

Fornitura e installazione di stazioni agrometeorologiche di base e complesse della regione Emilia-Romagna

CAPITOLATO TECNICO

Sommario

1. OGGETTO DELL'ATTIVITÀ	8
1.1 Premessa	8
1.2 Forniture e servizi opzionali	9
2. MODALITÀ' DI ESPLETAMENTO DELLA FORNITURA	10
2.1 Moduli e fasi di esecuzione	10
2.1.1 Moduli in sintesi	10
2.1.2 Attestazione di conformità dei moduli.	10
2.2 Localizzazione delle stazioni di misura	10
2.3 Tempistiche	11
2.3.1 Modulo 1: Sviluppo hardware e software	11
2.3.2 Modulo 2: Verifica in campo di tre prototipi di stazioni agrometeorologiche	11
2.3.3 Modulo 3: Installazione in campo e messa in funzione di 44 stazioni agrometeorologiche	11
2.3.4 Modulo 4: Manutenzione e assistenza in garanzia per 12 mesi	11
2.3.5 Modulo 5: Estensione manutenzione per i tre anni successivi	11
2.4 SIM card	11
2.5 Verifiche copertura di rete	11
3. REQUISITI GENERALI PER LA FORNITURA	12
3.1 Condizioni generali	12
3.2 Specifiche di formato, protocollo e metadati (RMAP)	12
3.3 Server per l'invio dei dati	12
3.4 Open source hardware	12
3.4.1 Licenza del software oggetto della fornitura	14
3.4.2 Licenza progetto hardware oggetto della fornitura	14
3.4.3 Integrazione con software di altre parti	15
4. STRUTTURA E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI	15
4.1 Stazioni agrometeorologiche di base da collocarsi in ambito rurale	15
4.2 Stazioni agrometeorologiche complesse da collocarsi in ambito rurale	16
5. Descrizione progetto open source hardware Stima	17
5.1 Lo stato dell'arte del progetto open source hardware Stima versione 2 e versione 3	17
5.1.2 Struttura del datalogger	17
5.1.3 Funzionalità dei moduli	18
5.1.3.1 MODULO MASTER	18
5.1.3.2 MODULO I2C-RAIN	18
5.1.3.3 MODULO I2C-TH	19
5.1.3.4 MODULO I2C-WIND/SONIC	19
5.1.3.5 MODULO I2C-RADIATION	19
5.1.3.6 MODULO I2C-LEAFWETNESS	19
5.1.3.7 MODULO I2C-POWER	19

5.1.4 Modalità di funzionamento	19
5.1.5 Modalità elaborazione	19
5.1.6 Trasporto	19
5.1.7 Invio dei dati al broker MQTT	20
5.1.8 Esecuzione di remote procedure call (RPC)	20
5.1.9 Alimentazione	20
5.1.10 Stazioni fisse e mobili	20
5.1.11 Base dei tempi	21
5.1.12 Messaggistica di diagnostica	21
5.1.13 Watchdog	21
5.1.14 Sensor Driver	21
6. I SENSORI METEOROLOGICI	21
6.1 Requisiti generali per i sensori meteorologici	21
6.1.2 Termoigrometro	21
6.1.3 Sensore Precipitazione	22
6.1.3.1 Pluviometro a bascula	22
6.1.3.2 Pluviometro pesata/gravimetrico (opzionale)	22
6.1.4 Sensore vento	23
6.1.4.1 Anemometro sonico	23
6.1.5 Sensore radiazione	23
6.1.5.1 Piranometro a termopila	23
6.1.6 Sensore umidità del suolo	24
7. Modulo 1	24
7.1 Alimentazione	24
7.2 Struttura della scatola stazione	25
7.2.1 Cavi	25
7.3 Il datalogger	26
Specifiche per lo sviluppo del datalogger Stima versione 4	26
7.3.1 Sviluppo Hardware	26
7.3.1.1 Descrizione generale	26
7.3.1.2 Marcatura CE	27
7.3.1.3 Protezione elettrica	27
7.3.1.4 Accorpamento moduli	27
7.3.1.5 BUS I2C principale	28
7.3.1.6 BUS I2C di servizio	28
7.3.1.7 Comunicazione radio	28
7.3.1.8 Display e encoder	29
7.3.1.9 Microcontrollori	29
7.3.1.10 Real time clock (RTC)	29
7.3.1.11 Memoria permanente estraibile	29
7.3.1.12 Convertitori analogico digitale	30
7.3.1.13 Trasporto TCP/IP	30

7.3.1.14 Logo Stima	30
Opzione 2-channel multipoint differential I2C-bus Extender con hot-swap logic	30
7.3.1.15 Opzione CAN-bus	32
7.3.2 Sviluppo software	33
7.3.2.1 Toolchain	33
7.3.2.2 Piattaforma di sviluppo	33
7.3.2.3 IDE	33
7.3.2.4 RTOS	33
7.3.3 Piattaforme di terze parti per lo sviluppo	34
7.3.4 Documentazione	34
7.3.5 Unit testing	35
7.3.6 Logging	35
7.3.7 BootLoader	35
7.3.8 Aggiornamento del firmware	36
7.3.9 Configurazione	36
7.3.9.1 Configurazione tramite JSONRPC	36
7.3.9.2 Configurazione tramite JSON e http	36
7.3.9.3 Configurazione tramite SDcard	37
7.3.10 Modalità di funzionamento	37
7.3.11 Modalità elaborazione	37
7.3.12 Trasporto	37
7.3.13 Implementazione delle chiamate per l'esecuzione di procedure da remoto (RPC)	38
7.3.14 Libreria driver sensori	38
7.3.15 Gestione della connessione MQTT:	39
7.3.16 Gestione consumi energetici	39
7.3.17 Monitoraggio funzionamento	40
7.3.18 Modalità manutenzione	40
7.3.19 Software per la configurazione dei sensori e moduli	40
7.3.20 Software per la lettura dei dati su SDcard	40
7.3.21 Watchdog	41
7.3.22 Funzioni e elaborazioni effettuate dai moduli	41
7.3.22.1 Modulo master	41
7.3.22.2 Modulo I2C-TH (temperatura e umidità)	41
7.3.22.3 Modulo I2C-RAIN (precipitazione)	42
7.3.22.5 Modulo I2C-WINDSONIC (vento)	42
7.3.22.6 MODULO I2C-RADIATION (radiazione)	44
7.3.22.7 MODULO I2C-SOIL-MOISTURE	44
7.3.22.8 MODULO I2C-LEAFWETNESS	45
7.3.23 Opzione CAN-bus	45
7.3.24 Opzione UAVCAN V1	45
7.4 Attestazione di conformità modulo	46
7.4.1 Verifica unit testing	46
7.4.2 Verifica delle risorse MCU	46

7.4.3 Verifica aggiornamento firmware e RPC	46
7.4.4 Verifica pubblicazione dati	46
7.4.5 Verifica elaborazione dati sensore	47
7.4.5.1 Sensore temperatura e umidità	47
7.4.5.2 Sensore precipitazione	47
7.4.5.3 Sensore vento	47
7.4.5.4 Sensore radiazione	47
7.4.6 Verifica modalità manutenzione, display e altre operazioni in loco	47
7.4.7 Verifica salvataggio dati su SD card	48
7.4.8 Verifica funzionamento in differenti condizioni ambientali	48
7.4.9 Verifica resilienza	48
7.4.10 Verifica consumi	48
7.4.11 Operazioni finali	48
8. Modulo 2	48
8.1 Stazioni di controllo	49
8.2 Attestazione di conformità modulo	50
9. Modulo 3	50
9.1 Attività da svolgere	50
9.2 SPECIFICHE TECNICHE PER L'INSTALLAZIONE DELLE STAZIONI	51
9.2.1 Stazioni meteorologiche di base collocate in ambito rurale	51
9.2.2 Stazioni meteorologiche complesse collocate in ambito rurale	52
9.3 SERVIZI ACCESSORI COMPRESI NELLA FORNITURA DELLE STAZIONI	53
9.3.1 Opere e servizi accessori per le stazioni meteorologiche di base e complesse collocate in ambito rurale	53
9.3.2 Disinstallazione e recupero delle stazioni meteorologiche	54
9.4 Attestazione di conformità modulo	54
9.4.1 Controlli e collaudi da effettuare alla consegna del Modulo 3	55
9.4.2 Penali	56
10. Modulo 4	56
10.1 Manutenzione per un anno in garanzia	57
10.1.1 Manutenzione preventiva	57
10.1.2 Manutenzione correttiva	57
10.2 Attestazione di conformità modulo	57
10.2.1 Penali	57
11. Modulo 5	58
11.1 Manutenzione per tre anni successivi al primo anno di esercizio	58
11.1.1 Manutenzione preventiva	58
11.1.2 Manutenzione correttiva	58
11.1.3 Penali	58
11.2 Disponibilità di materiale di ricambio	59
12. GARANZIA E PROPRIETÀ DELLA FORNITURA	59

13. FORMAZIONE DEL PERSONALE	59
14. DOCUMENTAZIONE	60
14.1 Documentazione tecnica e manuali	60
14.1.1 Generale	60
14.1.2 Sensori	60
14.1.3 Datalogger	60
14.1.4 Monografie di stazione	60
ALLEGATO A	60
Specifiche dell'interfaccia Upin27	61
Quote di ingombro e disposizione dei pin	61
Schema di connessione a Upin27 e funzionalità dei pin relative ai microcontrollori ATmega	62
ALLEGATO B	62
STAZIONI DI CONTROLLO	63
ELENCO STAZIONI	64
ALLEGATO C	66
SCHEMA STAZIONE AGROMETEO DI BASE	67
Configurazione stazione agrometeo di base	67
ALLEGATO D	69
SCHEMA STAZIONE AGROMETEO COMPLESSE	69
Configurazione con palo ribaltabile zincato	69
Configurazione stazione agrometeo complessa	69
Configurazione con palo telescopico smaltato con tiranti e pluviometro su palo a se stante	73
ALLEGATO E	73
Specifiche dei plinti	74
Specifiche pali	74
Tipologia palo per anemometro	74
Tipologia palo unico stazione agrometeo di base	75
Specifiche cavidotti e pozzetti	75
Cavidotti	75
Cavidotto tra pali	75
Cavidotto tra pozzetto e plinto	75
Pozzetti	76
ALLEGATO F	76
Indicazioni del materiale da smaltire	77
Stazione agrometeo di base	77
Stazione agrometeo complessa	77
ALLEGATO G	78

SCHEDE TECNICHE DEGLI INTERVENTI PER OGNI SITO	79
ALLEGATO H	79
Esempio di file json per configurazione stazione	79
ALLEGATO I	81
Specifiche RMAP	81
Data Level	81
Report	82
Protocolli per R-map	82
Data Model: Dati e Metadati	82
Time	82
Longitudine, latitudine e identificativo	83
Network	83
Time range	83
Level	84
Variabile	89
Description	89
Units	89
Scale	90
Other values in the table B used in Bufr de/coding	90
Tabella variabile (B table)	90
Protocolli	91
Dati e Metadati su MQTT	92
Versioni del protocollo utilizzabili	92
Autenticazione	92
Quality of Service	92
Client ID	92
Data Level	92
Stato della connessione	92
Data e Constant Data	93
Data	93
Constant Data	93
Estensioni	93
Prima forma contratta tabella D	94
Seconda forma contratta tabella E	94
Remote procedure over MQTT	95
Remote procedure supportate	95
Ritrasmissioni e correzioni	98
ALLEGATO L	98
Elenco siti ove sono presenti sensori di umidità del suolo	98

1. OGGETTO DELL'ATTIVITÀ

1.1 Premessa

Arpae – Struttura Idro-Meteo-Clima gestisce il sistema di monitoraggio in tempo reale idro-meteorologico della regione Emilia-Romagna (RIRER). E' un sistema complesso di oltre 500 stazioni, che integra diverse reti di monitoraggio con varie finalità ed utilizzi, dal servizio di Protezione Civile ai servizi prettamente Agrometeorologici e di studio del Clima.

Tra le reti afferenti al sistema RIRER, è presente la rete Agrometeorologica Regionale, e Sinottica, che consta complessivamente di 61 stazioni: 36 stazioni agrometeorologiche di base, collocate in ambito extraurbano e dotate di sensori di Precipitazione, Temperatura e Umidità Relativa (PTU), 25 stazioni sinottiche, dotate di sensori di Precipitazione, Temperatura, Umidità Relativa, Radiazione solare e Vento (PTURV), di cui 10 in ambito urbano e 15 extraurbano (agrometeorologiche complesse).

L'appalto nella sua esecuzione prevede la realizzazione di una rete di monitoraggio che presenta diversi elementi innovativi, dal progetto di stazione "open source hardware" al sistema di comunicazione, fino alla organizzazione del servizio di manutenzione.

Saranno previste pertanto alcune fasi di realizzazione (moduli), soggetti a verifiche in corso d'opera e, vincolanti per la fase di installazione a campo finale.

Nella realizzazione dovrà essere utilizzato il progetto di stazione di monitoraggio open source hardware Stima a cui ARPAE ha partecipato attivamente.

La gara prevede una fase di ulteriore sviluppo del progetto migrando alle seguenti componenti software e hardware:

- build system platformio
- MCU cortex STM32
- sistema operativo RTOS FreeRTOS
- ulteriori aggiornamenti nelle componenti software e hardware per riportare tutta la componentistica software e hardware allo stato dell'arte.

L'oggetto del contratto comprende la fornitura, l'installazione e la messa in funzione, compresa la trasmissione dati in telemisura secondo specifiche RMAP, di 44 stazioni meteorologiche automatiche in telemisura, di cui 35 stazioni agrometeorologiche di base e 9 stazioni agrometeorologiche complesse, tutte dotate di sistema di alimentazione autonomo e di sistema di comunicazione via modem cellulari, e servizi accessori.

Le 44 stazioni faranno parte della rete agrometeorologica, con trasmissione in tempo reale tramite rete di telefonia mobile TIM e operano anche con finalità di tipo climatologico. Le stazioni dovranno essere consegnate e installate in 44 siti rurali (stazioni agrometeorologiche di base e complesse) già presenti sul territorio regionale. I siti sono indicati nel presente capitolato.

Le stazioni dovranno essere completate in tutti i dettagli e risultare perfettamente funzionanti. L'impresa aggiudicataria assumerà la responsabilità dell'esecuzione contrattuale sia per quanto riguarda i materiali, i lavori, la messa in esercizio, la trasmissione in telemisura e la garanzia.

Si intendono altresì compresi nella fornitura:

1. l'allestimento di nuovi siti, comprensivi di opere edili e pali come riportato nel capitolato;
2. lo smaltimento e il ripristino del sito della stazione di Reda Faenza
3. la fornitura di pali in acciaio zincato come da specifiche e la fornitura di tutti gli elementi accessori, come bulloneria, staffe, braccetti, fascette e simili in acciaio inox;
4. il recupero di tutte le SIM card all'interno dei modem;
5. lo smontaggio e lo smaltimento della strumentazione esistente dei pali non più utilizzati e materiali residui presso i siti di misura, salvo diversamente specificato nelle schede stazione secondo le norme vigenti;
6. Lo sviluppo del driver e il collegamento dei sensori di contenuto idrico del suolo già presenti.
7. il conferimento presso il Centro Meteorologico Operativo "G.Fea" a San Pietro Capofiume, Molinella (Bo) di alcuni componenti che saranno recuperati;
8. la rimozione e sostituzione di tutti i cablaggi e cavidotti secondo il presente capitolato;
9. la pulizia dei siti di installazione, compreso il taglio dell'erba e l'eliminazione di altro tipo di vegetazione arbustiva;
10. il ripristino della rete di recinzione, ove presente, nei siti rurali di installazione;
11. l'esecuzione di ogni ulteriore opera e servizio necessari alla realizzazione della fornitura stessa, descritti nel presente capitolato;
12. la messa in esercizio delle stazioni e trasmissione in rete tramite specifiche RMAP;
13. l'assistenza per 12 mesi, a partire dall'emissione del certificato di conformità, comprendente la garanzia delle componenti della fornitura, la manutenzione preventiva e correttiva straordinaria secondo le specifiche riportate nel capitolato.

Per ogni sito viene fornita una scheda tecnica in cui si riportano gli interventi necessari.

Formano parte integrante del presente capitolato tecnico i seguenti allegati:

- ALLEGATO A: Specifiche dell'interfaccia Upin27
- ALLEGATO B: Stazioni di controllo
- ALLEGATO C: Schema stazione agrometeo di base
- ALLEGATO D: Schema stazione agrometeo complessa
- ALLEGATO E: Specifiche dei plinti; Specifiche pali; Specifiche cavidotti e pozzetti; Cavidotti;
- ALLEGATO F: Indicazioni del materiale da smaltire; Stazione agrometeo di base; Stazione agrometeo complessa
- ALLEGATO G: Schede tecniche degli interventi per ogni sito
- ALLEGATO H: Esempio di file json per configurazione stazione
- ALLEGATO I: Specifiche RMAP
- ALLEGATO L: Elenco siti ove sono presenti sensori di umidità del suolo

1.2 Forniture e servizi opzionali

Si richiedono le seguenti quotazioni di sensori meteorologici:

- numero 3 sensori pluviometrici a pesata/gravimetrico secondo le specifiche al paragrafo [Pluviometro pesata/gravimetrico \(opzionale\)](#);
- numero 3 sensori pluviometrici a bascula secondo le specifiche al paragrafo [Pluviometro a bascula](#);
- numero 3 sensori termoigrometrici secondo le specifiche al paragrafo [Termoigrometro](#)
- numero 1 sensore anemometro sonico secondo le specifiche al paragrafo [Anemometro sonico](#) ;

- numero 1 sensore di radiazione secondo le specifiche al paragrafo [Piranometro a termopila](#).

Manutenzione triennale.

Si richiede la quotazione della manutenzione triennale del sistema di stazioni, dopo il previsto anno di assistenza e garanzia, e secondo le specifiche elencate nel successivo Modulo 5.

2. MODALITÀ' DI ESPLETAMENTO DELLA FORNITURA

2.1 Moduli e fasi di esecuzione

La fornitura prevede una fase di sviluppo evolutivo e la predisposizione di un nuovo progetto esecutivo della stazione Stima.

Tale commessa è composta da "Moduli" che corrispondono ai differenti stati di avanzamento della fornitura.

2.1.1 Moduli in sintesi

1. Sviluppo hardware e software. A completamento test in laboratorio.
2. Verifica in campo di tre prototipi di stazioni agrometeorologiche. Adozione di eventuali correttivi al progetto.
3. Installazione in campo e messa in funzione di 44 stazioni agrometeorologiche.
4. Manutenzione ordinaria preventiva e correttiva.
5. Possibile estensione di tre anni della manutenzione preventiva e correttiva.

2.1.2 Attestazione di conformità dei moduli.

Alla consegna di quanto in oggetto nei vari moduli verrà effettuata un'attestazione di conformità. Il completamento di ciascun modulo sarà sottoposto ad approvazione da parte del Direttore dell'esecuzione del servizio che ne attesterà la regolare esecuzione rilasciando in contraddittorio con l'Impresa aggiudicataria apposito verbale di conformità del modulo.

Tale approvazione sarà condizione necessaria alla prosecuzione della fornitura passando all'espletamento del modulo successivo .

L'esito positivo dell'attestazione di conformità del Modulo 1 sarà condizione essenziale per l'esecuzione e la consegna del Modulo 2.

In caso di mancata verifica di conformità del Modulo 1 si procederà alla risoluzione del contratto e all'escussione della cauzione definitiva.

L'esito positivo dell'attestazione di conformità del Modulo 2 sarà condizione pregiudiziale per l'esecuzione e la consegna del modulo 3 e del Modulo 4.

In caso di mancata verifica di conformità del Modulo 2 si procederà alla risoluzione del contratto e all'escussione della cauzione definitiva.

2.2 Localizzazione delle stazioni di misura

Le 44 stazioni meteorologiche da aggiornare sono collocate sul territorio regionale rurale distinte in 35 agrometeo di base (PTU) e 9 agrometeo complesse (PTURV).

2.3 Tempistiche

2.3.1 Modulo 1: Sviluppo hardware e software

Il termine ultimo per la consegna del modulo è di 210 giorni naturali e consecutivi dalla data di avvio dell'esecuzione.

2.3.2 Modulo 2: Verifica in campo di tre prototipi di stazioni agrometeorologiche

Il termine ultimo per la consegna del modulo è di 90 giorni naturali e consecutivi dalla attestazione di conformità del modulo 1.

2.3.3 Modulo 3: Installazione in campo e messa in funzione di 44 stazioni agrometeorologiche

Il termine ultimo per l'installazione di tutte le stazioni meteorologiche è di 450 giorni naturali e consecutivi dall'avvio dell'esecuzione.

2.3.4 Modulo 4: Manutenzione e assistenza in garanzia per 12 mesi

Manutenzione preventiva, correttiva e assistenza in garanzia per 12 mesi successivi alla verifica di conformità.

2.3.5 Modulo 5: Estensione manutenzione per i tre anni successivi

Estensione opzionale per manutenzione preventiva e correttiva in campo della durata di tre anni.

2.4 SIM card

Arpae fornisce le SIM M2M (TIM) necessarie per il collegamento con il server di raccolta dati.

2.5 Verifiche copertura di rete

Il fornitore è tenuto ad effettuare a proprie spese tutti gli accertamenti tecnici atti alla formulazione dell'offerta. Sarà possibile, previo accordo, effettuare un sopralluogo tecnico nei siti di installazione. L'assenza di sufficiente segnale GSM del provider TIM nei luoghi di installazione delle stazioni, nei siti ove tale servizio sia richiesto, comporterà la collocazione della stazione in un altro sito in Regione Emilia Romagna da concordare tra committente e fornitore.

3. REQUISITI GENERALI PER LA FORNITURA

3.1 Condizioni generali

Le offerte devono tenere conto delle condizioni generali di seguito esposte.

- a. Le stazioni agrometeorologiche devono essere progettate per il funzionamento continuativo e poter operare ininterrottamente nelle sottoindicate condizioni ambientali:
 - temperatura esterna da -25° a +60°C;
 - umidità da 5% a 100%;
 - velocità media del vento fino a 90 Km/h e raffiche fino a 130 Km/h;
- b. Le stazioni devono poter funzionare nel loro complesso anche in presenza di segnali o disturbi elettromagnetici emessi da altre apparecchiature o linee elettriche presenti nelle immediate vicinanze.
- c. I sensori, i datalogger e le apparecchiature accessorie installate presso le stazioni devono essere conformi alle seguenti normative e indicazioni internazionali:
 - World Meteorological Organization, 2018. Guide to meteorological instruments and methods of observation. WMO n. 08, ed. 2018.
 - World Meteorological Organization - Commission for Instruments and Methods of Observation. ANNEX III, FINAL REPORT of the First session of the Expert Team on Standardization. Geneva, Switzerland. 26 – 29 November 2012.
- d. Le apparecchiature devono essere realizzate ed installate in modo tale da incorporare tutti gli accorgimenti e le protezioni previste dalla vigente normativa, al fine di garantire l'incolumità del personale che le installa, impiega e/o ne effettua la manutenzione. Inoltre, ove necessario, devono essere predisposte le targhette di pericolo per il personale che effettua la manutenzione, o devono essere richiamate particolari norme d'uso e/o impiego.

3.2 Specifiche di formato, protocollo e metadati (RMAP)

Le specifiche di formato, protocollo e metadati devono essere conformi alla "Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo RMAP", come definite da Arpae-SIMC. Le specifiche sono disponibili in [ALLEGATO I](#). Nello specifico per l'invio dei dati al server dovrà essere utilizzato il protocollo Message Queue Telemetry Transport (MQTT).

Si precisa che il server a cui le stazioni dovranno inviare i dati, sarà reso disponibile da Arpae.

3.3 Server per l'invio dei dati

Il server, a cui le stazioni oggetto di questa commessa dovranno inviare i dati, non è oggetto di questa commessa; sarà cura del committente rendere disponibile un server con tutte le funzionalità richieste per il corretto accentramento dei dati.

3.4 Open source hardware

La fornitura hardware dovrà essere conforme alla definizione di open source hardware (riferimento: <http://www.oshwa.org/definition/italian>).

La documentazione deve includere i file del progetto nel formato utile per apportare modifiche, ossia il formato nativo del file di un programma CAD, che dovrà anch'esso essere disponibile con licenza open source.

Nello specifico i termini di distribuzione dell'open source hardware devono rispettare i seguenti criteri:

1. la documentazione: l'hardware deve essere rilasciato con la documentazione, inclusi i file di progettazione, e deve permettere la modifica e la distribuzione dei file di progettazione. Se la documentazione non è fornita con il prodotto fisico, ci deve essere un modo ben pubblicizzato di ottenere tale documentazione per non più di un ragionevole costo di riproduzione, preferibilmente il download via Internet senza spese. La documentazione deve includere i file del progetto nel formato preferito per apportare modifiche, ad esempio, il formato nativo del file di un programma CAD. File di progettazione volutamente offuscati non sono ammessi. Forme intermedie analogiche al codice informatico compilato, non sono ammessi come sostituti. La licenza può richiedere che i file di progettazione siano forniti in formato open;
2. lo scopo: la documentazione per l'hardware deve indicare chiaramente quale parte del progetto, se non tutto, è stato rilasciato sotto la licenza.
3. il software necessario: se il progetto di licenza richiede software, embedded o di altro tipo (firmware o altro), per funzionare adeguatamente e svolgere le sue funzioni essenziali, la licenza può richiedere che una delle seguenti condizioni vengano soddisfatte:
 - le interfacce sono sufficientemente documentate tale che si possa scrivere il software open source che consente al dispositivo di funzionare correttamente e di svolgere le sue funzioni essenziali. Per esempio, questo può includere l'uso di diagrammi dettagliati della temporizzazione del segnale o pseudocodice per illustrare chiaramente l'interfaccia in funzione;
 - il software necessario è rilasciato sotto una licenza open source approvata OSI - Open Source Initiative: <https://opensource.org/licenses>;
4. i lavori derivati: la licenza deve permettere modifiche e lavori derivati e deve consentire loro di essere distribuiti sotto gli stessi termini della licenza del lavoro originale. La licenza deve consentire la produzione, la vendita, la distribuzione e l'uso di prodotti creati dai file di progettazione, il design dei file stessi, ed i derivati;
5. la ridistribuzione libera: la licenza non può limitare alcuno dal vendere o donare la documentazione del progetto. La licenza non può richiedere diritti o altri pagamenti per tale

vendita. La licenza non richiede alcuna royalty o tasse relative alla vendita del lavoro derivato;

6. l'attribuzione: la licenza può richiedere documenti derivati, e le comunicazioni di copyright associate ai dispositivi, per riportare l'attribuzione ai licenzianti quando si fa la distribuzione di file, prodotti fabbricati e/o loro derivati. La licenza può richiedere che tali informazioni siano accessibili all'utente finale utilizzando il dispositivo, ma non dettaglia un formato specifico di visualizzazione. La licenza può richiedere che i lavori derivati abbiano un nome o un numero di versione diversi dal progetto originale;
7. nessuna discriminazione di persone o gruppi: la licenza non deve discriminare alcuna persona o gruppo di persone;
8. nessuna discriminazione contro i campi di applicazione: la licenza non deve impedire ad alcuno di fare uso del lavoro (compresi i prodotti hardware) in uno specifico campo di attività. Per esempio, non deve limitare l'hardware che sia utilizzato in un business, o di essere utilizzato nella ricerca nucleare;
9. la distribuzione della licenza: i diritti concessi dalla licenza devono applicarsi a tutti coloro ai quali il lavoro viene ridistribuito senza la necessità di esecuzione di una licenza supplementare per queste parti;
10. la licenza non deve essere specifica per un prodotto: i diritti concessi dalla licenza non devono dipendere dal lavoro di licenza di un particolare prodotto. Se una parte viene estratta da un lavoro e usata o distribuita entro i termini della licenza, coloro a cui viene ridistribuito il lavoro dovrebbero avere gli stessi diritti di quelli che sono concessi per il lavoro originale.
11. la licenza non deve limitare altro hardware o software: la licenza non deve porre restrizioni ad altri elementi che sono aggregati con il lavoro di licenza, ma non derivati da esso. Per esempio, la licenza non deve insistere sul fatto che tutti gli altri componenti hardware venduti con la licenza siano open source.
12. la licenza deve essere tecnologicamente neutrale: nessuna disposizione della licenza può essere basata su una tecnologia individuale, parti o componenti, materiali o lo stile di interfaccia o l'uso.

3.4.1 Licenza del software oggetto della fornitura

Tutti i diritti di utilizzazione economica del Software sviluppato dal Fornitore in esecuzione del presente incarico saranno detenuti in modo esclusivo da ARPAE.

Il Fornitore che, in occasione dell'esecuzione dell'incarico venisse a conoscenza di informazioni know-how e metodologie di lavoro riservate che possono essere protette dalle leggi in materia di proprietà intellettuale e/o industriale, si impegna a non divulgare e/o diffondere a terzi dette informazioni nonché qualsivoglia ulteriore notizia riservata relativa al Cliente o all'attività dello stesso della quale sia venuto a conoscenza in occasione dell'esecuzione dell'incarico. Il Fornitore si impegna a far rispettare detti obblighi anche ai propri collaboratori.

ARPAE licenzierà tutto il software sviluppato dal Fornitore in esecuzione del presente incarico con la licenza GNU General Public License Version 2 o ogni versione successiva <https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html>

3.4.2 Licenza progetto hardware oggetto della fornitura

Tutte le informazioni quali materiali di progettazione o codice digitale che possono essere applicati per creare o testare il prodotto o per preparare il prodotto per l'uso, il trasporto o la vendita sviluppati dal Fornitore in esecuzione del presente incarico (sorgenti) saranno di proprietà di ARPAE.

ARPAE licenzierà tali sorgenti con doppia licenza
CERN-OHL-S v2+ strongly-reciprocal variant https://ohwr.org/cern_ohl_s_v2.pdf
GNU General Public License Version 2 o ogni versione successiva
<https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html>
https://ohwr.org/cern_ohl_s_v2.pdf

3.4.3 Integrazione con software di altre parti

Sarà possibile utilizzare software di terze parti rilasciato con una delle licenze approvate da OSI <https://opensource.org/licenses> . Nel caso tale software debba essere integrato con il software sviluppato oggetto di questa fornitura è necessario che la relativa licenza sia compatibile con la licenza GPLv2 o con la licenza GPLv3. E' possibile fare riferimento a https://fedoraproject.org/wiki/Licensing:Main?rd=Licensing#Good_Licenses per le compatibilità.

Quando richiesto da questo bando o comunque necessario per il corretto funzionamento del software oggetto della fornitura sia necessario sviluppare modifiche al software di altre parti, dovrà essere fatto tutto quanto necessario per permettere alle altre parti una integrazione di dette modifiche secondo le modalità indicate dal gestore di tale software.

4. STRUTTURA E DOTAZIONE STRUMENTALE DELLE STAZIONI

4.1 Stazioni agrometeorologiche di base da collocarsi in ambito rurale

Le 35 stazioni agrometeorologiche di base da collocarsi in ambito rurale saranno strutturate per la misura delle seguenti grandezze:

- temperatura dell'aria;
- umidità relativa dell'aria;
- precipitazione;
- umidità del suolo (predisposizione in tutte le stazioni e collegamento solo dove sensore preesistente)
- radiazione globale (solo modulo predisposto per futuro collegamento del sensore)

A queste 35 stazioni, si aggiunge la rimozione, il ripristino del sito e lo smaltimento della stazione Reda Faenza.

Nella tabella 1 sono riportate le apparecchiature, la strumentazione e le attrezzature pertinenti le stazioni meteorologiche di base da collocarsi in ambito rurale:

Tabella 1

data logger
sensore di precipitazione
sensore integrato di temperatura ed umidità dell'aria con schermo antiradiazione a ventilazione naturale
Sensori di umidità del suolo già presenti su alcuni siti come da allegato L
sistema di alimentazione con batteria in tampone, completo di pannello fotovoltaico

contenitore per data logger e relativi dispositivi
protezione dalle scariche elettriche secondo le normative vigenti
braccetti, staffe, fascette e cablaggi
guaina di protezione non metallica tra staffe di ancoraggio e pali per evitare corrosione galvanica dell'acciaio inox delle staffe e bulloneria
rondelle anticorrosione per fissaggio pali pluviometrici a barre filettate e bulloni in acciaio inox come da capitolato
antenna telefonia mobile

La struttura, la disposizione delle apparecchiature e della strumentazione delle stazioni agrometeorologiche base deve corrispondere a quanto indicato in [ALLEGATO C](#) al presente capitolato.

4.2 Stazioni agrometeorologiche complesse da collocarsi in ambito rurale

Le 9 stazioni agrometeorologiche complesse da collocarsi in ambito rurale saranno strutturate per la misura delle seguenti grandezze:

- temperatura dell'aria;
- umidità relativa dell'aria;
- precipitazione
- radiazione globale;
- umidità del suolo (predisposizione in tutte le stazioni per un futuro collegamento del sensore)
- direzione e velocità del vento a 10 m di altezza dal suolo

Nella tabella 2 sono riportate le apparecchiature, la strumentazione e le attrezzature pertinenti le stazioni agrometeorologiche complesse da collocarsi in ambito rurale:

Tabella 2

data logger
sensore di precipitazione
sensore integrato di temperatura ed umidità dell'aria con schermo antiradiazione a ventilazione naturale
sensore di radiazione globale
sensore di velocità e direzione del vento
sistema di alimentazione con batteria in tampone completo di pannello fotovoltaico
contenitore per data logger e relativi dispositivi
protezione dalle scariche elettriche secondo le normative vigenti
braccetti, staffe, fascette e cablaggi
guaina di protezione non metallica tra staffe di ancoraggio e pali per evitare corrosione galvanica dell'acciaio inox delle staffe e bulloneria

rondelle anticorrosione per fissaggio pali pluviometrici a barre filettate e bulloni in acciaio inox come da capitolato
antenna telefonia mobile

La struttura, la disposizione delle apparecchiature e della strumentazione delle stazioni agrometeorologiche complesse deve corrispondere a quanto indicato in [ALLEGATO D](#) al presente capitolato.

5. Descrizione progetto open source hardware Stima

5.1 Lo stato dell'arte del progetto open source hardware Stima versione 2 e versione 3

Qui viene sommariamente descritto il progetto open source hardware così come viene messo a disposizione dal committente.

E' stata utilizzata l'IDE di sviluppo arduino e le sue librerie integrata con librerie e core specializzati per le board utilizzate il tutto sotto il controllo di versione git.

La versione 2 è stata sviluppata con l'impostazione generale a super loop
https://en.wikibooks.org/wiki/Embedded_Systems/Super_Loop_Architecture

La versione 3 invece vede il passaggio della struttura software a una macchina a stati finiti.

Non tutte le funzionalità sono condivise dalle due versioni hardware e software.
Lo stato dell'arte del progetto della versione 3 è documentato alle seguenti URL:
https://doc.rmap.cc/stima_v3/stima_v3.html

tutti i codici sorgente sono disponibili a:

https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/stima_v3

i progetti dei PCB sono disponibili a:

https://github.com/r-map/rmap/tree/master/kicad/stima_v3

5.1.2 Struttura del datalogger

Il datalogger è modulare, costituito quindi da moduli che espletano differenti funzioni. Ogni modulo è costituito da più schede elettroniche impilate e connesse elettronicamente e meccanicamente tramite interfaccia Upin27 e caratterizzato dalla presenza di un microcontrollore. I moduli sono interconnessi tra loro e con altri dispositivi tramite BUS I²C; Ogni modulo è costituito da schede impilabili. Il bus I²C supporta la modalità multimaster e quindi la gestione dell'arbitraggio nell'accesso al BUS oltre alla funzionalità Clock Stretching.

La connessione elettrica tra le varie schede rispetta le specifiche Upin27 come da allegato A.

I moduli del data logger sono:

- modulo MASTER

- modulo I²C-RAIN
- modulo I²C-TH
- modulo I²C-WIND/SONIC (Stima versione 2)
- modulo I²C-RADIATION
- modulo I²C-LEAFWETNESS
- modulo I²C-POWER

Il data logger è corredato da un display con interfaccia I²C per le comunicazioni di servizio e controllo di funzionamento.

Ogni modulo dispone di una porta seriale su interfaccia USB per la comunicazione con il microcontrollore.

Ogni modulo dispone di una scheda SD con formattazione FAT32; il modulo master legge e scrive dati su questo supporto per gestire eventuali ritrasmissioni e l'archivio storico.

Il caricamento del firmware è reso possibile tramite la porta seriale o SD card.

Sono stati utilizzati i seguenti microcontrollori ATmega funzionanti con clock a 8Mhz e 16Mhz:

- 644p
- 1284p

5.1.3 Funzionalità dei moduli

I moduli comunicano tra di loro e con i sensori tramite BUS I²C in modalità multimaster.

La logica seguita è quella di interfacciare ogni sensore, anche se nativamente non lo supporta, al bus I²C.

Le funzionalità dei moduli sono come di seguito ripartite:

5.1.3.1 MODULO MASTER

- acquisizione dei campionamenti/osservazioni da sensori che comunicano I²C o da altri moduli
- memorizzazione dei dati in locale su supporto SD card con capacità minima 8Gbyte
- invio dei dati secondo le specifiche RMAP al server tramite protocollo MQTT su trasporto GSM/GPRS
- sincronizzazione da fonti esterne di un RTC locale
- esecuzione (server) di remote procedure call

5.1.3.2 MODULO I²C-RAIN

- acquisizione dei dati dal pluviometro
- elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)
- elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report (cumulata)

5.1.3.3 MODULO I²C-TH

- acquisizione dei campionamenti dai sensori di temperatura e umidità
- elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)

- elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report

5.1.3.4 MODULO I²C-WIND/SONIC

- acquisizione dei campionamenti dal sensore del vento
- elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)
- elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report

5.1.3.5 MODULO I²C-RADIATION

- acquisizione dei campionamenti dal sensore di radiazione
- elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)
- elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report

5.1.3.6 MODULO I²C-LEAFWETNESS

- acquisizione dei campionamenti dal sensore di bagnatura fogliare
- elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)
- elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report

5.1.3.7 MODULO I²C-POWER

- regolatore di carica della batteria o da altra fonte di energia
- monitoraggio della carica della batteria

5.1.4 Modalità di funzionamento

1. modalità passiva: il datalogger esegue solo le Remote Procedure Call a richiesta; questa modalità è utilizzabile solo con la modalità di elaborazione “campionamento”.
2. modalità attiva: il datalogger provvede in modo autonomo alla elaborazione e invio dei dati al broker

5.1.5 Modalità elaborazione

Il datalogger è configurabile per due modalità di funzionamento quando è in modalità di funzionamento “attiva”:

1. modalità campionamento: la connessione mqtt è permanente e i dati campionati vengono inviati in continuo al broker; i dati inviati sono di livello I (vedi specifiche RMAP)
2. modalità report: i campionamenti sono acquisiti dai moduli specializzati e in loco vengono elaborati dei “riassuntivi” (report) che poi a intervalli regolari vengono inviati al broker. La connessione mqtt è intermittente e permette risparmio energetico. I report sono fasati con lo scoccare delle ore e sincroni.

5.1.6 Trasporto

Il datalogger è in grado di supportare differenti modalità di trasporto dei dati; le attuali versioni supportano:

1. trasporto GSM/GPRS su rete 2g
2. trasporto TCP/IP ethernet (con dhcp e timeserver)
3. trasporto via radio: rete a stella, rete mesh e crittografia (parzialmente supportato)
4. trasporto radio LoraWan (datalogger specializzato e a consumi estremamente bassi)
5. trasporto TCP/IP wifi (datalogger specializzato con microcontrollore ESP8266)

5.1.7 Invio dei dati al broker MQTT

Le specifiche di formato, protocollo e metadati sono definite da Arpae-SIMC. Le specifiche sono disponibili a https://doc.rmap.cc/rmap_rfc/rfc.html e nello specifico alla sezione relativa al protocollo Message Queue Telemetry Transport (MQTT) con QOS 1.

5.1.8 Esecuzione di remote procedure call (RPC)

Il datalogger è in grado di eseguire remote procedure call come da specifiche https://doc.rmap.cc/rmap_rfc/rfc.html

In questo caso oltre ai precedenti trasporti utilizzati si aggiunge quello su porta seriale, generalmente utilizzato per configurare il datalogger.

Con un modulo di estensione di conversione UART Bluetooth viene supportato anche il trasporto Bluetooth per supportare sempre l'esecuzione di RPC.

Per l'esecuzione delle RPC viene utilizzato jsonRPC.

5.1.9 Alimentazione

Alimentazione tramite rete, batterie con pannello solare, solo batterie.

5.1.10 Stazioni fisse e mobili

Il progetto stima è in grado di funzionare in postazione fissa o su mezzo mobile, quale biciclette, auto o mezzi pubblici. Quando la postazione è fissa i parametri geografici sono impostati una tantum, altrimenti ricavati tramite un modulo dedicato I²C-GPS che utilizza il GPS per la geolocalizzazione (solo Stima V2).

5.1.11 Base dei tempi

Il datalogger è fornito di un RTC che viene periodicamente sincronizzato da una sorgente esterna. Classicamente viene utilizzato NTP come protocollo per la sincronizzazione, ma è possibile utilizzare una apposita web API http o una jsonrpc.

5.1.12 Messaggistica di diagnostica

C'è la possibilità di ottenere una ampia messaggistica di diagnostica per la soluzione dei problemi; disponibile su porta seriale o scritta in un file di log su scheda SD (quest'ultima in Stima V2), attiva di default può essere disabilitata.

5.1.13 Watchdog

Tutti i firmware hanno attivo un watchdog hardware che evita blocchi permanenti dovuti a malfunzionamenti su eventi improbabili; ogni 8 secondi quindi il watchdog deve essere reinizializzato per evitare un reset del microcontrollore.

5.1.14 Sensor Driver

Libreria di "driver" per la gestione dei sensori. Porta la gestione della sensoristica nel software ad un livello di astrazione più alto. Aggiungere un nuovo tipo di sensore consiste nell'estendere una classe con pochi metodi per effettuare la lettura di quello specifico sensore.

6. I SENSORI METEOROLOGICI

6.1 Requisiti generali per i sensori meteorologici

I sensori che misurano la stessa grandezza fisica dovranno essere della stessa marca e modello, e rispondere ai seguenti requisiti generali:

- essere corredati di un documento tecnico con tutte le caratteristiche di funzionamento, le specifiche per il loro corretto utilizzo ed eventuali comandi di configurazione;
- avere un grado di protezione non inferiore ad IP66
- essere collegati al data logger a mezzo di cavi con guaina in pvc resistente a raggi uv e connettori con grado di protezione IP66 o superiori; il connettore del sensore deve permettere una facile rimozione dello stesso.

6.1.2 Termoigrometro

Il termoigrometro deve necessariamente avere adeguate protezioni per sottostare alle specifiche richieste dalla WMO (schermo per le radiazioni), e in particolare limitare gli errori dovuti alla radiazione solare. Gli elementi sensibili per la misura della temperatura e umidità saranno costituiti da sensori digitali. L'elemento sensibile per la misura della umidità dell'aria dovrà essere dotato di filtro idrofobico per ridurre gli effetti di isteresi e per la protezione dagli agenti atmosferici aggressivi, inoltre dovrà essere possibile sostituire il solo elemento sensibile, anziché l'intero sensore, nell'ambito della manutenzione ordinaria. Entrambi gli elementi sensibili saranno alloggiati all'interno dello speciale schermo di protezione dalle radiazioni solari tipo Gill multi-disco a ventilazione naturale. Lo schermo di protezione dalle radiazioni solari dovrà avere i dischi che lo

compongono di colore bianco nella parte esterna (es. RAL 9016) e di colore nero nella parte interna (es. RAL 9005).

Le caratteristiche tecnico funzionali minime richieste sono:

Sezione termometrica

- risoluzione di ≤ 0.1 °C
- accuratezza ≤ 0.2 °C
- campo di misura: da -40 °C a 50 °C
- costante di tempo ≤ 60 s

Sezione igrometrica

- campo di misura 0 ÷ 100 % UR
- risoluzione 2%
- condizioni di funzionamento: temperatura da -30 °C a 50 °C
- accuratezza $\pm 5\%$
- costante di tempo ≤ 60 s

6.1.3 Sensore Precipitazione

6.1.3.1 Pluviometro a bascula

Il sensore pluviometrico misura la quantità di pioggia raccolta da un imbuto di sezione calibrata grazie ad una bascula che ad ogni ribaltamento, aziona un interruttore elettrico che rappresenta la quantità di precipitazione raccolta pari a una vaschetta della bascula stessa. Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare il bloccaggio della bascula e per minimizzare i fenomeni che possono indurre falsi basculamenti. Inoltre l'imbuto di raccolta dovrà essere dotato di dispositivo anti-intasamento e dispositivo antintrusione dello scarico di pioggia. I requisiti minimi tecnico-funzionali da assicurare sono i seguenti:

- area imbuto di raccolta: ≥ 400 cm² (WMO standard)
- campo di misura: 0-300 mm/h
- risoluzione di 0,2 mm di pioggia
- intervallo di operatività: temperatura tra 0 °C e 60 °C (senza riscaldatore)
- accuratezza complessiva ± 5 %

Il pluviometro deve essere corredato di bolla per il livellamento, un sistema di protezione da volatili (ad esempio: bordi dell'imbuto affilati , corona di "spilli" rimovibili).

6.1.3.2 Pluviometro pesata/gravimetrico (opzionale)

Il pluviometro dovrà essere adatto a funzionamento in zona collinare.

Detto sensore dovrà corrispondere come minimo alle seguenti caratteristiche:

- misura della precipitazione solida e liquida
- capacità di misura senza svuotamento 700 mm
- intervallo di operatività: temperatura tra -30 °C e 50 °C
- accuratezza complessiva $\pm 0,1$ mm oppure 1%
- schermo antivento
- collegamento emulazione pluviometro a bascula

- compatibilità di alimentazione e connessione con la stazione proposta (connettori e alimentazione a 5V o 12V)
- possibilità di calibrazione da parte dell'utente tramite kit e procedura documentata di calibrazione in campo

6.1.4 Sensore vento

6.1.4.1 Anemometro sonico

L' anemometro biassiale statico ad ultrasuoni con le seguenti caratteristiche minime:

VELOCITÀ DEL VENTO

- Campo di misura 0 - 60 m/s (116 knots)
- Accuratezza $\pm 3\%$
- Risoluzione 0.01 m/s (0.02 knots)
- Tempo di risposta 0.5 seconds
- Soglia di attivazione 0.01 m/s

DIREZIONE

- Campo di misura 0 - 359° (No dead band)
- Accuratezza $\pm 2^\circ$ RMSE da 1.0 m/s
- Risoluzione 1°
- Tempo di risposta 0.5 seconds

Condizioni ambientali

- Classe di protezione IP66
- Temperatura di funzionamento -30°C to $+60^\circ\text{C}$
- Umidità di funzionamento $< 5\%$ to 100%

6.1.5 Sensore radiazione

6.1.5.1 Piranometro a termopila

Il piranometro misura la radiazione solare diretta, diffusa e riflessa (globale) dalla volta celeste, con un angolo solido di 2π , principalmente nello spettro del visibile. L'elemento sensibile è la termopila, che fornisce una differenza di potenziale in risposta al flusso radiativo incidente

Detto sensore deve avere le seguenti caratteristiche minime:

- Sensore di Classe B 'Spectrally Flat' (prima classe) secondo la normativa ISO 9060:2018
- Sensore alimentato a 12 Volt e in corrente continua
- Campo spettrale di misura 300-3000 nm
- Risoluzione $< 1 \text{ W/m}^2$
- Stabilità (percentuale sul fondo scala, cambiamento/anno) 0.5%
- Tempo di risposta $< 30\text{s}$
- Bolla di livello
- Sali igroscopici

Condizioni ambientali

- Classe di protezione IP66

- Temperatura di funzionamento -40°C to +50°C
- Umidità di funzionamento 0-100%

6.1.6 Sensore umidità del suolo

Il Sensore Decagon GS1 è un sensore FDR (Riflettometria nel Dominio delle Frequenze) ed è messo a disposizione dal committente. Misura il contenuto volumetrico dell'acqua nel suolo (VWC). Attualmente sono già installati 21 sensori su 7 siti, cioè sono presenti tre sensori per sito a tre diverse profondità (-25 cm, -45 cm, -70 cm) elencati nell'ALLEGATO L. E' richiesta l'integrazione di detti sensori (sviluppo driver e collegamento al datalogger).

I sensori installati hanno le seguenti caratteristiche:

- Accuratezza - Utilizzando la calibrazione generica: $\pm 0.03 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ($\pm 3\%$ VWC) tipica dei suoli minerali che hanno conducibilità elettrica di soluzione $< 10 \text{ dS/m}$. Utilizzando la calibrazione specifica del mezzo, $\pm 0.01 - 0.02 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ($\pm 1 - 2\%$ VWC) in qualsiasi mezzo poroso
- Risoluzione - $0.001 \text{ m}^3/\text{m}^3$ VWC in suoli minerali
- Campo di misura da 0 a 100% VWC
- Volume di suolo interessato dalla misura 430 mL
- Alimentazione da 3.0 VDC a 15 VDC (massimo assoluto) @ 15 mA
- Output da 1.0 a 2.5 V

Condizioni ambientali

- Temperatura di funzionamento da -40°C a 50°C
- Umidità di funzionamento da 0 a 100%

7. Modulo 1

7.1 Alimentazione

Le stazioni dovranno essere alimentate da pannelli solari e provviste di batterie tampone a garanzia della continuità di funzionamento. Le batterie dovranno essere sigillate, con manutenzione non necessaria.

Le batterie devono essere corredate di un dispositivo elettronico di regolazione per la ricarica automatica di tipo **MPPT** e un sistema di monitoraggio e gestione delle batterie **BMS** (Battery management system) in grado come minimo di stimare lo stato di carica e le condizioni operative.

Nello specifico:

- Lo stato di carica (State of Charge, SoC): un indicatore della carica residua che la batteria è ancora in grado di erogare, fornisce quindi un'idea dell'autonomia residua.
- Condizione opzionale sottoposta a punteggio nella griglia tecnica: lo stato di salute (State of Health, SoH), parametro che specifica la massima quantità di carica che la cella è in grado di immagazzinare, tale carica diminuisce durante la vita e l'uso della batteria.

Inoltre il sistema di gestione delle batterie dovrà impedire la totale o eccessiva scarica delle batterie, per salvaguardarne l'integrità.

Il pannello fotovoltaico e batteria dovranno essere dimensionati in modo uguale per tutte le due tipologie di stazioni e secondo la valutazione dei consumi della stazione e nel rispetto dei seguenti vincoli imposti:

- garantire il funzionamento della stazione per almeno **7 giorni in modalità attiva a piene funzionalità con report ogni 15'**, anche in assenza totale di insolazione per le stazioni agrometeo base
- garantire il funzionamento della stazione per almeno **5 giorni in modalità attiva a piene funzionalità con report ogni 15'**, anche in assenza totale di insolazione per le stazioni agrometeo complesse
- la completa ricarica delle batterie in **18 ore alla potenza di picco del pannello fotovoltaico**.
- funzionalità della stazione in modalità report con invio al server ogni 15'

La sezione di alimentazione dovrà essere corredata da un convertitore DC-DC per alimentare sensori e datalogger con particolare attenzione al risparmio energetico (High-Efficiency Step-Down/Step-Up Converters e bassa quiescenza).

7.2 Struttura della scatola stazione

Il datalogger e le apparecchiature di supporto allo stesso devono essere alloggiati in contenitori con livello di protezione **IP66** o superiore secondo la norma UNI EN60529, muniti di serratura e sistema antintrusione (ad esempio serratura con chiavi) e sistemi di protezione dalla possibilità di formazione di condensa.

Per permettere una buona comunicazione dei dati via radio il sistema dovrà essere corredata da una antenna interna o esterna alla scatola stazione.

Nello specifico nella scatola dovranno essere alloggiati:

- batteria (sostituibile)
- eventuale regolatore di carica e gestione batteria (se non incluso nel datalogger)
- eventuale convertitore DC/DC (se non incluso nel datalogger)
- eventuale display (se non incluso nel datalogger)
- eventuale modem 2G/4G (se non incluso nel datalogger)
- eventuale antenna 2G/4G (se non inclusa nel datalogger e se non collocata all'esterno della scatola)

Ogni componente dovrà avere la possibilità di essere rimossa/sostituita.

La scatola dovrà essere corredata di apposite staffe in acciaio inox di fissaggio a palo.

I cablaggi dovranno essere realizzati a regola d'arte e fissati opportunamente.

Opportuni passacavo stagni dovranno permettere il passaggio dei cavi dall'esterno all'interno della scatola ed essere opportunamente collocati per essere funzionali e protetti.

7.2.1 Cavi

I cavi esterni alla scatola stazione dovranno essere per ambiente esterno, resistente all'acqua e agli ultravioletti (CMR/CMX-Outdoor). La guaina di protezione esterna dovrà quindi essere preferibilmente in PVC o LLDPE.

7.3 Il datalogger

Specifiche per lo sviluppo del datalogger Stima versione 4

Il datalogger dovrà essere una evoluzione della precedente versione Stima V3; non dovranno essere ridotte le preesistenti funzionalità, ma anzi dovranno essere integrate con le nuove richieste.

7.3.1 Sviluppo Hardware

7.3.1.1 Descrizione generale

Il datalogger dovrà essere modulare, costituito quindi da moduli che espletano differenti funzioni.

Il data logger dovrà avere i seguenti requisiti, caratteristiche e funzionalità:

Ogni modulo dovrà essere composto da schede assemblabili tra loro;

La forma e gli ingombri delle schede potranno essere scelti per essere funzionali al progetto.

Viene quindi richiesto che le funzioni hardware replicabili in più moduli vengano raggruppate in schede che poi vadano a comporre i differenti moduli.

Il datalogger quindi sarà costituito da moduli che svolgono differenti funzioni come descritto nella sezione relativa al software; ogni modulo potrà esporre delle interfacce elettriche dedicate alle specifiche funzioni che dovrà espletare.

I moduli dovranno essere inseriti in un apposito contenitore dotato delle opportune interfacce elettriche e modalità di accesso ai dispositivi removibili (SIM card e SD card)

Dovrà essere presente un apposito sistema di interconnessione elettrica per tutti i moduli e altri dispositivi connessi al BUS I²C.

Dovrà essere presente un sistema di protezione contro le sovratensioni causate da scariche elettriche su tutti i canali in ingresso del datalogger.

Sarà possibile ma non obbligatorio alloggiare esternamente al datalogger le seguenti componenti:

- batteria
- regolatore di carica della batteria
- convertitore DC/DC (passaggio da alimentazione a batteria a alimentazione 5V/3.3V) display
- modem 2G/4G

tali componenti nel caso non siano parte integrante del datalogger dovranno comunque avere le stesse o migliori condizioni relative a:

- certificazioni
- garanzie
- reperibilità parti di ricambio

Tali eventuali componenti esterne non sono soggette alle condizioni dell'Open Source Hardware, ma dovranno disporre di interfacce elettriche e software ben documentate tale che si possa scrivere il software open source che consente al dispositivo di funzionare correttamente e di svolgere le sue funzioni essenziali. Per esempio, questo può includere la documentazione di

protocolli di comunicazione con descrizione delle interfacce elettriche, l'uso di diagrammi dettagliati della temporizzazione del segnale o pseudocodice per illustrare chiaramente l'interfaccia in funzione.

7.3.1.2 Marcatura CE

Il datalogger dovrà essere fornito con marcatura CE. La dichiarazione di conformità relativa al datalogger dovrà garantire la conformità ai requisiti di sicurezza e salute, previsti dalle direttive o regolamenti comunitari pertinenti.

La marcatura e le prove di immunità elettromagnetica dovranno essere relative all'ambiente di classe B (ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera) dove la normativa non richieda diversamente e/o Direttiva RED dove richiesto.

Il relativo fascicolo tecnico completo di tutte le sue parti quali:

- Descrizione dei prodotti
- Schema di progettazione, disegni, circuiti elettrici e schemi dei circuiti (se elettrici), schemi dei componenti, sottoinsiemi, elenco delle parti, eccetera
- Elenco delle normative applicate integralmente o in parte
- Test e procedure di controllo qualità (da svolgere in sede o da parte di società terze)
- Verbali di prova e registri del controllo qualità
- Marcatura ed etichettatura delle copie
- Copie delle istruzioni per l'uso

dovrà essere messo a disposizione del committente in formato elettronico e utilizzabile secondo le stesse condizioni di licenza CERN-OHL-S v2 indicate precedentemente.

7.3.1.3 Protezione elettrica

Dovrà essere realizzato un sistema a bassissima tensione di sicurezza SELV.

Nello specifico il polo negativo dell'alimentazione non dovrà essere collegato a terra o a altre componenti metalliche della struttura di supporto.

7.3.1.4 Accorpamento moduli

La realizzazione del datalogger potrà prevedere, se funzionale, l'accorpamento di alcuni dei seguenti moduli riducendo, ove ritenuto necessario, il loro numero complessivo:

- modulo I²C-TH
- modulo I²C-RAIN
- modulo I²C-RADIATION
- modulo I²C-WINDSONIC
- modulo I²C-LEAFWETNESS
- modulo I²C-POWER (solo per le funzioni di monitoraggio batteria, non relative a regolazione di carica etc.)

Le funzionalità complessive dovranno comunque rimanere le stesse. Ogni ristrutturazione del codice sorgente necessaria a questo eventuale accorpamento dovrà seguire le stesse regole per lo sviluppo delle altre parti di software.

7.3.1.5 BUS I²C principale

Il BUS I²C dovrà supportare la modalità multimaster e quindi la gestione dell'arbitraggio nell'accesso al BUS oltre alla funzionalità Clock Stretching. Il bus I²C dovrà funzionare a 3.3V ed essere protetto da ESD; eventuali dispositivi da connettere al bus con differenti caratteristiche elettriche dovranno essere dotati di opportuni adattatori. L'ottimale funzionamento del BUS I²C dipende dalla capacità complessiva presente sulle linee SDA e SCL e dalle relative resistenze di pull up; per ogni configurazione è quindi opportuno utilizzare opportuni valori per le resistenze di pull up. La valutazione dovrà essere effettuata tramite uno dei seguenti metodi:

- calcolo teorico delle capacità del BUS I²C e stima del miglior valore delle resistenze;
- misura sperimentale della capacità del BUS I²C e stima del miglior valore delle resistenze;
- valutazione con metodologia sperimentale con opportuna strumentazione del miglior valore delle resistenze.

Il metodo adottato dovrà essere opportunamente documentato.

La comunicazione I²C tra i moduli dovrà essere opportunamente protetta da errori tramite CRC sui pacchetti inviati e gestione degli errori tramite esecuzione di ripetuti tentativi di trasmissione.

Anche la comunicazione su I²C con l'eventuale sensoristica dove possibile dovrà essere protetta da CRC. Dove l'aggiunta di un CRC non sia possibile (comunicazione con sensori con protocollo di comunicazione definito in fabbrica senza CRC) dovrà essere realizzata una comunicazione ridondata (doppio invio della stessa informazione) e verificata la concordanza dell'informazione.

7.3.1.6 BUS I²C di servizio

Se ritenuto utile alla funzionalità del datalogger per l'hardware di servizio quale:

- display
- encoder
- monitoraggio batteria
- sensori di servizio

sarà possibile utilizzare un secondo BUS I²C dedicato a tali servizi.

7.3.1.7 Comunicazione radio

Oltre alla comunicazione radio 2G supportata nella versione di Stima V3 dovrà essere aggiunto il supporto allo standard 4G con tutte le eventuali modifiche all'hardware necessarie.

7.3.1.8 Display e encoder

Il display dovrà essere di tipo OLED o LCD; la risoluzione dovrà essere non inferiore a 128x128 pixel e interfaccia di comunicazione I²C.

L'encoder dovrà essere di tipo a quadratura rotativo incrementale con pulsante.

7.3.1.9 Microcontrollori

Rispetto alle versioni precedenti è richiesto lo sviluppo di una scheda con microcontrollore STM32 della STMicroelectronics. I microcontrollori STM32 sono proposti da Arpae per le loro prestazioni, la loro compatibilità con l'IDE e framework di sviluppo e le relative librerie a supporto, e perchè supportate ufficialmente dal sistema operativo FreeRTOS. Su tali microcontrollori sono disponibili librerie a supporto per gli usi specifici richiesti, testati in campo da Arpae.

La scelta dello specifico microcontrollore potrà essere fatta tra le seguenti categorie

- **Cortex-M3**
- **Cortex-M4**
- **Cortex-M7**
- **Cortex-M33**

La scelta del microcontrollore dovrà essere guidata dalle necessità di memoria, capacità di calcolo risparmio energetico e periferiche necessarie.

In particolare il microcontrollore scelto con installato il firmware operativo Stima v4 dovrà avere inutilizzate e quindi disponibili a funzionalità evolutive:

- il 30% della FLASH di programma
- il 30% della memoria SRAM intesa come la possibilità di aggiungere un task che occupa il 30% della memoria SRAM senza compromettere le funzionalità del datalogger
- il 30% delle capacità di esecuzione del programma intese come la possibilità di aggiungere un task che occupa il 30% del tempo di esecuzione a alta priorità del programma senza compromettere le funzionalità del datalogger

Inoltre la scelta della MCU e delle interfacce hardware dovrà rendere possibile l'esecuzione in modalità debug e quindi anche il caricamento del firmware compilato in modalità debug con l'opzione -Og del compilatore.

7.3.1.10 Real time clock (RTC)

Dovrà essere presente integrato nella MCU o no un real time clock (RTC) locale con sincronizzazione periodica da una fonte autorevole esterna.

Sarà opzionale l'utilizzo di un super condensatore per alimentazione in tampone dell'RTC.

7.3.1.11 Memoria permanente estraibile

La memoria deve permettere l'archiviazione di almeno 400 giorni di dati, in riferimento alla configurazione massima (massimo numero di sensori, massima frequenza di invio dei dati) prevista per le stazioni di misura dal presente capitolato.

Nello specifico:

- sensori temperatura, umidità, precipitazione, vento, radiazione e umidità del suolo
- modalità di funzionamento "campionamento" e report ogni 15'

7.3.1.12 Convertitori analogico digitale

I sensori di temperatura, umidità e vento dovranno essere di tipo digitale e quindi dove necessario avere il convertitore analogico digitale integrato nel sensore stesso.

Dove necessario nel resto della sensoristica dovranno essere implementati convertitori analogico digitale adatti alla sensoristica proposta. Nello specifico:

- Sensore di radiazione: conversione analogico digitale; il convertitore analogico digitale dovrà essere adatto a risolvere la sensibilità dello strumento di $1W/m^2$
- Sensori umidità del suolo: conversione analogico digitale; il convertitore analogico digitale dovrà essere adatto a risolvere la sensibilità dello strumento di 1% di VWC. Dovrà essere possibile il collegamento di 3 sensori contemporaneamente per ogni modulo

7.3.1.13 Trasporto TCP/IP

Il trasporto TCP/IP ethernet dovrà essere di fatto solo una predisposizione, ossia l'implementazione hardware non dovrà essere oggetto di marcatura CE e l'hardware per tale trasporto non sarà oggetto di fornitura ma solo oggetto delle prove di conformità a termine del presente modulo. Dovrà essere quindi possibile la connessione con il controller ethernet solo durante tali prove.

Caratteristiche richieste:

- Connection speed: 10/100Mb
- Connessione tramite porta SPI
- Supporto per uno dei seguenti chip 10Base-T Ethernet Controller:
 - W5500
 - ENC28J60

7.3.1.14 Logo Stima

Su ogni circuito stampato (dove le dimensioni lo permettano) dovrà essere serigrafato il logo Stima (https://github.com/r-map/rmap/blob/master/doc/logo_stima.svg) e la dicitura "<http://rmap.cc>".

Similmente all'esterno del datalogger dovrà essere apposto lo stesso logo e la stessa dicitura anche con semplici sistemi adesivi.

Condizione opzionale sottoposta a punteggio nella griglia tecnica: punto 2.3.1

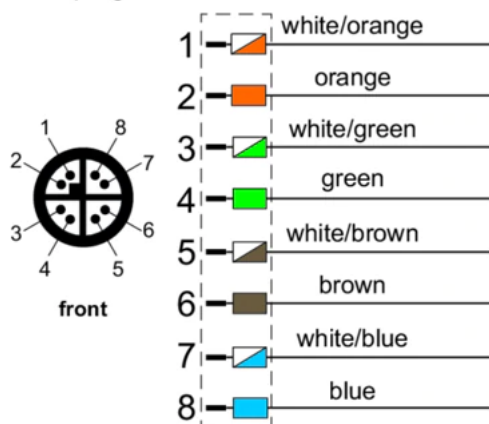
Opzione 2-channel multipoint differential I²C-bus Extender con hot-swap logic

Per il collegamento di sensoristica all'esterno del datalogger è possibile utilizzare un I²C bus extender con linea bilanciata e possibilità di collegamento a "caldo"; questo renderebbe il collegamento più stabile e resistente a disturbi elettrici portando le distanze massime tra datalogger e sensori oltre la decina di metri. A titolo di esempio riportiamo la possibilità di utilizzare il circuito integrato della NXP PCA9615. In questo tipo realizzazione sarà quindi necessario un adattatore linea bilanciata/linea sbilanciata a ogni estremo della linea bilanciata.

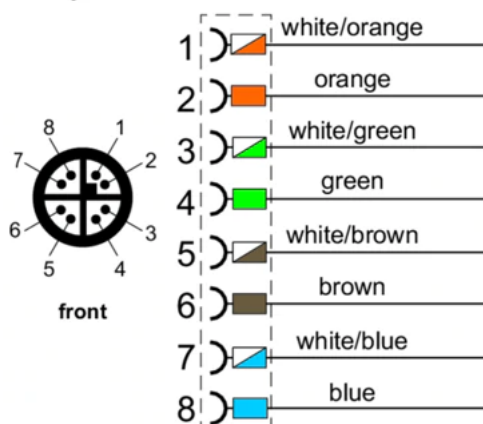
Come ulteriore opzione connessa all'utilizzo dell'I²C-bus Extender sarà possibile connettere i moduli I²C-TH, I²C-RAIN, I²C-RADIATION, I²C-WINDSONIC, I²C-LEAFWETNESS, I²C-POWER con questa modalità quando si voglia posizionare tali moduli all'esterno della scatola stazione e in prossimità dei relativi sensori.

Per il collegamento dei dispositivi tramite I²C bus extender alla scatola stazione non potrà essere utilizzato un passacavo, ma un connettore standard circular M12 8 vie X-coded IP67 oppure un connettore rj45 versione da esterno IP67 entrambi connessi a cavo ethernet 8 poli.

M12 plug



M12 jack



M12 Circuit

number	Function	Note
1	DSCLP (SCL)	Twisted DSCLM
2	DSCLM (SCL)	Twisted DSCLP
3	DSDAP (SDA)	Twisted DSDAM
4	DSDAM (SDA)	Twisted DSDAP
5,6	Bus power supply +	12 V nominal.
7,8	Bus power supply -	

RJ45 Circuit

number	Function	Note
1	DSCLP (SCL)	Twisted DSCLM
2	DSCLM (SCL)	Twisted DSCLP
3	DSDAP (SDA)	Twisted DSDAM
6	DSDAM (SDA)	Twisted DSDAP
4,5	Bus power supply +	12 V nominal.
7,8	Bus power supply -	

Fornendo questa opzione il progetto tecnico della stazione dovrà tenere in conto i necessari dimensionamenti della sezione alimentazione dovuti ai differenti consumi del BUS.

Condizione opzionale sottoposta a punteggio nella griglia tecnica: punto 2.3.1

7.3.1.15 Opzioni CAN-bus

Il CAN-bus nella stazione Stima v4 è una possibile evoluzione relativa al bus I²C.

E' possibile implementare CAN-bus a differenti livelli.

A livello hardware:

1. implementare un modulo di ponte tra I²C e CAN-bus permettendo così l'estensione del bus dove siano necessarie distanze superiori della sensoristica e maggiore reiezione ai disturbi elettrici
2. sostituire l'intero bus I²C utilizzato per la comunicazione tra moduli e sensori con CAN-bus aumentando la robustezza del sistema, la resistenza a guasti e l'autodiagnosi del sistema.

Per il collegamento del CAN-bus alla scatola stazione non potrà essere utilizzato un passacavo, ma un connettore standard circular M8 B-coded 5-circuit IP67.

La scatola stazione sarà equipaggiata con il connettore maschio da pannello, mentre il cavo sarà dotato con la spina femmina in entrambe le terminazioni. Non confondere i connettori M8 A-coded e B-coded che non sono compatibili tra loro.

Lo standard CAN physical layer che dovrà essere adottato su questo connettore è ISO 11898-2, conosciuto anche come high-speed CAN.

I dispositivi che forniscono l'alimentazione al bus dovranno fornire una tensione nel campo 11.0-30.0 V sulla linea di alimentazione con 12 V nominali. La corrente massima disponibile dovrà essere di 3A max per connettore.

I dispositivi alimentati dal bus dovranno funzionare con un'alimentazione nel campo 7.0—30.0 V sulla linea del bus. La corrente massima raccomandata prelevata dal bus è di 500 mA per dispositivo.

La tabella qui sotto documenta lo schema di collegamento per il connettore di tipo M8. Lo schema indicato è compatibile con le specifiche CiA 103 (CANopen). Da notare che i cavi CAN High e CAN Low dovranno essere "a twisted pair".

Circuit

number	Function	Note
1	Bus power supply +	12 V nominali
2	CAN Shield	Optional.
3	CAN High	Twisted with CAN Low (pin 4).
4	CAN Low	Twisted with CAN High (pin 3).
5	Bus power supply -	

Fornendo questa opzione il progetto tecnico della stazione dovrà tenere in conto i necessari dimensionamenti della sezione alimentazione dovuti ai differenti consumi del CAN-bus e delle differenti tensioni che devono essere rese disponibili.

7.3.2 Sviluppo software

Lo sviluppo del software dovrà essere possibile su differenti piattaforme. Nello specifico la compilazione e upload dei firmware dovrà essere possibile sui seguenti sistemi operativi:

- GNU/Linux nelle distribuzioni Centos e Fedora nelle ultime versioni stabili al momento della consegna
- Windows 10

7.3.2.1 Toolchain

La compilazione del codice sorgente dovrà utilizzare GNU toolchain e nello specifico GCC, the GNU Compiler Collection. Il codice sviluppato dovrà essere in C++.

7.3.2.2 Piattaforma di sviluppo

Dovrà essere utilizzata Platformio <https://platformio.org/>

7.3.2.3 IDE

Come ambiente di sviluppo integrato (in lingua inglese: Integrated Development Environment, ovvero IDE) dove e se necessario potranno essere utilizzati i seguenti:

- Atom <https://atom.io/>
- Visual Studio Code <https://code.visualstudio.com/>

7.3.2.4 RTOS

Il firmware del modulo master dovrà essere riscritto in modalità RTOS utilizzando FreeRTOS, un framework a codice aperto e portabile. La versione utilizzata di FreeRTOS dovrà essere la 10 o superiore.

La modalità dello scheduler dovrà essere preemptive.

Ogni risorsa dovrà essere gestita con gli appositi strumenti di FreeRTOS per l'accesso concorrente quali ad esempio mutex.

Lo scambio di messaggi dovrà essere realizzato con le code e sempre con gli strumenti di FreeRTOS dovranno essere gestiti gli stati dell'applicazione necessari per gestire i task.

Dovrà essere implementata la modalità FreeRTOS tickless idle mode per il risparmio energetico.

L'applicazione RTOS dovrà essere scritta in C++ usando un wrapper C++ che incapsula le funzionalità di FreeRTOS utilizzando comunque FreeRTOS. Questo wrapper dovrà essere utilizzato dove possibile accedendo alle funzioni C di FreeRTOS solo dove questo sia necessario.

Il wrapper C++ dovrà essere quello sviluppato da Michael Becker:

<https://michaelbecker.github.io/freertos-addons/>

<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/arduino/sketchbook/libraries/freertos-cpp>

<https://michaelbecker.github.io/freertos-addons/cppdocs/html/annotated.html>

Ogni classe C++ rappresentante un task dovrà rendere esplicite le risorse utilizzate da quel task passando tali risorse come parametri al costruttore del task evitando la definizione di variabili globali.

Similarmente le librerie utilizzate dovranno essere impostate come segue:

- A. libreria C++ senza gestione dell'accesso concorrente; esempio a
<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/logging>
<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/sensordriver>
- B. estensione della libreria al punto A con gestione dell'accesso concorrente; esempio a
https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/freertos_logging
https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/freertos_sensordriver

questo permetterà di costruire unit test della libreria con API simili per accesso concorrente e non.

7.3.3 Piattaforme di terze parti per lo sviluppo

Per lo sviluppo del software dovrà essere utilizzata la piattaforma GITHUB <https://github.com/>

A tale scopo dovrà essere utilizzata l'organizzazione r-map e integrando lo sviluppo nel repository rmap.

Lo sviluppo dovrà essere quindi fatto utilizzando git; in presenza di sviluppo commit e pull request dovranno essere giornalieri e al massimo settimanali in modo da poter monitorare in continuo le fasi di sviluppo. Per lo stato avanzamento lavori farà fede esclusivamente il repository git pubblico. Per la segnalazione di problemi e il tracciamento delle soluzioni dovrà essere utilizzato il sistema di ticket integrato nella piattaforma. Anche per il rilascio delle versioni e la loro numerazione dovrà essere utilizzato il sistema di tag integrato in git.

7.3.4 Documentazione

Il codice prodotto dovrà essere documentato in linea tramite il sistema Doxygen <https://www.doxygen.nl/index.html>.

La documentazione con Doxygen deve contenere i commenti provenienti dal codice, in cui ogni modulo, classe e metodo deve essere opportunamente documentato mediante una breve descrizione del modulo/classe/metodo e dei suoi parametri.

Inoltre dovrà essere fornito tramite il sistema Sphinx <https://www.sphinx-doc.org>:

- manuale per la realizzazione hardware della stazione, con elenco materiali e istruzioni di assemblaggio
- manuale configurazione e compilazione dei firmware
- manuale configurazione run time della stazione
- manuale messa in opera della stazione
- manuale d'uso

7.3.5 Unit testing

Unit Testing consente di separare ogni parte del firmware / programma e di verificare che le singole parti funzionino correttamente. Utilizzando PlatformIO Unit Testing Solution è possibile eseguire gli stessi test sulla macchina host locale (nativa) o su più dispositivi / schede embedded locali (connesse alla macchina host locale). Durante i test, PlatformIO crea il firmware sulla macchina host, lo carica in un dispositivo di destinazione, avvia i test e raccoglie i risultati dei test in rapporti di test. Le informazioni finali verranno mostrate sul lato host con output informativo e statistica.

E' richiesta quindi la predisposizione di un test per ogni funzione, ogni componente, ogni libreria e ogni task facente parte del firmware.

E' disponibile un esempio:

https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/freertos_logging/test

7.3.6 Logging

E' richiesta l'implementazione di un sistema di logging che implementi differenti livelli di priorità dei log. E' richiesta la possibilità di attivare il logging su porta seriale e/o attivarlo con scrittura completa di timestamp su scheda SDcard.

7.3.7 BootLoader

Il bootloader dovrà permettere il caricamento/aggiornamento del firmware secondo le seguenti tecnologie:

- collegamento del datalogger tramite cavo a un PC e utilizzo di una metodologia prevista da platformio
- inserimento nel datalogger/modulo di una SDcard contenente il firmware in formato srec (Motorola S-record)

Queste metodologie dovranno essere implementate in tutti i moduli della stazione Stima.

7.3.8 Aggiornamento del firmware

Ogni firmware dovrà essere caratterizzato da una specifica versione.

L'aggiornamento del firmware del modulo master dovrà essere possibile anche da remoto. Periodicamente la disponibilità di un nuovo firmware sul server dovrà essere verificata e se disponibile una nuova versione questa dovrà essere scaricata e salvata su SDcard. L'aggiornamento del firmware vero e proprio dovrà essere attivato tramite esecuzione un una apposita RPC comandata da remoto (rpc reboot con specifico parametro).

Ogni firmware risulterà caratterizzato da una versione, tramite la quale verificare la necessità di aggiornamento.

Tale aggiornamento dovrà essere effettuato tramite protocollo http e via comunicazione radio GSM/GPRS, secondo le seguenti fasi:

- download del firmware e verifica di integrità
- attivazione del firmware tramite RPC
- riavvio del datalogger con aggiornamento del firmware tramite bootloader

Le versioni del firmware utilizzato dovranno essere comunicate al server come dati costanti di stazione tramite MQTT e le specifiche di comunicazione RMAP alla connessione MQTT https://doc.rmap.cc/rmap_rfc/rfc.html#stato-della-connessione con un codice variabile apposito.

Dovrà essere possibile gestire almeno due linee di sviluppo del firmware, una di test e una di produzione e attribuire una stazione a uno di questi due rami.

7.3.9 Configurazione

7.3.9.1 Configurazione tramite JSONRPC

Questo metodo di configurazione prevede che la stazione venga configurata tramite una serie di jsonrpc come descritto a https://doc.rmap.cc/rmap_rfc/rfc.html#remote-procedure-supportate

7.3.9.2 Configurazione tramite JSON e http

Questo metodo di configurazione prevede che la stazione venga configurata tramite una richiesta http al server e la relativa risposta in formato json.

La URL della richiesta http dovrà essere composta tramite due informazioni salvate in modo persistente sulla stazione:

- username
- slug della stazione

queste due informazioni dovranno essere impostate da configurazione tramite JSONRPC.

Un esempio di risposta json è descritto in [ALLEGATO H](#).

7.3.9.3 Configurazione tramite SDcard

Questo metodo di configurazione prevede che la stazione venga configurata tramite un file residente su SDcard in formato json.

Il contenuto del file sarà simile a quello fornito dal server nella modalità di configurazione http ma comprenderà username e slug della stazione.

7.3.10 Modalità di funzionamento

- modalità passiva: il datalogger esegue solo le Remote Procedure Call a richiesta; questa modalità è utilizzabile solo con la modalità di elaborazione “campionamento”.
- modalità attiva: il datalogger provvede in modo autonomo alla elaborazione e invio dei dati al broker

7.3.11 Modalità elaborazione

Il datalogger dovrà essere configurabile per due modalità di elaborazione quando è in modalità di funzionamento “attiva”:

- modalità campionamento: la connessione mqtt è permanente e i dati campionati vengono inviati in continuo al broker; i dati inviati sono di livello I (vedi specifiche RMAP)
- modalità report: i campionamenti sono acquisiti dai moduli specializzati e in loco vengono elaborati dei “riassuntivi” (report) che poi a intervalli regolari vengono inviati al broker. La connessione mqtt è intermittente e permette risparmio energetico. I report sono fasati con lo scoccare delle ore e sincroni.

La frequenza dell'elaborazione e invio del report dovrà essere possibile nel range 10 minuti - 3 ore.

7.3.12 Trasporto

Il datalogger dovrà supportare differenti modalità di trasporto dei dati:

- trasporto TCP/IP su rete 2G e 4G
- trasporto su porta seriale/usb (solo modalità passiva)
- trasporto TCP/IP ethernet

7.3.13 Implementazione delle chiamate per l'esecuzione di procedure da remoto (RPC)

Dovranno essere implementate alcune RPC (remote procedure call) secondo le specifiche RMAP:

- config: configura la stazione.
- recovery: richiede il re-invio dei dati non trasmessi al server
- resend: richiede il re-invio dei dati non trasmessi al server da una data iniziale a una data finale; l'invio dei dati avverrà in modalità standard su MQTT
- send: richiede invio dell'ultimo dato (osservazione) disponibile indipendentemente dal periodo impostato per il report (non per tutte le osservazioni sarà possibile farlo). Per ultimo dato disponibile si intende relativamente all'ultima misura effettuata o effettuabile. (specifiche da definire)
- psend: richiede invio dell'ultimo dato (osservazione) disponibile indipendentemente dal periodo impostato per il report periodicamente a un intervallo specificato (non per tutte le osservazioni sarà possibile farlo). *Le specifiche di dettaglio saranno definite in accordo con il committente.*
- reboot: richiede il riavvio della stazione con eventuale aggiornamento del firmware da SDcard
- pinout: modalità attuatore che cambia stato a uno o più pin relativi ad attuatori on/off
- update: richiesta aggiornamento firmware (*specifiche da definire*)
- prepare: richiede l'attivazione di un sensore e inizio misurazione
- getjson: richiede i valori delle misure; necessita una precedente rpc "prepare"
- prepandget: prepara il sensore per le misure e dopo opportuna attesa restituisce i valori delle misure.

Queste RPC dovranno poter essere eseguite su differenti trasporti:

- 2G/4G con protocollo MQTT (vedi specifiche RMAP)
https://doc.rmap.cc/rmap_rfc/rfc.html#remote-procedure-over-mqtt
- porta seriale/usb
- TCP/IP su ethernet

7.3.14 Libreria driver sensori

La gestione dei sensori dovrà avvenire tramite la libreria di driver per sensori Sensordriver

https://doc.rmap.cc/stima_v3/development_guide/development_guide.html#sensordriver

La libreria dovrà implementare i seguenti metodi:

- create
- setup
- prepare
- get
- getJson

Dovranno essere supportati i sensori già supportati dall'attuale libreria sia nella versione di Stima V2 sia che in quella di Stima V3:

- Texas Instruments TMP102
- Analog Devices ADT 7420

- Honeywell HIH6100
- Sensirion SHT85
- Innovative Sensor Technology HYT 271 / HYT 939
- Silicon Labs Si7021
- BOSCH BMP085/BMP180
- SDS011
- SGX Sensortech Limited MICS-4514 (tramite apposito modulo Stima)
- Sensirion SCD30
- Sensirion Particulate Matter Sensor SPS30
- Honeywell HPM
- Plantower PMS5003
- vento direzione e intensità Davis (tramite apposito modulo Stima)
- vento direzione e intensità Inspeed (tramite apposito modulo Stima)
- vento direzione e intensità windsonic Gill (tramite apposito modulo Stima)
- pluviometro a bascula Digiteco (tramite apposito modulo Stima)
- pluviometro a bascula Davis (tramite apposito modulo Stima)
- bagnatura fogliare tramite apposito modulo Stima V3 stima-leafwetness

La libreria, dove l'offerente l'abbia previsto nella sua offerta sensoristica con sistemi di autodiagnosi, dovrà gestire l'acquisizione di un attributo di qualità del dato derivato dal sistema di autodiagnosi del sensore.

7.3.15 Gestione della connessione MQTT:

Per ovviare alla possibilità di un numero eccessivo di connessioni simultanee sul server, dovrà essere aggiunta la capacità di ritardare la connessione MQTT per un tempo casuale fino a un massimo prestabilito. Il massimo tempo programmabile di ritardo dovrebbe quindi permettere di far scalare il broker MQTT con un numero elevato di stazioni sincronizzate nell'invio dei report.

7.3.16 Gestione consumi energetici

La gestione dei consumi energetici dovrà prevedere modi di funzionamento differenziati a seconda della carica della batteria che disabilitano gradualmente le funzionalità più energivore e a minore priorità come la comunicazione radio o l'aggiornamento dei firmware, garantendo per il periodo più lungo possibile l'acquisizione dei dati e il loro immagazzinamento.

Il dato sullo stato di carica della batteria dovrà essere utilizzato per modificare il modo di funzionamento del datalogger. Sono previsti almeno 3 livelli di funzionamento con differenti livelli energetici:

- funzionamento a pieno regime: tutte le funzionalità sono attive
- funzionamento a medio regime: le funzionalità accessorie e energivore sono sospese ma la stazione acquisisce e invia i dati regolarmente
- funzionamento ridotto di emergenza: viene mantenuta l'acquisizione dei dati e il salvataggio sulla memoria locale, tutte le altre funzioni energivore possono essere sospese

7.3.17 Monitoraggio funzionamento

Lo stato di funzionamento della stazione e altre informazioni utili di diagnostica dovranno essere messe a disposizione dell'operatore tramite l'encoder e il display.

L'encoder dovrà essere utilizzato per le interazioni con l'operatore per le necessarie operazioni in campo quali la configurazione dello slug stazione, nome utente e password.

Un esempio dell'utilizzo di freertos con la libreria sensordriver e librerie per la gestione dell'encoder e del display è a disposizione a:

https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/freertos_sensordriver_arduinomenu_encoder_display

7.3.18 Modalità manutenzione

Implementazione della modalità "manutenzione" che permetta la verifica in campo con prove campione o per comparazione della strumentazione senza inficiare o perdere misure e quindi la continuità dei dati.

L'interazione con il tecnico manutentore dovrà essere realizzata tramite l'encoder e il display integrato. Anche la visualizzazione in tempo reale dei dati aggiornati dei sensori dovrà essere realizzata tramite il display.

Questa modalità dovrà permettere la lettura in tempo reale delle misure dei sensori e la possibilità di simulare una precipitazione di quantità nota e di verificarne la misura.

Questo dovrà essere realizzato per i sensori di temperatura, umidità e precipitazione.

Il sistema dovrà implementare le seguenti funzionalità:

- visualizzazione delle misure in tempo reale
- impostazione della misura di precipitazione a 0 per l'invio al server qualsiasi misura sia riportata dal pluviometro.

7.3.19 Software per la configurazione dei sensori e moduli

Dovrà essere mantenuto o reimplementato una utilità atta a configurare moduli e sensori.

Alla URL https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/stima_v3/sensor_config/src si mette a disposizione l'attuale utilità.

Tale utilità dovrà permettere la configurazione degli indirizzi dei sensori e dei moduli sul bus di comunicazione per permettere la coesistenza di più sensori e più moduli dello stesso tipo sullo stesso bus e di tutti altri ulteriori parametri di configurazione dei sensori e moduli opportuni per il loro corretto funzionamento.

7.3.20 Software per la lettura dei dati su SDcard

Se il formato di scrittura dei dati su scheda SDcard sarà modificato rispetto ai formati utilizzati dal Stima V2 e Stima V3, il tool esistente che rilegge i dati dovrà essere adattato al nuovo formato dati.

Tale software dovrà permettere la pubblicazione dei dati su broker MQTT o la conversione in uno dei formati contemplati dalle specifiche RMAP. Fare riferimento a:

<https://github.com/r-map/rmap/blob/master/mqtt2bufr/mqtt2bufr.py>

7.3.21 Watchdog

Ogni modulo dovrà avere un watchdog o "temporizzazione di supervisione", ossia un sistema di temporizzazione hardware che permette alla CPU la rilevazione di un loop infinito di programma o di una situazione di deadlock o altre situazioni di stallo dovute a hardware o software.

Tale sistema dovrà essere realizzato monitorando la corretta funzionalità dei task fondamentali per le funzionalità del datalogger.

7.3.22 Funzioni e elaborazioni effettuate dai moduli

7.3.22.1 Modulo master

Funzioni:

- gestione di un real time clock (RTC) locale con sincronizzazione periodica da una fonte autorevole esterna
- gestione delle remote procedure call come da specifiche RMAP
- i parametri di configurazione dovranno essere salvati su EEPROM e utilizzati per il corretto funzionamento del datalogger
- acquisizione dei campionamenti/osservazioni da sensori che comunicano I²C o da altri moduli
- memorizzazione dei dati in locale su supporto SD card
- invio dei dati secondo le specifiche RMAP al server tramite protocollo MQTT

7.3.22.2 Modulo I²C-TH (temperatura e umidità)

Funzioni:

- funzionamento in continuo (modalità report) o one shot (campionamento)
- configurazione indirizzo I2C
- salvataggio su eeprom dei parametri di configurazione
- campionamento sensore con cadenza pari o inferiore alla costante di tempo del sensore

Elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II :

- medie ogni 60 secondi

Elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report :

- valore istantaneo (ultima osservazione)
- valore minimo nel periodo
- valore medio nel periodo
- valore massimo nel periodo

Oltre al sensore proposto per la presente commessa dovranno essere supportati i seguenti sensori:

- Texas Instruments TMP102
- Analog Devices ADT 7420
- Honeywell HIH6100
- Sensirion SHT85
- Innovative Sensor Technology HYT 271 / HYT 939
- Silicon Labs Si7021
- Modulo I2C-TH di stima versione 2 in modalità “one shot” per verifica di conformità (tramite libreria SensorDriver)

7.3.22.3 Modulo I²C-RAIN (precipitazione)

Funzioni:

- funzionamento in continuo (modalità report) o one shot (campionamento)
- configurazione indirizzo I2C
- salvataggio su eeprom dei parametri di configurazione
- dovrà essere implementata la gestione atomica (transazioni) delle operazioni di lettura dei dati e reset dei contatori.

Elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II :

il calcolo delle intensità di precipitazione dovrà seguire il seguente procedimento

- calcolo delle precipitazioni a intervalli di 60”
- calcolo del valore massimo delle precipitazioni a intervalli di 60”
- calcolo del valore massimo dei valori di precipitazione a intervalli di 60” con finestra mobile di 300” a passi di 60”

Elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report:

- cumulata nell’intervallo del report
- valore massimo nel periodo dell’intensità di precipitazione in 60 secondi
- valore massimo dell’intensità di precipitazione in 300 secondi

Oltre al sensore proposto per la presente commessa dovranno essere supportati i seguenti sensori:

- pluviometro a bascula Digiteco; durata di un impulso (tempo chiusura contatto): 50 ms; tempo rimbalzo: 0,8 ms
- pluviometro a bascula Davis Stand Alone Rain Collectors 6464 & 6466
- simulatore di pluviometro per verifica di conformità

7.3.22.5 Modulo I²C-WINDSONIC (vento)

Funzioni:

- funzionamento in continuo (modalità report) o one shot (campionamento)
- configurazione indirizzo I2C
- salvataggio su eeprom dei parametri di configurazione

- campionamento sensore con cadenza pari o inferiore alla costante di tempo del sensore: indicativamente 1s, se campionamenti più frequenti comportano un dispendio di energia questi non sono ritenuti necessari

Elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II

- vento intensità e direzione: media vettoriale sui campionamenti in 10 minuti
- raffica lunga (long gust): intensità e direzione della media vettoriale trascinata su 60 secondi dei campionamenti

Valori speciali

	Velocità	Direzione
No osservazione	Mancante	Mancante
Calma	0	0
Osservazione normale	> 0	1°–360°
Solo velocità	> 0	Mancante
Solo direzione	Mancante	1°–360°
Leggero e variabile	> 0	0

Calma: viene considerata calma di vento quando l'intensità del vento è inferiore alla sensibilità dello strumento

Elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report:

- vento intensità e direzione valore istantaneo: (media vettoriale degli ultimi 10 minuti)
- massimo della raffica direzione e intensità: direzione e intensità del massimo dei campionamenti della velocità sull'intervallo del report
- massimo raffica lunga direzione e intensità: valore massimo della raffica lunga sull'intervallo del report
- valore medio scalare intensità: media scalare dell'intensità dei campionamenti sull'intervallo del report
- valore vento medio vettoriale intensità e direzione: media vettoriale dei campionamenti sull'intervallo del report
- frequenza per classi di intensità dei campionamenti: inferiore a 1.0 m/s e altre 5 classi con limiti 2, 4, 7, 10 (m/s)

Si tenga in conto che le direzioni sono un angolo giro e quindi viene richiesta una appropriata metodologia:

https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3177, paragrafo 5.8.1 che propone come soluzione alla discontinuità della direzione del vento tra 0° and 360° l'utilizzo di un algoritmo che rende campionamenti successivi continui addizionando o sottraendo 360° quando necessario.

Oltre al sensore proposto per la presente commessa dovranno essere supportati i seguenti sensori:

- Gill Windsonic Wind Speed & Direction Sensor
- Inspeed Version II Hall Sensor Anemometer
- Davis anemometer for Vantage Pro2™ & EnviroMonitor

- Modulo I2C-WINDSONIC di stima versione 2 in modalità “one shot” per verifica di conformità (tramite libreria SensorDriver)

7.3.22.6 MODULO I²C-RADIATION (radiazione)

Funzioni:

- funzionamento in continuo (modalità report) o one shot (campionamento)
- configurazione indirizzo I2C
- salvataggio su eeprom dei parametri di configurazione
- acquisizione dei campionamenti dal sensore della radiazione; il periodo di campionamento dovrà essere ≤ 30 secondi.

Elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)

- nessuno

Elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report:

- valore medio nel periodo

Oltre al sensore proposto per la presente commessa dovranno essere supportati i seguenti sensori:

- Deltaohm LPPYRA02AV 0-5V

7.3.22.7 MODULO I²C-SOIL-MOISTURE

Funzioni:

- funzionamento in continuo (modalità report) o one shot (campionamento) (di fatto identiche)
- configurazione indirizzo I2C
- configurazione parametri di calibrazione (scale e offset) con valori di default: scale = $4.94 \cdot 10^{-4}$; offset = -0.554
- salvataggio su eeprom dei parametri di configurazione
- acquisizione dei campionamenti dai 3 sensori di umidità del suolo
- calcolo dei tre volume water content (VWC) $\Theta = \text{scale} \cdot \text{mV} + \text{offset}$

Elaborazione dei campionamenti per passare da level I a level II (da campionamenti a osservazione)

- nessuno

Elaborazioni statistiche utili per la composizione di un report:

- solo valore istantaneo (nessuna elaborazione)

Dovrà essere supportato il seguente sensore:

- GS1 Decagon

7.3.22.8 MODULO I²C-LEAFWETNESS

Per la misura della bagnatura fogliare non è richiesto nessun sviluppo hardware e nessuna installazione ma solo la compatibilità software con il preesistente modulo MODULO I²C-LEAFWETNESS della versione STima V3.

Condizione opzionale sottoposta a punteggio nella griglia tecnica : punto 2.3.1

7.3.23 Opzione CAN-bus

Sviluppare la comunicazione CAN-bus senza una particolare standardizzazione a livello applicativo con una implementazione definita sulle specifiche esigenze del progetto.

Condizione opzionale sottoposta a punteggio nella griglia tecnica: punto 2.3.1

7.3.24 Opzione UAVCAN V1

Sviluppare la comunicazione CAN-bus basandosi sulle specifiche UAVCAN V1 beta o successive https://uavcan.org/specification/UAVCAN_Specification_v1.0-beta.pdf

Nello specifico:

- Data structures: messages o services
- Data type: regulated data type definitions o private definitions
- Port: regulated fixed identifiers o unregulated port identifiers o regulated identifiers of the standard data types
- Nodes: non plug-and-play nodes o plug-and-play nodes

Per lo sviluppo del software dovrà essere utilizzata la libreria Libcanard:

<https://github.com/UAVCAN/libcanard>

o in alternativa [Libuavcan](https://github.com/UAVCAN/libuavcan) se disponibile:

<https://github.com/UAVCAN/libuavcan>

Un semplice esempio è disponibile a:

<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/uavcan-v1>

Per il trasferimento file (trasferimento del firmware a tutti i moduli per l'aggiornamento opzionale di tutti i firmware) utilizzare standard file transfer service basato sui tipi definiti dal namespace [uavcan.file.* 1](https://github.com/UAVCAN/public_regulated_data_types/tree/master/uavcan/file).

documentato a:

https://github.com/UAVCAN/public_regulated_data_types/tree/master/uavcan/file

7.4 Attestazione di conformità modulo

Per ottenere attestazione di conformità per questo modulo dovranno essere superate una serie di prove da effettuare in laboratorio presso una sede da concordare e in data da concordare. La sede proposta dalla ditta assegnataria per le prove non potrà essere a una distanza superiore i 300 Km dalla sede ARPAE di Viale Silvani 6 Bologna, qualora la distanza sia superiore le spese di trasferta del personale Arpae saranno a carico della ditta aggiudicataria; ARPAE potrà su richiesta mettere a disposizione solo il locale per effettuare le prove.

L'intero sistema per l'effettuazione dei test (materiali, strumentazione, apparecchiature etc.) dovrà essere messo a disposizione dalla ditta assegnataria se non diversamente specificato.

7.4.1 Verifica unit testing

Verrà verificata la corretta esecuzione dei test che come da specifiche dovranno essere presenti per:

- macro funzione dei moduli (task e sottofunzione dei task)
- ogni libreria e ogni funzionalità della libreria utilizzata nel firmware

Questi test potrebbero/dovrebbero prevedere un setting hardware specifico che dovrà essere opportunamente documentato e replicabile

7.4.2 Verifica delle risorse MCU

La verifica della disponibilità di ulteriori risorse durante il funzionamento della stazione avverrà tramite l'aggiunta di un apposito task configurato in modo da poter consumare le seguenti risorse:

- il 30% della memoria SRAM allocato staticamente
- il 30% del tempo di esecuzione del programma eseguito a priorità massima
- il 30% della FLASH di programma.

L'aggiunta di questo task non dovrà compromettere le funzionalità del datalogger (escluse le valutazioni sui consumi energetici).

Dovrà essere inoltre possibile effettuare il debug dell'applicazione e quindi l'esecuzione del programma compilato con l'opzione -Og (senza il sopra citato task di occupazione risorse 30%).

7.4.3 Verifica aggiornamento firmware e RPC

Verranno verificate le modalità di caricamento e aggiornamento del firmware in locale e da remoto. Verranno inoltre testate le remote procedure call come da capitolato in locale e da remoto. ARPAE fornirà il server necessario per i test.

7.4.4 Verifica pubblicazione dati

La stazione verrà messa in funzione con tutta la sensoristica collegata e verranno verificate l'aderenza alle specifiche riguardo a:

- protocollo di comunicazione e autenticazione
- messaggi amministrativi

- metadati e dati pubblicati

7.4.5 Verifica elaborazione dati sensore

7.4.5.1 Sensore temperatura e umidità

Il sensore di temperatura e umidità verrà scollegato e al suo posto collegato il simulatore.

Il firmware sul simulatore sarà:

<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/faketh>

o una sua evoluzione. Con tale simulatore potranno essere testate varie condizioni ed elaborazioni che dovranno correttamente corrispondere alle elaborazioni e dati inviati dalla stazione al server.

7.4.5.2 Sensore precipitazione

Il pluviometro verrà scollegato e al suo posto collegato il simulatore.

Il firmware sul simulatore sarà:

<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/fakeraingauge>

o una sua evoluzione. Con tale simulatore potranno essere testate varie condizioni ed elaborazioni che dovranno correttamente corrispondere alle elaborazioni e dati inviati dalla stazione al server.

7.4.5.3 Sensore vento

L'anemometro verrà scollegato e al suo posto collegato il simulatore.

Il firmware sul simulatore sarà:

<https://github.com/r-map/rmap/tree/master/platformio/test/fakewind>

o una sua evoluzione. Con tale simulatore potranno essere testate varie condizioni ed elaborazioni che dovranno correttamente corrispondere alle elaborazioni e dati inviati dalla stazione al server.

7.4.5.4 Sensore radiazione

Il sensore della radiazione verrà scollegato e al suo posto verrà collegato il simulatore hardware così composto:

- un generatore di tensione di riferimento a 5V con accuratezza iniziale $\leq 0.05\% \pm 1\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
- una serie di resistenze 1kohm, tolleranza $\pm 0,1\%$, coefficiente di Temperatura $\pm 5\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$

Le resistenze andranno a comporre un partitore resistivo variabile che genererà differenti tensioni di riferimento che dovranno corrispondere alle letture effettuate dal datalogger fatti salvi gli errori dovuti al simulatore e quelli previsti per il convertitore AD.

7.4.6 Verifica modalità manutenzione, display e altre operazioni in loco

Verrà testata la modalità manutenzione e le funzionalità del display e dell'encoder per l'interfaccia utente e nello specifico:

- visualizzazione stato di funzionamento della stazione
- configurazione dati di base della stazione (utente password e slug stazione)
- visualizzazione misure correnti
- gestione modalità manutenzione per il pluviometro

7.4.7 Verifica salvataggio dati su SD card

La stazione verrà attivata per un breve periodo con SIM card non inserita; la stazione verrà riattivata con SIM card inserita e i dati memorizzati su SD card dovranno essere trasmessi al server.

L'SD card sarà estratta dal datalogger e i dati dovranno essere correttamente riletti tramite programma dedicato su PC.

7.4.8 Verifica funzionamento in differenti condizioni ambientali

Verranno effettuati alcuni test posizionando il datalogger (antenna per la comunicazione all'esterno) in ambiente refrigerato a -15°C e riscaldato a +40°C verificando la stabilità di funzionamento compresa quella dei convertitori analogico digitale.

7.4.9 Verifica resilienza

Verranno effettuati dei test per verificare la capacità del datalogger a proseguire il proprio funzionamento anche se a funzionalità ridotte in caso di avarie e malfunzionamenti.

A titolo di esempio:

- SDcard: inserimento e rimozione SDcard; SDcard piena; errore in scrittura/lettura SDcard
- rete comunicazione radio: in/disponibilità rete di comunicazione
- distacco e avaria sensori: distacco e riattacco sensori; sensore rotto
- bus I²C/CAN-bus: cortocircuito a positivo/negativo
- alimentazione: simulazione scarica profonda / ricarica batterie
- comunicazione MQTT: cambiamento delle funzionalità broker MQTT: disponibile, non disponibile, connessione rifiutata, autenticazione non valida

Se nell'offerta sono presenti sistemi di autodiagnostica verranno simulate le situazioni in cui l'autodiagnostica dovrebbe attivare una segnalazione e la relativa comunicazione al server.

7.4.10 Verifica consumi

Sarà necessario utilizzare un alimentatore da laboratorio con tensione e limitazione di corrente regolabili. La prova verrà eseguita come segue.

La batteria verrà completamente scaricata. L'alimentatore sostituirà il pannello fotovoltaico e verrà regolato in modo da fornire la potenza di picco del pannello fotovoltaico

La batteria verrà ricaricata quindi per 18 ore.

Al distacco dell'alimentatore dovrà essere verificato:

- funzionamento continuo di una stazione agrometeo base per almeno 7 giorni
- funzionamento continuo di una stazione agrometeo complessa per almeno 5 giorni

in modalità attiva a piene funzionalità con report ogni 15' con tutta la sensoristica collegata e funzionante.

7.4.11 Operazioni finali

Al termine delle operazioni saranno esaminati i risultati delle prove in presenza del personale specialistico dell'Impresa aggiudicataria, che sarà avvisata da Arpae per la data di incontro.

A conclusione del contraddittorio verrà redatto dal DEC il verbale di attestazione di conformità del modulo.

8. Modulo 2

8.1 Stazioni di controllo

Questo modulo ha lo scopo di verificare le funzionalità delle stazioni oggetto della fornitura nelle condizioni operative (in campo) utilizzando la metodologia per confronto. Saranno installate due stazioni agrometeo base e una stazione agrometeo complessa, oggetto della fornitura, in prossimità di altre stazioni già installate e di proprietà di Arpae della stessa tipologia (base o complessa); le misure effettuate dalle tre stazioni verranno comparate con le altre tre stazioni di riferimento, al fine di evidenziare problemi e/o malfunzionamenti.

Per realizzare le procedure di controllo sui dispositivi, sulla strumentazione e su data logger, l'Impresa aggiudicataria dovrà fornire:

- A. una stazione agrometeo complessa dello stesso modello di stazione di misura offerto per la gara, uguale in tutte le caratteristiche costruttive e funzionali, con gli stessi sistemi di trasmissione e di alimentazione offerti per la gara;
- B. due stazioni agrometeo di base dello stesso modello di stazione di misura offerto per la gara, uguali in tutte le caratteristiche costruttive e funzionali, con gli stessi sistemi di trasmissione e di alimentazione offerti per la gara.

Le stazioni fornite saranno poste in luogo vicino (il più possibile) alle stazioni meteorologiche già presenti e facenti parte del sistema di monitoraggio RIRER.

La stazione agrometeo complessa di cui al punto A dovrà essere fornita presso il Centro Meteorologico Operativo di San Pietro Capofiume, Via Idice Abbandonato 20-22, San Pietro Capofiume, Molinella (Bo), e dovrà essere installata a carico dell'Impresa aggiudicataria della fornitura secondo le modalità concordate con Arpae. Solo il palo prova anemometrico di 10 metri è già presente in campo, il resto sarà a carico dell'impresa aggiudicataria.

Le stazioni agrometeo di base di cui al punto B dovranno essere installate in due siti in cui sono presenti stazioni della rete fiduciaria che misurano le stesse grandezze:

1. Bologna UI (Piazza VIII Agosto 26, Bologna)
2. Paderno (Via dei Colli 4-43, Bologna)

Le stazioni dovranno essere installate con tutto l'occorrente a carico dell'Impresa aggiudicataria della fornitura secondo le modalità concordate con Arpae.

Durante il periodo di osservazione il committente e la ditta fornitrice collaboreranno per evidenziare e risolvere eventuali problematiche che si potranno presentare.

L'Impresa aggiudicataria consentirà la disponibilità delle stazioni di controllo, fino all'avvenuto collaudo dell'intera fornitura; a quel punto le stazioni di controllo potranno essere ritirate dall'Impresa a suo totale onere.

Nell'[ALLEGATO B - STAZIONI DI CONTROLLO](#) si riportano alcune foto di descrizione e coordinate dei tre siti sopra indicati.

ARPAE fornirà il server necessario per la pubblicazione dei dati.

8.2 Attestazione di conformità modulo

I dati rilevati nel periodo di osservazione saranno comparati qualitativamente per ogni stazione e parametro rispettivamente con la stazione di confronto. Eventuali discordanze superiori agli errori di misura e delle ulteriori differenze dovute alla distanza tra gli strumenti di misura dovranno essere esaminati.

Se tali discordanze sono attribuibili alla stazione oggetto della verifica dovranno essere adottate opportune misure correttive da parte della ditta tali da risolvere il problema.

Al termine del periodo di prova sarà preso in esame un periodo di 20 giorni consecutivi.

In questo periodo non dovranno essere osservate anomalie e discordanze (come descritto precedentemente).

Nel periodo in oggetto inoltre dovranno essere presenti il 100% di dati sul server di raccolta dati per almeno 2 stazioni su 3 fatto salvo ogni anomalia da imputare a malfunzionamenti da parte del server gestito da ARPAE.

Terminato il periodo di prova di funzionamento, i risultati saranno esaminati dal DEC in contraddittorio con il personale specialistico dell'Impresa aggiudicataria. Della verifica verrà dunque redatto apposito verbale di attestazione di conformità del modulo.

Entro 30 giorni dall'avvenuto collaudo del modulo 2, la ditta aggiudicataria eseguirà le operazioni di smantellamento delle tre stazioni di controllo. Nel periodo in cui le stazioni di controllo saranno installate, la ditta dovrà garantirne il funzionamento secondo i criteri previsti per il periodo di garanzia e manutenzione.

9. Modulo 3

9.1 Attività da svolgere

Il Modulo 3 prevede:

- A. Predisposizione di un nuovo sito per stazione agrometeo di base a Castelnovo di Sotto;
- B. Predisposizione di un nuovo sito per stazione agrometeo complessa a Granarolo Faentino;
- C. Smaltimento di 36 stazioni agrometeo di base: in 34 siti la rimozione riguarda un solo plinto, in due siti (Reda Faenza, Castelnovo di Sotto) la rimozione riguarda tutti i plinti (2 per ogni sito);
- D. Consegna, installazione e servizi accessori come riportati nelle schede tecniche di 35 stazioni agrometeo di base, comprensivo di configurazione firmware lato stazione e configurazione lato server RMAP per la corretta archiviazione dati nell'archivio di Arpae;
- E. Smaltimento di 9 stazioni agrometeo complesse, di cui in una anche la rimozione e smaltimento di tutti i plinti (Granarolo Faentino);
- F. Consegna, installazione e servizi accessori come riportati nelle schede tecniche di 9 stazioni agrometeo complesse, comprensivo di configurazione firmware lato stazione e configurazione lato server RMAP per la corretta archiviazione dati nell'archivio di Arpae;

- G. Fornitura di n. 36 pali pluviometrici come da specifiche in [ALLEGATO E](#)
- H. Fornitura di n. 1 palo abbattibile uso anemometrico da 10 m. Specifiche in [ALLEGATO E](#)
- I. Fornitura di n. 10 scatole stazione complete di tutte le componenti (datalogger, modem, antenna, etc.) più i pannelli e le batterie;
- J. Consegna del materiale di recupero secondo specifiche riportate nelle schede tecniche e nel presente capitolato presso il Centro Meteorologico Operativo di San Pietro Capofiume - Molinella (BO).

Nell'[ALLEGATO B - ELENCO STAZIONI](#) si riportano le coordinate dei siti.

9.2 SPECIFICHE TECNICHE PER L'INSTALLAZIONE DELLE STAZIONI

9.2.1 Stazioni meteorologiche di base collocate in ambito rurale

L'installazione delle stazioni meteorologiche di base collocate in ambito rurale dovrà rispettare l'architettura e gli schemi indicati nel presente capitolato ([ALLEGATO C](#)).

Nelle schede tecniche specifiche sono riportati i lavori per ogni sito. Nelle stazioni agrometeo di base dovranno essere forniti nuovi pali come da specifiche nell'[ALLEGATO E - Tipologia palo unico stazione agrometeo di base](#). Il palo ospiterà tutta la strumentazione e non saranno necessari cavidotti interrati.

Tutte le parti metalliche di sostegno e accessorie saranno adeguatamente protette con sistemi anti-corrosione (zincatura dei pali, bulloneria inox, etc..). Dovrà inoltre essere previsto, ove necessario, adeguato impianto di scarica a terra.

Si aggiungono alcune note di altri interventi:

- la rimozione, ripristino sito e smaltimento della stazione Reda Faenza, senza nuova installazione.
- nel caso della stazione di Castelnovo di Sotto si provvederà alla rimozione, ripristino sito e smaltimento della stazione (comprensivo dei due plinti), predisposizione nuovo sito con nuovo plinto ed installazione nuova stazione.

Il dettaglio dei singoli interventi è riportato nelle schede tecniche allegate.

Di seguito sono esposte le modalità di installazione:

- a. il datalogger, il sensore integrato di temperatura e umidità dell'aria, e il pluviometro saranno collocati sull'esistente palo del datalogger;
- b. il sensore integrato di temperatura ed umidità dell'aria dovrà essere montato su un supporto laterale di almeno 40 cm inserito sul palo di sostegno e posto ad una altezza di 180-200 cm dalla superficie del terreno;
- c. il pluviometro dovrà essere posizionato sul palo di sostegno del data logger; la sua bocca dovrà essere ad un'altezza di 200-230 cm dalla superficie del terreno;
- d. I sensori di umidità, se presenti (vedi allegato L) andranno collegati al datalogger con modalità analoghe a quelle adottate per gli altri sensori.
- e. i cavi di connessione dovranno essere alloggiati all'interno di tubi passacavo non in condivisione con altri sistemi elettrici di categoria non "bassissima tensione".

- f. il pannello a cellule fotovoltaiche dovrà essere posizionato sul palo di sostegno del data logger in modo da non interferire con alcun sensore di misura;
- g. tutte le parti metalliche (pali, contenitori strumenti, schermature dei cavi, ecc.) dovranno avere protezioni dalle scariche elettriche secondo le normative vigenti;

9.2.2 Stazioni meteorologiche complesse collocate in ambito rurale

L'installazione delle stazioni meteorologiche complesse collocate in ambito rurale dovrà rispettare l'architettura e gli schemi indicati nel presente capitolato.

In base alle problematiche presenti in campo sono da considerare le opzioni di installazione riportate nell'[ALLEGATO D](#).

Si aggiungono alcune note:

- A Sasso Marconi il nuovo guscio e sensori andranno montati come la configurazione attuale.
- A Granarolo Faentino la stazione sarà spostata e sarà necessario eseguire opere edili e fornitura di nuovi pali secondo le specifiche della scheda tecnica e ripristino del precedente sito (vedi [ALLEGATO E](#)).
- La stazione di Mulazzano sarà totalmente smaltita e spostata in un nuovo sito già predisposto.

I dettagli degli interventi sono riportati nelle singole schede tecniche.

Tutte le parti metalliche di sostegno e accessorie saranno adeguatamente protette con sistemi anti-corrosione (zincatura dei pali, bulloneria inox, etc..). Dovrà inoltre essere previsto ove necessario, adeguato impianto di scarica a terra. Dovrà essere prodotta la perizia della valutazione del rischio secondo le normative CEI al fine di stabilire la necessità di una protezione dai fulmini e realizzare le eventuali misure di protezione più adatte in relazione ai pali vento da 10 m.

Di seguito sono esposte le modalità di installazione più comune:

- a. il datalogger, il sensore integrato di temperatura e umidità dell'aria, il sensore di radiazione globale ed il pannello solare saranno collocati sul palo abbattibile da 10 m;
- b. il sensore integrato di temperatura ed umidità dell'aria dovrà essere montato su un supporto laterale di almeno 40 cm inserito sul palo di sostegno e posto ad un'altezza compresa tra 180-200 cm dal piano di campagna;
- c. il pluviometro dovrà essere posizionato sul palo esistente una altezza minima della bocca di 200-230 cm;
- d. il sensore di radiazione globale dovrà essere montato, esposto a sud, su un supporto laterale di almeno 40 cm inserito sul palo di sostegno, presumibilmente il palo del vento. In caso di problemi, potrà essere posizionato sul palo pluvio. In questo caso dovrà essere ad un'altezza non inferiore alla bocca del pluviometro;
- e. velocità e direzione vento a 10 m: i sensori di velocità e direzione del vento dovranno essere posti sul palo esistente ad un'altezza di 10 m dalla superficie del terreno;
- f. i cavi di connessione dovranno essere alloggiati all'interno di tubi passacavo non in condivisione con altri sistemi elettrici di categoria non "bassissima tensione".
- g. il pannello a cellule fotovoltaiche dovrà essere posizionato sul palo di sostegno scelto in modo da non interferire con alcun sensore di misura ed essere esposto a sud.

- h. tutte le parti metalliche (pali, contenitori strumenti, schermature dei cavi, ecc.) dovranno avere protezioni dalle scariche elettriche secondo le normative vigenti.

9.3 SERVIZI ACCESSORI COMPRESI NELLA FORNITURA DELLE STAZIONI

9.3.1 Opere e servizi accessori per le stazioni meteorologiche di base e complesse collocate in ambito rurale

Nella fornitura sono compresi le seguenti opere e servizi accessori, necessari all'installazione delle stazioni:

- A. smaltimento completo per spostamento del sito di Castelnovo di Sotto con rimozione di tutto il materiale presente
- B. smaltimento completo per dismissione del sito di Reda Faenza con rimozione di tutto il materiale presente
- C. smaltimento completo per spostamento del sito di Mulazzano con rimozione di tutto il materiale presente, compresa la recinzione
- D. smaltimento completo per spostamento del sito di Granarolo Faentino con rimozione di tutto il materiale presente
- E. rimozione con scavo e smaltimento di 41 plinti, di cui 39 indicativamente di 0.3 mc (comprensivi anche dei siti di Reda Faenza, Castelnovo di Sotto, Granarolo Faentino e Mulazzano) e 2 di circa 1 mc più 8 piccoli plinti a supporto dei tiranti (Granarolo faentino e Mulazzano)
- F. smaltimento di 7 plinti già escavati di dimensioni minori di circa 0.5 mc l'uno
- G. predisposizione del nuovo sito di Castelnovo di Sotto con scavo, dima, getto plinto e palo (già conteggiato sopra), con tutta la strumentazione come indicato in [Stazioni meteorologiche di base collocate in ambito rurale](#). Specifiche in [ALLEGATO C](#) ed [ALLEGATO E](#)
- H. predisposizione del nuovo sito di Granarolo Faentino con scavi, dime, getti per plinti, pali (già conteggiati sopra) e lavori accessori come cavidotti e pozzetti come indicato in [Stazioni meteorologiche complesse collocate in ambito rurale](#). Specifiche in [ALLEGATO D](#) ed [ALLEGATO E](#)
- I. sostituzione del cavidotto, 2 pozzetti, comprensivo dello scarico a terra, per il passaggio dei cavi secondo le prescrizioni e gli schemi forniti nel presente capitolato nel sito di Sasso Marconi. Specifiche in [ALLEGATO E](#) - [Specifiche cavidotti e pozzetti](#)
- J. sistemazione a verde dell'area della stazione con pulizia della vegetazione infestante sia interna che esterna che sulla recinzione (se presente)
- K. sistemazione delle recinzioni ove necessario;
- L. apposizione all'esterno di tutte le scatole stazioni della marcatura logo Arpae e logo Stima (https://github.com/r-map/rmap/blob/master/doc/logo_stima.svg)

Le opere accessorie sopra descritte sono riportate nelle singole schede di campo presenti in [ALLEGATO G](#). A queste si aggiunge:

- M. perizia per rischio fulminazione e fornitura ed installazione delle protezione dalle scariche elettriche secondo le normative vigenti e da risultati della perizia dove necessario

9.3.2 Disinstallazione e recupero delle stazioni meteorologiche

In tutti i siti di installazione delle stazioni meteorologiche sono già presenti stazioni meteorologiche da sostituire. L'Impresa dovrà provvedere alla preventiva disinstallazione delle attrezzature preesistenti e smaltimento, salvo le parti specificate nelle schede tecniche, comprensivo di pali, plinti ed altro materiale. Il materiale per pezzi di ricambio andrà consegnato presso il Centro Meteorologico Operativo di San Pietro Capofiume - Molinella (BO), secondo le modalità ed i tempi da concordare con Arpae.

Le altre apparecchiature, bullonerie, pali, plastiche e tutti i materiali non utilizzati dovranno essere smaltite secondo le norme vigenti. Per ogni sito la ditta, in accordo con il committente, preparerà il formulario dei materiali da rimuovere, comprensiva di documentazione fotografica da consegnare ad Arpae per controllo. Successivamente la ditta procederà a contattare il personale abilitato al trasporto e conferimento del materiale e consegnerà la quarta copia di avvenuto conferimento.

Gli oneri dell'eliminazione e dello smaltimento saranno a totale carico dell'Impresa aggiudicataria. A fine lavori andranno consegnate le quarte copie del conferimento. Nell'[ALLEGATO F](#) vengono riportati i materiali presenti.

Le parti che andranno recuperate sono sotto specificate. Nelle schede tecniche inerenti ad ogni sito sono riportati le componenti da tenere.

- il recupero e conferimento di tutte le SIM card all'interno del modem posizionate nei datalogger.
- il recupero e conferimento presso il Centro Meteorologico Operativo "G.Fea" a San Pietro Capofiume - Molinella (Bo) di:
 - 2 datalogger con connettori sensori collegati e cavi tagliati ad un metro,
 - 2 pluviometri con cavi tagliati a un metro, recupero del connettore da datalogger
 - tutti i filtri pluvio
 - i sensori TU con connettori
 - tutti i radiometri con connettori

Nelle schede tecniche di intervento sono riportati le parti da recuperare inerenti a tutti i siti.

Come conferire il materiale di recupero ad Arpae.

- *Le singole Sim card saranno da consegnare ai tecnici Arpae in una busta per stazione con etichetta riportante il nome stazione e data di rimozione.*
- *Sui 2 datalogger ed i 2 pluviometri andrà posizionata una etichetta riportante il nome del sito e la data di rimozione.*
- *Tutto il restante materiale andrà riposto in una scatola di cartone per stazione della dovuta dimensione con etichetta del nome del sito e data di rimozione.*

9.4 Attestazione di conformità modulo

Le attività previste nel [Modulo 3](#), identificate in precedenza con le lettere da A ad H, devono essere terminate a regola d'arte e consegnate al committente entro 450 giorni dalla data di avvio dell'esecuzione.

Entro lo stesso intervallo di tempo, la fornitura deve rispondere totalmente a quanto riportato nei precedenti paragrafi:

- specifiche tecniche per l'installazione delle stazioni;
- servizi accessori compresi nella fornitura delle stazioni.

Inoltre sarà verificata la marcatura CE di tutti i datalogger, e la consegna del relativo fascicolo tecnico.

9.4.1 Controlli e collaudi da effettuare alla consegna del Modulo 3

I controlli in situ riguardano la qualità costruttiva e funzionale delle stazioni di misura e dei sensori meteorologici. I controlli saranno effettuati da Arpae, sulle stazioni di misura, per verificare la corrispondenza delle caratteristiche fornite con quelle dichiarate nel contratto di fornitura.

Per le stazioni di misura, i controlli di Arpae avverranno successivamente all'installazione, ed avranno la durata di 30 (trenta) giorni; nei successivi 15 (quindici) giorni saranno concluse le procedure di valutazione qualitativa della stazione. Al termine delle operazioni saranno esaminati i risultati delle prove in presenza del personale specialistico dell'Impresa aggiudicataria, che sarà avvisata da Arpae per la data di incontro.

A conclusione del contraddittorio verrà redatto e controfirmato il documento che attesti il buon funzionamento della stazione. Copia del documento verrà consegnato all'Impresa aggiudicataria.

Qualora i risultati delle prove siano negativi, l'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere alla sostituzione o rettifica delle deficienze qualitative entro 10 giorni lavorativi, a sue proprie spese e dietro approvazione di Arpae. I componenti modificati o sostituiti saranno soggetti a ulteriori ispezioni e test.

I test sulle stazioni con componenti modificati o sostituiti avverranno con la stessa tempistica prevista per le stazioni installate (30 giorni di raccolta dati e 15 giorni di verifica ed elaborazione).

In tal caso l'Impresa aggiudicataria eseguirà le operazioni di smantellamento delle corrispondenti e pre-esistenti stazioni meteorologiche e delle relative strutture di protezione solo al termine dei nuovi controlli sulle stazioni di misura.

I controlli per le stazioni di misura installate comprenderanno operazioni di rilievo visivo e controllo funzionale e strutturale delle attrezzature, delle apparecchiature e delle opere edili, compresi cavidotti, cablaggi, cavetti, connessioni e collegamenti elettrici, protezioni da scariche elettro-atmosferiche.

Le operazioni di controllo funzionale prevedono in modo particolare:

- a) la funzionalità dei sensori di misura, con l'analisi dei dati archiviati sul server;
- b) la funzionalità dell'unità di acquisizione, conformemente a quanto sottoposto alle verifiche di conformità previste nei Moduli 1 e Modulo 2, compresa l'analisi dei dati archiviati sul server;
- c) la verifica del sistema di comunicazione per il collegamento a rete 2G/4G attraverso prove di comunicazione.

Il collaudo definitivo della fornitura si intende concluso al momento della avvenuta consegna di tutte le stazioni di misura e di tutti i sensori meteorologici, della chiusura di tutte le procedure di controllo, di tutti i codici sorgente del firmware e delle librerie utilizzate, dei file di progetto delle parti elettroniche nel formato nativo del programma CAD e relative documentazioni delle interfacce elettriche, della consegna dei quaderni di stazione e delle monografie di tutte le singole stazioni, della documentazione tecnica e i manuali, la disinstallazione di tutte le pre-esistenti stazioni meteorologiche di riferimento.

Terminate tutte le attività prevista dal Modulo 3, i risultati saranno esaminati dal DEC. Della verifica verrà dunque redatto apposito verbale di attestazione di conformità del modulo.

9.4.2 Penali

Il ritardo, rispetto alla data di 450 giorni naturali e consecutivi dall'avvio dell'esecuzione, del completamento di tutte le attività di seguito indicate:

- A. Predisposizione di un nuovo sito per stazione agrometeo di base a Castelnovo di Sotto;
- B. Predisposizione di un nuovo sito per stazione agrometeo complessa a Granarolo Faentino;
- C. Smaltimento di 36 stazioni agrometeo di base: in 34 siti la rimozione riguarda un solo plinto, in due siti (Reda Faenza, Castelnovo di Sotto) la rimozione riguarda tutti i plinti;
- D. Consegna, installazione e servizi accessori come riportati nelle schede tecniche di 35 stazioni agrometeo di base;
- E. Smaltimento di 9 stazioni agrometeo complesse, di cui in una anche la rimozione e smaltimento di tutti i plinti (Granarolo Faentino);
- F. Consegna, installazione e servizi accessori come riportati nelle schede tecniche di 9 stazioni agrometeo complesse;
- G. Fornitura di n. 10 scatole stazione complete di tutte le componenti (datalogger, modem, antenna, ecc.) più pannelli solari e batterie;
- H. Fornitura di 1 palo anemometrico di 10 m abbattibile;
- I. Fornitura di 1 palo per sensore pluviometrico;

determinerà delle penali per il Fornitore.

Più specificatamente:

- dal primo giorno di ritardo e per i successivi trenta giorni naturali e consecutivi, verrà applicata una penale giornaliera pari allo 0,5 per mille dell'importo complessivo della fornitura sottratto dell'importo della manutenzione del primo anno;
- dal trentunesimo giorno di ritardo, per ciascun giorno naturale e consecutivo, verrà applicata una penale giornaliera pari all'1 per mille dell'importo complessivo della fornitura sottratto dell'importo della manutenzione del primo anno;

Il ritardo, rispetto alla data di 60 giorni naturali e consecutivi dalla conclusione positiva di tutte le operazioni sopra indicate (da A ad I), del completamento dell'attività di seguito indicata:

- J. Consegna del materiale di recupero secondo specifiche riportate nelle schede tecniche e nel presente capitolato presso il Centro Meteorologico Operativo di San Pietro Capofiume - Molinella (BO).

determinerà la seguente penale per il Fornitore:

- dal primo giorno di ritardo, per ciascun giorno naturale e consecutivo, verrà applicata una penale pari allo 0,5 per mille dell'importo complessivo della fornitura sottratto dell'importo della manutenzione del primo anno.

10. Modulo 4

10.1 Manutenzione per un anno in garanzia

Manutenzione per un anno a partire dalla data di verifica di conformità, sostituzione parti come previsto da garanzia sul sito, integrata da un intervento di manutenzione preventiva e da manutenzione correttiva straordinaria.

Nell'ambito della fornitura sono inclusi gli interventi di manutenzione preventiva e correttiva a copertura di un periodo di 12 mesi dalla data della verifica di conformità, ad integrazione della garanzia con intervento sul sito.

10.1.1 Manutenzione preventiva

Per manutenzione preventiva si intende un intervento all'anno sui singoli siti al fine di provvedere alla pulizia dei sensori, del datalogger ed alla verifica del corretto funzionamento da svolgersi, di norma nell'arco di un semestre, da concordare con Arpae. E' prevista anche la manutenzione del verde con sfalcio e taglio di eventuale vegetazione arbustiva.

Un cambio cartuccia di sali di silicato nei radiometri delle stazioni agrometeorologiche complesse. Gli interventi di manutenzione preventiva devono essere documentati con un'apposita relazione (es. scheda stazione) da inviare via mail ad Arpae SIMC entro 5 giorni lavorativi dalla data di intervento. Nel documento di intervento devono essere registrate le attività svolte, segnalando le eventuali anomalie riscontrate e il tipo di intervento realizzato; si richiede inoltre di allegare fotografie che documentino eventuali situazioni significative dei sensori o della stazione e, in ogni caso, si chiede di fotografare il risultato della pulizia dell'area di lavoro della stazione.

Il calendario degli interventi dovrà essere concordato con Arpae.

10.1.2 Manutenzione correttiva

La manutenzione correttiva deve essere fornita entro 4 giorni lavorativi con intervento risolutivo entro 3 giorni lavorativi successivi e consiste nella diagnosi ed eventuale sostituzione di parti e sensori non funzionanti e del ripristino di eventuali anomalie nella trasmissione dati. Questi interventi saranno totalmente a carico della ditta aggiudicatrice. Si richiede di trasmettere per e-mail in giornata o al più tardi il giorno successivo all'intervento, una nota sintetica di attestazione di risoluzione del problema riscontrato e di ripristino di funzionamento della stazione.

Gli interventi di manutenzione correttiva devono essere documentati con un'apposita relazione (es. scheda stazione) da inviare via mail ad Arpae SIMC entro 3 giorni lavorativi dalla data di intervento. Nel documento di intervento devono essere registrate le attività svolte, segnalando le avarie riscontrate e il tipo di intervento realizzato; si richiede inoltre di allegare fotografie che documentino eventuali situazioni significative dei sensori o della stazione.

La richiesta di intervento sarà inoltrata da Arpae alla ditta tramite email.

10.2 Attestazione di conformità modulo

Le attività previste nel Modulo 4 devono essere completate entro 12 mesi a partire dalla data di verifica conformità del Modulo 3.

Al termine i risultati saranno esaminati dal DEC. Della verifica verrà dunque redatto apposito verbale di attestazione di conformità del modulo.

10.2.1 Penali

Le attività previste di manutenzione sia preventiva che correttiva devono essere eseguite a regola d'arte.

Per ciascun intervento di manutenzione preventiva su una stazione agrometeorologica di base o complessa per la carente esecuzione delle prestazioni l'Amministrazione, oltre che richiedere la ripetizione della prestazione stessa, potrà applicare, una penale giornaliera pari allo 0,5 per mille dell'importo complessivo della manutenzione prevista nel contratto.

Per ciascun intervento di manutenzione correttiva non risolutivo del problema indicato, qualora si ritardi oltre il tempo stabilito per cause imputabili all'Appaltatore, l'amministrazione applicherà per ogni giorno di ritardo, una penale dell'1 per mille dell'importo complessivo della manutenzione prevista nel contratto.

11. Modulo 5

11.1 Manutenzione per tre anni successivi al primo anno di esercizio

Si prevede un servizio opzionale di manutenzione preventiva e correttiva per i tre anni successivi al periodo fornito in garanzia. I tempi di interventi correttivi devono coincidere almeno con quelli forniti durante il primo anno in garanzia. Eventuali proposte migliorative verranno valutate a punteggio. Si riportano gli interventi minimi richiesti.

11.1.1 Manutenzione preventiva

- Un intervento preventivo annuale consistente in:
 - Pulizia accurata della stazione e sfalcio dell'area intorno ai pali stazione e sensori;
 - Sostituzione annuale dell'elemento sensibile temperatura aria ed umidità relativa
 - Due cambi della cartuccia di silicati nei siti con radiometro di classe A
 - Utilizzo della modalità manutenzione del datalogger per realizzare le verifiche in campo per comparazione di temperatura ed umidità relativa, impiegando uno strumento di riferimento per lo scopo;
 - Utilizzo della modalità manutenzione del datalogger per realizzare le verifiche in campo del sensore di precipitazione tramite misure di quantità note di precipitazione prodotte da un apparato a portata costante.

Gli interventi di manutenzione preventiva devono essere documentati con un'apposita relazione (es. scheda stazione) da inviare via mail ad Arpae SIMC entro 5 giorni lavorativi dalla data di intervento. Nel documento di intervento devono essere registrate le attività svolte, segnalando le

eventuali anomalie riscontrate e il tipo di intervento realizzato; si richiede inoltre di allegare fotografie che documentino eventuali situazioni significative dei sensori o della stazione e, in ogni caso, si chiede di fotografare il risultato della pulizia dell'area di lavoro della stazione.

Il calendario degli interventi dovrà essere concordato con Arpae.

11.1.2 Manutenzione correttiva

- La manutenzione correttiva deve essere fornita entro 4 giorni lavorativi dalla richiesta con intervento risolutivo entro 3 giorni lavorativi successivi e consiste nella diagnosi ed eventuale sostituzione di parti e sensori non funzionanti e del ripristino di eventuali anomalie nella trasmissione dati.
- La manutenzione sarà remunerata con la tariffa oraria indicata dal fornitore in sede di offerta comprensiva delle spese di missione e trasferta.

Si richiede di trasmettere per e-mail in giornata o al più tardi il giorno successivo all'intervento, una nota sintetica di attestazione di risoluzione del problema riscontrato e di ripristino di funzionamento della stazione.

Gli interventi di manutenzione correttiva devono essere documentati con un'apposita relazione (es. scheda stazione) da inviare via mail ad Arpae SIMC entro 3 giorni lavorativi dalla data di intervento. Nel documento di intervento devono essere registrate le attività svolte, segnalando le avarie riscontrate e il tipo di intervento realizzato; si richiede inoltre di allegare fotografie che documentino eventuali situazioni significative dei sensori o della stazione.

La richiesta di intervento sarà inoltrata da Arpae alla ditta tramite email.

11.1.3 Penali

Le attività previste di manutenzione sia preventiva che correttiva devono essere eseguite a regola d'arte.

Per ciascun intervento di manutenzione preventiva su una stazione agrometeorologica di base o complessa per la carente esecuzione delle prestazioni l'Amministrazione, oltre che richiedere la ripetizione della prestazione stessa, potrà applicare, una penale giornaliera pari allo 0,5 per mille dell'importo della manutenzione annua quotata.

Per ciascun intervento di manutenzione correttiva non risolutivo del problema indicato, qualora si ritardi oltre il tempo stabilito per cause imputabili all'Appaltatore, l'amministrazione applicherà per ogni giorno di ritardo, una penale dell'1 per mille dell'importo della manutenzione annua quotata.

11.2 Disponibilità di materiale di ricambio

L'Impresa dovrà garantire la fornitura di sensori e data logger con le medesime caratteristiche di quelli installati per almeno 5 anni.

12. GARANZIA E PROPRIETÀ DELLA FORNITURA

La garanzia della fornitura è della durata di 1 anno e termina 12 mesi dopo la verifica di conformità. Durante il periodo di garanzia, i nuovi materiali o apparecchiature eventualmente

necessari per il ripristino del corretto funzionamento della stazione saranno a carico della ditta e dovranno essere sostituiti in situ. I materiali o le apparecchiature sostituite saranno smaltite dalla Ditta secondo la normativa vigente.

Tutti i materiali impiegati, i sensori ed i nuovi sostegni, devono essere protetti contro l'azione corrosiva degli agenti atmosferici. Durante tale periodo l'Impresa si impegna a provvedere a sue spese alla sostituzione e/o riverniciatura di quelle parti eventualmente danneggiate dall'ossidazione e/o corrosione.

Per maggiori dettagli sui tempi di intervento in caso di anomalie e guasti, consultare il paragrafo [Manutenzione correttiva](#).

Tutte le forniture previste dal presente capitolato saranno di proprietà di Arpae a partire dalla data di verifica di conformità.

13. FORMAZIONE DEL PERSONALE

Nell'ambito della fornitura devono essere comprese almeno 2 giornate di formazione sulla struttura, funzionamento e manutenzione preventiva delle stazioni al personale Arpae. L'organizzazione delle giornate, da tenersi anche in campo su stazioni agrometeo di base e complesse, saranno concordate con il personale Arpae.

14. DOCUMENTAZIONE

14.1 Documentazione tecnica e manuali

14.1.1 Generale

Dovranno essere forniti i rispettivi manuali su:

- a. l'installazione di hardware e software
- b. le procedure d'uso
- c. il mantenimento della strumentazione e degli apparati
- d. la manutenzione in post-garanzia

La manualistica e il resto della documentazione tecnica dovrà essere in lingua italiana.

14.1.2 Sensori

Dovranno essere forniti i fogli delle specifiche tecniche di funzionamento di ciascun sensore fornito.

14.1.3 Datalogger

Dovrà essere fornita la seguente documentazione tecnica:

- a. progetto tecnico del data logger, comprendenti:
 - schemi elettrici

- disegni dei circuiti stampati
 - elenco materiali
 - codici sorgenti dei firmware e delle librerie utilizzate
 - manuale per l'assemblaggio, configurazione e messa in opera
- b. documenti relativi al codice sorgente: il codice dovrà essere adeguatamente documentato inline a livello di file, funzioni e singole fasi algoritmiche e dove possibile dovrà essere utilizzato il sistema di documentazione Doxygen. La documentazione riguardante il codice sorgente dovrà essere in lingua inglese.

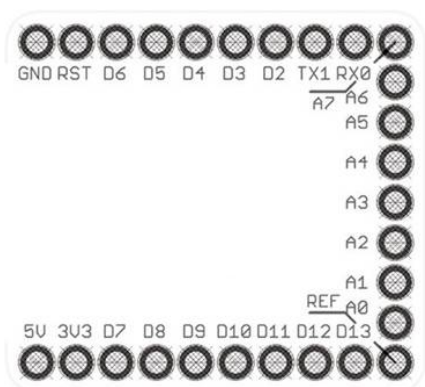
14.1.4 Monografie di stazione

Dovranno essere aggiornate le monografie di stazione fornite con il presente capitolato. Entro 45 giorni successivi all'installazione delle singole stazioni, l'Impresa aggiudicataria dovrà produrre, a sua cura e spese, per ciascuna installazione, l'aggiornamento della monografia descrittiva in special modo delle immagini fotografiche, dell'elenco degli apparati (codice, descrizione, numero seriale etc.) e pianta, in idonea scala, descrittiva della loro collocazione.

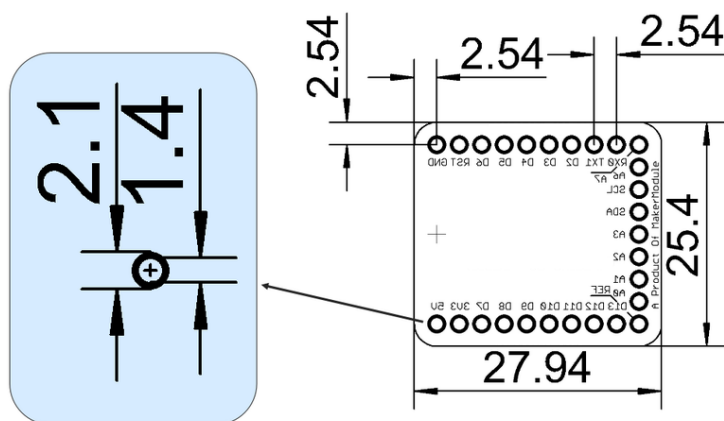
ALLEGATO A

Specifiche dell'interfaccia Upin27

Disposizione dei pin connettore lato femmina



Quote di ingombro e disposizione dei pin



ALLEGATO B

STAZIONI DI CONTROLLO



Foto del palo anemometrico disponibile nel sito Centro Meteorologico Operativo di San Pietro Capofiume, Via Idice Abbandonato 20-22, San Pietro Capofiume, Molinella (Bo)

44.65313, 11.62291



Foto del sito Bologna UI (Piazza VIII Agosto 26, Bologna)

44.49994, 11.34617



Foto del sito Paderno (Via dei Colli 4-43, Bologna)

44.45556,11.31083

ELENCO STAZIONI

N	TIPO	NOME STAZIONE	COORDINATE lat lon	QUOTA m. slm	COMUNE	Prov	INTERVENTO
1	Agrometeo complessa	Finale Emilia	44.83908,11.28413	12	Finale Emilia	MO	smaltimento ed installazione
2	Agrometeo complessa	Granarolo Faentino	44.36160,11.92190	15	Faenza	RA	smaltimento totale, spostamento in nuovo sito con installazione
3	Agrometeo complessa	Imola Mario Neri	44.33319,11.74953	68	Imola	BO	smaltimento ed installazione
4	Agrometeo complessa	Martorano	44.16562,12.26805	25	Cesena	FC	smaltimento ed installazione

5	Agrometeo complessa	Mulazzano	43.95249,12.53622	190	Coriano	RN	smaltimento totale ed installazione in nuovo sito già predisposto
6	Agrometeo complessa	Panocchia	44.68349,10.29602	169	Langhirano	PR	smaltimento ed installazione
7	Agrometeo complessa	Rolo	44.88542,10.87451	20	Rolo	RE	smaltimento ed installazione
8	Agrometeo complessa	Sasso Marconi	44.43966,11.24125	275	Sasso Marconi	BO	smaltimento ed installazione
9	Agrometeo complessa	Vignola	44.50353,11.00356	100	Vignola	MO	smaltimento ed installazione
10	Agrometeo di base	Albareto	44.70214,10.95670	28	Modena	MO	smaltimento ed installazione
11	Agrometeo di base	Brisighella	44.21977,11.75544	185	Brisighella	RA	smaltimento ed installazione
12	Agrometeo di base	Carpineta	44.08903,12.27459	113	Cesena	FC	smaltimento ed installazione
13	Agrometeo di base	Carpineti	44.47561,10.50864	580	Carpineti	RE	smaltimento ed installazione
14	Agrometeo di base	Castel San Pietro Arpa	44.41111,11.59700	58	Castel San Pietro Terme	BO	smaltimento ed installazione
15	Agrometeo di base	Castelfranco Emilia	44.63005,11.02746	32	Castelfranco Emilia	MO	smaltimento ed installazione
16	Agrometeo di base	Castellazzo Villanova d'Arda	45.00252,10.00494	41	Villanova sull'Arda	PC	smaltimento ed installazione
17	Agrometeo di base	Castelnovo di Sotto	44.83694,10.57822	23	Castelnovo di Sotto	RE	smaltimento totale, spostamento in nuovo sito con installazione
18	Agrometeo di base	Cavriago	44.68952,10.51062	95	Cavriago	RE	smaltimento ed installazione
19	Agrometeo di base	Copparo	44.91630,11.82130	1	Copparo	FE	smaltimento ed installazione
20	Agrometeo di base	Correggio	44.74325,10.77292	33	Correggio	RE	smaltimento ed installazione
21	Agrometeo di base	Cortile di Carpi	44.77838,10.97128	23	Carpi	MO	smaltimento ed installazione
22	Agrometeo di base	Cusercoli	44.04111,11.98189	330	Civitella di Romagna	FC	smaltimento ed installazione
23	Agrometeo di base	Formigine	44.55122,10.90937	90	Formigine	MO	smaltimento ed installazione
24	Agrometeo di base	Gainago	44.88547,10.3807	28	Torrile	PR	smaltimento ed installazione
25	Agrometeo di base	Lavezzola	44.56350,11.84403	5	Argenta	FE	smaltimento ed installazione
26	Agrometeo di base	Mezzolara	44.57105,11.53379	20	Budrio	BO	smaltimento ed installazione
27	Agrometeo di base	Mirabello	44.83186,11.45435	10	Mirabello	FE	smaltimento ed installazione

28	Agrometeo di base	Mirandola	44.88611,11.01630	18	San Possidonio	MO	smaltimento ed installazione
29	Agrometeo di base	Modigliana	44.12022,11.80825	556	Modigliana	FC	smaltimento ed installazione
30	Agrometeo di base	Montefiorino	44.32841,10.62299	632	Montefiorino	MO	smaltimento ed installazione
31	Agrometeo di base	Morciano	43.92609,12.71139	65	Morciano di Romagna	RN	smaltimento ed installazione
32	Agrometeo di base	Padulle Sala Bolognese	44.62775,11.29056	25	Sala Bolognese	BO	smaltimento ed installazione
33	Agrometeo di base	Pieve di Cusignano	44.78041,10.03873	277	Fidenza	PR	smaltimento ed installazione
34	Agrometeo di base	Reda Faenza	44.27592,11.92381	32	Faenza	RA	solo smaltimento totale
35	Agrometeo di base	San Felice sul Panaro	44.82605,11.12578	16	San Felice sul Panaro	MO	smaltimento ed installazione
36	Agrometeo di base	San Nicolo'	45.04139,9.58959	68	Rottofreno	PC	smaltimento ed installazione
37	Agrometeo di base	San Pietro in Vincoli	44.31392,12.16019	5	Ravenna	RA	smaltimento ed installazione
38	Agrometeo di base	Sant'Agata Bolognese	44.69500,11.14493	18	Sant'Agata Bolognese	BO	smaltimento ed installazione
39	Agrometeo di base	Sant'Agata sul Santerno	44.44853,11.86666	10	Sant'Agata sul Santerno	RA	smaltimento ed installazione
40	Agrometeo di base	Sant'Antonio Arpa	44.55254,11.69918	8	Medicina	BO	smaltimento ed installazione
41	Agrometeo di base	Sasso Morelli	44.41953,11.75408	19	Imola	BO	smaltimento ed installazione
42	Agrometeo di base	Sellarino Voghiera	44.74655,11.74638	3	Voghiera	FE	smaltimento ed installazione
43	Agrometeo di base	Vergiano	44.03455,12.50050	36	Rimini	RN	smaltimento ed installazione
44	Agrometeo di base	Zibello	45.00694,10.16786	31	Polesine Zibello	PR	smaltimento ed installazione
45	Agrometeo di base	Zola Predosa	44.49614,11.20005	65	Zola Predosa	BO	smaltimento ed installazione

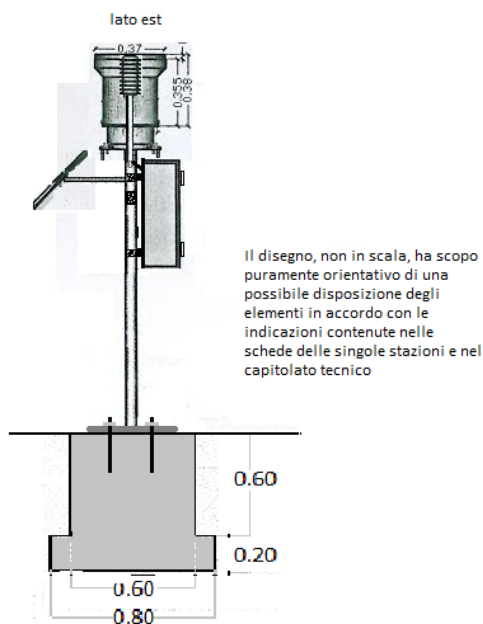
ALLEGATO C

SCHEMA STAZIONE AGROMETEO DI BASE

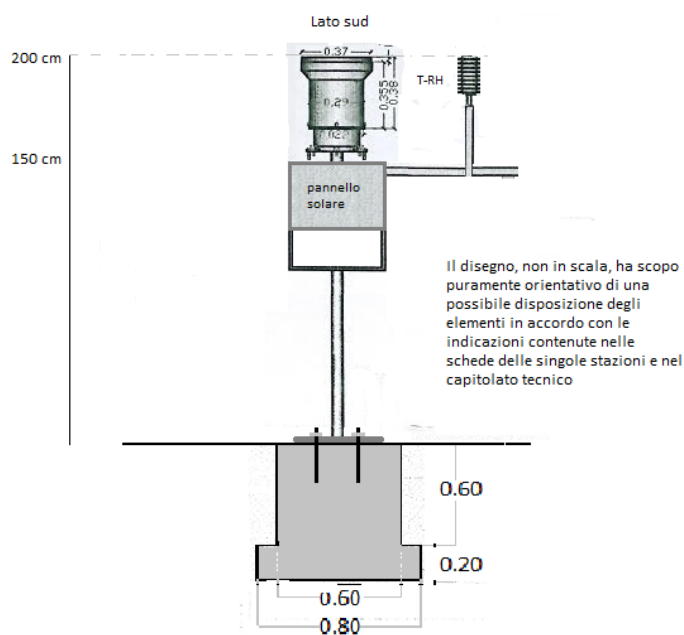
Configurazione stazione agrometeo di base

- palo come da specifiche con montato in testa il pluviometro (con bocca a 200-230 cm dal suolo) e sotto il datalogger e TU a 180-200 cm dal suolo. Dove preesistente anche il sensore di umidità del suolo

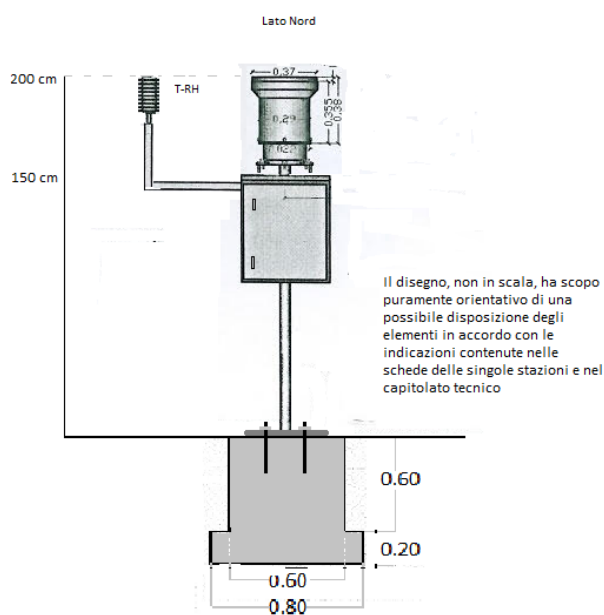
Eventuali modifiche dovranno essere concordate con la direzione dell'esecuzione



Vista est



Vista sud



Vista nord

ALLEGATO D

SCHEMA STAZIONE AGROMETEO COMPLESSE

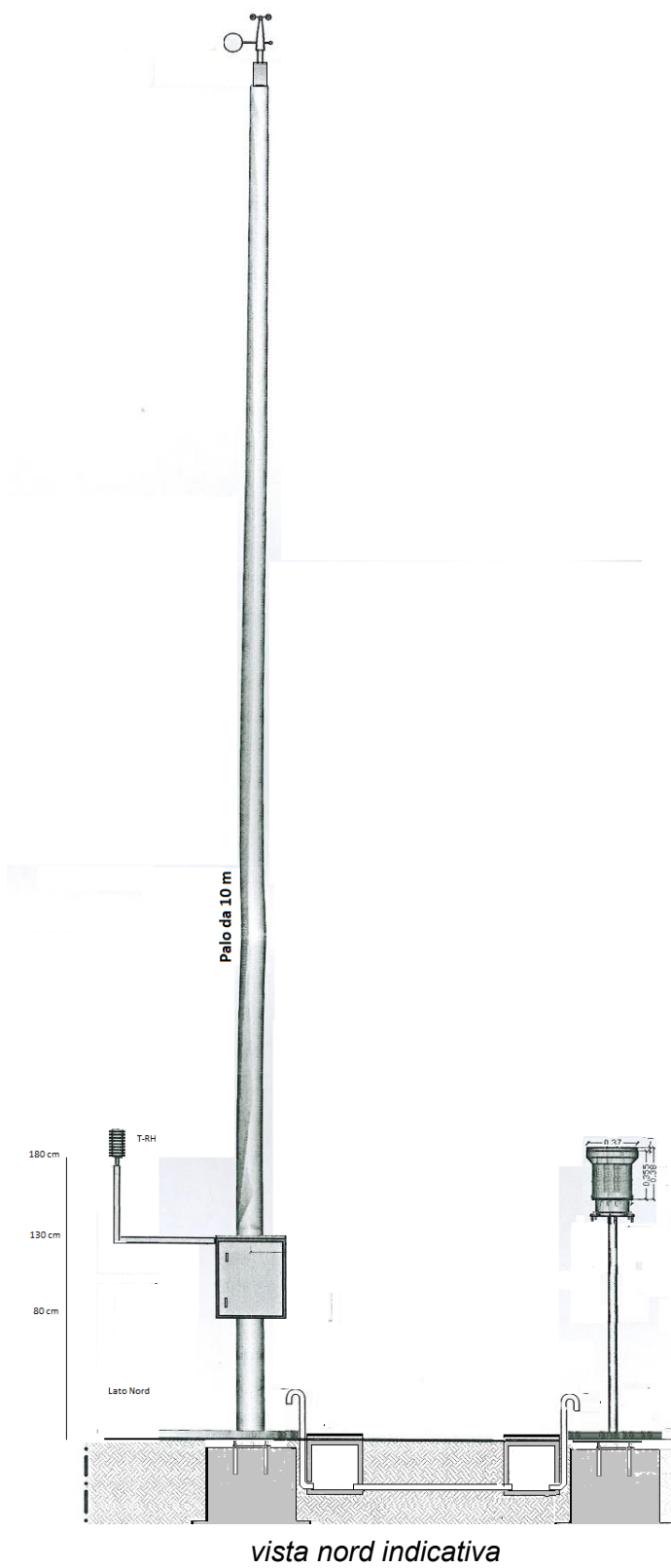
Configurazione con palo ribaltabile zincato

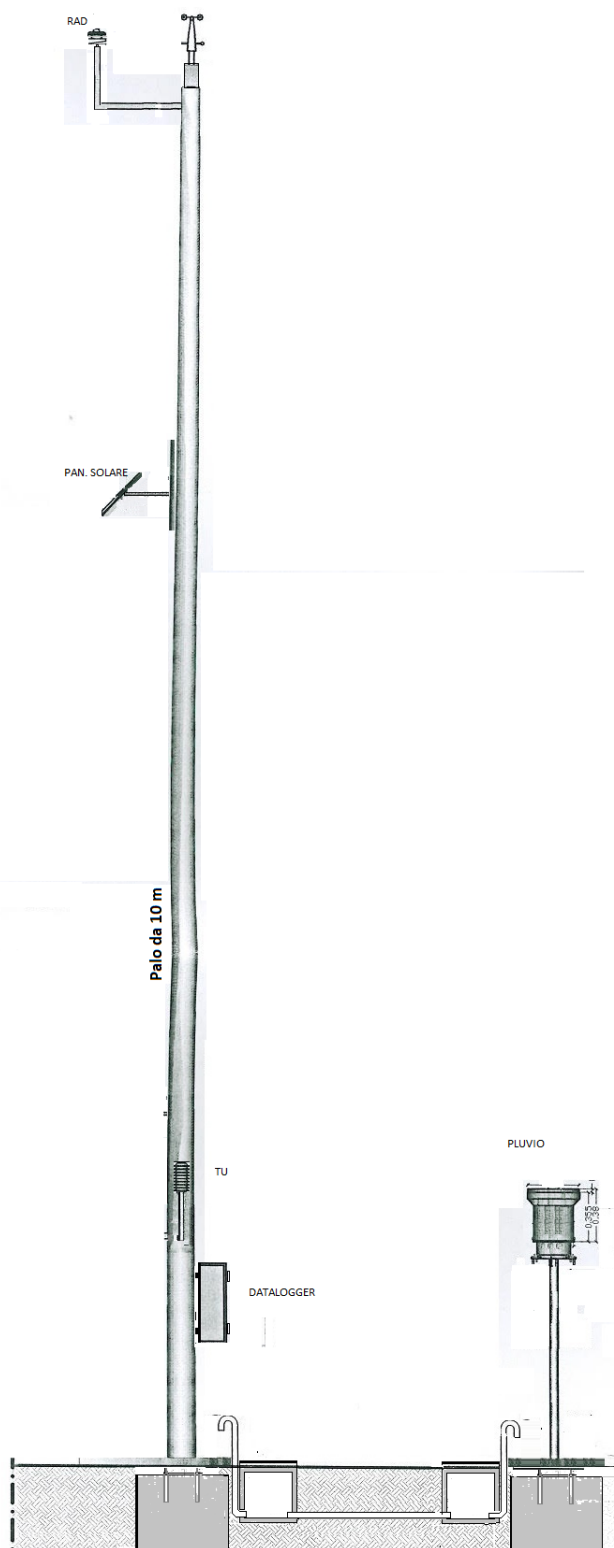
In base alle problematiche presenti in campo sono da considerare le seguenti opzioni di installazione. Consultare [ALLEGATO E](#) per dettagli su collegamenti tra pozzetti e pali.

Configurazione stazione agrometeo complessa

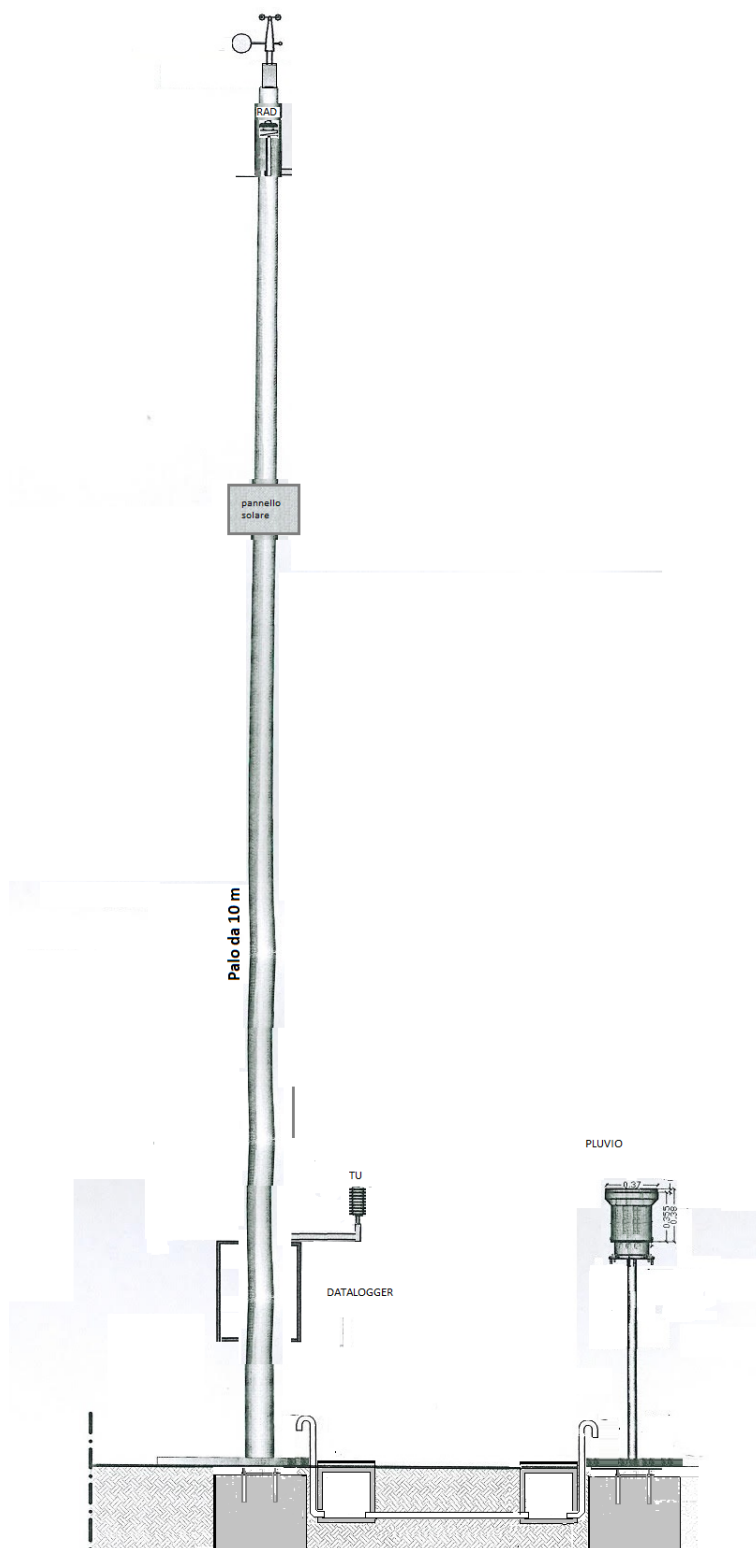
- palo vento con datalogger, TU a 180-200 cm dal suolo, anemometro sonico in testa al palo, radiometro a circa 9,5 m dal suolo ed esposto a sud e pannello fotovoltaico a circa 5-6 m dal suolo ed esposto a sud.
- pluviometro montato in testa palo esistente (circa 110 cm) con bocca a 200-230 cm dal suolo

La posizione del guscio può variare in base alle necessità di abbattimento del palo. Eventuali modifiche dovranno essere concordate con la direzione dell'esecuzione.





Vista est indicativa



Vista sud indicativa

Configurazione con palo telescopico smaltato con tiranti e pluviometro su palo a se stante

In questo caso la configurazione rimane come l'attuale visibile in campo, simile a quella descritta precedentemente, ma con altra tipologia di palo.

ALLEGATO E

Specifiche dei plinti

Per il palo anemometrico da 10 m lo scavo per il plinto avrà le dimensioni minime di cm 150x150x140 (profondità). Sul magrone di fondazione in cls RCK 250 gettato in opera con spessore di 10 cm si eseguirà in opera un plinto in cls RCK 300 delle dimensioni di cm 150x150x130 di profondità, corredato con gabbia di armatura di ripartizione in acciaio FeB44K con tondini di 14 mm di diametro e dimensioni di cm 140x140x120 (profondità), con dima per l'ancoraggio del palo saldata alla gabbia e con almeno 4-8 tirafondi di adeguate dimensioni in acciaio inox.

Per il palo pluviometro lo scavo per il plinto avrà le dimensioni minime di cm 70x70x80 (profondità). Sul magrone di fondazione in cls RCK 250 gettato in opera con spessore di 10 cm si eseguirà in opera il plinto in cls RCK 300 delle dimensioni di cm 70x70x70 (profondità), corredato con gabbia di armatura di ripartizione in acciaio FeB44K con tondini di 12 mm di diametro e dimensioni cm 60x60x40, con dima per ancoraggio palo con 4 tirafondi almeno M10 in acciaio inox, fissaggio della dima alla gabbia ed il tutto gettato con calcestruzzo RCK 300;

In alternativa possono essere valutate altre soluzioni meno impattanti e di più facile gestione, come una base interrata e zavorrata con piastre di cemento. La base deve avere il sito di alloggiamento del palo pluvio con viti di regolazione.

Per ogni plinto/base zavorrata deve essere previsto un pozzetto con relativo cavidotto di collegamento per la strumentazione.

Specifiche pali

Tipologia palo per anemometro

Palo da 10 m per stazione anemometrica di acciaio zincato di tipo "ribaltabile" ad uso meteo autoportante senza tiranti con base flangiata di almeno 300x300 mm con almeno 4 fori per fissaggio alla dima sopra indicata con barre filettate di adeguata sezione, con almeno 200 mm di diametro alla base e alla punta dei 10 m un diametro minimo di 60 mm, completo di tutta la bulloneria inox, lucchetto per bloccaggio ribaltamento e tutto l'occorrente per un perfetto lavoro posizionato. In ogni caso l'installazione deve essere idonea in base alla normativa vigente per il supporto del palo, l'altitudine e la zona del sito.

La tipologia di palo ribaltabile autoportante è adatto per il posizionamento di sensori eolici a 10m di altezza. Contestualmente, corredati di opportuni supporti, possono essere installati anche il contenitore del datalogger ed altri sensori ad altezze differenti.

Il palo, del tipo ribaltabile bilanciato ad azionamento manuale mediante fune, è progettato tenendo in considerazione le sollecitazioni meccaniche caratteristiche della postazione di monitoraggio meteorologico.

Esso è costituito da:

- Base a sezione circolare o ottagonale provvista di gruppo cerniera con perno di rotazione;

- *Elemento ribaltabile saldato al tronco superiore;*
- *Sistema di sicurezza per bloccaggio a base palo;*
- *Piastra di base e tirafondi;*
- *Parte terminale in sommità a sez. circolare per facilitare il montaggio della “crociera” di supporto dei sensori eolici.*

La rotazione avviene per gravità, compensata tra il peso degli elementi meteorologici installati (sensori eolici, pannello solare, ecc) da un lato e quello dell'elemento ribaltabile dall'altro; l'operatore si limita al controllo dell'operazione manovrando una fune collegata all'estremità inferiore della faccia ribaltabile.

Tipologia palo unico stazione agrometeo di base

Pali di di acciaio zincato con base flangiata minimo 250 x 250 mm, con 4 fori per fissaggio palo e barre filettate almeno M10, completo di tutta la bulloneria inox.

Come descritto in [ALLEGATO C](#), il palo ospiterà tutta la strumentazione. La bocca del pluviometro deve essere posta ad almeno 200-230 cm dal piano di campagna. Diametro di almeno 70 mm con spessore minimo di 3 mm.

Nel caso del sito di Granarolo Faentino che prevede l'installazione su due pali, il palo del pluviometro potrà essere uguale a quello descritto nel presente paragrafo.

Possono essere valutate soluzioni alternative.

Specifiche cavidotti e pozzetti

Cavidotti

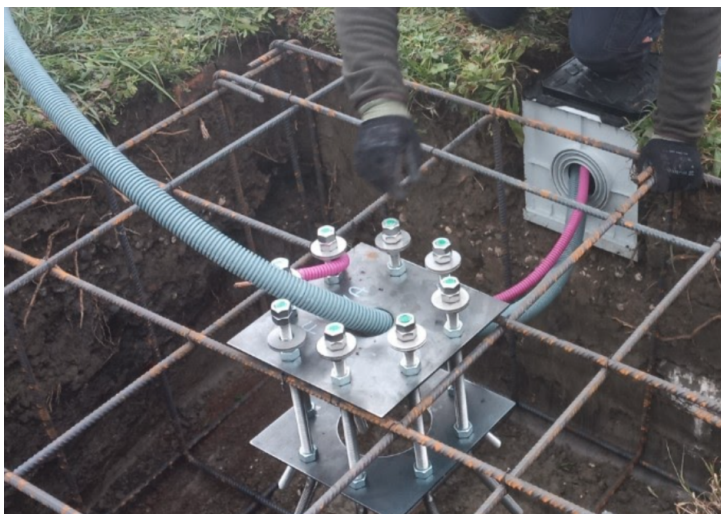
I cavidotti a bassissima tensione dovranno essere separati da quelli appartenenti a categorie differenti.

Cavidotto tra pali

Cavidotto di collegamento tra i pozzetti dei due tipi di palo, tubo corrugato doppia parete in PVC, lunghezza massima mt. 7 e di diametro 80 mm; profondità 50-60 cm, largh. 20 cm, stesura del tubo corrugato. *In caso di tratta più lunga prevedere un pozzetto rompitratta ogni 7 m circa.*

Cavidotto tra pozzetto e plinto

Posa di corrugato affogato tra pozzetto e plinto con uscita su dima per cavi dati e di corrugato per treccia di rame.



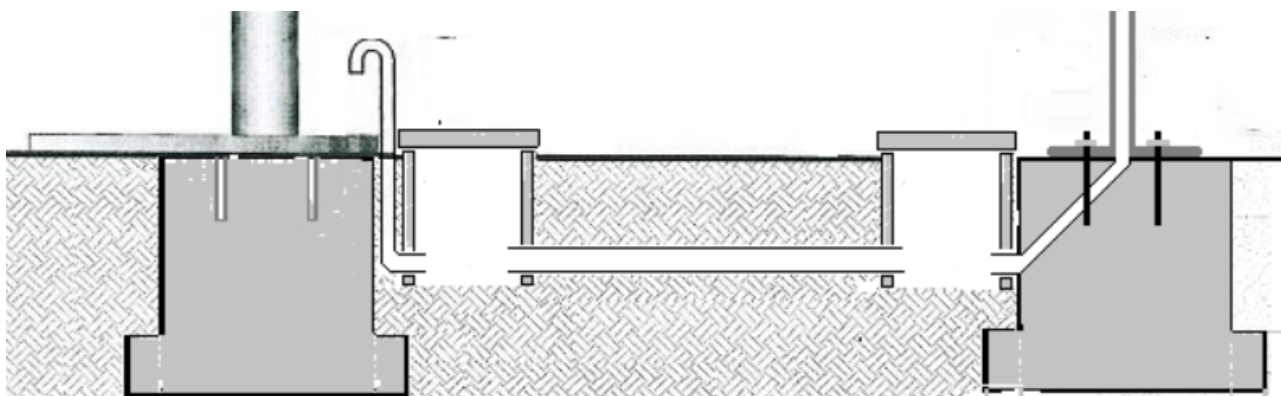
Esempio di realizzazione (pozzetto, gabbia plinto e dima per palo da 10 m)

Pozzetti

Scavo dimensioni cm 40 x 40 x 40;

Pozzetti di collegamento e messa a terra in calcestruzzo prefabbricato di cm 30 x 30 con coperchio carrabile (uno per palo).

n. 2 picchetti da mt. 1 e treccia di rame nuda da 25 mmq per collegamento ai picchetti da pozzetto a pozzetto e collegamento entro cavidotti dedicati ai pali sia del pluviometro che della stazione / palo vento se presente.



Possibili soluzioni di collegamento tra pozzetti e plinti in prossimità dei pali. A sinistra il caso che il pozzetto non abbia un cavidotto interno al plinto (il gomito in pvc garantisce protezione ai cavi durante lo sfalcio), mentre a destra pozzetto con cavidotto interno al plinto

ALLEGATO F

Indicazioni del materiale da smaltire

Si elenca la strumentazione presente nelle due tipologie di siti. Alla strumentazione di base si potranno aggiungere altri materiali da conferire nel centro di riciclaggio. Questi materiali sono elencati nelle singole schede tecniche delle stazioni e comunque sono materiali plastici e ferrosi, legno o plinti e pozzetti in cemento.

Nei siti che verranno spostati si aggiungono un numero maggiore i plinti, come riportati nelle schede tecniche.

Stazione agrometeo di base

- Stazione meteo
 - Sensori meteo
 - Termo-igrometro
 - Pluviometro
 - Datalogger
 - guscio stazione in plastica
 - Impianto principale
- pali e pezzi vari in ferro zincato ed acciaio
- Cavi di collegamento
- Cavidotti in plastica
- batteria
- pannello fotovoltaico
- 1 plinto

Stazione agrometeo complessa

- Stazione meteo
 - Sensori meteo
 - Radiometro
 - 2 Termo-igrometri
 - Pluviometro
 - Anemometro
 - Datalogger
 - guscio stazione in plastica
 - Impianto principale
- pali e pezzi vari in ferro zincato ed acciaio
- Cavi di collegamento

- Cavidotti in plastica
- batteria
- pannello fotovoltaico
- vecchie capannine meteo con sensori e supporti
- altro materiale ferroso presente come vecchi pluviometri

ALLEGATO G

SCHEDE TECNICHE DEGLI INTERVENTI PER OGNI SITO

Schede allegate

ALLEGATO H

Esempio di file json per configurazione stazione

```
[
{
  "model": "stations.stationmetadata",
  "fields": {
    "name": "stimawifi",
    "active": true,
    "slug": "stimawifi",
    "ident": [
      "pat1"
    ],
    "lat": 44.48904,
    "lon": 11.36997,
    "network": "fixed",
    "mqttrootpath": "sample",
    "mqttmaintpath": "maint",
    "category": ""
  }
},
{
  "model": "stations.board",
  "fields": {
    "name": "default",
    "active": true,
```

```

"slug": "default",
"category": "",
"stationmetadata": [
  "stimawifi",
  [
    "pat1"
  ]
]
},
{
  "model": "stations.sensor",
  "fields": {
    "active": true,
    "name": "Dust",
    "driver": "I2C",
    "type": [
      "SPS"
    ],
    "i2cbus": 1,
    "address": 105,
    "node": 1,
    "timerange": "254,0,0",
    "level": "103,2000,-,-",
    "board": [
      "default",
      [
        "stimawifi",
        [
          "pat1"
        ]
      ]
    ]
  }
},
{
  "model": "stations.sensor",
  "fields": {
    "active": true,
    "name": "Temperature_Humidity",
    "driver": "I2C",
    "type": [
      "SHT"
    ],
    "i2cbus": 1,
    "address": 68,

```

```

"node": 1,
"timerange": "254,0,0",
"level": "103,2000,-,-",
"board": [
  "default",
  [
    "stimawifi",
    [
      "pat1"
    ]
  ]
]
},
{
  "model": "stations.sensor",
  "fields": {
    "active": true,
    "name": "CO2",
    "driver": "I2C",
    "type": [
      "SCD"
    ],
    "i2cbus": 1,
    "address": 97,
    "node": 1,
    "timerange": "254,0,0",
    "level": "103,2000,-,-",
    "board": [
      "default",
      [
        "stimawifi",
        [
          "pat1"
        ]
      ]
    ]
  }
}
]

```

ALLEGATO I

Specifiche RMAP

Viene qui riportato un estratto da https://doc.rmap.cc/rmap_rfc/rfc.html che è la fonte ufficiale di riferimento.

Data Level

- Dati Level I , sono le letture dirette degli strumenti espresse in appropriate unità fisiche e georeferenziate (campionamenti)
- Dati Level II, dati riconosciuti come variabili meteorologiche (osservazioni/misurazioni); possono essere ottenuti direttamente da strumenti o derivati dai dati Level I
- Dati Level III sono quelli contenuti in dataset internamente consistenti, generalmente su grigliato.

I dati scambiati a livello internazionale sono livello II o livello III

Report

Un report è un insieme (sincrono) di osservazioni a livello II completo di metadati o con la possibilità di ricostruire i metadati.

Protocolli per R-map

- MQTT (Message Queue Telemetry Transport) è un protocollo publish/subscribe particolarmente leggero, adatto per la comunicazione M2M tra dispositivi con poca memoria o potenza di calcolo e server o message broker.

Data Model: Dati e Metadati

Ogni dato è un valore associato a 6 metadati univoci.

- Time: date time della osservazione o di termine del periodo di osservazione
- Longitude, latitudine e identificativo: coordinate geografiche e identificativo del generatore dei dati
- Network: definisce stazioni con caratteristiche omogenee (classe degli strumenti, rappresentatività e/o stazioni mobili o fisse)
- Time range: indica osservazione o tempo della previsione ed eventuale elaborazione "statistica" in forma codificata tramite tabella
- Level: le coordinate verticali (eventualmente strato) in forma codificata tramite tabella
- Variabile: parametro fisico definito con una descrizione, unità di misura , campo di misura e cifre significative

Ogni dato può essere dotato inoltre di attributi (a esempio prodotti dal controllo di qualità) definiti dalla stessa tabella variabili. E" inoltre possibile associare dei dati statici (di anagrafica, ossia invariabili nel tempo, timerange e level) con i soli metadati longitudine, latitudine, identificativo, report

Time

L'istante di riferimento del dato in ora GMT: si riferisce all'istante finale della misurazione. Di conseguenza, una precipitazione cumulata su 30 minuti con istante di riferimento «2015-08-05T12:00:00Z» è la precipitazione cumulata tra le 11:30:00Z e le 12:00:00Z del giorno 2015-08-05.

Longitudine, latitudine e identificativo

Le coordinate sono espresse con rappresentazione sessadecimale.

- longitudine: coordinate geografiche (ETRF89 - WGS84)
- latitudine: coordinate geografiche (ETRF89 - WGS84)
- identificativo : identificativo fornitore dati/volo aereo/nave (obbligatorio nel caso di stazioni mobili)

Network

Definisce stazioni con caratteristiche omogenee: classe degli strumenti, rappresentatività e/o stazioni mobili o fisse. Per le stazioni che non appartengono a reti omogenee con un ente gestore il valore di «network» segue la seguente regola:

- «fixed» per tutte le stazioni fisse, le cui coordinate non variano nel tempo
- «mobile» per tutte le stazioni/punti di misura le cui coordinate cambiano nel tempo

Time range

Definition of the main concepts related to the description of time range and statistical processing for observed and forecast data:

Validity time is defined as the time at which the data are measured or at which forecast is valid; for statistically processed data, the validity time is the end of the time interval.

Reference time is defined as the nominal time of an observation for observed values, or as the time at which a model forecast starts for forecast values.

The date and time in rmap are always the validity date and time of a value, regardless of the value being an observation or a forecast.

The Timerange field is composed by:

- pindicator : integer from table timerange (unsigned integer)

- P1 is defined as the difference in seconds between validity time and reference time. For forecasts it is the positive forecast time. For observed values, the reference time is usually the same as the validity time, therefore P1 is zero. However $P1 < 0$ is a valid case for reports containing data in the past with respect to the nominal report time. (unsigned integer)
- P2 is defined as the duration of the period over which statistical processing is performed, and is always nonnegative. Note that, for instantaneous values, P2 is always zero. (unsigned integer)

The following table lists the possible values for pindicator and the interpretation of the corresponding values of P1 and P2 specifying a time range:

Pindicator	Description
0	Average
1	Accumulation
2	Maximum
3	Minimum
4	Difference (value at the end of the time range minus value at the beginning)
5	Root Mean Square
6	Standard Deviation
7	Covariance (temporal variance)
8	Difference (value at the beginning of the time range minus value at the end)
9	Ratio
51	Climatological Mean Value
10-191	Reserved
192-254	Reserved for Local Use
200	Vectorial mean
201	Mode
202	Standard deviation vectorial mean

203	Vectorial maximum
204	Vectorial minimum
205	Product with a valid time ranging inside the given period
254	Istantaneous value

Level

Level/layer

This table lists the possible values for leveltype1 or leveltype2 and the interpretation of the corresponding numerical value I1 or I2. Leveltype values in the range 0-255 can be used for defining either a single level (leveltype1) or a surface delimiting a layer (leveltype1 and leveltype2) with any meaningful combination of leveltypes; values of leveltype >255 have a special use for encoding cloud values in SYNOP reports and they do not strictly define physical surfaces.

The idea is borrowed from the GRIB edition 2 fixed surface concept and the values for leveltype coincide with the GRIB standard where possible.

The level field is composed by:

- leveltype1 : from level table (unsigned integer value)
- I1 : first level defined by leveltype1 (unsigned integer value)
- leveltype2 : from level table (unsigned integer value); needed with layer only, missing otherwise (unsigned integer value)
- I2 : second level defined by leveltype2 ; needed with layer only, missing otherwise (unsigned integer value)

Should be everytime $I1 < I2$

leveltype	Meaning	unit/contents of I1/I2
0	Reserved	
1	Ground or Water Surface	
2	Cloud Base Level	
3	Level of Cloud Tops	
4	Level of 0C Isotherm	

5	Level of Adiabatic Condensation Lifted from the Surface	
6	Maximum Wind Level	
7	Tropopause	
8	Nominal Top of the Atmosphere	
9	Sea Bottom	
10-19	Reserved	
20	Isothermal Level	K/10
21-99	Reserved	
100	Isobaric Surface	Pa
101	Mean Sea Level	
102	Specific Altitude Above Mean Sea Level	mm
103	Specified Height Level Above Ground	mm
104	Sigma Level	
105	Hybrid Level	
106	Depth Below Land Surface	mm
107	Isentropic (theta) Level	K/10
108	Level at Specified Pressure Difference from Ground to Level	Pa
109	Potential Vorticity Surface	10-9 K m ² kg ⁻¹ s ⁻¹
110	Reserved	
111	Eta (NAM) Level (see note below)	1/10000

112	116 Reserved	
117	Mixed Layer Depth	mm
118-159	Reserved	
160	Depth Below Sea Level	mm
161-191	Reserved	
200	Entire atmosphere (considered as a single layer)	
201	Entire ocean (considered as a single layer)	
204	Highest tropospheric freezing level	
206	Grid scale cloud bottom level	
207	Grid scale cloud top level	
209	Boundary layer cloud bottom level	
210	Boundary layer cloud top level	
211	Boundary layer cloud layer	
212	Low cloud bottom level	
213	Low cloud top level	
214	Low cloud layer	
215	Cloud ceiling	
220	Planetary Boundary Layer	
222	Middle cloud bottom level	

223	Middle cloud top level	
224	Middle cloud layer	
232	High cloud bottom level	
233	High cloud top level	
234	High cloud layer	
235	Ocean Isotherm Level	K/10
240	Ocean Mixed Layer	
241	Ordered Sequence of Data	
242	Convective cloud bottom level	
243	Convective cloud top level	
244	Convective cloud layer	
245	Lowest level of the wet bulb zero	
246	Maximum equivalent potential temperature level	
247	Equilibrium level	
248	Shallow convective cloud bottom level	
249	Shallow convective cloud top level	
251	Deep convective cloud bottom level	
252	Deep convective cloud top level	
253	Lowest bottom level of supercooled liquid water layer	

254	Highest top level of supercooled liquid water layer	
256	Clouds	
257	Information about the station that generated the data	
258	(use when ltype1=256) Cloud Data group, L1 = 1 low clouds, 2 middle clouds, 3 high clouds, 0 others	
259	(use when ltype1=256) Individual cloud groups, L1 = group number	
260	(use when ltype1=256) Cloud drift, L1 = group number	
261	(use when ltype1=256) Cloud elevation, L1 = group number; (use when ltype1=264) L2 = swell wave group number	
262	(use when ltype1=256) Direction and elevation of clouds, L1 is ignored	
263	(use when ltype1=256) Cloud groups with bases below station level, L1 = group number	
264	Waves	
265	Non-physical data level	engineering ordinal level

Variabile

La tabella B (vedi codifica BUFR del WMO) descrive i dati e la loro eventuale codifica.

I dati possono essere inviati come numeri a virgola mobile o stringhe di caratteri. Il formato consigliato è quello a stringhe di caratteri per evitare problemi di troncamento nella rappresentazione dei valori visto che al suo interno la rappresentazione è intera. La rappresentazione di valori numerici nel formato a stringa di caratteri si ottiene convertendo la rappresentazione del valore in intero con segno in una rappresentazione decimale in una stringa (es. «27315» per una temperatura di 273.15K) Il valore intero con segno si ottiene moltiplicando il valore rappresentato con la unità di misura descritta da «units» per il fattore di scala «scale».

Le restanti colonne della tabella B vengono utilizzate nella de/codifica in formato Bufr e Crex. Fare riferimento a <http://www.wmo.int/pages/prog/www/WMOCodes.html>

Description

The description in table B is a simple description of the data.

Units

The units of Table B entries refer to the format of how the data is represented. The data may be numeric or character. When data is in character form, the character representation is always according to the CCITT International Alphabet No. 5. The units may also refer to a code or flag table, where the code or flag table is described in the WMO Manual On Codes or if not provided by WMO defined as local table. Other units are in Standard International (SI) units, such as meters or degrees Kelvin.

Scale

The scale refers to the power of 10 that the element has been multiplied by in order to retain the desired precision in the transmitted data when the integer format is used. For example, the units of temperature are whole Kelvin degrees in Table B. But this is not precise enough for most usages, therefore the elements are to be multiplied by 100 (10^2) so that the transmitted precision will be centidegrees, a more useful precision. On the other hand, the (SI) unit of pressure in Table B is Pascal, a rather small unit that would result in unnecessarily precise numbers being transmitted. The BUFR Table B calls for pressure to be divided by 10 (10^{-1}) resulting in a transmitted unit of 10ths of hPa, or tenths of millibars, a more reasonable precision for meteorological usage.

Other values in the table B used in Bufr de/coding

The reference value is a value that is to be subtracted from the data after multiplication by the scale factor, if any, before encoding into Section 4 in order to produce, in all cases, a positive value. In the case of latitude and longitude, south latitude and west longitude are negative before applying the reference value. If, for example, a position of 35.50 degrees south latitude were being encoded, multiplying -35.50 by 100 (scale of 2) would produce -3550. Subtracting the reference value -9000 would give 5450 that would be encoded.

To obtain the original value in decoding, adding back the -9000 reference value to 5450 would result in -3550, then dividing by the scale (100) would obtain -35.50.

The data width of Table B entries is a count of how many bits the largest possible value of an individual data item occupies.

Tabella variabile (B table)

B table example; SAMPLE VALUES ONLY ! (the full table is big !)

Get the full table from: <https://github.com/ARPA-SIMC/dballe/blob/master/tables/dballe.txt>

Code	Description	Units	Scale
001001	WMO BLOCK NUMBER	Numeric	0
001002	WMO STATION NUMBER	Numeric	0
001006	AIRCRAFT FLIGHT NUMBER	Character	0
001007	SATELLITE IDENTIFIER	CODE TABLE 1007	0
001008	AIRCRAFT REGISTRATION NUMBER OR OTHER IDENTIFICATION	Character	0
001011	SHIP OR MOBILE LAND STATION IDENTIFIER	Character	0
001012	DIRECTION OF MOTION OF MOVING OBSERVING PLATFORM**	DEGREE TRUE	0
001013	SPEED OF MOTION OF MOVING OBSERVING PLATFORM*	M/S	0

012101	TEMPERATURE/DRY -BULB TEMPERATURE	K	2
012102	WET-BULB TEMPERATURE	K	2
012103	DEW-POINT TEMPERATURE	K	2

Protocolli

L'accentramento dei dati della rete può essere effettuato a differenti livelli determinati dall'hardware disponibile, dal tipo di connettività e dai dati da inviare:

- invio dei dati (campionamenti o osservazioni) a un broker tramite protocollo MQTT
- invio di un report composto da un insieme di osservazioni (sincrone) di tipo II a un broker tramite protocollo AMQP

Dati e Metadati su MQTT

Versioni del protocollo utilizzabili

MQTT protocol versions 3.1 and 3.1.1

Non utilizzare SSL/TLS

Autenticazione

MQTT provides username/password authentication as part of the protocol. To publish mqtt messages on a rmap server follow standard registration procedure on rmap server and get username and password.

Quality of Service

E' possibile utilizzare Quality of Service 0 o 1. Ovviamente quando possibile è consigliato utilizzare QoS 1.

Client ID

MQTT 3.1.1 allows clients to connect with a zero length client id and have the broker generate a client id for them. Use this method as alternative method to the only allowed method that is to use an ID starting with the username used in authentication.

Data Level

- I dati pubblicati nel root path MQTT **sample/** appartengono solo al level type I
- I dati pubblicati nel root path MQTT **report/** appartengono solo al level type II

Stato della connessione

Alla connessione deve essere inviato dalla stazione una eventuale segnalazione di sconnessione gestita male con will (retained):

maint/IDENT/COORDS/NETWORK/254,0,0/265,0,-,-/B01213/

payload : {«v»: «error01»}

poi questo messaggio viene «ricoperto» con:

maint/IDENT/COORDS/NETWORK/254,0,0/265,0,-,-/B01213/

payload : { «v»: «conn»}

alla disconnessione allo stesso topic dovrà essere inviato:

payload : { «v»: «disconn»}

Data e Constant Data

Data

Ogni topic corrisponde ai metadati univoci, mentre il payload è composto dal valore, eventuali attributi e dall'istante temporale. Json è il formato per il payload.

Forma simbolica del topic:

<rootpath>/IDENT/COORDS/NETWORK/TRANGE/LEVEL/VAR

- **IDENT:** identificativo dell'utente che pubblica i dati o identificativo della stazione per stazioni mobili, "-" per stazioni fisse non associate a un singolo utente
- **COORDS:** nella forma lon,lat. Le coordinate sono espresse con rappresentazione sessadecimale nella forma int(valore*10^5) con eventuale segno negativo
- **NETWORK:** etichetta massimo 16 caratteri
- **TRANGE:** nella forma indicator,p1,p2; Indicator e p2 interi senza segno, p1 intero con eventuale segno negativo. "-" per valori non significativi
- **LEVEL:** nella forma type1,l1,type2,l2; Type1, type2 interi con eventuale segno negativo, l1e l2 interi con eventuale segno negativo. "-" per valori non significativi
- **VAR:** nella forma BXXYYY come da tabelle B codice BUFR WMO


```
"B49212","B49213","B49214","B49215","B49216","B49217","B49218",
"B49219","B49220","B49221"],
"51":["B11211","B11212","B11213","B11214","B11215","B11216"],
"52":["B49198","B49199","B49200","B49201","B49202","B49203","B49204",
"B49205","B49206","B49207","B49208","B49209"]}
```

Seconda forma contratta tabella E

In questa forma contratta non è previsto l'invio di attributi del dato. In questa forma contratta non è necessario inviare messaggi relativi allo stato della connessione. Il topic è come quello della forma standard senza i parametri «VAR», «LEVEL» e «TRANGE». Ad esempio:

```
test/myuser/1131908,4449301/fixed
```

Il payload prevede due parametri:

- «e» che descrive quale elemento della tabella E è preso in considerazione
- «p» con un array di valori corrispondenti ai «VAR», «LEVEL» e «TRANGE» descritti nell'elemento in tabella E

Ad esempio:

```
{"p":[27315,73],"e":1}
```

Tabella E

```
# template 1: temperature and humidity``
etable={"1":{"B12101":{"timerange":"254,0,0","level":"103,2000,-,-"},
"B13003":{"timerange":"254,0,0","level":"103,2000,-,-"}},
# template 2: temperature, humidity and PM2.5
"2":{"B12101":{"timerange":"254,0,0","level":"103,2000,-,-"},
"B13003":{"timerange":"254,0,0","level":"103,2000,-,-"},
"B15198":{"timerange":"254,0,0","level":"103,2000,-,-"}},
}
```

Remote procedure over MQTT

Le RPC sono in formato json (json-rpc) e utilizzano due topics MQTT:

```
topiccom="rpc/<user>/<mac>/com"
topicres="rpc/<user>/<mac>/res"
```

- topiccom è il topic utilizzato per l'invio delle richieste RPC al server mentre topicres è il topic utilizzato dal server per le risposte.
- user è l'utente e dovrà essere lo stesso utilizzato per l'autenticazione al broker MQTT.
- mac è l'identificativo univoco del device (numerico 12 cifre, ossia 6 numeri di 2 cifre)

Il payload seguirà le specifiche [JSON-RPC 2.0 Specification](#)

Ogni payload comando/risposta Jsonrpc non deve superare i 144 caratteri.

Non sono ammessi accessi concorrentiali e ogni utente è tenuto a gestire di conseguenza gli accessi.

Remote procedures supportate

config

Configura la stazione.

parametri:

- bool reset: se true riporta le configurazioni ai valori di default e rimuove ogni sensore precedentemente configurato; questa operazione è la prima ad essere effettuata dal server (default false)
- char datalevel: «sample» o «report»; prima parte del path di pubblicazione su MQTT per i dati (default «report»)
- char network: «fixed» o «mobile»; prima parte del path di pubblicazione su MQTT per i dati (default «fixed»)
- int lat: latitudine espressa con rappresentazione sessadecimale nella forma $\text{int}(\text{valore} \cdot 10^5)$ con eventuale segno negativo
- int lon: longitudine espressa con rappresentazione sessadecimale nella forma $\text{int}(\text{valore} \cdot 10^5)$ con eventuale segno negativo
- char mqttmaintpath: prima parte del path di pubblicazione su MQTT per i messaggi di funzionamento (default «maint»)
- int sampletime: intervallo tra le misure in secondi (default 900)
- char mqttserver: server MQTT (default «rmap.cc»)
- char mqttuser: MQTT user (no default)
- char mqttpass: MQTT password (no default)
- char ntpserver: NTP server (no default)
- array int[6] date: set date and time [esempio: 2014,2,10,18,45,18] (no default)
- array byte mac[6]: ethernet mac address (esempio: use (0,0,0,0,0,1) for board1, use (0,0,0,0,0,2) for board2 etc.) (no default)
- bool save: if true save configuration into permanent memory; questa operazione è l'ultima ad essere effettuata dal server (default false)
- array sens:
 - char tr: timerange (esempio: «1,0,60») (no default)
 - char lev: level (esempio «1,-,-,-») (no default)
 - char var: variabile tabella B (esempio «B13011») (no default)

- any ext: configurazione relativa a una implementazione specifica di un sensore nella stazione OPZIONALE:

ad esempio nella implementazione Stima ext contiene:

- char driver: driver locale del sensore
- char type: driver remoto
- int address: address I2C

esempi:

- reset, configurazione e salvataggio in una unica RPC

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"reset":true,"save":true,"mqttserver":"rmap.cc", "sensors":[{"mqttpath":"105,2000,/,1,0,900", ext:{"driver":"HIH"}}], "id": 0}
```

- reset, configurazione, aggiunta sensori e salvataggio in differenti RPC

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"reset":true}, "id": 0}
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"mqttserver":"rmap.cc", "mqttuser":"myuser", "mqttpass":"mypassword"}, "id": 1}
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"datalevel":"report", "network":"fixed", "lon":1112345, "lat":4412345}, "id": 1}
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"sens":[{"tr":"1,0,60", "lev":"1,-,-", "var":"B130111", ext:{"driver":"HIH"}}], "id": 2}
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"sens":[{"tr":"254,0,0", "lev":"105,2000,-,-", "var":"B12101", ext:{"driver":"TMP"}}], "id": 3}
{"jsonrpc": "2.0", "method": "config", "params": {"save":true}, "id": 4}
```

- pinout

Attuatore che accende/spegne uno o più pin.

parametri:

- array di oggetti con la seguente struttura:
 - integer n: pin number
 - bool s: true=on; false=off

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "pinout", "params": [{"n":4,"s":true},{n":5,"s":false}], "id": 0}
```

- recovery

Richiede il re-invio dei dati non trasmessi al server; senza parametri

esempio:

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "sdrecovery", "id": 0}
```

- resend

Richiede il re-invio dei dati non trasmessi al server da una data iniziale a una data finale

- int[6] dts: start date and time; anno, mese, giorno, ora, minuti, secondi [esempio: 2014,2,10,18,45,18]
- int[6] dte: end date and time; anno, mese, giorno, ora, minuti, secondi [esempio: 2015,3,25,12,0,0]

esempio:

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "resend", "params": {"dts": [2014,2,10,18,45,18], "dte": [2015,3,25,12,0,0]}, "id": 0}
```

reboot

Richiede il riavvio della stazione

esempio:

```
{"jsonrpc": "2.0", "method": "reboot", "id": 0}
```

Ritrasmissioni e correzioni

I dati possono essere ritrasmessi e sarà l'ultimo dato ricevuto a vincere sui vecchi.

Attenzione va posta alla gestione degli attributi che possono contenere il risultato del controllo di qualità dei dati. Ai dati che non superano il controllo di qualità viene aggiunta loro una flag corrispondente all'attributo B33007, che fornisce una % di confidenza del dato (= 0 per valore invalidato). I dati con attributo B33007 dovranno quindi essere offuscati (mancante, valore = null) alle applicazioni. In questo modo vengono gestite le correzioni, ossia è possibile che un dato sia inviato prima senza attributo B33007; poi in seguito alle procedure di controllo di qualità il dato viene invalidato e ritrasmesso con valore null e attributo B33007=0; in questo caso chi riceve il dato dovrebbe procedere a invalidarlo/rimuoverlo. Nella gestione di questo flusso dati i tools forniti insieme alla libreria software DB-all.e possono agevolare molto il lavoro.

ALLEGATO L

Elenco siti ove sono presenti sensori di umidità del suolo

Per ognuno dei siti sotto elencati sono già installati tre sensori, collocati alle profondità di -25 cm, -45 cm e -70 cm (per la localizzazione vedi allegato B)

1. San Nicolò (PC)
2. Gainago (PR)
3. Correggio (RE)
4. Mirandola (MO)
5. Mirabello (FE)
6. Padulle Sala Bolognese (BO)
7. Vergiano (RN)