag = 2

Esempio

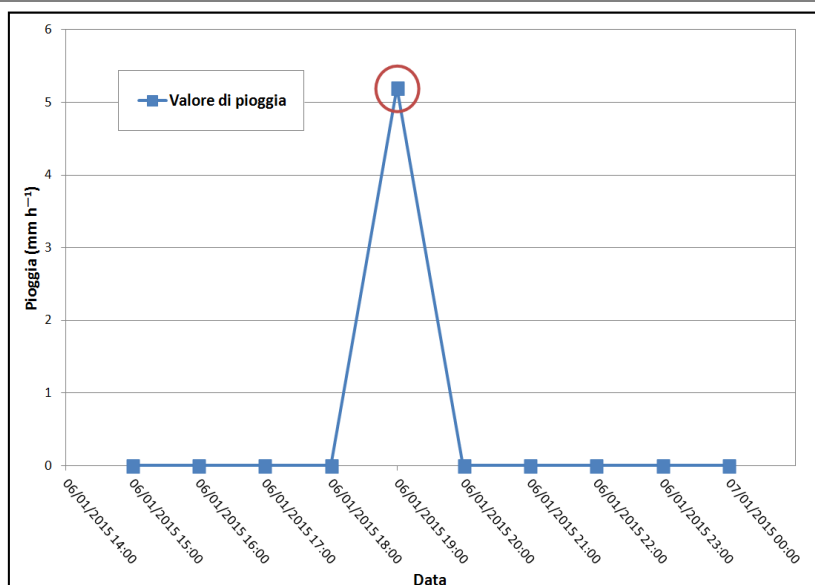


Figura 8.3 – Esempio di serie di dati di pioggia a 1 ora con valore sospetto, cerchiato in rosso, in quanto presente all'interno di una sequenza di valori nulli di pioggia.

SCHEDA N° 9P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	temperatura e riscaldatore pluviometro
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare il valore istantaneo del dato di pioggia misurato P con il valore di temperatura dell'aria T e con il corretto funzionamento del riscaldatore del pluviometro R. Tale criterio vale anche se il pluviometro non è dotato di riscaldatore.

Il dato di pioggia P viene considerato sospetto qualora $T \leq T_0$ e il riscaldatore manca o non funziona.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

T = valore di temperatura dell'aria

T_0 = valore soglia di temperatura dell'aria al di sotto della quale la precipitazione è considerata di tipo solido (valore proposto di prima applicazione $T_0 = 0\text{ °C}$)

R = stato di funzionamento del riscaldatore

Se R indica riscaldatore del pluviometro non funzionante, oppure è mancante, e se $T \leq T_0$, allora P ha flag = 2

Esempio

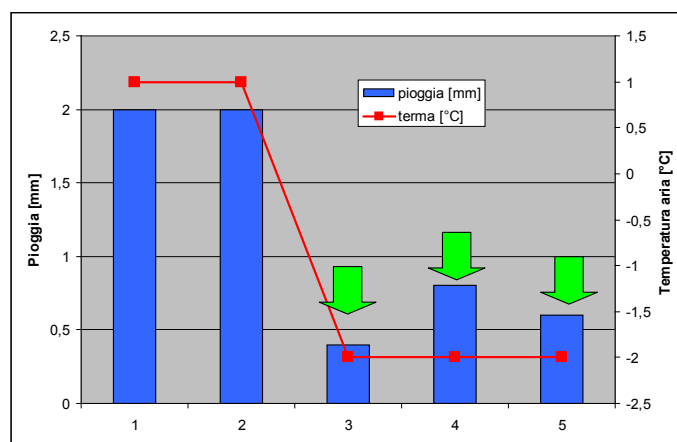


Figura 8.4 – Esempio di dati di pioggia con valori (indicati dalle frecce) con temperatura dell'aria T inferiore a T_0 ($= 0\text{ °C}$) e riscaldatore guasto o mancante.

SCHEDA N° 10P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	umidità relativa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare i valori istantanei misurati di pioggia P con i corrispondenti dati di umidità relativa U registrati nella stessa stazione.

Il dato di pioggia $P > 0$ viene considerato sospetto qualora $U \leq U_0$, dove U_0 è definita come la soglia di umidità relativa minima in corso di precipitazione.

Parametri numerici necessari

P = Valore pioggia istantanea

U = Valore umidità relativa

U_0 = Valore soglia umidità relativa (valore proposto di prima applicazione 90%)

Se $P > 0$ e $U \leq U_0$, allora P ha flag = 2

Esempio

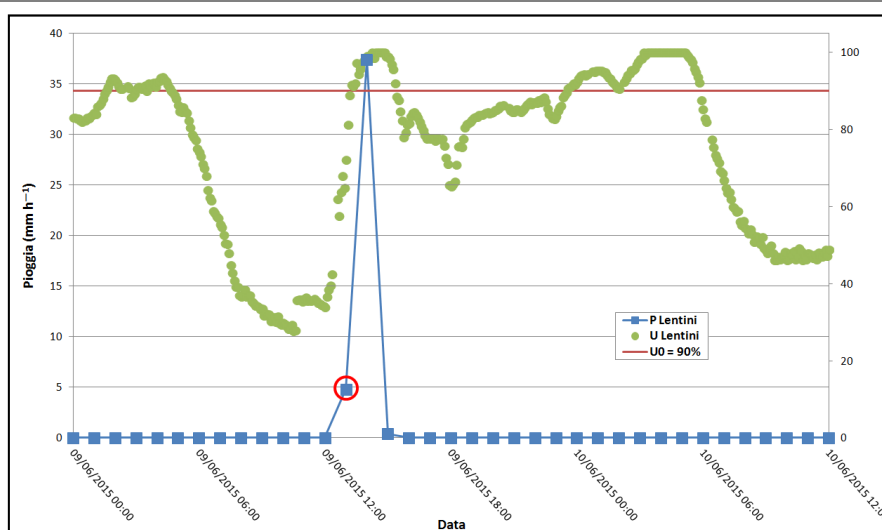


Figura 8.5 – Esempio di confronto incrociato tra dati di pioggia a 1 ora e dati di umidità relativa a 5 minuti della stazione Lentini, dalle ore 00:00 del 9 giugno 2015 alle ore 12:00 del 10 giugno 2015. Il dato di pioggia P non nulla con associato un valore di umidità relativa U inferiore al valore di soglia U_0 (cerchiato in rosso) è da considerarsi un dato sospetto.

SCHEDA N° 11P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di controllo è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dai controlli automatici.

Il criterio consiste nel confrontare il valore istantaneo del dato misurato nella stazione P con i dati istantanei misurati nelle stazioni limitrofe j, k, z, ... ($P_j, P_k, P_z, \dots$).

Il dato viene considerato errato qualora P si scosti in maniera sostanziale dagli altri valori.

Parametri numerici necessari

P = valore della pioggia istantanea

P_j, P_k, P_z = valori della pioggia istantanea delle stazioni limitrofe

Se $P \neq P_j, P_k, P_z$, allora P ha flag = 3

Esempio

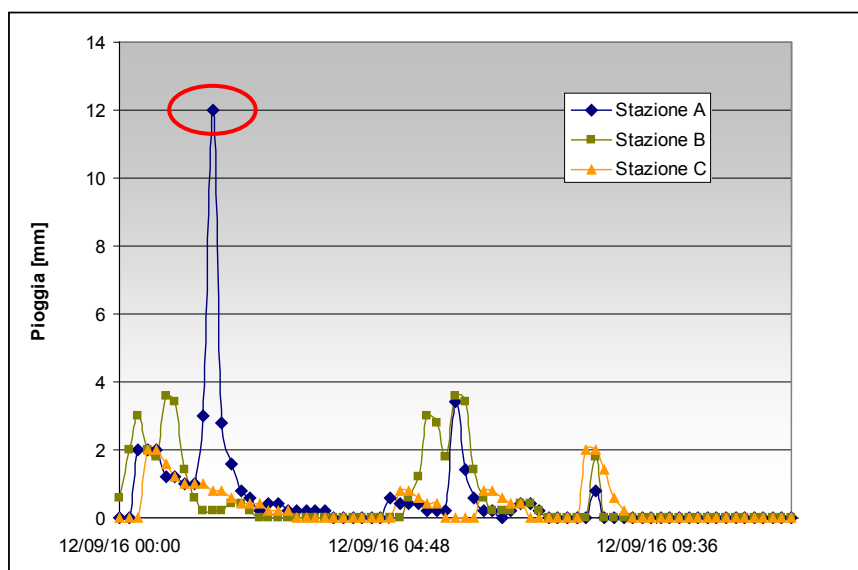


Figura 8.6 – Esempio di dati di pioggia istantanea con valore (cerchiato in rosso) errato in quanto notevolmente discordante con l'andamento delle stazioni limitrofe.

SCHEDA N° 12P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	radar meteorologico
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare la precipitazione cumulata con la precipitazione stimata da radar per verificare la coerenza. Il dato viene considerato errato qualora la cumulata da pluviometro sia nulla o prossima a 0 in presenza di stime radar significative o viceversa nel caso in cui il pluviometro indichi pioggia in totale assenza di echi radar a condizione che ci si trovi in aree con buona visibilità dei sistemi radarmeteorologi utilizzati.

Parametri numerici necessari

P = valore della pioggia istantanea
 G = valore della pioggia giornaliera
 G_r = precipitazione giornaliera stimata da radar nell'intorno della stazione

Controllo di tipo qualitativo
 Se $G \ll G_r$, allora P ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 13P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	sintattico
Definizione:	dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di pioggia P mancanti o errati nel giorno in esame.

Se la percentuale N è minore di una prima soglia S_1 allora il valore di pioggia totale giornaliera G è corretto; se la percentuale N è maggiore di una seconda soglia S_2 allora il valore di pioggia totale giornaliera è errato; se è compreso tra le due soglie il dato è sospetto. Le soglie possono variare in riferimento alla regione e alla stagione.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

N = percentuale di dati istantanei mancanti o errati

G = valore di pioggia giornaliera

S_1 = prima soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)

S_2 = seconda soglia (valore proposto di prima applicazione 50%)

Se $N \leq S_1$, allora G ha flag = 1

Se $S_1 < N < S_2$, allora G ha flag = 2

Se $N \geq S_2$, allora G ha flag = 3

Esempio

SCHEMA N° 14P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	logico
Definizione:	fuori <i>range</i>
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo controllo consiste nel verificare che il valore giornaliero di pioggia G non sia superiore al massimo valore misurabile con lo strumento S_1 (soglia strumentale) o a una soglia di attenzione S_2 .

Nel caso in cui il valore sia superiore alla soglia strumentale o minore di 0, il valore G viene considerato errato. Nel caso sia compreso tra S_1 e S_2 , G viene considerato sospetto.

Parametri numerici necessari

G = valore di pioggia giornaliera

S_1 = soglia strumentale (valore proposto di prima applicazione 7200 mm/g)

S_2 = soglia di attenzione (valore proposto di prima applicazione 350 mm/g)

Se $G > S_1$, allora G ha flag = 3

Se $S_1 > G > S_2$, allora G ha flag = 2

Se $G < S_2$, allora G ha flag = 1

Esempio

SCHEDA N° 15P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	temperatura e riscaldatore pluviometro
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Tale criterio viene applicato esclusivamente nelle stazioni provviste di termometro.

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di pioggia P ritenuti sospetti dal controllo con la temperatura e lo stato del riscaldatore nel giorno in esame (vedi [Scheda n° 9P](#)); se la percentuale N è minore o uguale a una prima soglia S_1 , allora il valore di pioggia totale giornaliera G è corretto; se la percentuale N è maggiore o uguale a una seconda soglia S_2 , allora il valore di pioggia totale giornaliera è errato; se è compreso tra le due soglie, il dato è sospetto.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea
N = percentuale di dati istantanei sospetti per incrocio con temperatura e riscaldatore pluviometro
G = valore di pioggia giornaliera
 S_1 = prima soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)
 S_2 = seconda soglia (valore proposto di prima applicazione 50%)

Se $N \leq S_1$, allora G ha flag = 1
Se $S_1 < N < S_2$, allora G ha flag = 2
Se $N \geq S_2$, allora G ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 16P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	umidità relativa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Tale criterio viene applicato esclusivamente nelle stazioni provviste di igrometro.

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di pioggia P ritenuti sospetti dal controllo con i dati di umidità relativa (vedi [Scheda n° 10P](#)); se la percentuale N è minore o uguale a una prima soglia S_1 , allora il valore di pioggia totale giornaliera G è corretto; se la percentuale N è maggiore o uguale a una seconda soglia S_2 , allora il valore di pioggia totale giornaliera è errato; se è compreso tra le due soglie il dato è sospetto.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea

N = percentuale di dati istantanei sospetti per incrocio con umidità relativa

G = valore di pioggia giornaliera

S_1 = prima soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)

S_2 = seconda soglia (valore proposto di prima applicazione 50%)

Se $N \leq S_1$, allora G ha flag = 1

Se $S_1 < N < S_2$, allora G ha flag = 2

Se $N \geq S_2$, allora G ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 17P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il controllo è volto a individuare i dati anomali di pioggia rispetto ai dati della maggioranza delle stazioni limitrofe.

Il criterio consiste nel confrontare il valore giornaliero G con i dati giornalieri misurati nelle stazioni limitrofe, $j, k, z, \dots$ ($G_j, G_k, G_z, \dots$); sono contemplati due casi:

- 1) quando $G = 0$ e la percentuale N_1 delle stazioni limitrofe con pioggia > 0 è superiore alla soglia S_1 , allora il dato è ritenuto sospetto;
- 2) quando $G > 0$ e la percentuale N_2 delle stazioni limitrofe con pioggia $= 0$ è superiore alla soglia S_2 , allora il dato è ritenuto sospetto.

Parametri numerici necessari

G = valore di pioggia giornaliera

$G_j, G_k, G_z, \dots$ totale giornaliero di pioggia nelle stazioni limitrofe $j, k, z, \dots$

N_1 = percentuale di stazioni limitrofe con pioggia giornaliera > 0

N_2 = percentuale di stazioni limitrofe con pioggia giornaliera $= 0$

S_1 = soglia (valore proposto di prima applicazione 90%)

S_2 = soglia (valore proposto di prima applicazione 90%)

Se $G = 0$ e $N_1 \geq S_1$, allora G ha flag = 2

Se $G > 0$ e $N_2 \geq S_2$, allora G ha flag = 2

Esempio

SCHEDA N° 18P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di controllo è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dal controllo incrociato automatico.

Il criterio consiste nel confrontare il valore giornaliero del dato misurato nella stazione G con i dati giornalieri misurati nelle stazioni limitrofe j, k, z, ... (G_j , G_k , G_z , ...)

Il dato viene considerato errato qualora G si scosti in maniera sostanziale dagli altri valori.

Parametri numerici necessari

G = valore della pioggia giornaliera

G_j , G_k , G_z = valori della pioggia giornaliera delle stazioni limitrofe

Se $G \neq G_j, G_k, G_z$, allora G ha flag = 3

Esempio

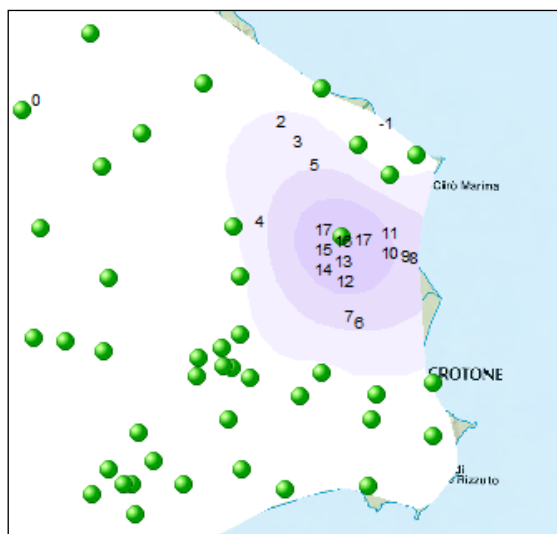


Figura 8.7 – Dati di pioggia giornaliera con valori discordanti rispetto alle stazioni limitrofe – pioggia impulsiva, oppure per le stazioni in quota senza riscaldatore per lo scioglimento della neve.

SCHEDA N° 19P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	climatologico
Definizione:	consistenza temporale con la serie storica
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare il valore di pioggia giornaliera misurato G con le statistiche delle piogge giornaliere massime annuali raccolte nella stazione in un periodo adeguatamente lungo.

Si utilizza come soglia il valore riferito ai percentili della distribuzione.

Parametri numerici necessari

G = pioggia giornaliera

S = percentile della distribuzione delle piogge giornaliere massime annuali raccolte nella stazione con lunghezza di almeno 10 anni (valore proposto di prima applicazione 90° percentile)

Se $G > S$, allora G ha flag = 2

Esempio

Si prenda come esempio la pioggia giornaliera di **196 mm** (G) registrata nella stazione di Fagagna (UD) e le statistiche delle piogge massime giornaliere raccolte nel periodo 1991–2013 nella medesima stazione:

Media 97, Min 55, Max 219

Distribuzione percentile

Percentili	mm
10°p	70
25°p	79
50°p	88
75°p	109
90°p	152

In questo caso $G > 90^\circ p$ (ovvero $196 \text{ mm} > 152 \text{ mm}$), quindi il dato viene considerato sospetto (flag = 2).

SCHEDA N° 20P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale giornaliero
Categoria:	climatologico
Definizione:	incrocio con anomalia altre stazioni
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare il percentile S (ad es., 90%, 95%) della precipitazione giornaliera anomala della stazione G, con i corrispondenti percentili delle piogge giornaliere calcolati nelle stazioni limitrofe j, k, z, ... (S_j , S_k , S_z , ...).

Il dato di pioggia giornaliera G viene considerato errato qualora il suo percentile S si discosti in maniera sostanziale e ingiustificabile dagli altri valori di percentili delle stazioni limitrofe.

Parametri numerici necessari

G = pioggia giornaliera

S = percentile della pioggia giornaliera G

S_j , S_k , S_z = percentile della pioggia giornaliera delle stazioni limitrofe

Se $S \neq S_j$, S_k , S_z , allora S ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 21P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	mensile
Categoria:	sintattico
Definizione:	dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	M – mensile
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati giornalieri G mancanti o errati nel mese in esame; se nel mese non ci sono dati mancanti o errati ($N = 0\%$), allora il valore di pioggia totale mensile M è corretto; se la percentuale N è maggiore o uguale a una soglia S, allora il valore di pioggia totale mensile è errato; se è compreso tra zero e la soglia, allora il dato è sospetto.

Parametri numerici necessari

G = Valore di pioggia totale giornaliera

M = valore di pioggia totale mensile

N = percentuale di dati giornalieri mancanti o errati

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 30%)

Se $N = 0\%$, allora M ha flag = 1

Se $0 < N < S$, allora M ha flag = 2

Se $N \geq S$, allora M ha flag = 3

Esempio

SCHEMA N° 22P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	mensile
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di controllo è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dal controllo sintattico automatico.

Il criterio consiste nel confrontare il valore mensile M con flag 2 misurato nella stazione con i dati mensili misurati nelle stazioni limitrofe, $j, k, z, \dots$ ($M_j, M_y, M_z, \dots$).

Il dato viene considerato errato qualora M si discosti in maniera sostanziale dagli altri valori.

Parametri numerici necessari

M = valore di pioggia totale mensile

M_j, M_y, M_z = totale mensile di pioggia nelle stazioni limitrofe

Se $M \neq M_j, M_y, M_z$, allora M ha flag = 3

Esempio

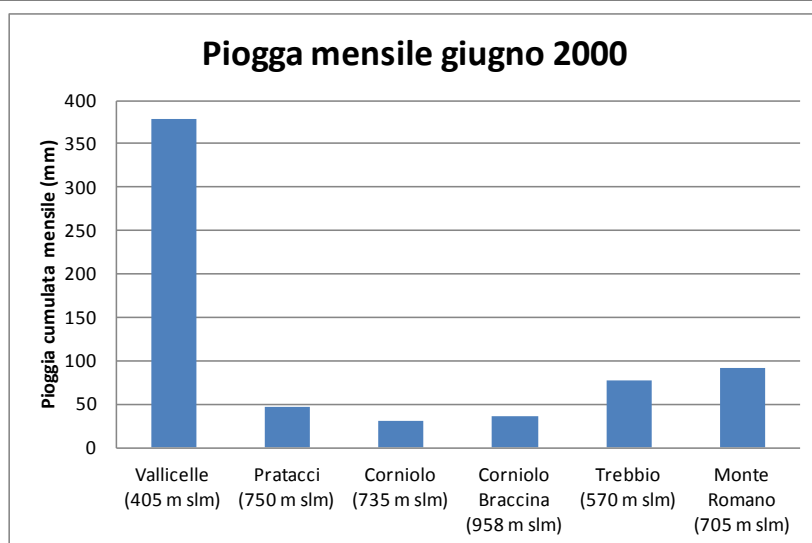


Figura 8.8 – Esempio di dato di pioggia mensile con valori discordanti rispetto ad alcune stazioni limitrofe – dato errato per il pluviometro di Vallicelle.

SCHEDA N° 23P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	numero mensile di giorni piovosi
Categoria:	sintattico
Definizione:	dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	M – mensile
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel contare quanti giorni piovosi Z ci sono in un mese.

Si definisce “*giorno piovoso*” quello in cui la pioggia giornaliera è ≥ 1 mm.

Occorre verificare la percentuale N di dati giornalieri G mancanti o errati nel mese in esame; se nel mese non ci sono dati mancanti o errati ($N = 0\%$), allora il valore di Z è corretto; se la percentuale N è maggiore o uguale a una soglia S , allora il valore di Z è errato; se è compreso tra zero e la soglia, allora il dato è sospetto.

Parametri numerici necessari

G = valore di pioggia totale giornaliera

Z = numero di giorni piovosi nel mese

N = percentuale di valori di pioggia giornaliera mancanti o errati

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)

Se $N = 0\%$, allora Z ha flag = 1

Se $0 < N < S$, allora Z ha flag = 2

Se $N \geq S$, allora Z ha flag = 3

Esempio

SCHEMA N° 24P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	numero mensile di giorni piovosi
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dal controllo sintattico automatico. Noto l'elenco dei giorni in cui la pioggia giornaliera G è mancante, si verifica se quei giorni siano da considerarsi piovosi. Tale verifica si ottiene controllando, per i suddetti giorni, se le piogge giornaliere G_j , G_k , G_z , ... nelle stazioni limitrofe j , k , z , ... siano state superiori a 1 mm. In tal caso, Z è considerato errato.

Parametri numerici necessari

G = valore di pioggia totale giornaliera
 E = elenco dei giorni in cui G ha flag = 6
 Z = numero di giorni piovosi nel mese
 G_j , G_k , G_z = totale giornaliero di pioggia nelle stazioni limitrofe
 Se G_j , G_k , $G_z \geq 1$ mm, allora Z ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 25P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale annuo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati giornalieri G mancanti o errati nell'anno in esame; se nell'anno non ci sono dati mancanti o errati ($N = 0\%$), allora il valore di pioggia totale annuale A è corretto; se la percentuale N è maggiore o uguale a una soglia S, allora il valore di pioggia totale annuale è errato; se è compreso tra zero e la soglia, allora il dato è sospetto.

Parametri numerici necessari

G = valore di pioggia giornaliera

A = valore di pioggia totale annuo

N = percentuale di dati di pioggia giornaliera mancanti o errati

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)

Se $N = 0\%$, allora A ha flag = 1

Se $0 < N < S$, allora A ha flag = 2

Se $N \geq S$, allora A ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 26P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	totale annuo
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di controllo è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dal controllo sintattico automatico.

Il criterio consiste nel confrontare il valore annuale A sospetto con flag 2 misurato nella stazione con i dati annuali misurati nelle stazioni limitrofe j, k, z, ... ($A_j, A_k, A_z, \dots$).

Il dato viene considerato errato qualora A si discosti in maniera sostanziale dagli altri valori.

Parametri numerici necessari

A = valore di pioggia totale annuale

A_j, A_k, A_z totale annuale di pioggia nelle stazioni limitrofe

Se $A \neq$ da A_j, A_k, A_z , allora A ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 27P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	massimi annuali (diverse durate: 5 min, ..., 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 1g, 2g, 3g, 4g, 5g)
Categoria:	logico
Definizione:	dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato, 6 – dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di pioggia P mancanti o errati nell'anno in esame; se la percentuale N è pari al 100%, allora il massimo M_d (massimo annuale di assegnata durata d) è mancante; se N è pari a 0%, allora M_d è corretto; se inferiore a una soglia S, allora il dato è sospetto; se maggiore di tale soglia, allora il dato è errato.

Parametri numerici necessari

P = valore di pioggia istantanea
N = percentuale di dati istantanei mancanti o errati
 M_d = massimo annuale di assegnata durata d
S = soglia (valore proposto di prima applicazione 25%)

Se $N = 0\%$, allora M_d ha flag = 1
Se $N \leq S$, allora M_d ha flag = 2
Se $N > S$, allora M_d ha flag = 3
Se $N = 100\%$, allora M_d ha flag = 6

Esempio

SCHEDA N° 28P

Parametro:	pioggia
Aggregazione:	massimi annuali (diverse durate: 5 min, ..., 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 1g, 2g, 3g, 4g, 5g)
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio è finalizzato a verificare manualmente i dati sospetti derivanti dal controllo automatico dei massimi di pioggia annuale di assegnata durata M_d .

Noto l'elenco E dei giorni in cui la pioggia giornaliera G è mancante, si verifica che in quei giorni la precipitazione sia nulla o trascurabile ai fini della determinazione dei massimi annuali.

Tale verifica viene compiuta confrontando le piogge giornaliere G_j , G_k , G_z , ... nelle stazioni limitrofe j, k, z, ... in quei giorni.

Parametri numerici necessari

M_d = massimo annuale di pioggia di assegnata durata d

G = valore di pioggia giornaliera

E = elenco dei giorni in cui G ha flag 6 (mancante)

G_j , G_k , G_z = totale giornaliero di pioggia nelle stazioni limitrofe

Esempio

--

SCHEMA N° 29T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	corretta stringa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che il formato della stringa contenente l'informazione sulla misura coincida con il formato atteso. Qualora i due formati differiscano, il dato viene considerato errato.

Parametri numerici necessari

T = temperatura istantanea

FA = formato atteso

FP = formato pervenuto

FP ≠ FA, allora T ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 30T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	fuori orario
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che la marca temporale associata alla misura, appartenga a un determinato intervallo. Il dato viene considerato errato qualora l'orario sia al di fuori dell'intervallo di riferimento.

Parametri numerici necessari

T = temperatura istantanea

O = orario associato alla misura

I = intervallo temporale di riferimento

O non appartiene a I, allora T ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 31T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 6 – dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che sia presente il dato di temperatura a un determinato istante. In caso contrario, al dato viene assegnato il flag 6.

Parametri numerici necessari

T = valore di temperatura istantanea

Se T è mancante, allora T ha flag = 6

Esempio

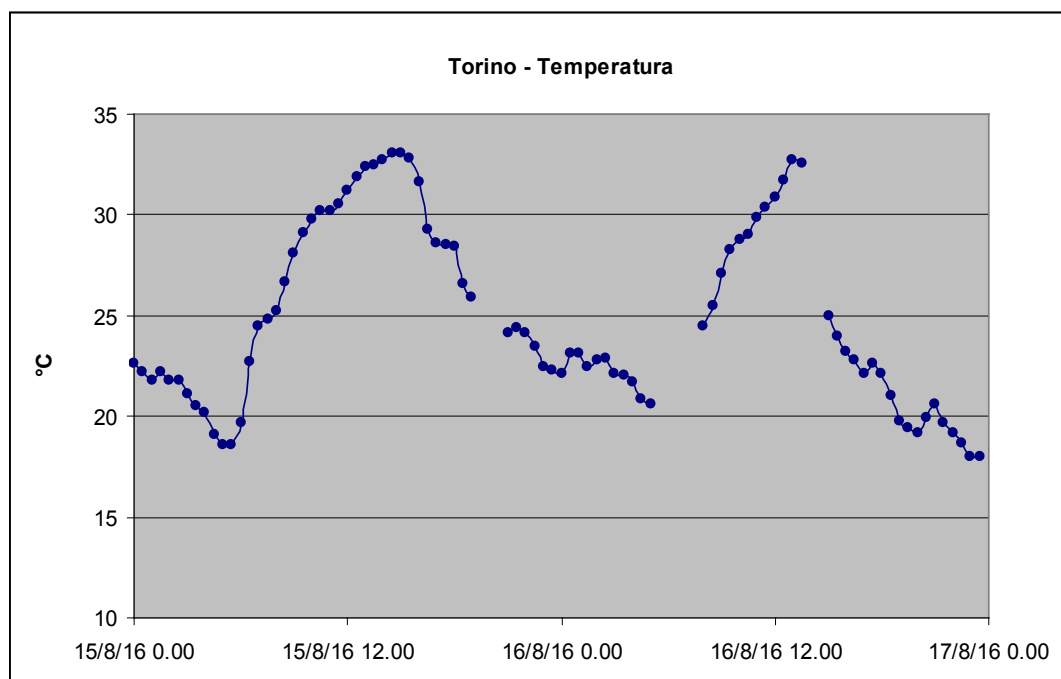


Figura 8.9 – Grafico dei dati di temperatura dell'aria con dati istantanei mancanti.

SCHEDA N° 32T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	logico
Definizione:	fuori <i>range</i>
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che i valori istantanei di temperatura T siano compresi tra le due soglie di funzionamento corrispondenti ai limiti di misura strumentale e definite in relazione alle caratteristiche dello strumento.

Nel caso in cui i valori misurati siano minori o uguali alla soglia S_1 e maggiori o uguali alla soglia S_2 , il valore istantaneo viene invalidato, attribuendogli il flag 3.

Parametri numerici necessari

T = valore di temperatura istantanea

S_1 = soglia minima (valore proposto di prima applicazione $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$)

S_2 = soglia massima (valore proposto di prima applicazione $50\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Se $T \leq S_1$, allora T ha flag = 3

Se $T \geq S_2$, allora T ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 33T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione brusca
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel valutare se la differenza in valore assoluto tra il dato di temperatura misurato all'istante T_0 e all'istante precedente T_1 , oppure all'istante successivo T_2 , non sia maggiore di una soglia S .

Parametri numerici necessari

T_0 = temperatura istantanea

T_1 = temperatura istantanea all'istante precedente

T_2 = temperatura istantanea all'istante successivo

S = soglia di temperatura per il controllo della variazione brusca (in prima approssimazione
 $S = 4\text{ °C}$ in 30 minuti)

Se $|T_1 - T_0| > S$, oppure $|T_2 - T_0| > S$, allora T_0 ha flag = 2

Esempio

--

SCHEMA N° 34T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione anomala
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT - real time
Tipo controllo (A, M):	A - automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A - criterio base
Categoria flag di validazione (1-6):	1 - dato corretto, 3 - dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare il dato di temperatura istantanea all'istante T_0 con quello dell'istante precedente T_1 e con quello dell'istante successivo T_2 . Le due differenze in valore assoluto non devono essere maggiori di una soglia S .

Parametri numerici necessari

T_0 = temperatura istantanea

T_1 = temperatura istantanea all'istante precedente

T_2 = temperatura istantanea all'istante successivo

S = soglia di temperatura per il controllo della variazione anomala (in prima approssimazione $S = 3\text{ °C}$ in 30 minuti)

Se si verificano le seguenti condizioni:

$|T_1 - T_0| > S$ e in contemporanea $|T_2 - T_0| > S$,

allora il valore T_0 ha flag = 3

Esempio

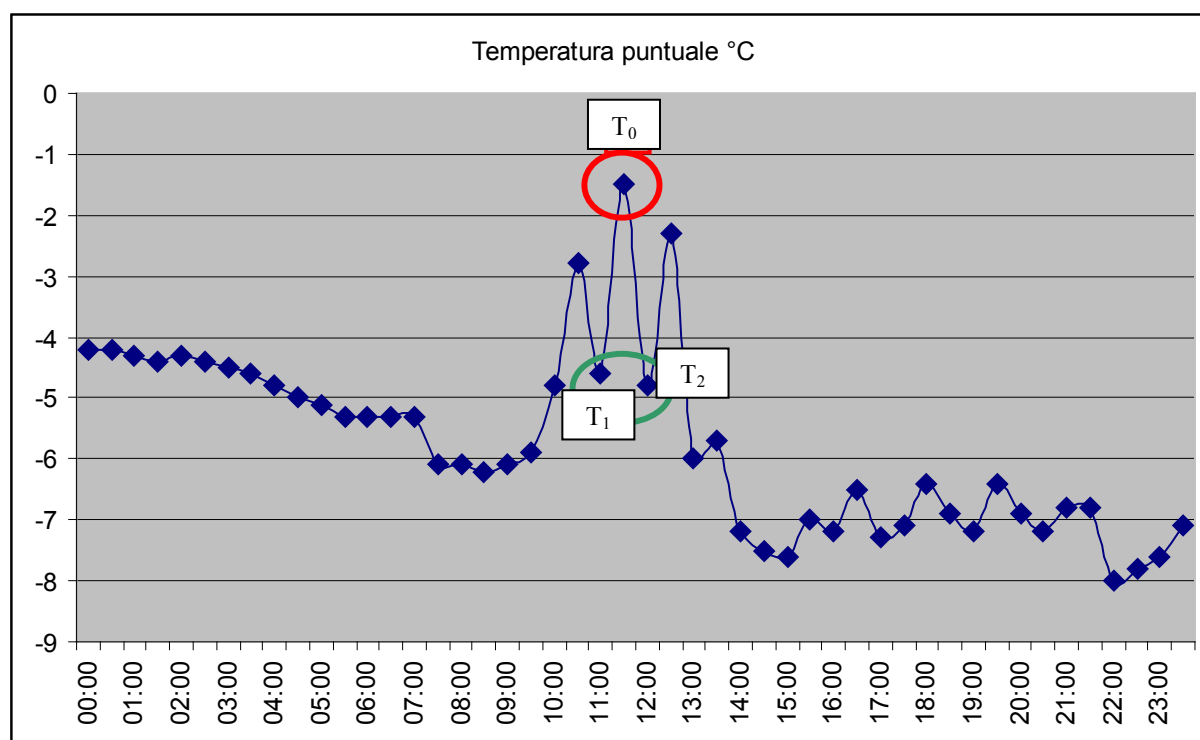


Figura 8.10 – T_0 temperatura istantanea all'istante 0 confrontata con la temperatura all'istante precedente T_1 e con l'istante successivo T_2 .

SCHEMA N° 35T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	persistenza temporale
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che in 24 ore la differenza tra la $T_{\max}$ e la $T_{\min}$ sia inferiore a una soglia S_1 .

Qualora $T_{\max} - T_{\min} < S_1$, allora tutti i dati istantanei T del giorno avranno flag 2.

Parametri numerici necessari

T = Temperatura istantanea

$T_{\min}$ = Temperatura minima giornaliera

$T_{\max}$ = Temperatura massima giornaliera

S_1 = soglia (valore di prima applicazione = 1 °C)

Se $(T_{\max} - T_{\min}) < 1$ °C in 24 ore, allora tutti i valori di T della giornata hanno flag = 2

Esempio

SCHEDA N° 36T

Parametro:	temperatura
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto spaziale
Definizione:	temperatura
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di controllo è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dai controlli automatici.

Si esegue il confronto tra “stazioni limitrofe” per le quali ci si attendono valori simili di temperatura e analoghi andamenti su scala temporale più ampia. Il numero di stazioni dipende dalla disponibilità entro una certa distanza e differenza di quota, impostando, per le differenze dei valori, una soglia oltre la quale il dato viene considerato errato.

Il criterio consiste nel confrontare il valore istantaneo del dato misurato nella stazione (T) con i dati istantanei misurati nelle “stazioni limitrofe” j, k, z, ... (T_j , T_k , T_z , ...) nello stesso istante.

Il dato viene considerato errato qualora T si scosti in maniera sostanziale dagli altri valori.

Il controllo può essere eseguito mediante confronto grafico.

Parametri numerici necessari

T = valore della temperatura istantanea

T_j , T_k , T_z = valori della temperatura istantanea delle stazioni limitrofe

Se $T \neq$ da T_j , T_k , T_z , allora T ha flag = 3

Esempio

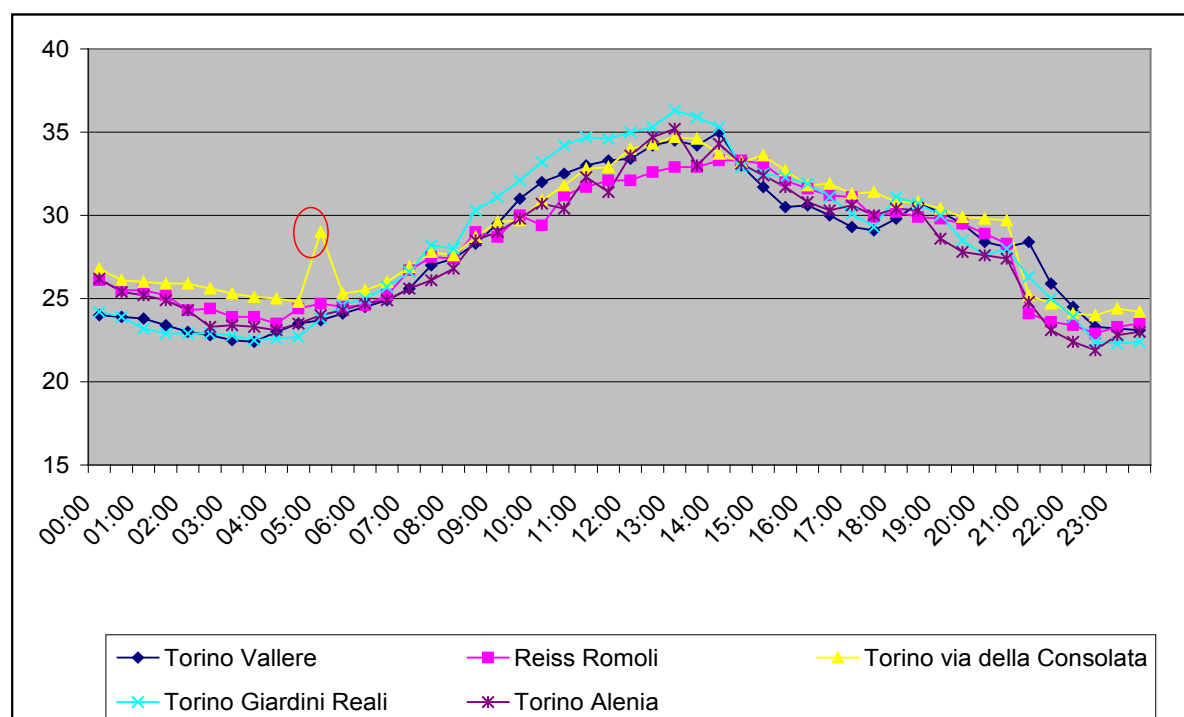


Figura 8.11 – Confronto tra più stazioni con evidente dato errato nel cerchio rosso.

SCHEDA N° 37T

Parametro:	temperatura (massimo, medio e minimo)
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	Confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	radiazione solare, vento, umidità, pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di controllo è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dai controlli automatici. Attraverso questa tipologia di controllo si esegue il confronto delle temperature istantanee con altre grandezze meteorologiche misurate contemporaneamente nella stessa stazione quali radiazione solare, vento, umidità e precipitazione.

Qualora il controllo dia esito negativo, il dato di temperatura viene considerato errato.

Parametri numerici necessari

Valori istantanei di altre osservazioni con le quali incrociare il dato (radiazione solare, vento, precipitazione, umidità).

Esempio

SCHEDA N° 38T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di temperatura T mancanti o errati nel giorno in esame;

- 1) se la percentuale N è minore di una prima soglia S_1 , allora i valori massimo, minimo e medio della temperatura a scala giornaliera avranno flag 1 (dato corretto);
- 2) se la percentuale N è maggiore di una seconda soglia S_2 , allora i valori massimo, minimo e medio della temperatura a scala giornaliera avranno flag 3 (dato errato);
- 3) se è compreso tra le due soglie, allora i valori massimo, minimo e medio della temperatura a scala giornaliera avranno flag 2 (dato sospetto).

Parametri numerici necessari

T = valore di temperatura istantanea

N = percentuale di dati istantanei mancanti o errati

T_{med} = temperatura media giornaliera

T_{min} = temperatura minima giornaliera

T_{max} = temperatura massima giornaliera

S_1 = prima soglia (valore proposto di prima applicazione 1%)

S_2 = seconda soglia (valore proposto di prima applicazione 75%)

Se $N < S_1$, allora T_{max} , T_{med} e T_{min} hanno flag = 1

Se $S_1 \leq N \leq S_2$, allora T_{max} , T_{med} e T_{min} hanno flag = 2

Se $N > S_2$, allora T_{max} , T_{med} e T_{min} hanno flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 39T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	logico
Definizione:	congruità
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che la temperatura minima sia inferiore alla media e che la media sia inferiore alla massima; inoltre la differenza tra massimo e minimo deve essere non negativa.

Parametri numerici necessari

T_{med} = Temperatura media giornaliera

T_{min} = Temperatura minima giornaliera

T_{max} = Temperatura massima giornaliera

Viene verificato che:

$$T_{min} \leq T_{med} \leq T_{max}$$

$$T_{max} - T_{min} \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Qualora una delle due verifiche non venga soddisfatta, allora T_{max} , T_{med} e T_{min} hanno flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 40T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	logico
Definizione:	fuori <i>range</i>
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che i valori minimo e massimo strumentale giornaliero di temperatura T siano compresi tra due soglie di funzionamento corrispondenti ai limiti di misura strumentale definite in relazione alle caratteristiche dello strumento.

Nel caso in cui i valori misurati siano minori o uguali alla soglia S_1 o maggiori o uguali alla soglia S_2 , il valore istantaneo viene invalidato, attribuendogli il flag 3.

Parametri numerici necessari

T = valore di temperatura min e max strumentale giornaliero

S_1 = soglia minima (valore proposto di prima applicazione -30 °C)

S_2 = soglia massima (valore proposto di prima applicazione 50 °C)

Se $T \leq S_1$, allora T ha flag = 3

Se $T \geq S_2$, allora T ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 41T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	persistenza temporale
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo tipo di criterio è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dai controlli automatici. Il criterio consiste nel verificare che i valori delle temperature giornaliere (media, massimo e minimo) non rimangano costanti per più giorni consecutivi. Qualora ciò si verifichi, i dati vengono invalidati.

Parametri numerici necessari

T_{med} = temperatura media giornaliera
 T_{min} = temperatura minima giornaliera
 T_{max} = temperatura massima giornaliera

Esempio

SCHEDA N° 42T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	radiazione solare, vento, umidità, pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dai controlli automatici.

Il criterio consiste nel confrontare le temperature giornaliere (massima, media, minima) con altre grandezze meteorologiche misurate contemporaneamente nella stessa stazione, quali radiazione solare, vento, umidità e precipitazione.

Qualora il controllo dia esito negativo, il dato di temperatura viene considerato errato.

Parametri numerici necessari

Valori giornalieri di altre osservazioni con le quali incrociare il dato (radiazione solare, vento, precipitazione, umidità).

Esempio

--

SCHEMA N° 43T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	confronto spaziale
Definizione:	confronto con stazioni limitrofe
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dai controlli automatici.

Si esegue il confronto tra stazioni limitrofe per le quali ci si attendono valori simili di temperatura e analoghi andamenti su scala temporale più ampia. Il numero di stazioni dipende dalla disponibilità entro una certa distanza e differenza di quota, impostando, per le differenze dei valori, una soglia oltre la quale il dato viene considerato errato.

Il criterio consiste nel confrontare il valore del dato misurato nella stazione (T) con i dati misurati nelle stazioni limitrofe j, k, z, ... (T_j , T_k , T_z , ...) nella stessa giornata.

Il dato viene considerato errato qualora T si scosti in maniera sostanziale dagli altri valori.

Il controllo può essere eseguito mediante confronto grafico.

Parametri numerici necessari

T = Valore della temperatura giornaliera ($T_{\min}/T_{\text{med}}/T_{\max}$)

T_j , T_k , T_z = valori della temperatura delle stazioni limitrofe

Se $T \neq T_j$, T_k , T_z , allora T ha flag = 3

Esempio

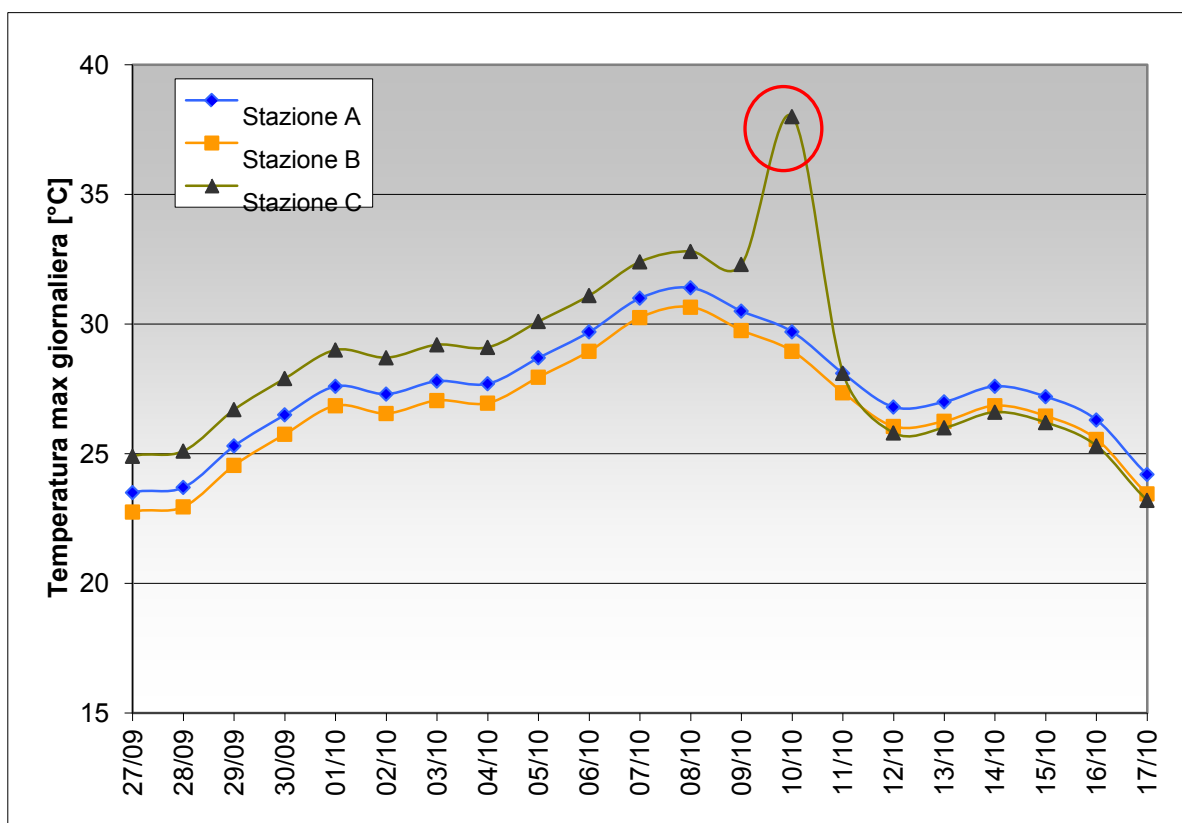


Figura 8.12 – Esempio di dati di temperatura massima giornaliera con valore (cerchiato in rosso) errato in quanto notevolmente discordante con l'andamento delle stazioni limitrofe.

SCHEDA N° 44T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	climatologico
Definizione:	scarto sulla serie storica
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare i valori di temperatura minima, media e massima giornaliera con i rispettivi valori della serie storica disponibile per una data stazione calcolati su base mensile. Se lo scarto è superiore a 2 volte la deviazione standard della serie, allora il dato è da considerare sospetto e necessita di ulteriori criteri di validazione prima di essere considerato corretto.

Qualora la stazione disponga di una serie storica inferiore a 5 anni, si utilizzano i valori climatologici di stazioni limitrofe per le quali ci si attendono valori simili di temperatura.

Parametri numerici necessari

T_{med} = temperatura media giornaliera

T_{min} = temperatura minima giornaliera

T_{max} = temperatura massima giornaliera

T_{Cmin} = temperatura media climatologica delle T_{min} calcolata su base mensile della serie storica (minimo 5 anni)

T_{Cmed} = temperatura media climatologica delle T_{med} calcolata su base mensile della serie storica (minimo 5 anni)

T_{Cmax} = temperatura media climatologica delle T_{max} calcolata su base mensile della serie storica (minimo 5 anni)

σ = deviazione standard delle T_{Cmin} , T_{Cmed} e T_{Cmax} calcolata su base mensile della serie storica (minimo 5 anni)

Se $|T_{min} - T_{Cmin}| > 2\sigma$, allora T_{min} ha flag = 2

Se $|T_{med} - T_{Cmed}| > 2\sigma$, allora T_{med} ha flag = 2

Se $|T_{max} - T_{Cmax}| > 2\sigma$, allora T_{max} ha flag = 2

Esempio

SCHEDA N° 45T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	mensile
Categoria:	sintattico
Definizione:	dati mancanti
Frequenza minima (RT, G, M, A):	M – mensile
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati giornalieri T mancanti o errati nel mese in esame:

- se nel mese non ci sono dati mancanti o errati ($N = 0\%$), allora il valore di temperatura mensile (massimo, medio, minimo) M è corretto (flag = 1) ;
- se la percentuale N è maggiore o uguale a una soglia S, allora il valore di temperatura mensile (massimo, medio, minimo) M è errato (flag = 3);
- se la percentuale N è compresa tra zero e la soglia, allora il valore di temperatura mensile (massimo, medio, minimo) M è sospetto (flag = 2).

Parametri numerici necessari

T = valore di temperatura giornaliera (massimo, medio, minimo)

M = valore di temperatura mensile (massimo, medio, minimo)

N = percentuale di dati giornalieri mancanti o errati

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 30%)

Se $N = 0\%$, allora M ha flag = 1

Se $0 < N < S$, allora M ha flag = 2

Se $N \geq S$, allora M ha flag = 3

Esempio

SCHEMA N° 46T

Parametro:	temperatura (massima, media e minima)
Aggregazione:	mensile
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	temperatura
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio è utilizzato per verificare i dati sospetti ottenuti dal controllo sintattico automatico.

Il criterio consiste nel confrontare il valore mensile M con flag 2 misurato nella stazione con i dati mensili misurati nelle “stazioni limitrofe” j, y, z, ... ($M_j, M_y, M_z, \dots$).

Il dato viene considerato errato qualora M si discosti in maniera sostanziale dai valori delle stazioni limitrofe.

Parametri numerici necessari

M = valore di temperatura mensile (massimo, medio, minimo)

M_j, M_y, M_z = valore di temperatura mensile nelle stazioni limitrofe

Se $M \neq M_j, M_y, M_z$, allora M ha flag = 3

Esempio

SCHEMA N° 47H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 6 – dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che sia presente il dato di livello idrometrico istantaneo. In caso contrario, al dato viene assegnato il flag 6.

Parametri numerici necessari

H = valore di livello idrometrico istantaneo

Se H dato mancante, allora H ha flag = 6

Esempio

--

SCHEDA N° 48H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante ricostruito
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 5 – dato ricostruito, 6 – dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare il numero N di dati istantanei di livello idrometrico H consecutivi mancanti:

- se N è maggiore di una soglia S, allora H continua ad avere flag 6 (dato mancante);
- se N è minore della soglia S, allora è possibile la ricostruzione dei dati istantanei di livello H mancanti nel caso in cui esistano stazioni di misura a monte o a valle correlabili con l'idrometro in questione.

La ricostruzione dei dati avviene per interpolazione lineare, attraverso processi di similitudine di andamento tra i due idrogrammi correlabili, aggiungendo/sottraendo un valore k ai dati della serie incompleta, ipotizzando la conservazione della forma dell'idrogramma. I dati risultanti vengono contrassegnati con flag 5 (dato ricostruito).

Parametri numerici necessari

H = valore di livello idrometrico istantaneo

N = numero di dati mancanti consecutivi

S = soglia valori consecutivi di dati mancanti da definire in funzione delle caratteristiche del bacino a monte e dell'intervallo temporale di campionamento

Se $N \leq S$, allora H è ricostruibile*

* La ricostruzione su rami dell'idrogramma che contengono minimi e massimi relativi potrebbe risultare meno affidabile.

Esempio

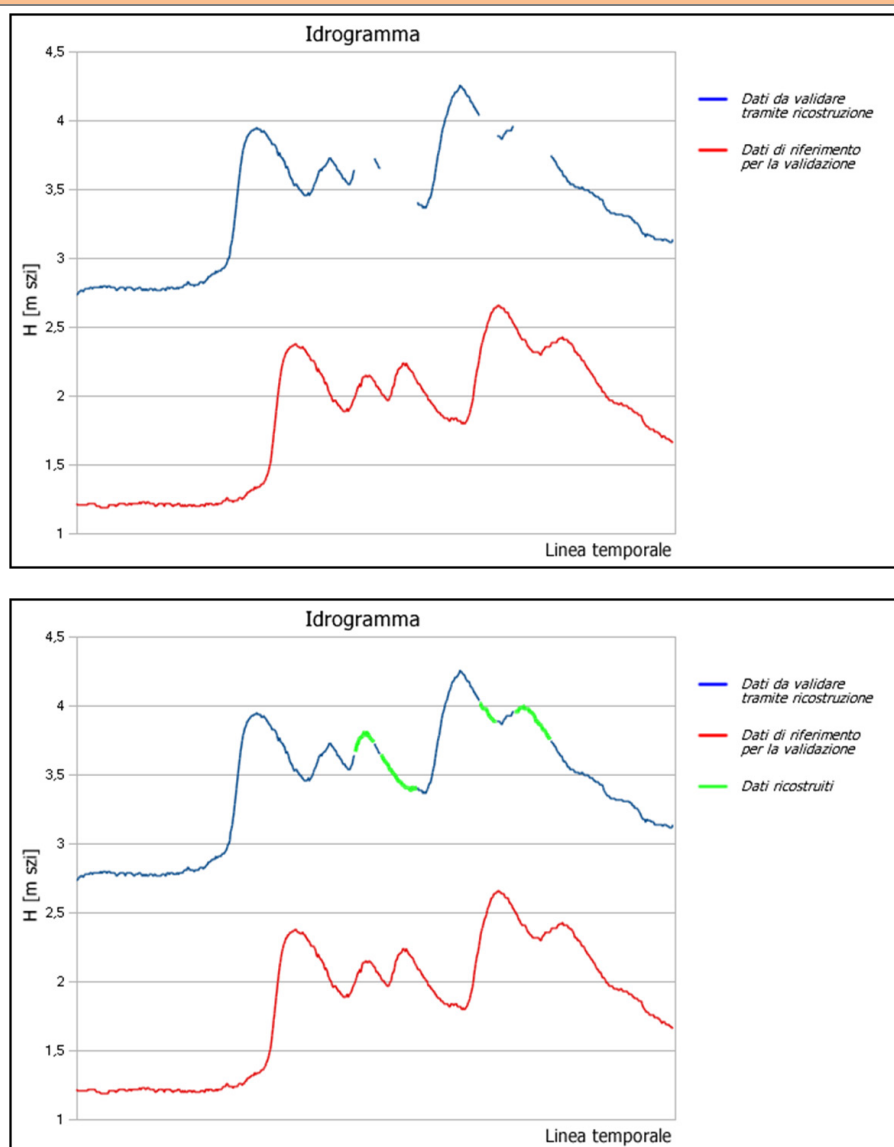


Figura 8.13 – In alto idrogramma con dati mancanti (riportato in blu) confrontato con idrogramma completo di altra stazione idrometrica (riportato in rosso); in basso idrogramma con dati ricostruiti (riportati in verde) confrontato con idrogramma completo di altra stazione idrometrica (riportato in rosso).

SCHEDA N° 49H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	logico
Definizione:	fuori <i>range</i>
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Questo controllo consiste nel verificare che i valori istantanei di livello idrometrico H siano compresi in un *range* di validità della misura.

Se H è maggiore di una soglia $S_{\max}$ o minore di una soglia $S_{\min}$, definite per sito specifico, allora H ha flag 2 (dato sospetto).

Parametri numerici necessari

H = valore di livello idrometrico istantaneo

$S_{\min}$ = soglia di valore minimo di secca (da fissare sito per sito e relativo al fondo dell'alveo in corrispondenza dell'idrometro)

$S_{\max}$ = soglia di valore massimo strumentale (da fissare sito per sito e corrispondente al livello massimo raggiungibile)

Se $H > S_{\max}$, allora H ha flag = 2

Se $H < S_{\min}$, allora H ha flag = 2

Il valore della soglia di secca $S_{\min}$ del sensore non è stabile, ma soggetto a continue variazioni nel tempo in funzione della morfologia dell'alveo e del regime di precipitazioni. Per eseguire tale controllo possono essere necessari frequenti sopralluoghi, a seconda delle caratteristiche della sezione, oppure sistemi di monitoraggio da remoto, quali web-cam.

Esempio



Figura 8.14 – Alveo a carattere torrentizio in fase di magra: il flusso d'acqua divagando rende inutilizzabili i dati letti dal sensore idrometrico.

SCHEDA N° 50H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	Logico
Definizione:	fuori <i>range</i> ricostruito
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato, 5 – dato ricostruito

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare il numero N di dati istantanei di livello idrometrico H consecutivi fuori *range*:

- se N è maggiore di una soglia S, allora non si può ricostruire e rimane il flag 3 (dato errato);
- se N è minore della soglia S, allora è possibile la ricostruzione dei dati istantanei di livello H fuori *range*, nel caso in cui esistano stazioni di misura a monte o a valle correlabili con l'idrometro in questione.

La ricostruzione dei dati avviene per interpolazione lineare, attraverso processi di similitudine di andamento tra i due idrogrammi correlabili, aggiungendo/sottraendo un valore *k* ai dati della serie incompleta, ipotizzando la conservazione della forma dell'idrogramma. I dati risultanti vengono contrassegnati con flag 5 (dato ricostruito).

Lo stesso flag 5 si attribuisce alle portate corrispondenti

Parametri numerici necessari

H = valore di livello idrometrico istantaneo

N = numero di dati fuori *range* consecutivi

S = soglia valori consecutivi di dati mancanti da definire in funzione delle caratteristiche del bacino a monte e dell'intervallo temporale di campionamento

Se $N \leq S$, allora H è ricostruibile e avrà flag = 5

Se $N > S$, allora H ha flag = 3

Esempio

Range strumento da -2 m a 8 m; S = 4

DATA	VALORE MISURATO	VALORE VALIDATO
2014/05/01 00:00	0,75	0,75
2014/05/01 00:30	8,4	0,76
2014/05/01 01:00	8,4	0,77
2014/05/01 01:30	8,4	0,78
2014/05/01 02:00	0,79	0,79
2014/05/01 02:30	0,79	0,79
2014/05/01 03:00	0,78	0,78
2014/05/01 03:30	0,78	0,78

Nell'esempio sopra riportato, avendo posto $S = 4$ ed essendo $N = 3$, i dati fuori *range* consecutivi possono essere ricostruiti; nel caso in cui per la stessa stazione il valore N fosse stato > 4 , i dati sarebbero stati contrassegnati come dati errati (flag 3) e scartati dalle successive operazioni, come nell'esempio seguente.

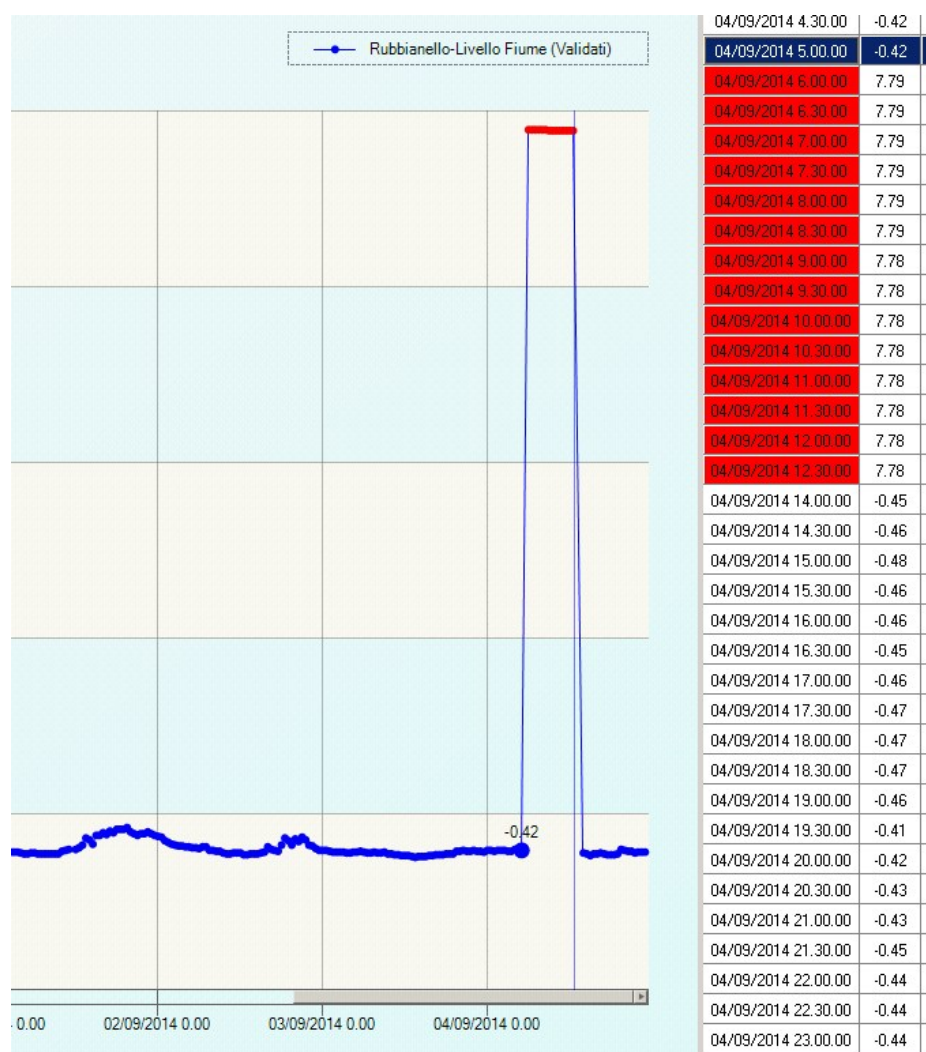


Figura 8.15 – Idrogramma con dati errati evidenziati in rosso, che vengono flaggati con 3 (dato errato).

SCHEMA N° 51H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione brusca
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se la differenza $|\Delta H|$ tra due valori consecutivi di altezza idrometrica H è maggiore di una certa soglia S .

Oltre tale soglia, la variazione di livello idrometrico risulta sospetta in rapporto alla sezione e all'intervallo di tempo.

Parametri numerici necessari

H = livello idrometrico istantaneo

ΔH = differenza tra due valori consecutivi di livello idrometrico

S = soglia oltre la quale il valore è sospetto

Se $|\Delta H| \geq S$, allora H ha flag = 2

Esempio

--

SCHEDA N° 52H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione brusca
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzione
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare i dati sospetti per variazione brusca.

I dati flaggati come sospetti dal controllo automatico di variazione brusca, vengono sottoposti a successive verifiche di tipo manuale. Questo è necessario perché in sezioni strette di piccoli bacini può capitare che tale controllo dia molti “falsi positivi”, ovvero che vengano invalidati innalzamenti repentini di livello idrometrico, che però sono compatibili con le caratteristiche della sezione.

Per ovviare a questo problema è quindi necessario tarare la soglia opportunamente a seconda delle caratteristiche della sezione e inoltre è indispensabile una verifica manuale. I casi invece di dati effettivamente errati sono dovuti di solito ad agenti esterni, che interferiscono con il sensore

Parametri numerici necessari

Esempio

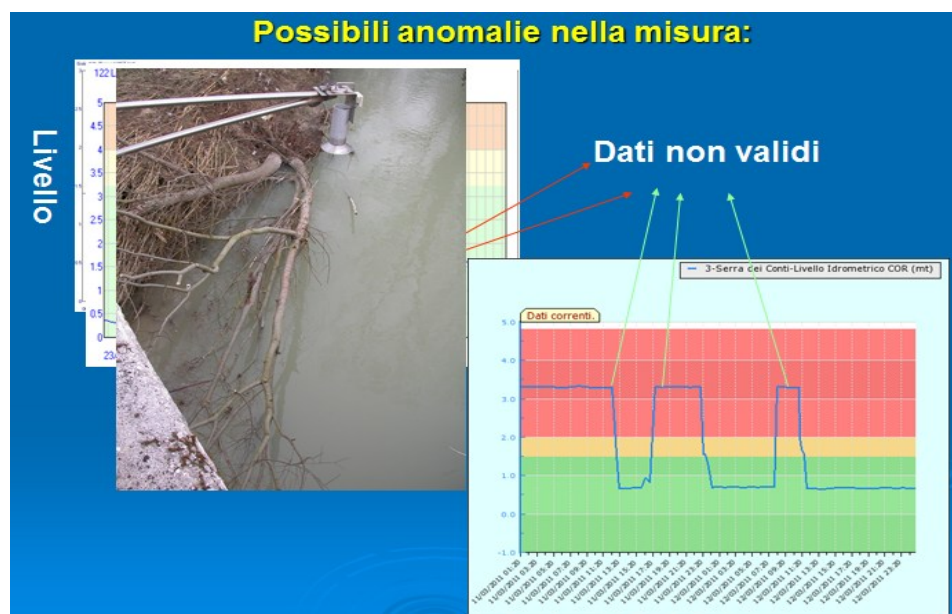


Figura 8.16 – Idrogramma con dati errati dovuti a piante sotto l’area di lettura del sensore idrometrico.

SCHEMA N° 53H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione anomala
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se la differenza $|\Delta H|$ tra due valori consecutivi di altezza idrometrica H è maggiore di una certa soglia S superiore alla soglia definita per il controllo di variazione brusca.

Oltre tale soglia, la variazione di livello idrometrico risulta inverosimile in rapporto alla sezione e all'intervallo di tempo.

Parametri numerici necessari

H = livello idrometrico istantaneo

ΔH = differenza tra due valori consecutivi di livello idrometrico

S = soglia oltre la quale il valore è inverosimile

Se $|\Delta H| \geq S$, allora H ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 54H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	offset per taratura
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 5 – dato ricostruito

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se il valore assoluto della differenza (*offset* O) tra il valore di livello idrometrico registrato H e il valore letto direttamente all'asta idrometrica A è superiore a una certa soglia S.

Se $O = |H - A| > S$, allora si correggono i valori di H e si attribuisce il flag 5 (dato ricostruito).

Parametri numerici necessari

H = livello idrometrico registrato

A = livello idrometrico letto manualmente all'asta (che generalmente ha una risoluzione di 2 cm)

$O = |H - A| = \text{offset}$

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 4 cm, variabile in funzione della sezione)

Se $O > S$ il dato viene corretto applicando l'*offset* alla serie pregressa fino al precedente valore considerato valido e si attribuisce il flag 5.

Esempio

Data	livelli Telemisura	differenza asta-telemisura distribuito linearmente sul periodo da correggere	livelli VALIDATI
01/01/2005 0.45	1,14	0,00	1,14
01/01/2005 0.15	1,14	0,00	1,14
.....			
01/02/2005 22.00	0,73	0,02	0,75
01/02/2005 22.15	0,73	0,02	0,75
01/02/2005 22.30	0,73	0,02	0,75
.....			
01/03/2005 11.00	0,73	0,05	0,78
01/03/2005 11.15	0,73	0,05	0,78
01/03/2005 11.30	0,73	0,05	0,78
.....			
01/04/2005 0.15	1,08	0,07	1,15
01/04/2005 0.30	1,08	0,07	1,15
01/04/2005 0.45	1,08	0,07	1,15
.....			
11/05/2005 15.15	0,77	0,10	0,87
11/05/2005 15.30	0,77	0,10	0,87
11/05/2005 15.45	0,87	0,00	0,87
Sopralluogo e taratura strumentale di + 10 cm			

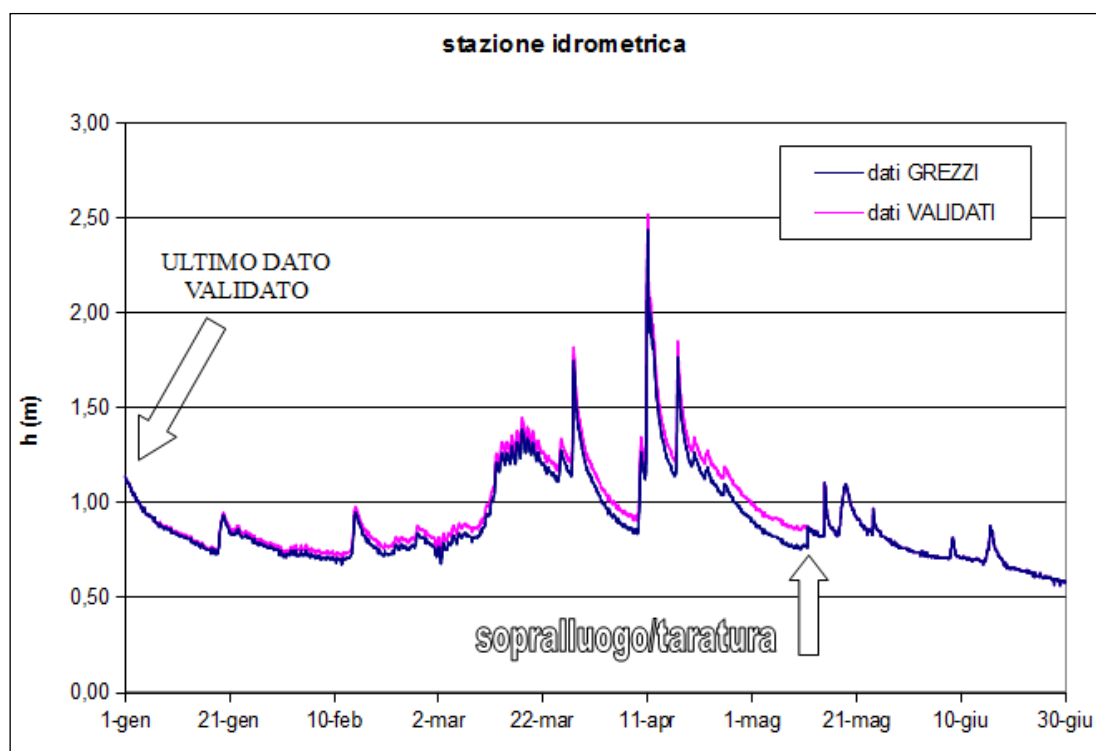


Figura 8.17 – Confronto tra il livello idrometrico prima (linea blu) e dopo l'applicazione dell'offset (linea viola).

SCHEDA N° 55H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	livello idrometrico
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare gli idrogrammi delle stazioni di monte/valle ubicate sulla stessa asta fluviale.

In caso di andamento incongruente, si verifica l'eventuale presenza di interferenze (sbarramenti, opere di presa o altro) e in caso negativo si contrassegna il dato come errato.

Parametri numerici necessari

Esempio

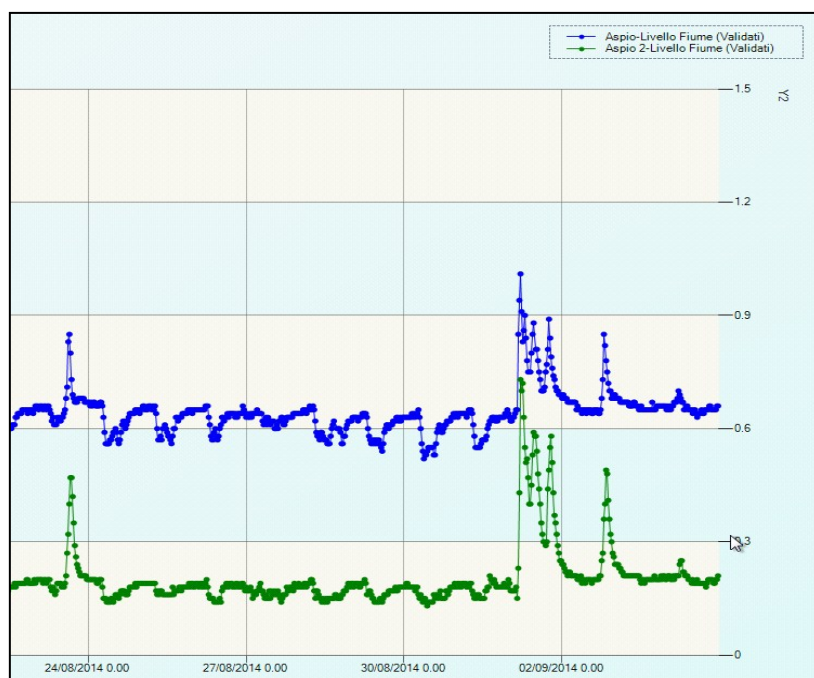


Figura 8.18 – Confronto tra idrogrammi di stazioni ubicate lungo la stessa asta fluviale.

SCHEMA N° 56H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	portata
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare manualmente gli idrogrammi di stazioni di monte/valle ubicati lungo la stessa asta fluviale.

Si verifica la congruenza delle variazioni di portata nelle stazioni correlate con le variazioni di portata della stazione in oggetto.

Parametri numerici necessari

Esempio

SCHEMA N° 57H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare l'idrogramma con l'andamento delle piogge rilevate dai pluviometri del bacino idrografico di monte della sezione in oggetto.

Qualora si verificassero incongruenze, al dato di livello idrometrico viene associato il flag 3 (dato errato).

In caso di innalzamento del livello idrometrico con pioggia assente, il dato viene flaggato come errato dopo aver verificato che non si tratti di manovre di rilasci da invasi presenti a monte o a fusione nivale.

Parametri numerici necessari

--

Esempio

Nell'esempio si può notare come su un piccolo bacino come quello dell'Aspio (nelle Marche) sia molto diretto il legame tra livello idrometrico e pioggia misurata anche nella stessa stazione, oltre che in quelle a monte.

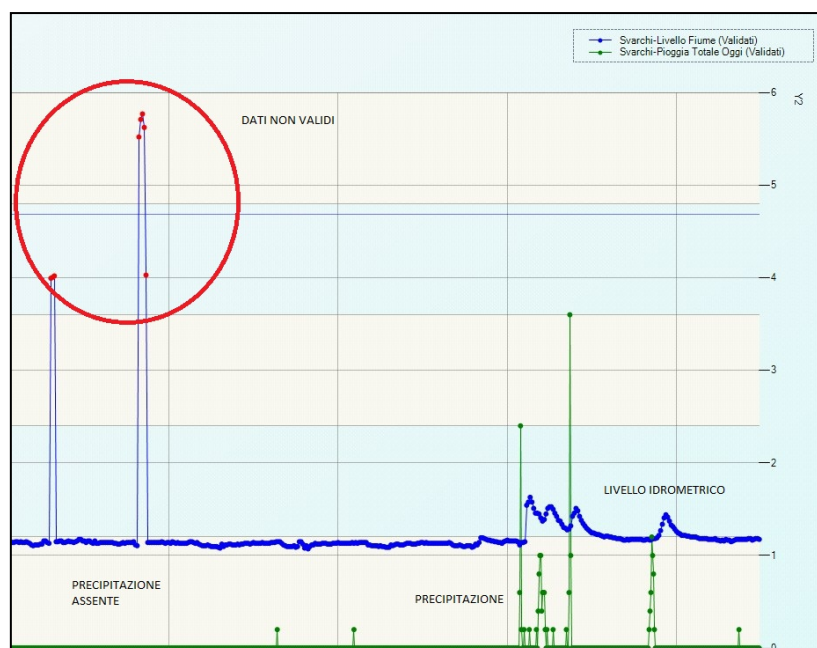


Figura 8.19 – Confronto tra il livello idrometrico e la precipitazione misurata a monte della sezione idrometrica.

SCHEDA N° 58H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	medio giornaliero
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio di base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di livello idrometrico H mancanti o errati nel giorno in esame:

- se la percentuale N è minore o uguale di una prima soglia S_1 , allora il valore di livello medio giornaliero H_m è corretto;
- se la percentuale N è maggiore o uguale di una seconda soglia S_2 , allora il valore di livello medio giornaliero H_m è errato;
- se la percentuale N è compresa tra le due soglie, allora il valore di livello medio giornaliero H_m è sospetto.

Parametri numerici necessari

H = valore di livello idrometrico istantaneo

N = percentuale di dati istantanei mancanti o errati

H_m = valore di livello medio giornaliero

S_1 = prima soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)

S_2 = seconda soglia (valore proposto di prima applicazione 50%)

Se $N \leq S_1$, allora H_m ha flag = 1

Se $S_1 < N < S_2$, allora H_m ha flag = 2

Se $N \geq S_2$, allora H_m ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 59H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	medio giornaliero
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	livello idrometrico
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nell'effettuare un controllo manuale di tipo quali-quantitativo dell'andamento grafico dei livelli medi giornalieri ($Hm_i, \dots, Hm_z$) calcolate in varie stazioni correlate.

Gli idrogrammi devono mantenere una congruenza, da monte a valle, in funzione dell'aumento della superficie e delle caratteristiche del bacino contribuyente.

Se il raffronto non è congruente, allora la serie di dati di livello avrà flag = 3 (dato errato).

Parametri numerici necessari

$Hm_i, \dots, Hm_z$ = livelli medi giornalieri di più stazioni

Esempio

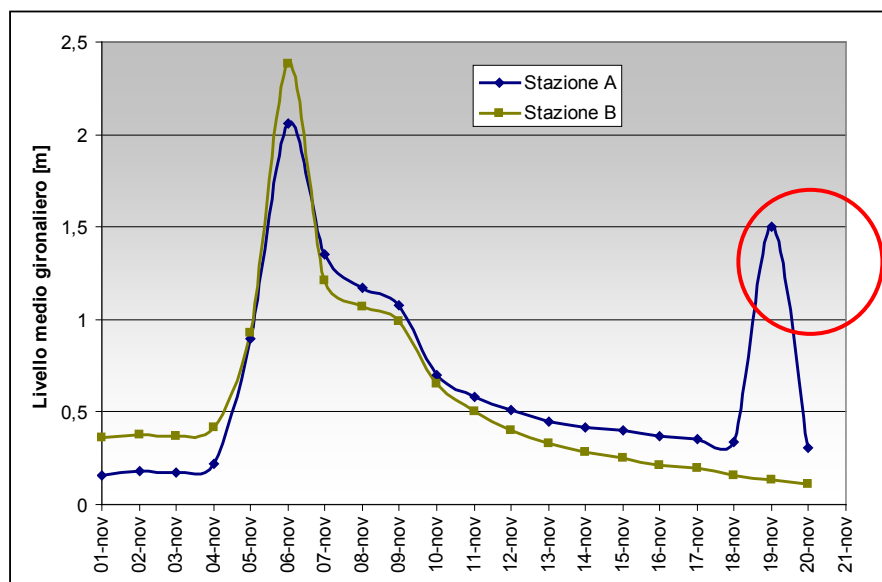


Figura 8.20 – Confronto tra idrogrammi di più stazioni idrometriche ubicate lungo la stessa asta fluviale: evidenziato nel cerchio rosso il dato errato.

SCHEDA N° 60H

Parametro:	livello idrometrico
Aggregazione:	medio giornaliero
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nell'effettuare un controllo manuale di tipo quali-quantitativo dell'andamento grafico del livello medio giornaliero H_m in una stazione con le piogge giornaliere G ragguagliate al bacino sotteso alla stessa stazione idrometrica.

Se il raffronto non è congruente, allora la serie di dati di livello idrometrico medio giornaliero H_m avrà flag = 3 (dati errato).

Parametri numerici necessari

G = piogge giornaliere ragguagliate al bacino idrografico sotteso dalla stazione idrometrica

H_m = valore di livello idrometrico medio giornaliero

Esempio

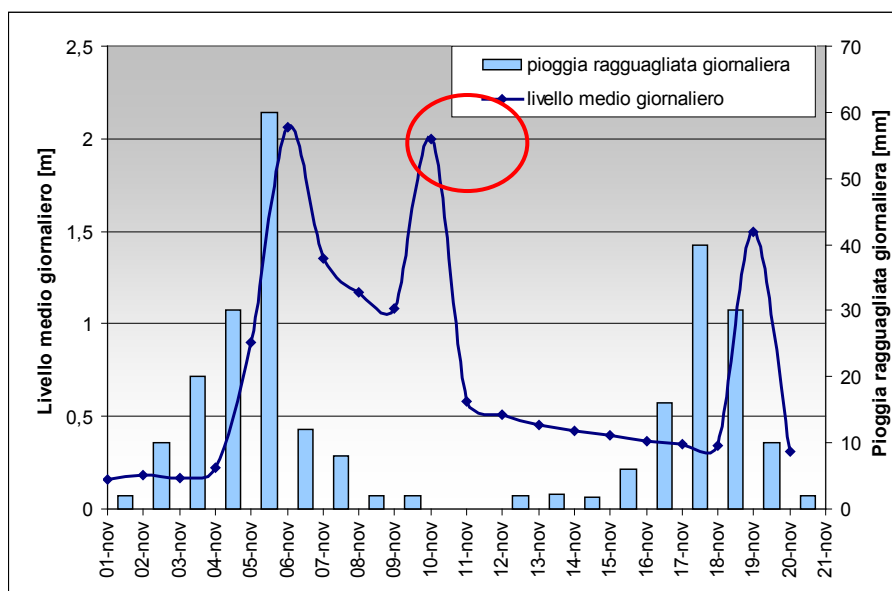


Figura 8.21 – Confronto tra il livello medio giornaliero e le piogge giornaliere ragguagliate al bacino idrografico sotteso: evidenziato nel cerchio rosso il valore di livello medio giornaliero errato.

SCHEDA N° 61H

Parametro:	portata
Aggregazione:	portata media giornaliera
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G - giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A - automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A - criterio di base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 - dato corretto 2 - dato sospetto 3 - dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati istantanei di portata Q mancanti o errati nel giorno in esame:

- se la percentuale N è minore o uguale a una prima soglia S_1 , allora il valore di portata media giornaliera Q_m è corretto;
- se la percentuale N è maggiore o uguale a una seconda soglia S_2 , allora il valore di portata media giornaliera Q_m è errato;
- se la percentuale N è compresa tra le due soglie, allora il valore di portata media giornaliera Q_m è sospetto.

Parametri numerici necessari

Q = valore di portata istantanea

N = percentuale di dati istantanei mancanti o errati

Q_m = valore di portata media giornaliera

S_1 = prima soglia (valore proposto di prima applicazione 10%)

S_2 = seconda soglia (valore proposto di prima applicazione 50%)

Se $N \leq S_1$, allora Q_m ha flag = 1

Se $S_1 < N < S_2$, allora Q_m ha flag = 2

Se $N \geq S_2$, allora Q_m ha flag = 3

Esempio

--

SCHEDA N° 62H

Parametro:	portata
Aggregazione:	portata media giornaliera
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	portata
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A - annuale
Tipo controllo (A, M):	M - manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B - criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 - dato corretto 3 - dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nell'effettuare un controllo manuale di tipo quali-quantitativo dell'andamento grafico delle portate medie giornaliere ($Q_{m_i}, \dots, Q_{m_z}$) calcolate in varie stazioni correlate.

Gli idrogrammi devono mantenere una congruenza delle portate, da monte a valle, in funzione dell'aumento della superficie e delle caratteristiche del bacino contribuyente.

Se il raffronto non è congruente, allora la serie di dati di portata avrà flag = 3 (dato errato).

Parametri numerici necessari

$Q_{m_i}, \dots, Q_{m_z}$ = valore della portata media giornaliera di più stazioni

Esempio

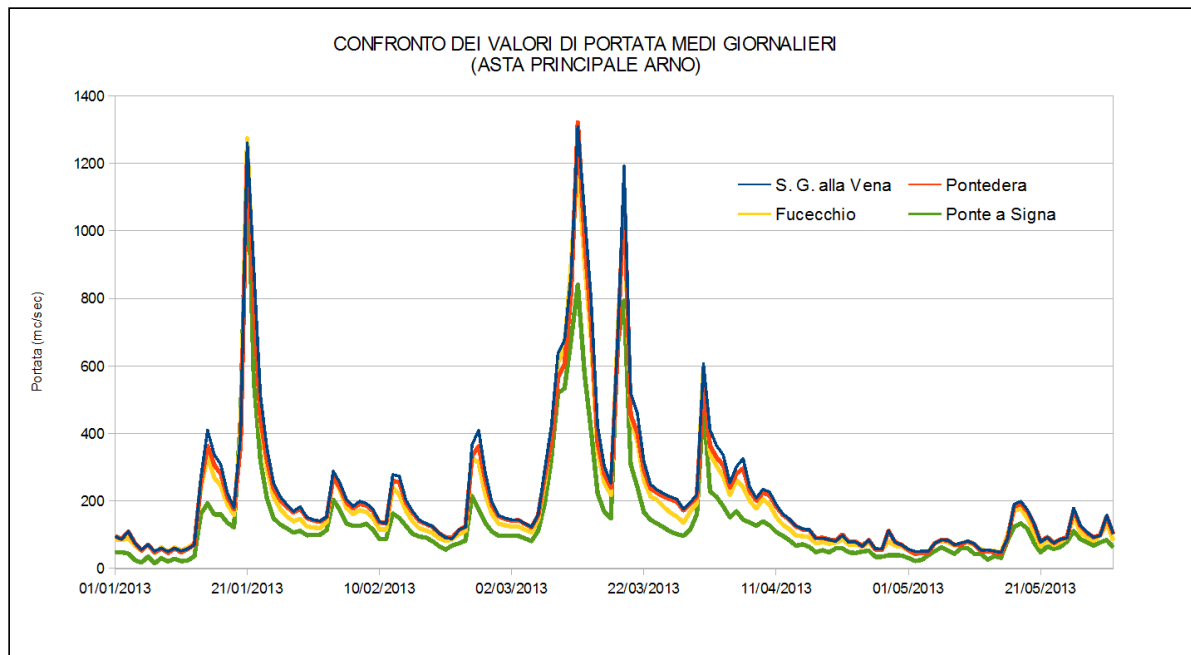


Figura 8.22 – Confronto idrogrammi di più stazioni idrometriche ubicate lungo la stessa asta fluviale.

SCHEDA N° 63H

Parametro:	portata
Aggregazione:	portata media giornaliera
Categoria:	confronto con grandezze di stazioni correlate
Definizione:	pioggia
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nell'effettuare un controllo manuale di tipo quali-quantitativo dell'andamento grafico della portata media giornaliera calcolata Q_m in una stazione con le piogge giornaliere G ragguagliate al bacino sotteso alla stessa stazione idrometrica.

Se il raffronto non è congruente, allora la serie di dati di portata avrà flag = 3 (dati errati).

Parametri numerici necessari

G = precipitazione giornaliere ragguagliate al bacino idrografico sotteso dalla stazione idrometrica

Q_m = portata media giornaliera

Esempio

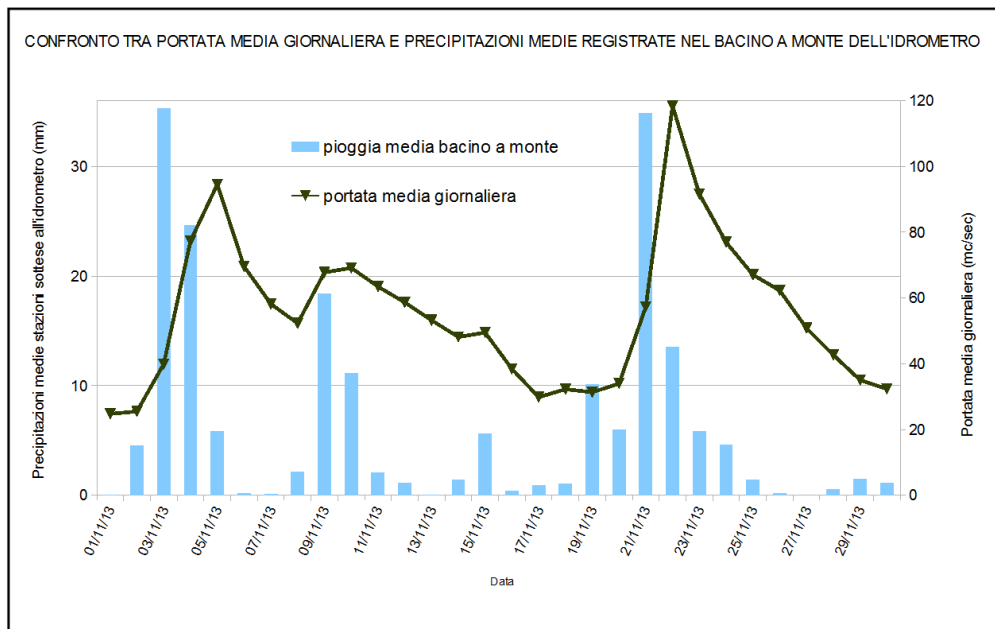


Figura 8.23 – Confronto tra la portata media giornaliera e le precipitazioni giornaliere ragguagliate al bacino idrografico sotteso.

SCHEDA N° 64N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	corretta stringa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che il formato della stringa contenente l'informazione sulla misura coincida col formato atteso. Qualora i due formati differiscano, il dato viene considerato errato (flag = 3).

Parametri numerici necessari

Hs = altezza di neve istantanea

FA = formato atteso

FP = formato pervenuto

Se $FP \neq FA$, allora Hs ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 65N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	fuori orario
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che la marca temporale associata alla misura appartenga a un determinato intervallo. Il dato viene considerato mancante qualora l'orario sia al di fuori dell'intervallo di riferimento.

Parametri numerici necessari

Hs = altezza di neve istantanea

O = orario associato alla misura

I = intervallo temporale di riferimento

Se O non appartiene a I, allora Hs ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 66N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT - real time
Tipo controllo (A, M):	A - automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A - criterio base
Categoria flag di validazione (1-6):	1 - dato corretto 6 - dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che sia presente il dato istantaneo di altezza della neve Hs. In caso contrario, al dato viene assegnato il flag 6.

Parametri numerici necessari

Hs = altezza di neve istantanea

Se Hs è mancante, allora Hs ha flag = 6

Esempio

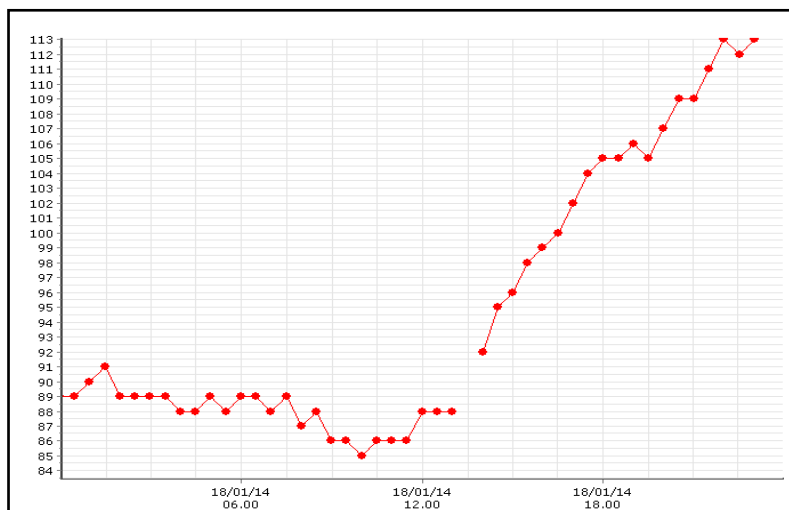


Figura 8.24 – Valori di altezza di neve al suolo con un dato mancante nella serie.

SCHEDA N° 67N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	logico
Definizione:	fuori <i>range</i>
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Questo controllo consiste nel verificare che i valori istantanei di altezza della neve H_s non siano inferiori al minimo strumentale $S_{\min}$ o superiori al massimo strumentale $S_{\max}$.

Nel caso in cui i valori misurati siano fuori *range* il valore istantaneo viene invalidato, attribuendogli il flag 3 (dato errato).

Parametri numerici necessari

H_s = altezza di neve istantanea

$S_{\max}$ = massimo strumentale (generalmente uguale alla quota del sensore rispetto al piano campagna)

$S_{\min}$ = minimo strumentale (generalmente uguale a $0 \pm$ il valore della tolleranza strumentale)

Se $H_s \leq S_{\min}$, allora H_s ha flag = 3

Se $H_s \geq S_{\max}$, allora H_s ha flag = 3

Esempio

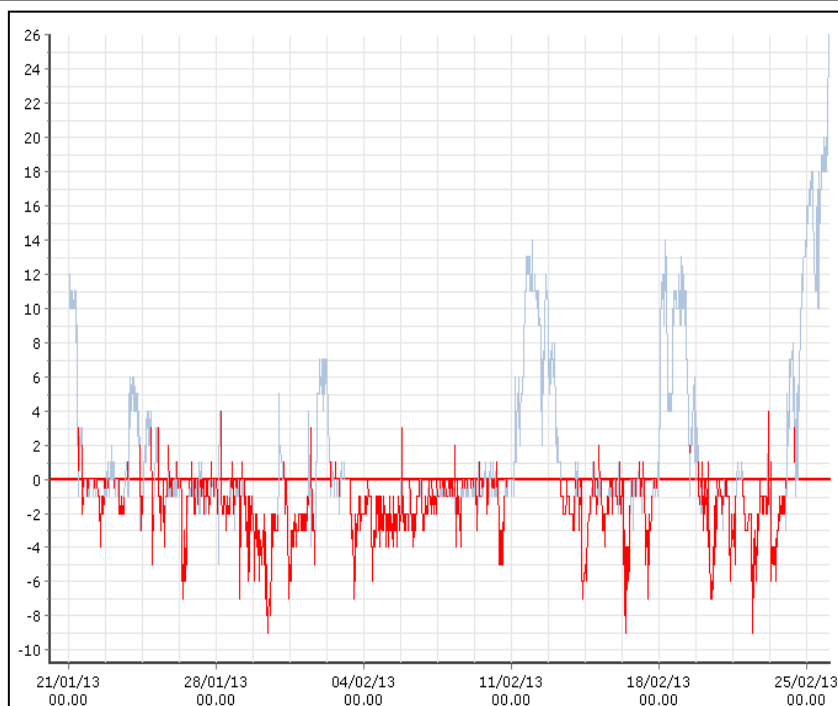


Figura 8.25 – Visualizzazione (evidenziati in rosso) dei valori inferiori al minimo strumentale S_{min} , che sono da invalidare.

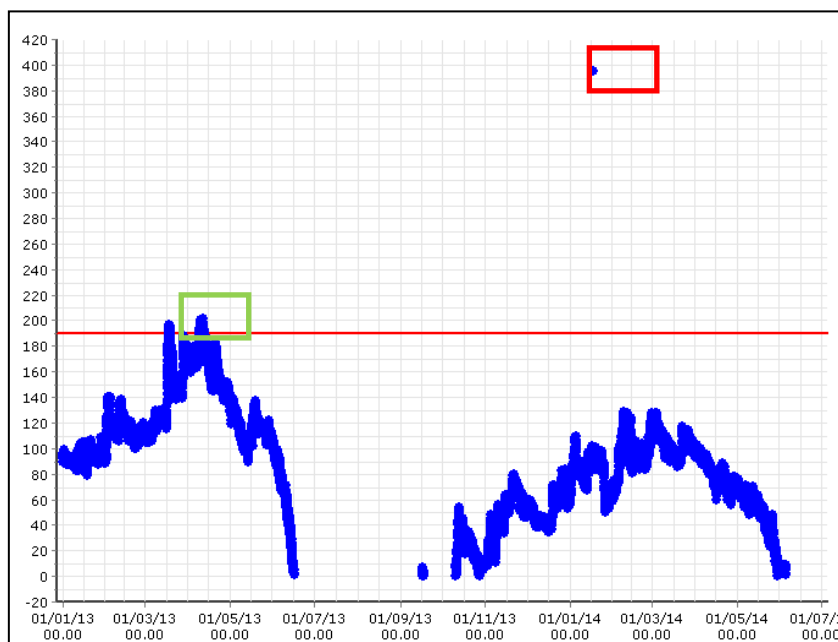


Figura 8.26 – Andamento dell'altezza di neve al suolo (in blu) relativa a una stazione di monitoraggio dal 01/01/2013 al 30/06/2014. In rosso è riportato l'esempio di una soglia impostata a 190 cm. L'analisi della figura permette di osservare due situazioni in cui la neve al suolo supera la soglia impostata. Nel caso indicato con il riquadro verde il dato, inizialmente indicato come sospetto, viene considerato valido a un successivo controllo di dettaglio; nel caso indicato in rosso il dato sospetto viene invalidato.

SCHEDA N° 68N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione brusca
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se la differenza $|\Delta H_s|$ tra due valori consecutivi di altezza nivometrica H_s è maggiore di una certa soglia S .

È possibile differenziare il valore di soglia in S^+ soglia positiva e S^- soglia negativa.

Parametri numerici necessari

H_s = livello istantaneo di altezza nivometrica

ΔH_s = differenza tra due valori consecutivi di altezza nivometrica (valore al tempo t – valore al tempo $t - 1$)

S^+ = soglia positiva (valore di prima approssimazione 10 cm in 30 minuti)

S^- = soglia negativa (valore di prima approssimazione –6 cm in 30 minuti)

Se $\Delta H_s > S^+$ oppure $\Delta H_s < S^-$, allora flag = 2

Esempio

--

SCHEDA N° 69N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione anomala
Frequenza minima (RT, G, M, A):	RT – real time
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se la differenza $|\Delta H_s|$ con il valore precedente e con il seguente è maggiore di una certa soglia S.

Parametri numerici necessari

H_s = livello istantaneo di altezza nivometrica

ΔH_{s1} = differenza con il valore precedente

ΔH_{s2} = differenza con il valore successivo

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 30 cm in 30 minuti)

Se $|\Delta H_{s1}| > S$ e $|\Delta H_{s2}| > S$, allora H_s ha flag = 3

Esempio

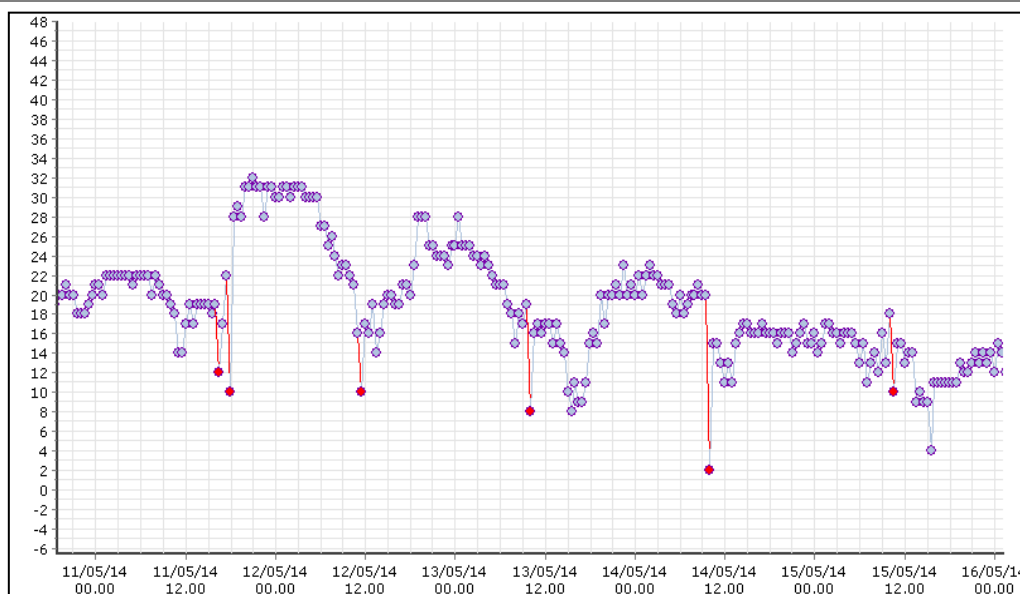


Figura 8.27 – In rosso sono indicati i valori invalidati nell'ambito del controllo di variazione anomala.

SCHEMA N° 70N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	valore istantaneo
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	accumulo (erba, altri ostacoli)
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 5 – dato ricostruito

Descrizione testuale

Il criterio consiste nell'azzerare il dato di neve al suolo H_s (qualora H_s sia maggiore di 0 + un valore S pari alla tolleranza strumentale) e associare il flag 5 (dato ricostruito) nel periodo in cui la misura è sicuramente riferita alla crescita di vegetazione e non alla neve.

Il periodo varia in funzione della quota della stazione e deve essere definito per sito specifico.

Parametri numerici necessari

H_s = livello istantaneo di altezza nivometrica

S = tolleranza strumentale

T = giorni dell'anno con assenza neve

Se $H_s > S$ nel periodo T , allora $H_s = 0$ e flag = 5

Esempio

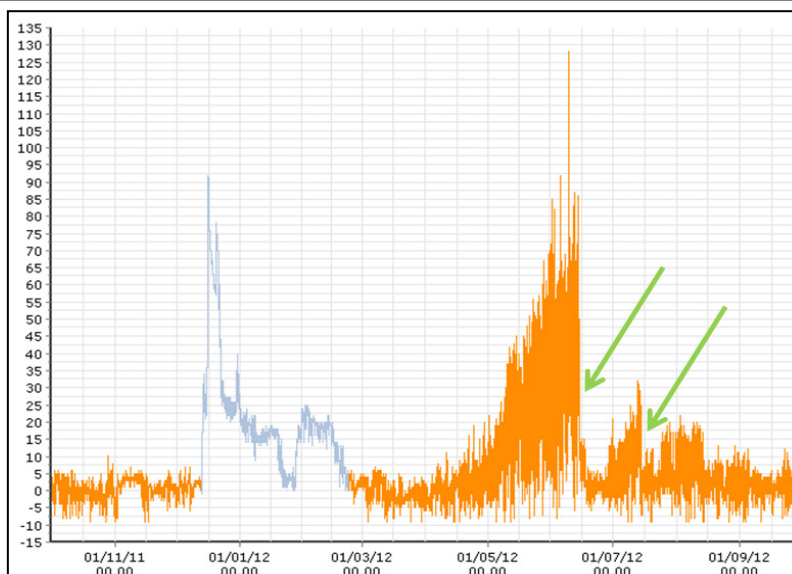


Figura 8.28 – Andamento H_s : in azzurro è indicata l'altezza di neve al suolo, in arancione l'erba. In verde si osservano i periodi di fienagione.

SCHEDA N° 71N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	sintattico
Definizione:	corretta stringa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che il formato della stringa contenente l'informazione sulla misura coincida col formato atteso.

Qualora i due formati differiscano, il dato viene considerato errato (flag = 3).

Parametri numerici necessari

Hs = altezza di neve giornaliera

FA = formato atteso

FP = formato pervenuto

Se $FP \neq FA$, allora Hs ha flag = 3

Esempio

--

SCHEMA N° 72N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 6 – dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che sia presente il dato istantaneo di altezza della neve H_s alle ore 08:00 locali ± 1 ora. In caso contrario, al dato viene assegnato il flag 6.

Parametri numerici necessari

H_s = valore istantaneo di altezza di neve

Se H_s è mancante, allora H_s ha flag = 6

Esempio

--

SCHEDA N° 73N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	consistenza temporale
Definizione:	variazione brusca
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare se la differenza in valore assoluto ΔH_s tra il valore del giorno in esame e quello del giorno precedente è maggiore di una certa soglia. Il valore della soglia è differente per il fenomeno di accumulo (S_{acc}) e di fusione (S_{fus}).

Parametri numerici necessari

HS_t = altezza nivometrica giornaliera riferita al giorno in esame

HS_{t-1} = altezza nivometrica giornaliera riferita al giorno precedente

S_{acc} = soglia relativa all'accumulo giornaliero (in prima approssimazione sulle Alpi si propone 150 cm)

S_{fus} = soglia relativa alla fusione giornaliera (in prima approssimazione sulle Alpi si propone 50 cm)

Se:

$$\Delta HS_d = |HS_{t-1} - HS_t| > S_{fus}$$

$$\Delta HS_a = |HS_t - HS_{t-1}| > S_{acc}$$

allora HS_t ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 74N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliero
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	temperatura per accumulo
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	2 – dato sospetto, 3 – dato errato, 5 – dato ricostruito

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare l'altezza di neve al suolo H_{st} con la temperatura minima giornaliera dell'aria T_{min} nelle 24 ore precedenti:

- se si misura un incremento di altezza di neve ΔH_s rispetto al giorno precedente in corrispondenza di temperatura T_{min} inferiore alla soglia T_s , il dato H_{st} viene considerato sospetto (flag = 2) ed è necessario procedere a una verifica manuale;
- se si misura un incremento di altezza di neve ΔH_s rispetto al giorno precedente in corrispondenza di temperatura T_{min} superiore alla soglia T_s , si possono verificare due casi:
 - 1) se $H_{st-1} = 0$ il dato H_{st} viene imposto uguale a 0 e si assegna il flag = 5 (dato ricostruito);
 - 2) altrimenti H_{st} ha flag 3 (dato errato).

Parametri numerici necessari

H_{st} = altezza nivometrica giornaliera riferita alla giornata in esame

H_{st-1} = altezza nivometrica giornaliera riferita alla giornata precedente

T_{min} = temperatura minima dell'aria nelle 24 ore precedenti

T_s = soglia temperatura di precipitazione solida (in prima approssimazione fissata uguale a 0 °C)

Se $H_{st} - H_{st-1} > 0$ e $T_{min} < T_s$, allora H_s ha flag = 3

Se $H_{st} - H_{st-1} > 0$, $T_{min} > T_s$ e $H_{st-1} = 0$, allora $H_{st} = 0$ e flag = 5

Se $H_{st} - H_{st-1} > 0$, $T_{min} > T_s$ e $H_{st-1} \neq 0$, allora H_{st} ha flag = 3

Esempio

--

SCHEDA N° 75N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliero
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	temperatura per fusione
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare l'altezza di neve al suolo H_s con la temperatura media giornaliera dell'aria T_{med} nelle 24 ore precedenti.

Il controllo di fusione si effettua qualora l'altezza di neve del giorno precedente $H_{s_{t-1}}$ sia maggiore di 0 cm e la temperatura media giornaliera dell'aria T_{med} nelle 24 ore precedenti sia maggiore di una soglia T_s .

Il controllo di fusione consiste nel confrontare il decremento di altezza neve ΔH_s con modelli empirici di fusione in funzione della temperatura dell'aria.

Viene calcolato lo scarto tra dato osservato e dato ottenuto dai modelli e confrontato con una soglia S . Qualora lo scarto minimo sia superiore alla soglia, allora il dato di H_s viene considerato errato (flag = 3); altrimenti il dato è corretto.

Parametri numerici necessari

H_{s_t} = altezza nivometrica giornaliera riferita alla giornata in esame

$H_{s_{t-1}}$ = altezza nivometrica giornaliera riferita alla giornata precedente

T_{med} = temperatura media dell'aria nelle 24 ore precedenti

T_s = soglie temperatura media di fusione (in prima approssimazione fissata pari a 0 °C)

S = soglia dello scarto tra fusione giornaliera osservata e calcolata da modello (in prima approssimazione fissata pari 12 cm)

m_t = stima della quantità di neve fusa

In letteratura esistono diversi modelli per stimare la quantità di neve fusa " m_t ". I seguenti modelli ipotizzano che si abbia fusione se la T_{med} è > 0 °C:

- 1) $m_t = (0.08 * T_{med,t-1}) * 25.4$ (Carr, 1998)
- 2) $m_t = (0.05 * T_{med,t-1}) * 25.4$ (Wiesner, 1970)
- 3) $m_t = (0.02 * T_{med,t-1}) * 25.4$ (Bruce and Clark, 1966)

Esempio

SCHEDA N° 76N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliero
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	temperatura e precipitazione
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A - annuale
Tipo controllo (A, M):	M - manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B - criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 - dato corretto 2 - dato sospetto 3 - dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare l'incremento di altezza di neve al suolo H_s rispetto al giorno precedente con altre grandezze (temperatura e precipitazione) della stazione nivometrica in esame.

Il controllo incrociato con il dato di temperatura e il dato proveniente dal pluviometro permette di disporre di informazioni aggiuntive rispetto al quadro meteorologico in cui si è verificata la presunta nevicata. Incrociando altezza di neve al suolo, precipitazione liquida e temperatura dell'aria possono verificarsi le seguenti possibilità:

- 1) Presenza di precipitazione e temperature inferiori a 0 °C.
In tale situazione l'incremento della neve al suolo conferma che la precipitazione è stata di tipo nevoso e pertanto l'andamento dei dati è valido e coerente con la situazione meteorologica;
- 2) Presenza di precipitazione e temperature inferiori a 4 °C.
In tale situazione l'andamento della neve al suolo può registrare un incremento oppure mantenersi costante. La soglia dei 4 °C rappresenta il valore superiore oltre al quale la precipitazione difficilmente si presenta a carattere nevoso. Per andamenti di temperatura compresi tra 0 °C e 4 °C, le precipitazioni possono essere a carattere nevoso o liquido anche in funzione della persistenza della temperatura in tale *range* di valori. In questo caso al dato viene assegnato il flag 2 (dato sospetto) ed è necessario estendere il controllo incrociato con altri parametri (vento) e con le stazioni limitrofe per valutare se invalidare il dato oppure confermarlo;
- 3) Presenza di precipitazione e temperature superiori a 4 °C.
In tali condizioni la precipitazione verificatasi è di tipo liquido, eventuali innalzamenti della neve al suolo sono da attribuire ad altri fattori (strumento, presenza di ostacoli, erba al suolo). Il dato non è considerato valido pertanto gli viene associato il flag 3 (dato errato).

Parametri numerici necessari

Esempio

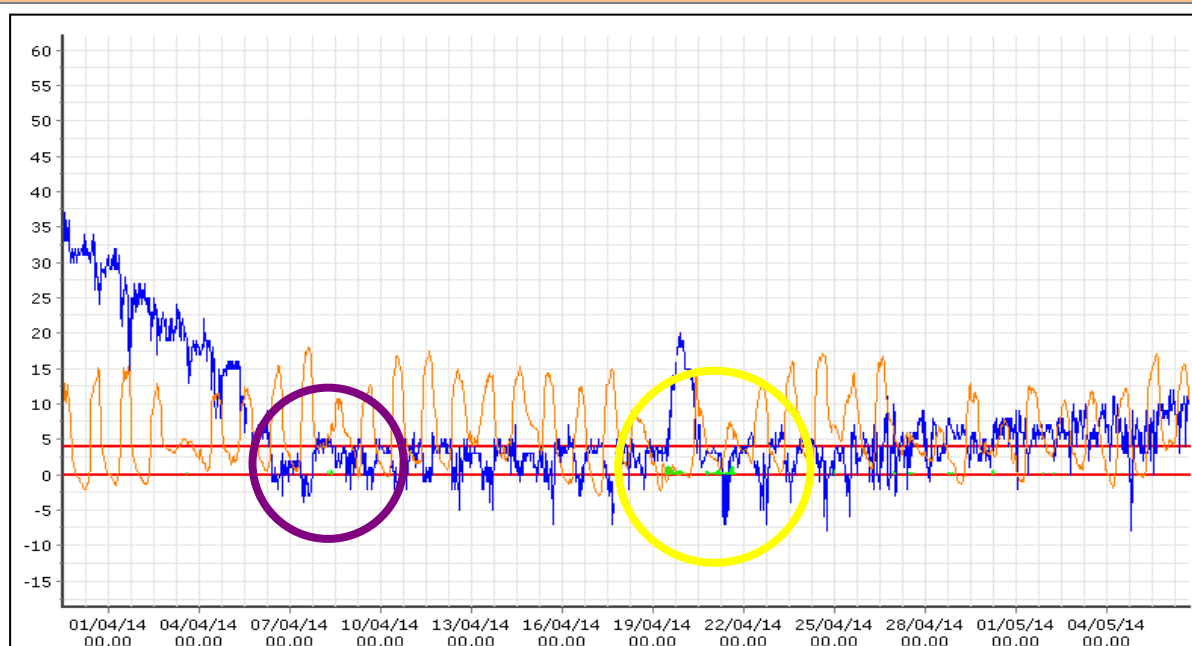


Figura 8.29 – Andamento dell'altezza di neve al suolo (in blu) confrontato con l'andamento delle temperature (in arancione) e le precipitazioni liquide provenienti dal pluviometro riscaldato (in verde); le linee rosse orizzontali indicano la soglia di 4 °C e quella di 0 °C. All'interno del tondo in viola, si nota dapprima che, a seguito di progressiva fusione il manto nevoso al suolo è assente, ma a seguito di debole precipitazione si nota un innalzamento contenuto del livello di neve al suolo: l'analisi comparata con i valori di temperatura permette di escludere che si tratti di neve ($T > 4\text{ °C}$). All'interno del riquadro in giallo l'incremento di neve al suolo è reale e l'andamento è confermato con l'analisi degli altri parametri (presenza di precipitazione e temperature $< 4\text{ °C}$).

SCHEDA N° 77N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliero
Categoria:	confronto incrociato con altre grandezze della stessa stazione
Definizione:	vento
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel confrontare il dato di altezza di neve H_s con i dati misurati dall'anemometro della stessa stazione qualora si riscontri un incremento o decremento della neve al suolo risultati sospetti dagli altri controlli.

In caso di vento e precipitazioni assenti e variazione di altezza di neve al suolo, i dati di H_s sono da considerare errati, si assegna il flag 3 (probabile azione di mezzi meccanici)

Qualora il vento superi la velocità di trasporto ($5\text{--}10\text{ m s}^{-1}$) e i valori di H_s indicano un fenomeno di accumulo o erosione, il dato di H_s può essere considerato valido. È però necessario fare ulteriori indagini per la valutazione del dato di neve fresca giornaliera H_n .

Parametri numerici necessari

--

Esempio



Figura 8.30 – Confronto tra l'andamento del manto nevoso (in viola) e la velocità del vento (in grigio). Si evidenzia come il forte vento registrato sia responsabile dell'erosione completa del manto nevoso.

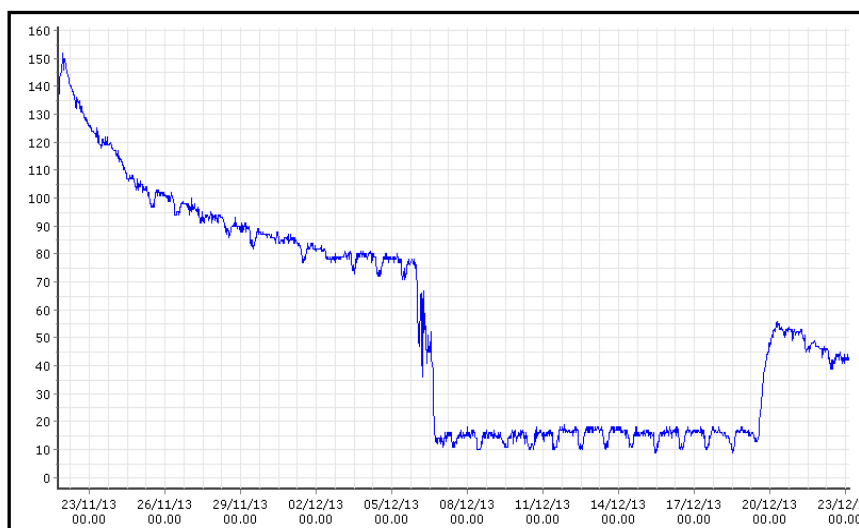


Figura 8.31 – Anomalo comportamento del manto nevoso, attribuibile in prima analisi ad azione terza (ad es., rimozione del manto nevoso con macchinari).

SCHEMA N° 78N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	giornaliero
Categoria:	spaziale/confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	neve al suolo, precipitazione, vento
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel ricorrere all'utilizzo di stazioni nivometriche limitrofe; qualora la stazione in esame sia sprovvista di pluviometro e anemometro, il confronto incrociato può essere esteso anche all'analisi della precipitazione e vento delle stazioni limitrofe.

Parametri numerici necessari

Esempio

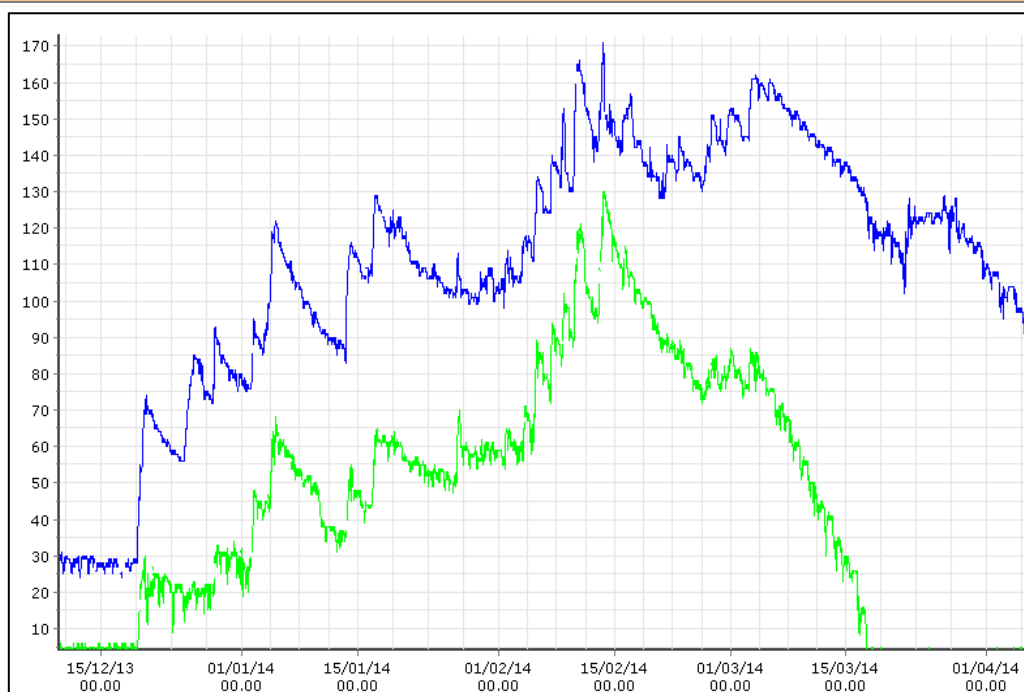


Figura 8.32 – Confronto dell'andamento della neve al suolo in due stazioni nivometriche differenti.

SCHEDA N° 79N

Parametro:	altezza di neve al suolo
Aggregazione:	mensile
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati giornalieri di altezza di neve al suolo Hs mancanti o errati nel mese in esame:

- se nel mese non ci sono dati mancanti o errati ($N = 0\%$), allora il valore medio mensile M è corretto (flag = 1);
- se la percentuale N è maggiore o uguale a una soglia S, allora il valore medio mensile M è errato (flag = 3);
- se la percentuale N è compresa tra zero e la soglia, allora il valore medio mensile M è sospetto (flag = 2).

Parametri numerici necessari

Hs = valore di altezza di neve al suolo giornaliera

M = media mensile di neve al suolo

N = percentuale di dati giornalieri mancanti o errati

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 30%)

Se $N = 0\%$, allora M ha flag = 1

Se $0 < N < S$, allora M ha flag = 2

Se $N \geq S$, allora M ha flag = 3

Esempio

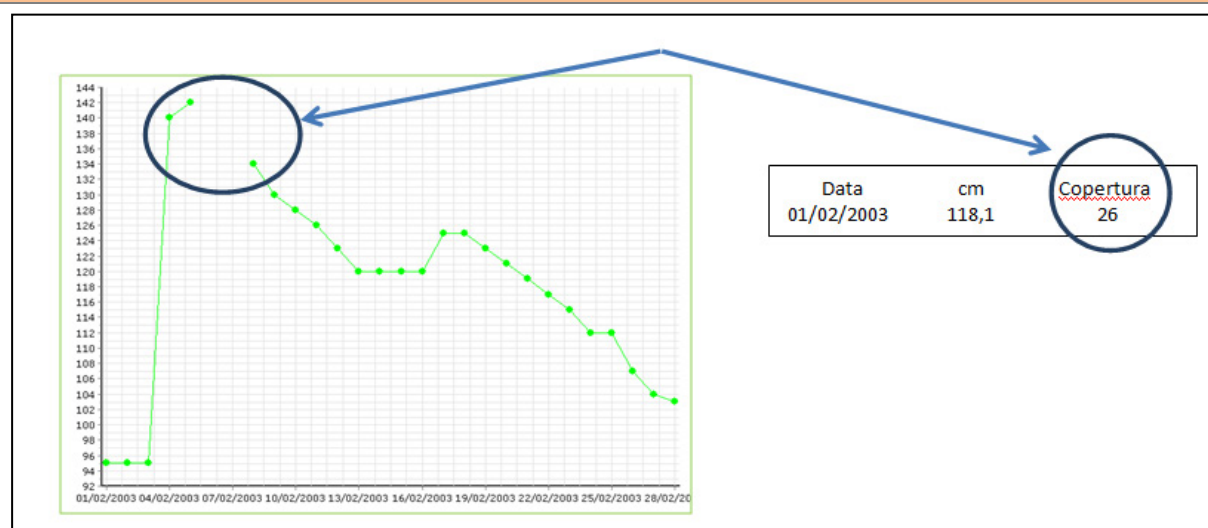


Figura 8.33 – L'immagine a sinistra evidenzia la presenza di alcuni dati mancanti nella serie. Il dato mancante influisce sull'affidabilità del dato aggregato. In questo caso l'aggregazione viene segnata come sospetta (mese di febbraio: 26 dati a disposizione su 28 necessari) e quindi da verificare manualmente.

SCHEDA N° 80N

Parametro:	altezza di neve fresca
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	sintattico
Definizione:	corretta stringa
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che il formato della stringa contenente l'informazione sulla misura coincida col formato atteso. Qualora i due formati differiscano, il dato viene considerato errato (flag = 3).

Parametri numerici necessari

Hn = altezza di neve fresca giornaliera

FA = formato atteso

FP = formato pervenuto

Se $FP \neq FA$, allora Hn ha flag = 3

Esempio

SCHEDA N° 81N

Parametro:	altezza di neve fresca
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	G – giornaliera
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 6 - dato mancante

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare che siano presenti i dati di altezza della neve al suolo giornaliera del giorno in esame e del giorno precedente (H_{s_t} e $H_{s_{t-1}}$). In caso contrario, al dato H_n viene assegnato il flag 6.

Parametri numerici necessari

H_n = altezza di neve fresca giornaliera

H_{s_t} = valore di altezza di neve al suolo del giorno in esame

$H_{s_{t-1}}$ = valore di altezza di neve al suolo del giorno precedente

Se H_{s_t} o $H_{s_{t-1}}$ sono mancanti, allora H_n ha flag = 6

Esempio

--

SCHEDA N° 82N

Parametro:	altezza di neve fresca
Aggregazione:	giornaliera
Categoria:	spaziale / confronto incrociato con altre stazioni
Definizione:	neve al suolo, precipitazione, vento
Frequenza minima (RT, G, M, A):	A – annuale
Tipo controllo (A, M):	M – manuale
Classificazione del criterio (A, B):	B – criterio opzionale
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 5 – dato ricostruito

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel validare valori di Hn diverso da zero, confrontandoli con i valori di Hn e pioggia delle stazioni limitrofe; tale confronto consente di valutare se la situazione è compatibile con la presenza di precipitazione.

In assenza di precipitazione ma con vento, l'aumento dell'altezza di neve al suolo non è imputabile a una nevicata ma al solo accumulo eolico, per cui il dato di Hn viene posto pari a zero e viene assegnato flag 5 (dato ricostruito).

In presenza di precipitazione e di vento deve essere valutata la necessità di correggere il valore di Hn in positivo o in negativo attraverso il confronto con i valori di Hn delle stazioni limitrofe. In caso di correzione, al dato viene associato il flag 5 (dato ricostruito).

Parametri numerici necessari

Esempio

SCHEDA N° 83N

Parametro:	altezza di neve fresca
Aggregazione:	mensile
Categoria:	sintattico
Definizione:	dato mancante
Frequenza minima (RT, G, M, A):	M – mensile
Tipo controllo (A, M):	A – automatico
Classificazione del criterio (A, B):	A – criterio base
Categoria flag di validazione (1–6):	1 – dato corretto, 2 – dato sospetto, 3 – dato errato

Descrizione testuale

Il criterio consiste nel verificare la percentuale N di dati giornalieri di altezza di neve fresca H_n mancanti o errati nel mese in esame;

- se nel mese non ci sono dati mancanti o errati ($N = 0\%$), allora il valore totale mensile H_{n_m} è corretto (flag = 1);
- se la percentuale N è maggiore o uguale a una soglia S, allora il valore totale mensile H_{n_m} è errato (flag = 3);
- se la percentuale N è compresa tra zero e la soglia, allora il valore totale mensile H_{n_m} è sospetto (flag = 2).

Parametri numerici necessari

H_n = valore di altezza di neve fresca giornaliera

H_{n_m} = totale mensile di neve fresca

N = percentuale di dati giornalieri mancanti o errati

S = soglia (valore proposto di prima applicazione 30%)

Se $N = 0\%$, allora H_{n_m} ha flag = 1

Se $0 < N < S$, allora H_{n_m} ha flag = 2

Se $N \geq S$, allora H_{n_m} ha flag = 3

Esempio

--

BIBLIOGRAFIA

- Bruce, J.P. and Clark, R.H., 1966. Introduction to Hydrometeorology. Pergamon Press, 319 pp.
- Carr, D.A., 1998. Snowpack modeling using daily climatological data. Proceedings of the 45th Eastern Snow Conference, Lake Placid, NY, Eastern Snow Conference, pp. 176–180.
- Chapman, A. D., 2005: Principles of Data Quality, version 1.0. Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen.
- Heinke, K. & R. S. Sokhi (Eds.), 2008: Overview of tools and methods for meteorological and air pollution mesoscale model evaluation and user training. Joint Report of COST Action 728.
- Wiesner, C.J., 1970. Hydrometeorology. Chapman et al., Ltd., 232 pp.
- World Meteorological Organization, 2014: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8.
- World Meteorological Organization, 1993: Guide on the Global Data-processing System, WMO-No. 305.
- World Meteorological Organization, 2010a: Manual on the Global Data-processing System, WMO-No. 485, Volume I.
- World Meteorological Organization, 2010b: Manual on Global Observing System, WMO-No. 544, Volume I.

