

Progettazione, adeguamento, rimodulazione e supporto alla certificazione delle reti meteorologiche

DESCRIZIONE TECNICA

2021

Sistema di Gestione certificato
per l'erogazione di
Servizi meteorologici professionali

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



Sommario

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUZIONE..... | 2 |
| 2. I PRINCIPI | 3 |
| 3. LA NORMATIVA WMO | 4 |
| 3.1 STRUMENTI DI MISURA..... | 4 |
| 3.2 SITO DI MISURA ED ESPOSIZIONE DEI SENSORI | 5 |
| 3.3 SUPERVISIONE DELLA STAZIONE..... | 8 |
| 4. PROGETTAZIONE DI NUOVA RETE | 9 |
| 4.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO | 9 |
| 4.2 PROGETTO DELLA RETE | 9 |
| 4.3 DIREZIONE LAVORI E COLLAUDO | 10 |
| 5. ADEGUAMENTO, RIMODULAZIONE E INTEGRAZIONE DI RETE ESISTENTE | 11 |
| 5.1 VALUTAZIONE DI QUALITA' E INDICAZIONI PER LA MESSA A NORMA | 11 |
| 5.2 PROGETTO DI RIMODULAIZONE E INTEGRAZIONE DELLA RETE | 12 |
| 5.3 DIREZIONE LAVORI E COLLAUDO | 13 |
| 6. SERVIZI GENERALI | 14 |
| 6.1 ASSISTENZA TECNICA – ECONOMICA – AMMINISTRATIVA | 14 |
| 6.2 FORMAZIONE DEL PERSONALE..... | 14 |
| 7. CERTIFICAZIONE | 14 |
| 7.1 IL PROCESSO DI CERTIFICAZIONE..... | 15 |
| 7.2 IL CICLO DI CERTIFICAZIONE..... | 16 |
| 8. CONTROLLO DEI DATI, VALIDAZIONE E ALERT | 18 |
| 8.1 CONTROLLO E VALIDAZIONE DEI DATI..... | 18 |
| 8.2 SERVIZIO DI ALERT | 19 |
| 8.3 PROPRIETA' DEI DATI..... | 19 |
| 9. LA CONSULTAZIONE DEI DATI | 20 |
| 9.1 GisMetetrigger® | 20 |
| 9.2 LA PIATTAFORMA WEBDEDICATA..... | 20 |
| 9.3 IL WIDGET | 20 |
| 10. RISULTATI ATTESI | 22 |
| 11. CONTATTI..... | 22 |



1. INTRODUZIONE

La realizzazione di reti meteorologiche (*Fig. 1*) richiede un costo significativo per investimento iniziale, gestione e manutenzione. Tuttavia, si è constatato che sovente questi sistemi di monitoraggio, a causa di situazioni o problematiche a volte facilmente superabili (ubicazione non ottimale della stazione, mancanza di una corretta validazione dei dati, inadeguatezza di alcuni sensori) producono dati con limitata rappresentatività e non adeguati a tutte le applicazioni. Questa situazione è sostanzialmente dovuta ad una carenza di progettualità, od addirittura alla sua assenza, quando ad esempio si ritiene di affidare al fornitore della rete anche la fase progettuale, ritenendo in questo modo di ridurre i costi del progetto.

La crescente importanza dei sistemi di monitoraggio, anche in chiave certificatoria, rende la loro progettazione un passaggio rilevante, perché essi sono destinati a durare nel tempo, ed a gravare quindi sia sulle spese di investimento che su quelle di gestione, e solo una buona rete può sostenere questi costi. Radarmeteo ha quindi implementato una propria sezione dedicata specificatamente alla progettazione e alla messa in qualità ed in conformità delle reti di monitoraggio meteorologico secondo le linee guida della *WMO* (World Meteorological Organization).

L'attività può riguardare sia reti di prossima realizzazione che reti esistenti da adeguare, rimodulare e integrare, oppure reti esistenti da certificare.



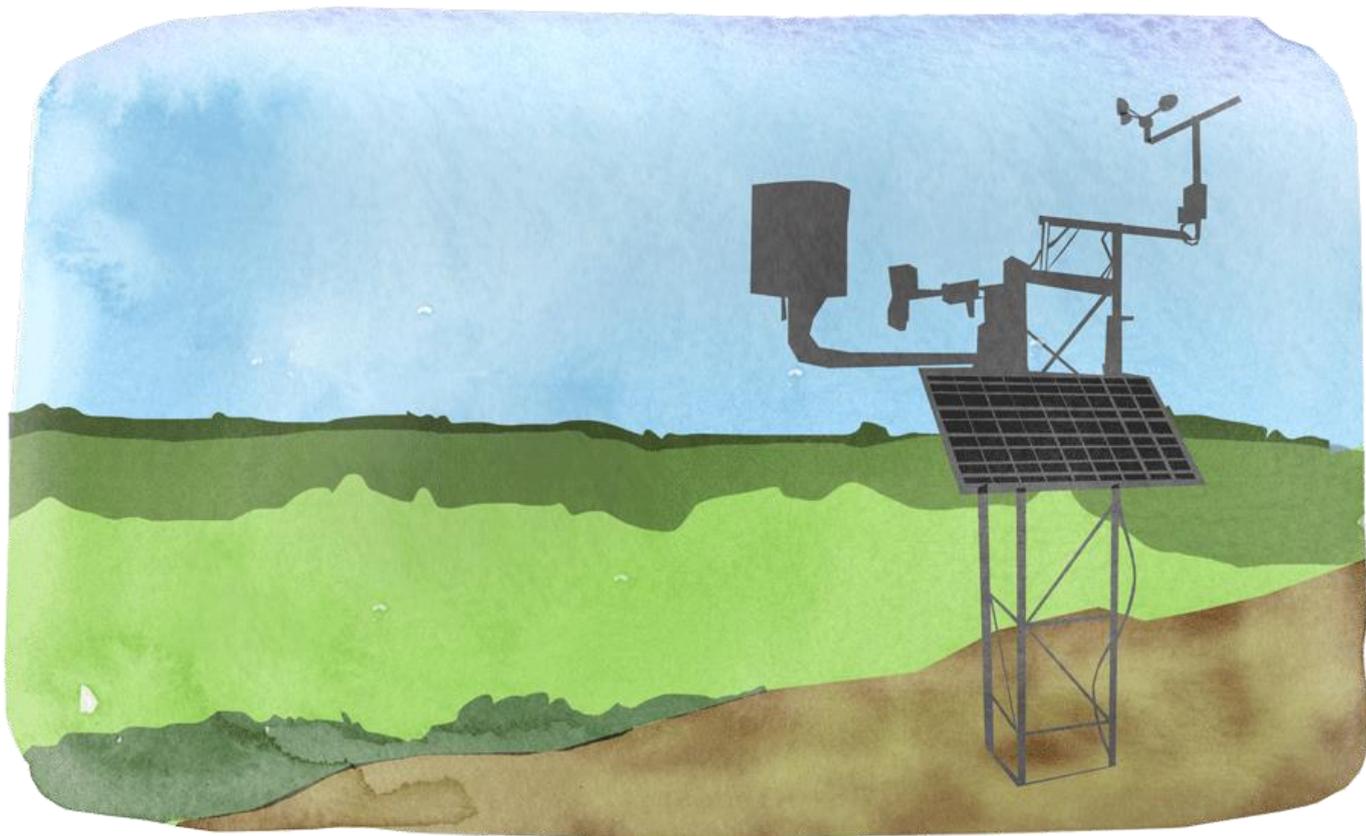


Fig. 1 Stazione meteorologica multisensori

2. I PRINCIPI

Sia che si tratti di progettare, adeguare o di portare a certificazione la rete di monitoraggio meteorologico, l'obiettivo è l'ottenimento di un sistema efficiente, costituito da stazioni che rilevano variabili meteorologiche di qualità certificata o certificabile in conformità alle linee guida della *WMO*. Tutte le scelte progettuali e tecniche sono pertanto tese al rispetto dei requisiti definiti nella "*Guide to Instruments and Methods of Observation*" definiti nel documento *WMO-No.8, Cimo (Commission for Instruments and Methods of Observation) Guide*, 2018:

- utilizzo di stazioni meteorologiche automatiche,
- utilizzo di strumenti di qualità elevata,
- opportuna scelta del sito di misura e corretta esposizione dei sensori,
- adeguata attività di supervisione delle stazioni.

L'aderenza a questi quattro criteri viene verificata per ogni singolo sensore utilizzando tre classi di valutazione:



- **Pienamente conforme:** tutti i requisiti *WMO* sono soddisfatti. Stazione di alta qualità con la minor incertezza possibile. Può essere utilizzata sia in ambito meteorologico che climatologico.
- **Conforme:** la maggior parte dei requisiti *WMO* sono soddisfatti. Incertezza intermedia ma ancora accettabile. Può essere utilizzata in ambito meteorologico e per ogni tipo di applicazione operativa (alimentazione di *DSS* per la gestione della risorsa idrica, la mitigazione degli allagamenti, l'agricoltura, ecc.).
- **Non conforme:** alcuni importanti requisiti *WMO* non sono soddisfatti. Incertezza molto alta o non nota. Utilizzare con cautela, non idonea per molte applicazioni.

Una rete di monitoraggio meteorologica "Conforme" alle linee guida della *WMO* rappresenta lo standard di qualità necessario e sufficiente per ogni tipo di attività operativa, valido sia in ambito tecnico che legale. Ne consegue che l'Ente, il Consorzio di Bonifica o antigrandine e la Multiutility devono poter disporre di dati provenienti da una rete che sia qualificata come tale.

3. LA NORMATIVA WMO

La World Meteorological Organization (*WMO*) è l'agenzia tecnica dell'ONU che coordina a livello globale lo sviluppo della Meteorologia, della Climatologia e dell'Idrologia operativa. Una delle sue principali missioni è la promozione della standardizzazione delle misurazioni meteorologiche.

Nella *Cimo Guide* (*WMO*, 2018) vengono fornite le linee guida per la scelta delle stazioni, l'esposizione dei sensori, l'individuazione dei siti di misura e le pratiche di supervisione della rete di monitoraggio. Nei prossimi paragrafi si riassumono le principali indicazioni.

3.1 STRUMENTI DI MISURA

Il primo aspetto da considerare nella realizzazione di una rete di monitoraggio è la scelta della strumentazione. I sensori devono essere realizzati per l'utilizzo all'aperto ed avere *range* di operatività compatibili con le possibilità climatiche del sito di misura, inoltre devono essere caratterizzati da incertezze operativa di misura all'interno dei limiti indicati dalla *CIMO Guide - WMO*, 2018 o dalla "*Sustained Performance Classification for Surface Observing Stations on Land*" (Leroy, 2013, *WMO*). Tali limiti vengono confrontati con i valori di incertezza riportati nella scheda tecnica del sensore. In *Tab. 1* vengono riportati i limiti di incertezza per diverse variabili meteorologiche.



| Variabile Meteorologica | Pienamente conforme (Allegato 1.E del WMO-N.8) | Conforme Class C (Leroy, 2013) |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| Temperatura | 0.2 °C | 1°C |
| Umidità | 3 % | 10 % |
| Precipitazione | 5 % | 10 % |
| Pressione | 0.15 hPa | 1 hPa |
| Intensità del vento | 10 % | 15 % |
| Direzione del vento | 5° | 10° |
| Radiazione globale | 2% | 10% |
| Eliofania | 2% | 10% |

Tab. 1 limiti massimi per incertezza operativa di misura

3.2 SITO DI MISURA ED ESPOSIZIONE DEI SENSORI

La scelta delle migliori stazioni meteorologiche non è però sufficiente per ottenere una rete meteorologica di qualità. Poiché il valore del dato rilevato dipende sensibilmente dall'esposizione dello strumento all'atmosfera, è infatti necessaria una corretta scelta del sito di rilevamento e della collocazione dei vari sensori con particolare riguardo alle distanze dai diversi ostacoli.

Tutte le stazioni della rete di monitoraggio dovranno pertanto soddisfare i criteri indicati dalle linee guida WMO, riguardanti:

- altezza del sensore dal suolo,
- classificazione dei siti,
- corretta esposizione degli strumenti.

Altezza dal suolo del sensore

La *CIMO Guide* (WMO, 2018) definisce le altezze di misura tipiche per ogni variabile meteorologica. In Tab.2 sono elencati i limiti di altezza di misura per diversi parametri meteorologici.

| Variabile Meteorologica | Pienamente conforme | Conforme |
|-------------------------|---------------------------------------|------------|
| Temperatura e Umidità | 2 m (± 10%) | 1.25 – 3 m |
| Precipitazione | 1.5 m (± 10%) | 0.5 – 3 m |
| Vento | 10 m su terreno aperto e pianeggiante | |

Tab. 2 Altezza di misura dal suolo

Classificazione dei siti

Le condizioni ambientali di un sito possono influenzare i risultati della misurazione. Queste condizioni devono essere analizzate attentamente per escludere distorsioni dei risultati delle misurazioni.



La "Siting classifications for surface observing stations on land" (WMO, 2018, Allegato 1.D) è una norma WMO/ISO standard (ISO 19289, 2015) ed è il riferimento più ampiamente accettato per caratterizzare le condizioni ambientali e per valutare la rappresentatività di un sito di misura.

La norma prevede cinque classi. Più piccola è la classe, maggiore è la rappresentatività della misurazione e viceversa. Un sito di classe 1 può essere considerato come un sito di riferimento, mentre un sito di classe 5 è un sito in cui ostacoli troppo vicini creano un ambiente inappropriato per una misurazione meteorologica.

Le classi 1 e 2 sono considerate "pienamente conformi" mentre la classe 3 "conforme". Le classi 4 e 5 sono giudicate "non conformi".

Per casi particolari come le installazioni in ambito urbano, generalmente caratterizzate da classi elevate, è possibile aggiungere un ulteriore flag "S" ai numeri di classe 4 o 5 per indicare un ambiente o un'applicazione specifici (es: 4S).

Le Fig.2-3-4 sintetizzano i criteri che devono essere rispettati da un sito per essere definito di classe 2 e quindi pienamente conforme, rispettivamente per temperatura e umidità, precipitazione e vento.

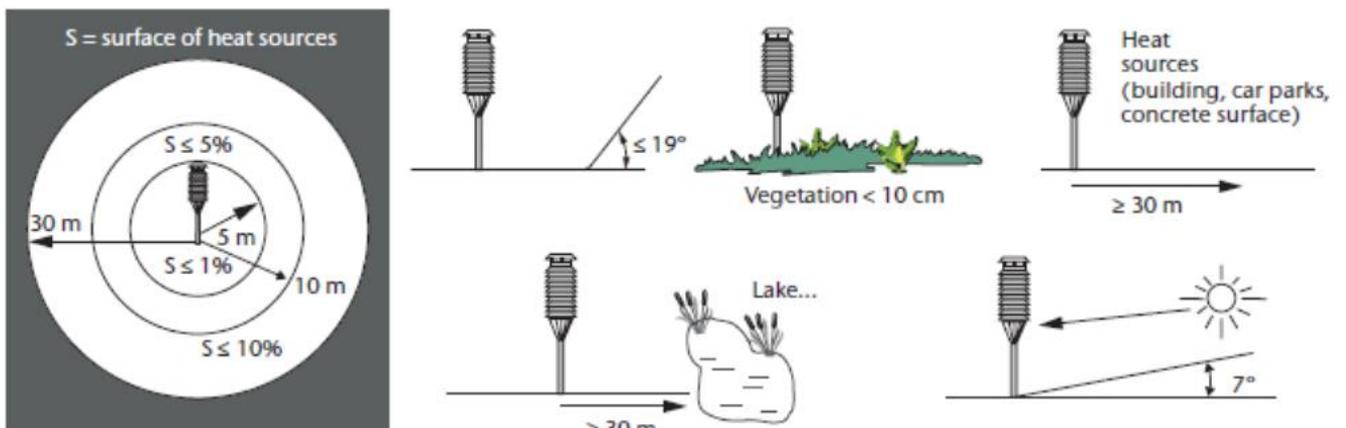


Fig. 2 Temperatura e umidità, criteri per classe 2 (WMO, 2018, Allegato 1.D), pienamente conforme.

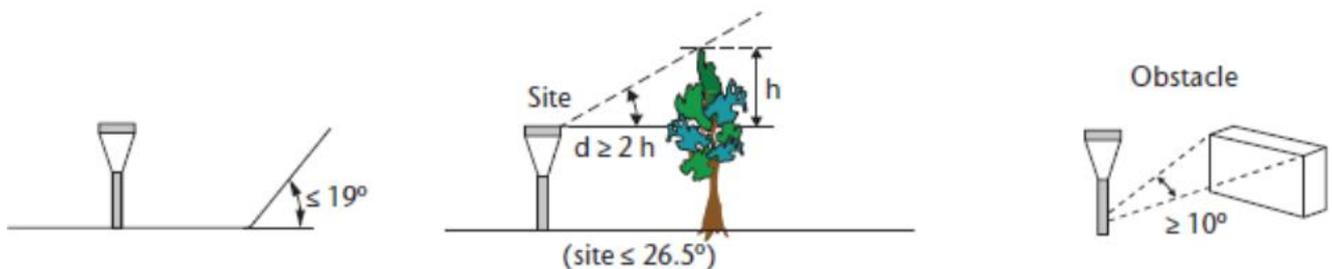


Fig. 3 Precipitazione, criteri per classe 2 (WMO, 2018, Allegato 1.D), pienamente conforme.



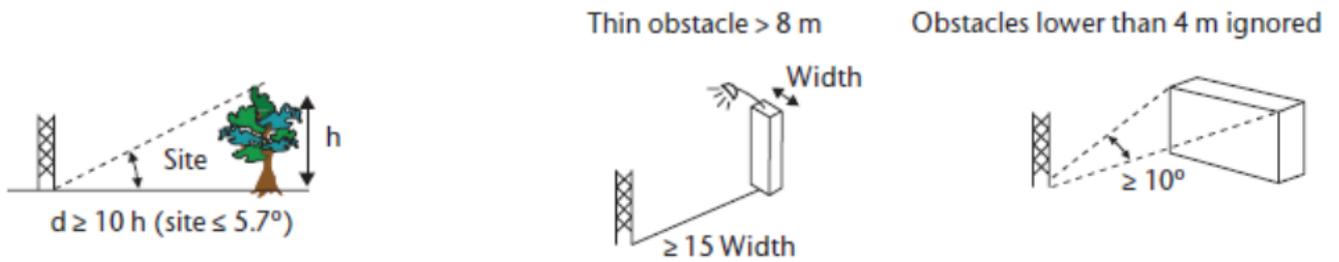


Fig. 4 Vento, criteri per classe 2 (WMO, 2018, Allegato 1.D), pienamente conforme.

Corretta esposizione degli strumenti

In sito, lo strumento deve essere correttamente esposto all'ambiente. In condizioni ottimali i sensori devono essere distribuiti sull'area di misura come mostrato in Fig. 5.

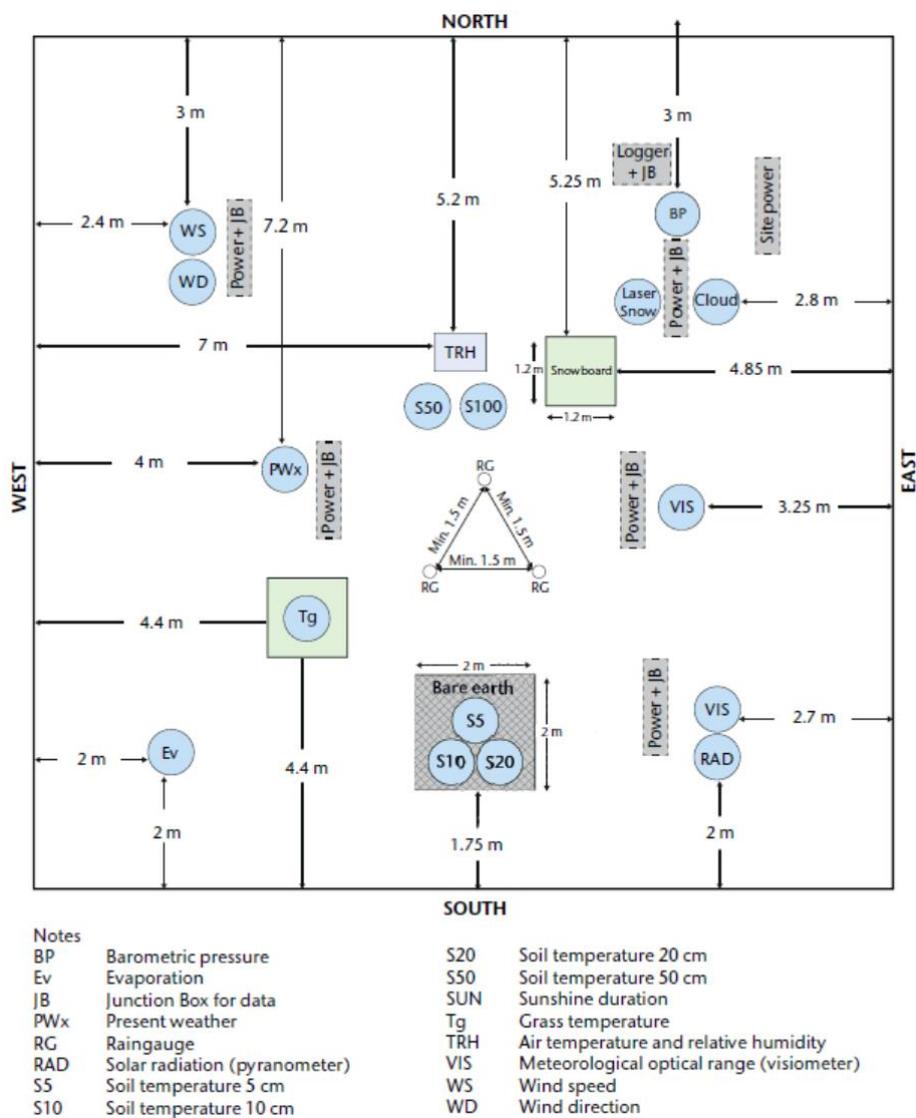


Fig. 5 Esempio di layout di una stazione meteorologica che mostra le distanze tipiche tra i sensori e il recinto (CIMO Guide, WMO, 2018).



Nella pratica comune è sufficiente e necessario assicurarsi che le distanze effettive siano abbastanza grandi da ridurre al minimo l'impatto degli ostacoli circostanti.

Di seguito si elencano, per ogni diverso sensore, le indicazioni della *CIMO Guide (WMO, 2018)*:

- temperatura e umidità: lo strumento è libero da interferenze (almeno per un raggio di 2 m) e non è attaccato al muro. L'alloggiamento è bianco e intatto,
- pressione: lo strumento è esposto all'aria aperta e l'alloggiamento è intatto,
- vento: il palo è dritto e abbastanza forte da sopportare le raffiche estreme,
- precipitazioni: il palo è dritto, lo strumento non è installato su un tetto e non è coperto da oggetti o strumenti vicini,
- radiazione ed eliofania: lo strumento è libero da interferenze ed in posizione livellata, l'alloggiamento è intatto.

3.3 SUPERVISIONE DELLA STAZIONE

La rappresentatività della rete di monitoraggio può essere garantita solo mediante una corretta e sistematica attività di manutenzione e controllo. La *overlapping (WMO, 2018)* indica cinque attività di supervisione:

- Calibrazione: la calibrazione deve essere effettuata ad intervalli regolari (ogni 5 anni) in un laboratorio accreditato.
- Controllo: le misure di controllo (es. calibrazione del pluviometro con misura campione) vengono eseguite una volta all'anno dal gestore della stazione o da una ditta incaricata.
- Manutenzione: gli strumenti devono essere controllati e puliti regolarmente dal custode.
- Misura parallela: al fine di ottenere dati ridondanti viene utilizzato un secondo strumento presso la stazione di osservazione;
- Controllo della qualità dei dati: i valori misurati sono quotidianamente validati. Valori anomali, errori di misura ecc. vengono segnalati al gestore e portano ad un appropriato lavoro di manutenzione.

Una stazione meteorologica è definita conforme alle linee guida *WMO* se soddisfa almeno due delle cinque attività di supervisione sopra elencate.

Radarmeteo si propone per gestire il controllo giornaliero della qualità dei dati (attività n.5), sia mediante script automatici appositamente sviluppati, sia con verifiche manuali eseguite da personale specializzato. L'accertamento di malfunzionamenti riguardanti una o più stazioni comporterà l'invio di una e-mail di allerta al personale del Cliente incaricato della gestione della rete di monitoraggio.

Il servizio di controllo, validazione e alert viene descritto approfonditamente al Cap. 8.



4. PROGETTAZIONE DI NUOVA RETE

In questo capitolo si descrivono sinteticamente le attività previste in caso di rete da realizzare ex novo, dalla progettazione al collaudo.

4.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

- Analisi delle reti ufficiali o a norma *WMO* (es: ARPA, Protezione Civile, AM) già presenti sul territorio di competenza,
- analisi della morfologia del territorio e delle sue caratteristiche meteo-climatiche,
- definizione dello scopo della rete, delle aree da monitorare, della disponibilità di siti, della presenza e dislocazione di punti di telecontrollo, ecc...

4.2 PROGETTO DELLA RETE

- Scelta dei siti di misura al fine di ottenere la miglior copertura territoriale, in accordo con gli interessi e le disponibilità del Cliente, minimizzando il numero di nuove installazioni anche mediante l'integrazione con le stazioni di altre reti a norma *WMO* (Fig. 6),
- sopralluogo per la valutazione del sito e la scelta del punto di installazione (distanze da ostacoli, fonti di calore, rappresentatività, accessibilità ecc.) in conformità con le indicazioni della *WMO*,
- produzione e consegna del progetto esecutivo.



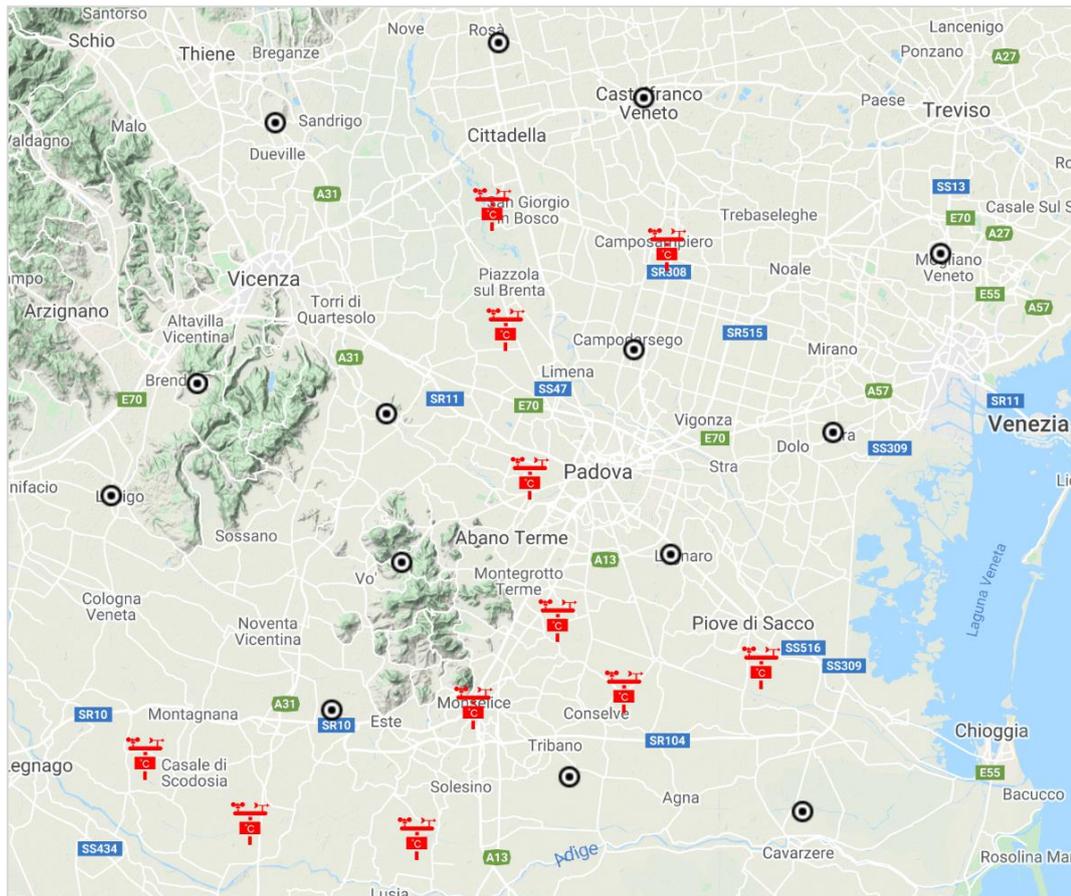


Fig. 6 Esempio di planimetria generale, integrazione tra nuovi punti stazione () e siti di rilevamento di altre reti a norma WMO ().

4.3 DIREZIONE LAVORI E COLLAUDO

- Indicazioni tecniche esecutive riguardanti la messa in posa della stazione meteorologica, dei vari sensori, e di tutti gli elementi di supporto e corredo (pali, fondazioni, ecc.) (Fig. 7a - 7b),
- verifica della corretta installazione di ogni sensore in ottemperanza alle linee guida WMO (altezza dal suolo, esposizione, distanze reciproche, ecc.),
- collaudo delle forniture installate e della loro corrispondenza con gli ordinativi. Per ogni stazione verrà prodotta una specifica relazione tecnica.





Fig. 7a Operazione di posa del palo anemometrico.

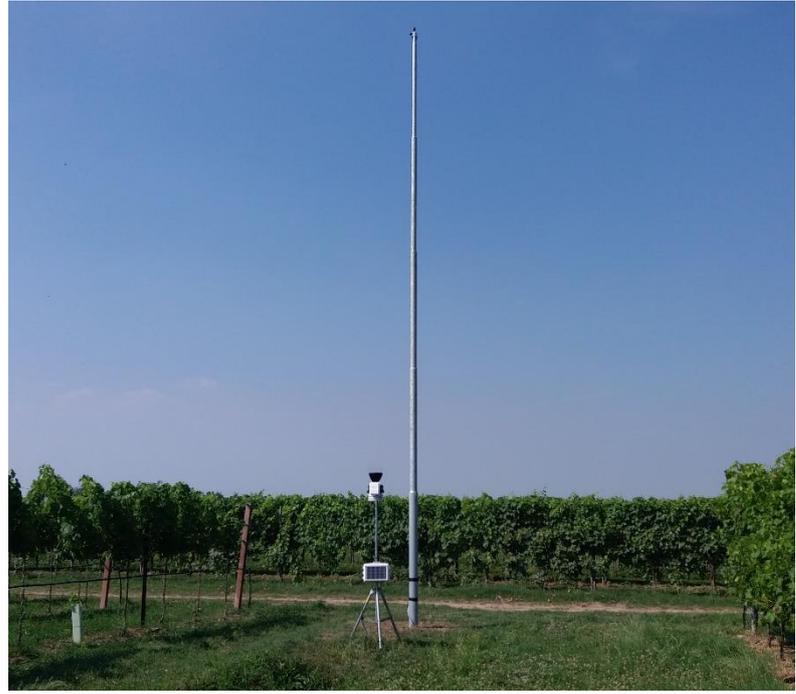


Fig. 7b Installazione completata, stazione meteorologica dotata dei sensori di temperatura, umidità, precipitazione, direzione e intensità del vento, bagnatura fogliare, temperatura e umidità del terreno.

5. ADEGUAMENTO, RIMODULAZIONE E INTEGRAZIONE DI RETE ESISTENTE

In questo capitolo si descrivono sinteticamente le attività previste in caso di rete esistente da adeguare, rimodulare ed eventualmente integrare.

5.1 VALUTAZIONE DI QUALITA' E INDICAZIONI PER LA MESSA A NORMA

- Raccolta delle informazioni riguardanti numero, coordinate e tipologia delle stazioni, variabili meteorologiche misurate, stato di servizio ed usura, frequenza di misurazione e di trasmissione, ecc.,
- valutazione di qualità della stazione secondo le linee guida *WMO*,
- sopralluogo, classificazione del sito, valutazione del punto di installazione (distanze da ostacoli, fonti di calore, rappresentatività, accessibilità ecc.) e scelta del punto di eventuale ricollocazione in conformità con le indicazioni della *WMO* (Fig. 8)
- consegna di relazione tecnica per ogni stazione, costituita da inquadramento generale, documentazione fotografica, informazioni raccolte prima e durante la visita *in situ*, classificazione (pienamente conforme, conforme o non conforme) ed eventuali indicazioni per la messa a norma.



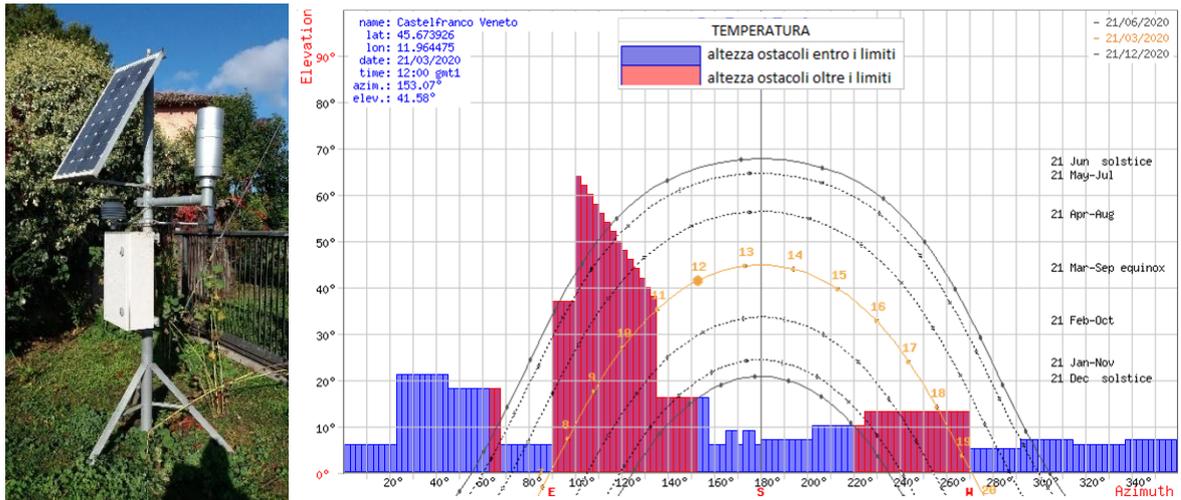


Fig. 8 Classificazione del sito ed esposizione dei sensori, diagramma per la valutazione dell'influenza degli ostacoli: elevazione del sole nei diversi periodi dell'anno (linee) e altezza degli ostacoli (barre).

5.2 PROGETTO DI RIMODULAZIONE E INTEGRAZIONE DELLA RETE

- Scelta di eventuali nuovi siti di misura al fine di ottenere una miglior copertura territoriale, in particolare nelle aree di maggior interesse del Cliente, minimizzando il numero di nuove installazioni anche mediante l'integrazione con stazioni di altre reti a norma WMO (es: ARPA),
- sopralluogo per la valutazione del sito e la scelta del punto di installazione (distanze da ostacoli, fonti di calore, rappresentatività, accessibilità ecc.) in conformità con le indicazioni della WMO (Fig. 9a - 9b),
- produzione e consegna del progetto esecutivo.



Fig. 9a Stazione meteorologica, posizione attuale (●) e ipotesi di ricollocaimento (●).



Fig. 9b Punto di possibile ricollocaimento della stazione meteorologica.



5.3 DIREZIONE LAVORI E COLLAUDO

- Indicazioni tecniche esecutive riguardanti la messa in posa della stazione meteorologica (nuova installazione oppure ricollocata secondo le indicazioni per la messa a norma), dei vari sensori, e di tutti gli elementi di supporto e corredo (pali, fondazioni, ecc.) (Fig. 10),
- verifica della corretta installazione di ogni sensore in ottemperanza alle linee guida WMO (altezza dal suolo, esposizione, distanze reciproche, ecc.),
- collaudo delle forniture installate o dei sensori ricollocati, per ogni stazione viene prodotta una specifica relazione tecnica) (Fig. 11).

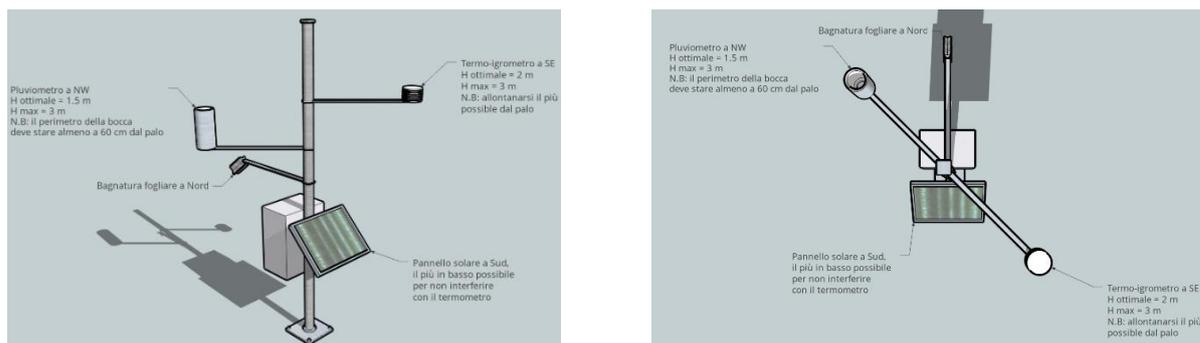


Fig. 10 Esempio di corretta esposizione dei sensori per una stazione che rileva pioggia, temperatura, umidità e bagnatura fogliare.

| Pluviometro | | Valutazione |
|--|-----------------------------|-------------|
| Sensore (nome modello) | DQA035 | |
| Il sensore è riscaldato? | no | 1 |
| Il sensore è protetto dal vento? | no | |
| Principio di misura | doppia vaschetta basculante | |
| Accuratezza dello strumento per piogge <= 5 mm (mm) | 0.2 | 1 |
| Accuratezza dello strumento per piogge > 5 mm (%) | 8% | 1 |
| Area del collettore (cm ²) | 1000 | 2 |
| Altezza di misurazione dal suolo (m) | 1.98 | 1 |
| Il sensore è correttamente esposto? | si | 2 |
| Classificazione CIMO dei siti | classe 2 | 2 |
| Lo strumento è su un tetto? | no | 2 |
| Supervisione della Stazione | | 1 |
| Frequenza della calibrazione in laboratorio o sostituzione (anni) | mai | 0 |
| Frequenza di controllo in sito o di confronto tra le stazioni (mesi) | 12 | 2 |
| Frequenza di manutenzione eseguita dal custode o dal Gestore (settimane) | 4 | 1 |
| Viene effettuata una misurazione parallela con un secondo strumento? | no | 0 |
| Esiste un controllo automatico dei dati? | si | 2 |
| Post-Analisi | | |
| Frequenza di misurazione (min) | 5 | 2 |
| Intervallo di trasmissione (min) | 5 | 2 |
| Disponibilità dei dati (%) | 99.0% | 2 |
| Tempestività di consegna (min) | 3 | 2 |
| Esito Verifica | CONFORME | 1 |

Fig. 11 Estratto di scheda di verifica, parte integrante della relazione tecnica conclusiva.



6. SERVIZI GENERALI

Sia l'attività di progettazione di una nuova rete (Cap. 4) che quella di adeguamento, rimodulazione e integrazione di una rete esistente (Cap. 5) prevedono servizi generali quali l'assistenza tecnica - economica - amministrativa e la formazione del personale adibito alla manutenzione della strumentazione installata.

6.1 ASSISTENZA TECNICA – ECONOMICA – AMMINISTRATIVA

- Ricerca degli strumenti di misura caratterizzati da specifiche tecniche conformi alle linee guida *WMO* (accuratezza, *range* di misura, ecc.),
- analisi di mercato per individuare le soluzioni più confacenti al Cliente,
- consulenza nella redazione di documenti quali i contratti di comodato d'uso del terreno, ecc.;
- preselezione dei fornitori e, successivamente, degli enti certificatori, quindi consulenza nella redazione dei documenti tecnici per l'eventuale gara d'appalto.

6.2 FORMAZIONE DEL PERSONALE

E' prevista la formazione del personale adibito alla manutenzione ordinaria, dedicata alle istruzioni per la manutenzione dei sensori, dell'area di rilevamento e per la compilazione del libretto di manutenzione.

7. CERTIFICAZIONE

Una volta realizzata o al termine del processo di adeguamento, la rete meteorologica potrà esser certificata da un ente terzo, indipendente e abilitato, di seguito denominato Certificatore (*Fig. 12*)

In base alle linee guida della *WMO*, il processo di certificazione interessa ogni singola stazione che costituisce la rete meteorologica. La certificazione di conformità, risultato ultimo di tale processo, riguarda ogni variabile meteorologica misurata e andrà rinnovata ogni cinque anni.

Radarmeteo fornirà al Certificatore il manuale e il questionario per la valutazione della stazione, tutte le informazioni necessarie per la classificazione (coordinate, modello, sensori, inquadramento geografico, dati, ecc.) e infine le principali analisi sui dati. Successivamente accompagnerà il Certificatore nelle verifiche *in situ*.

Essa inoltre si propone con ruolo di outsourcing anche nelle parti che afferiscono più direttamente il Cliente, ad esempio ricercando e preselezionando il Certificatore, pur mantenendo sempre il Cliente il ruolo decisionale e di scelta anche in merito alle procedure amministrative da adottare.



Certificato

Norma:

Conformità in accordo alla guida della World Meteorological organization "guide to meteorological instruments and methods of observation" (CIMO Guide, WMO-no.8, 2014 e agli standard ISO/WMO 19289:20215)

Fig. 12 Certificato di conformità

7.1 IL PROCESSO DI CERTIFICAZIONE

Il processo di certificazione può iniziare con la realizzazione della rete di monitoraggio oppure con il suo adeguamento, e si conclude con la certificazione delle stazioni meteorologiche. Gli attori del processo sono il Certificatore e il Consulente (Radarmeteo). Le principali fasi del processo sono schematizzate in Fig.13 (realizzazione e certificazione) e Fig.14 (adeguamento e certificazione).



Fig. 13 Realizzazione di nuova rete di monitoraggio e ciclo di certificazione, schema di flusso.



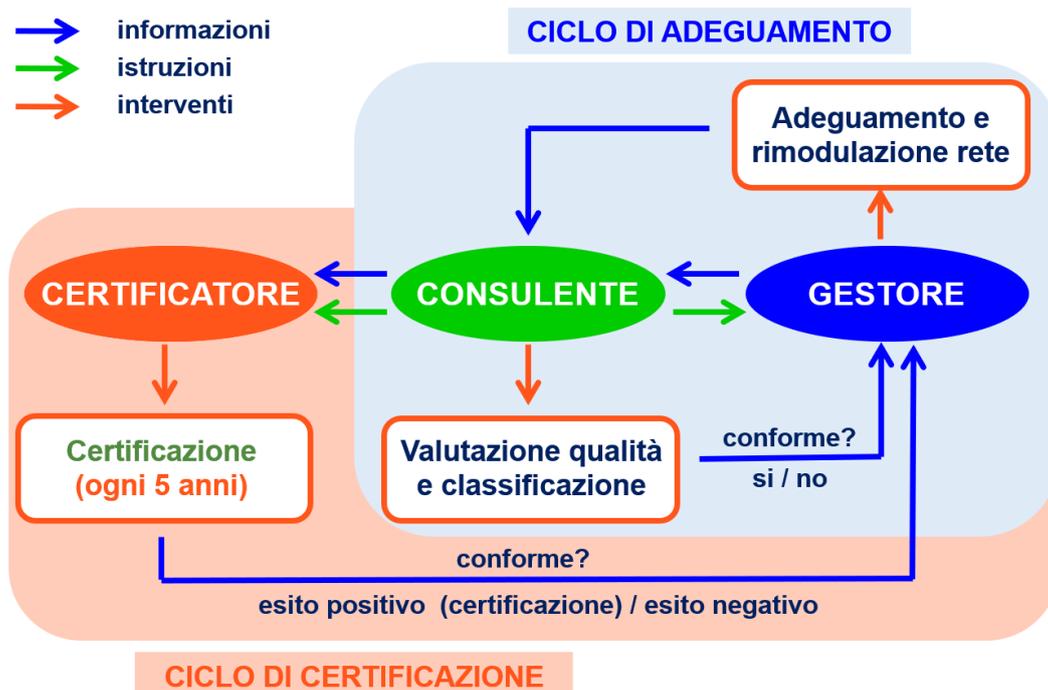


Fig. 14 Adeguamento rete di monitoraggio esistente e ciclo di certificazione, schema di flusso.

7.2 IL CICLO DI CERTIFICAZIONE

Il Certificatore, nella sua attività di valutazione, deve far riferimento al procedimento e ai criteri definiti nel manuale redatto dal Consulente in conformità con le linee guida WMO.

Il ciclo di certificazione, schematizzato in Fig. 15, va ripetuto ogni cinque anni ed inizia con la Pre-Analisi condotta dal Consulente e condivisa con il Certificatore. Successivamente il Certificatore ispeziona le varie stazioni accompagnato dal Consulente. Al termine della Verifica *in situ*, il Certificatore certifica la conformità o non conformità della stazione meteo alle linee guida WMO.

Nel caso in cui in fase di Pre-Analisi la stazione risultasse attiva da meno di un anno, l'esito del processo di certificazione sarà da considerare solo provvisorio, in attesa dei dati mancanti (almeno 12 mesi) e della verifica su di essi (Post-Analisi) condotta dal Consulente e condivisa con il Certificatore.





Fig. 15 Ciclo di certificazione, elementi principali.

Di seguito vengono brevemente descritti i vari punti indicati in Fig. 15.

Elaborazione del manuale

il manuale, redatto dal Consulente alla luce delle linee guida *WMO*, è lo strumento al quale devono fare riferimento tutti gli attori del processo di certificazione. Dopo una descrizione delle principali fasi del procedimento, il documento si focalizza sulle istruzioni per la comprensione e compilazione del questionario di verifica, fornendo i riferimenti necessari per una corretta valutazione di tutti gli aspetti coinvolti nel processo di certificazione (qualità della stazione meteo, rappresentatività del sito, esposizione degli strumenti, supervisione della stazione, ecc..).

Elaborazione del questionario di verifica

Il questionario, prodotto dal Consulente, consente di registrare tutte le informazioni utili alla classificazione della stazione meteorologica, così come indicato nel manuale.

Fornitura informazioni e dati

Il Consulente fornisce al Certificatore il manuale, il questionario, le specifiche tecniche delle stazioni meteorologiche e l'ultimo anno di dati registrati.

Pre-Analisi

Consulente e Certificatore, sulla base dei dati a disposizione, determinano se la stazione soddisfa i requisiti basilari per esser certificata.

Verifica *in situ*

Il Consulente accompagna il Certificatore nella visita *in situ*. Durante il sopralluogo il Certificatore effettua le necessarie misure, registra le osservazioni, compila il questionario e fotografa la stazione da diverse prospettive (visione globale del sito e visione di dettaglio sullo strumento).



Post-Analisi

Il Consulente analizza i dati forniti da ogni stazione e produce le statistiche riguardanti completezza dei dati e tempestività di comunicazione, il Certificatore verifica se le relative soglie di qualità sono rispettate.

Attestato di Conformità

Per ogni stazione meteorologica visitata il Certificatore rilascia il certificato di conformità o non conformità alle linee guida WMO.

8. CONTROLLO DEI DATI, VALIDAZIONE E ALERT

Tra le cinque attività di supervisione proposte dalla WMO (Par. 3.3), il controllo giornaliero della qualità dei dati è quella che consente di individuare più rapidamente i malfunzionamenti delle stazioni meteorologiche favorendo pertanto il mantenimento di elevati standard di qualità della rete.

Il controllo consiste sia in attività automatiche che manuali eseguite da personale specializzato. L'accertamento di malfunzionamenti riguardanti una o più sensori comporterà l'invio di una e-mail di allerta al personale del Cliente incaricato della gestione della rete di monitoraggio.

Il seguente schema (Fig. 16) illustra i passaggi di cui si compone il processo di controllo, validazione e alert.

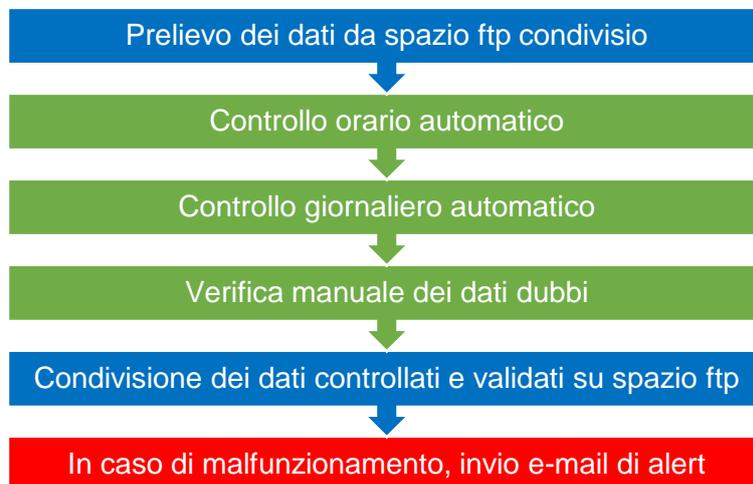


Fig. 16 Schema di flusso del processo di controllo, validazione e alert.

8.1 CONTROLLO E VALIDAZIONE DEI DATI

L'attività di controllo e validazione si basa sull'implementazione di algoritmi automatici e a procedure di verifica manuale dei dati registrati.



Il controllo automatico viene effettuato sia sui dati grezzi in near real-time (controllo preliminare su dati orari), sia su dati consolidati giornalieri, e riguarda le seguenti grandezze fisiche: precipitazione, temperatura, umidità, intensità del vento, pressione.

Gli algoritmi utilizzati nell'ambito del controllo automatico si basano sulle tecniche analitiche:

- *early*: invalidazione di dati evidentemente errati (es: valori negativi per la pioggia),
- Analisi comparativa tramite percentili: per ogni stazione sottoposta a controllo si considerano i dati delle 10 stazioni più vicine con dati (anche di altre reti ufficiali e/o a norma *WMO*). Una volta calcolato il 20mo e il 95mo percentile dell'insieme dei dati (10 valori), tenendo conto di un *range* di tolleranza costituito dalla deviazione standard dei dati stessi moltiplicato per un coefficiente variabile con la stagione (es: per la pioggia da un minimo di 1 in inverno ad un massimo di 3 in estate) a cui si aggiunge un offset fisso, si invalidano i valori rispettivamente inferiori e superiori a tali soglie.

I criteri di controllo vengono ulteriormente ottimizzati in funzione delle caratteristiche meteo-climatiche dell'area di pertinenza della rete consortile.

La verifica manuale, effettuata solo sui dati giornalieri precedentemente sottoposti ai controlli automatici, viene eseguita con cadenza quotidiana da un tecnico meteorologo con esperienza in analisi dati.

Per ogni serie l'output del processo di controllo e validazione consiste in due file, il primo (Serie1) contenete i soli valori validati (NA al posto dei dati invalidati), il secondo (Serie2) caratterizzato dalla presenza di una colonna dedicata al flag (dato valido = 0, dato non valido dopo controllo = 1) oltre a quella riportante i dati grezzi.

8.2 SERVIZIO DI ALERT

A seguito del controllo manuale, nel caso di accertato malfunzionamento di uno o più sensori, verrà inviata una e-mail di alert al personale del Cliente incaricato della gestione della rete di monitoraggio che potrà quindi intervenire con tempestività mantenendo la rete efficiente, rappresentativa e conforme alle linee guida *WMO*.

8.3 PROPRIETA' DEI DATI

I dati rilevati delle stazioni meteorologiche sono di proprietà del Cliente che ne ha pieno e libero accesso. Radarmeteo offre un servizio di controllo e validazione dei dati volto a garantirne la qualità e si impegna a non fornirli a scopo di lucro a soggetti terzi.



9. LA CONSULTAZIONE DEI DATI

I dati rilevati dalle stazioni potranno essere inseriti e resi consultabili sia su GisMeteotrigger, che su una piattaforma *web* appositamente realizzata per una fruizione più specifica e approfondita della rete del Cliente.

9.1 GisMeteotrigger®

GisMeteotrigger (*Fig. 17*) è il database georeferenziato dal quale il cliente può consultare i dati meteorologici misurati dalle migliaia di stazioni sparse sull'intero territorio nazionale, sia in tempo reale che da archivio. I dati delle stazioni del Cliente saranno consultabili da tutti i fruitori del servizio, in genere enti, consorzi e multiutility che a loro volta contribuiscono ad arricchire il database.

GisMeteotrigger permette di:

- consultare in near real-time i dati di tutte le reti nazionali;
- ottenere dati con aggregazione giornaliera ed oraria;
- visualizzare interattivamente i dati su di un sistema *GIS*;
- consultare i dati d'archivio;

estrarre i dati visualizzati in formato CSV, sia in near real-time che in archivio

9.2 LA PIATTAFORMA WEBDEDICATA

Su richiesta viene messo a disposizione del Cliente anche un sistema dedicato per la consultazione su mappa interattiva sia dei dati misurati, in tempo reale e storici, che dei dati previsionali sui punti stazione (*Fig. 18a - 18b*).

L'applicativo *web* permette di:

- consultare in real-time i dati della rete di monitoraggio del Cliente e quelli provenienti da stazioni di altre reti a norma *WMO* utili al monitoraggio del territorio di sua competenza;
- ottenere dati con l'aggregazione desiderata, fino a 5 minuti;
- visualizzare interattivamente i dati su di un sistema *guide*;
- consultare i dati d'archivio;
- estrarre i dati visualizzati in formato CSV, sia in real-time che in archivio;
- visualizzare i grafici del parametro selezionato sia in real-time che in archivio;
- consultare i meteogrammi previsionali su ogni punto stazione per i prossimi 7 giorni;
- visualizzare in sovrapposizione il *layer* radar ed elaborazioni avanzate (es: mappa pioggia cumulata).

9.3 IL WIDGET

Il *widget* può essere utilizzato per rendere fruibili i dati real-time e previsionali a tutti gli utenti del sito *web* del Cliente.



L'applicativo sostanzialmente ripropone i principali contenuti della piattaforma *web* dedicata e la stessa grafica, ma presenta alcune limitazioni. Di seguito elenchiamo le principali differenze:

- non consente l'accesso ai dati d'archivio;
- non consente di scaricare i dati in formato CSV;
- non consente la visualizzazione del *layer* radar ed elaborazioni avanzate;
- consente l'accesso ai dati di altre reti solo se questi sono pubblici;
- può render fruibili tutti i dati della rete del Cliente (come avviene nella piattaforma *web* dedicata) oppure solo un sottogruppo (es: solo le piogge).

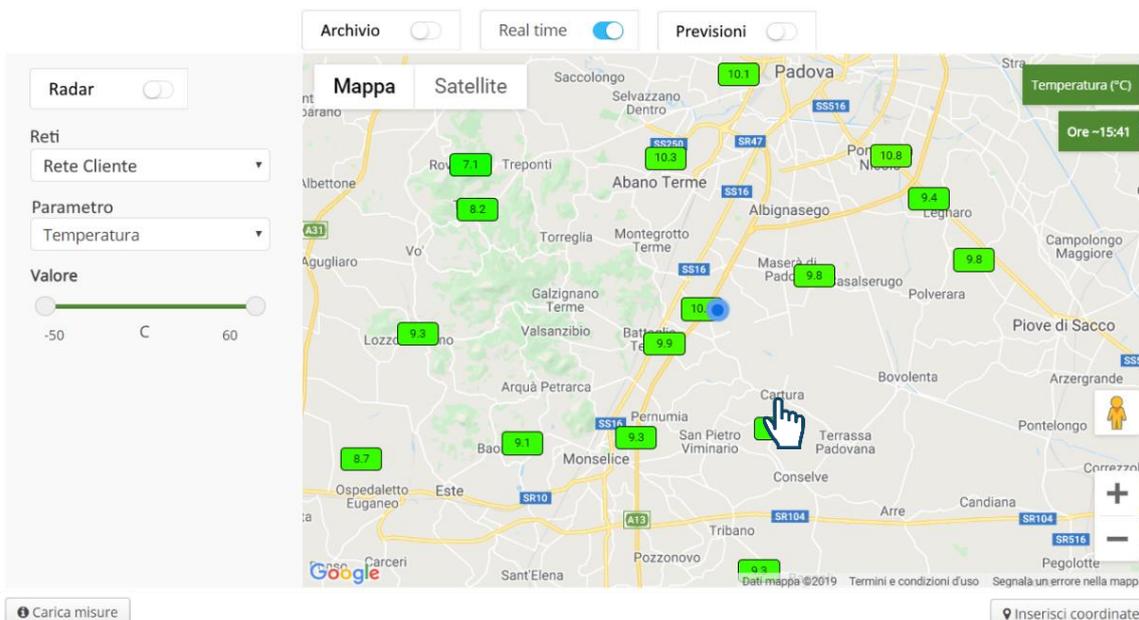


Fig. 17 Piattaforma *web* dedicata, modalità *real-time*, click sul punto stazione per la consultazione dei dati.



Fig. 18a Box dati, tab "Home"



Fig. 18b Box dati, tab "Temperatura"



10. RISULTATI ATTESI

Al termine di tale processo il Cliente disporrà di una rete di monitoraggio meteorologico:

- efficiente e rappresentativa, che rileva dati di qualità;
- certificata in conformità alle linee guida *WMO*;
- idonea a generare dati per l'alimentazione di Sistemi di Supporto alle Decisioni (*DSS*);
- adatta a tutte le applicazioni di meteorologia legale, con dati aventi ruolo probante sia nel contesto tecnico-scientifico che legale-amministrativo;
- adeguata alle analisi connesse alla gestione del rischio;
- integrabile con sistemi di monitoraggio meteorologico ufficiali (es. ARPA).

11. CONTATTI

Il personale di Radarmeteo è a disposizione per ogni chiarimento e supporto, come segue:

Andrea Bertolini

Weather Networks

Email: andrebertolini@radarmeteo.com

Tel.: (+39) 366 6163609

Francesco Dell'Orco

Sales Account Manager

Email: francescodellorco@radarmeteo.com

Tel.: (+39) 340 2942178

