



UNIONE EUROPEA



REGIONE DEL VENETO



POR_Azione 3.1.2 – SRA Dir.Difesa del Suolo
FESR_R_15/A – Parte ARPAV

Progetto RE.S.M.I.A.

Reti e Stazioni di Monitoraggio Innovative per l'Ambiente

Stato lavori

Ottobre 2011

Padova, 18 Ottobre 2011



UNIONE EUROPEA



REGIONE DEL VENETO

Sommario

1. WP1 - Monitoraggio di nano-particelle in aria	3
1.1. Adattamento della strumentazione per attività in campo di lungo periodo	3
1.2. Implementazione delle stazioni di monitoraggio dell'aria.....	4
1.3. Campionamento.....	4
2. WP2 - Sensoristica acqua.....	6
2.1. Predisposizione stazione	6
2.2. Identificazione analiti.....	7
3. WP3 - Stazione di monitoraggio	7
3.1. Obiettivi raggiunti	8
3.2. Layout finale	8
3.3. Caratterizzazione del primo prototipo di stazione	11
3.4. Caratterizzazione dell'ambiente di gestione dei dati	13



Il presente documento descrive le attività del progetto RESMIA attuate sino al 31/06/2011 ed i risultati ottenuti.

In tale descrizione si seguirà la strutturazione prodotta nel progetto esecutivo, ossia la ripartizione nei workpackages previsti dal suddetto documento.

1. WP1 - Monitoraggio di nano-particelle in aria

Per ciò che riguarda lo stato dell'arte, la ricerca bibliografica è stata impostata considerando inizialmente i progetti pertinenti già effettuati sul territorio nazionale (estremamente scarsi) ed estendendo successivamente l'indagine ad altre realtà sia europee che extra-europee.

L'impostazione include una parte introduttiva relativa ai processi di genesi del particolato ultrafine ed una descrizione dello stato dell'arte delle conoscenze in materia tossicologica.

Considerata l'esperienza già acquisita da ARPAV nell'ambito della tematica, si è attuato uno scambio di materiale bibliografico, tra l'Agenzia e il partner CIVEN, che costituisce la sorgente dello stato dell'arte in via di definizione.

Nel mese di aprile scorso si è prodotta una bozza avanzata di tale report.

1.1. Adattamento della strumentazione per attività in campo di lungo periodo

La campagna campionamenti è stata portata avanti mediante l'impiego della strumentazione disponibile presso il partner CIVEN (Condensation Particle Counter). Tale strumentazione è stata preventivamente sottoposta a manutenzione ordinaria e calibrazione presso la casa madre tedesca Grimm Aerosol Technik nel mese di dicembre 2010.

Per poter garantire l'attività in campo di lungo periodo, si sono ipotizzati:

1. sistemi utili per garantire una opportuna riserva di butanolo, necessario per il funzionamento dello strumento
2. modalità di acquisizione dei dati attraverso memoria interna dello strumento.

Al fine di verificare i parametri sopra elencati, è stato effettuato un campionamento di prova presso la sede di CIVEN e altri test che sono stati svolti presso i laboratori ARPAV ed i mezzi mobili.



1.2. Implementazione delle stazioni di monitoraggio dell'aria

Dopo approfondita valutazione delle necessità logistiche e delle tempistiche, si è concordato di iniziare i campionamenti implementando i mezzi mobili disponibili.

In tale contesto è stata attuata l'installazione con prelievo dell'aria per il conteggio delle particelle ultrafini attraverso una sonda già presente all'interno del mezzo mobile.

1.3. Campionamento

Si è discusso della scelta delle stazioni presso cui effettuare il monitoraggio, la cui durata complessiva sarà di 24 mesi massimo (due stagioni estive + due stagioni invernali).

Considerando la topografia della rete di monitoraggio già allestita presso ARPAV, la tipologia delle stazioni da indagare sarà riconducibile a:

- stazione di traffico T
- stazione di background urbano BU
- stazione di background rurale BR
- stazione montana

e si è concordato di scegliere rispettivamente 2, 2, 2 ed 1 sito per ciascuna tipologia di stazione. Si è inoltre concordato che la durata del monitoraggio presso ciascuna di esse sia di 15 giorni, con frequenza di acquisizione del dato di circa 15 minuti.

Per questioni di opportunità logistica (disponibilità dell'allacciamento elettrico e di informazioni relative altri parametri di qualità dell'aria, quali PM10 ed inquinanti gassosi) e perché concorde con quanto prima stabilito, si è deciso di iniziare le attività presso uno dei punti di campionamento già allestiti lungo il tracciato del passante di Mestre, e di cui si allega mappa; in particolare, il sito Mirano – Vetrego cimitero risulta essere quello più opportuno perché in prossimità di più sorgenti di traffico (passante, autostrada A4 e viabilità di allacciamento al casello di Dolo-Mirano) e della linea ferroviaria.

Ad oggi sono state effettuate le campagne di monitoraggio indicate in tabella 1.



Tabella 1

Progetto RESMIA (campagne con CPC)					
Periodo	Sito	Sopralluoghi/attività	Codice SISCA (*)	N. sopralluoghi	Durata (gg)
08/02/11- 24/03/11	ORAR-LCQ	2 ore ogni 3 giorni	PD_001606_11	8	44
24/03/11- 04/04/11	Mirano-Vetrego cimitero	24-28-29/3, 04/04 (2h)	PD_001607_11	4	11
08/04/11- 20/04/11	Spinea-via Rossini bis	06-08-20/04 (2h)	PD_001608_11	3	12
27/04/11- 10/05/11	Concordia Sagittaria	05-27/04, 10/05 (2h)	PD_001609_11	3	13
11/05/11- 25/05/11	Passo Valles	13/04, 11/05 (7.12 h)	PD_001610_11	2	14
30/05/11- 08/06/11	Malcontenta	19/05, 30/05, 08/06 (2h)	PD_001657_11	3	9
13/06/11- 27/06/11	Mestre-via Tagliamento	13-16-17-20-23/06 (1h), 27/06 (2h)	PD_001725_11	5	14
27/06/11- 04/07/11	Malcontenta	01/07(2h), 04/07(1h)	PD_001830_11	2	7

(*) Sistema Informativo a Supporto dei Controlli Ambientali



2. WP2 - Sensoristica acqua

2.1. Predisposizione stazione

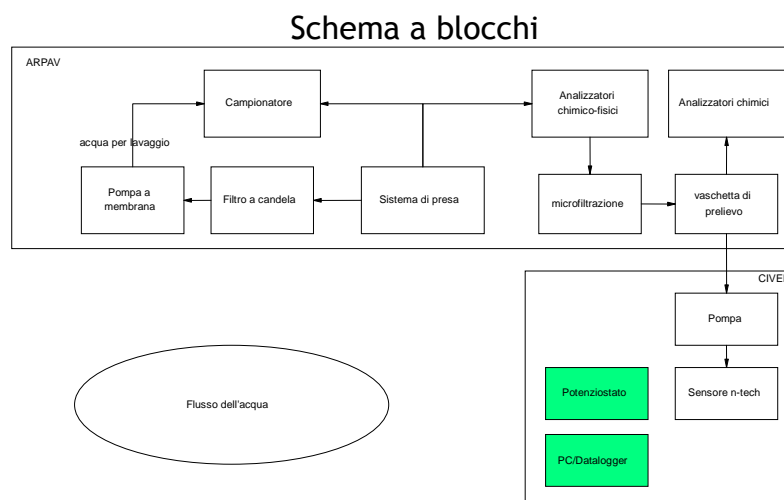
Nel mese di maggio 2010 è stato effettuato, dai referenti di CIVEN e ARPAV, il sopralluogo sulla stazione A7q in località Malcontenta (VE) operante sulla rete di monitoraggio delle acque del Bacino Scolante in Laguna.

A seguito delle osservazioni e valutazioni impiantistiche, la stazione del BSL è stata giudicata adatta ad ospitare la sperimentazione di uno dei due prototipi previsti.

La collocazione degli apparati che verranno forniti da CIVEN avverrà in una delle sedi previste per gli analizzatori chimici. In questa prima fase è stato scelto, come punto di prelievo dell'acqua, la vaschetta a valle della microfiltrazione.

Il punto di prelievo all'interno della stazione è stato individuato immediatamente dopo il primo filtro a candela (ved. Schema a blocchi).

E' risultato inoltre utile poter sfruttare la presenza del sistema di campionamento automatico già presente sulla stazione ARPAV. Ciò permette infatti di verificare il nuovo sistema di monitoraggio mediante confronto con i dati di rilevazione di inquinanti provenienti dalle analisi dei laboratori.





2.2. Identificazione analiti

Si ricorda che la prima sperimentazione del sensore verrà effettuato sul sito dell'attuale stazione A7q ARPAV posta sul naviglio del Brenta in località Malcontenta (VE).

Nel mese di giugno 2010 si è svolto un incontro tecnico tra l'Agenzia e il partner CIVEN con l'obiettivo di perfezionare la selezione degli analiti da indagare.

Considerando gli obiettivi specifici del progetto, si è scelto di focalizzare gli sforzi della prima sperimentazione sulla metodologie di ricerca dell'analita Arsenico nella due forme di As(III) e As(Totale).

Solo in seconda fase e con priorità inferiore verrà ripresa la ricerca sul secondo analita che, su proposta ARPAV, risulta essere il Nichel e, nel caso di impossibilità per eventuali future ragioni tecniche, il Piombo in alternativa.

La prima istanza ha riguardato i limiti di rilevabilità (o limiti di quantificazione) gestibili dal sensore. E' stato appurato che la concentrazione totale disciolta dei metalli in analisi, mediamente presenti sul sito scelto è compatibile con la risoluzione ottenibile dal sensore, che è dell'ordine di 0.2-0.5 ug/l.

Una delle prime attività è, inoltre, consistita in un'azione di campionamento e misura in laboratorio ad alta risoluzione per la determinazione dei limiti di fondo dell'ambiente indagato.

Una fase di studio attuata da CIVEN ha riguardato la criticità della metodologia di rilevazione del Nichel. Essa infatti richiede l'utilizzo di "potenziale negativo" e una fase di degassazione della soluzione. Queste ultime condizioni potrebbero portare alla scelta obbligata del Piombo come secondo analita.

3. WP3 - Stazione di monitoraggio

La presente sezione descrive lo stato di avanzamento dei lavori relativi all'obiettivo:

minimizzazione impatto ambientale delle stazioni di monitoraggio con sperimentazione e implementazione di nuove tecnologie per la realizzazione di un nuovo modello di stazione di monitoraggio.

Si ricorda che, in termini operativi, si persegue la definizione di una nuova stazione di monitoraggio, di dimensioni più contenute rispetto alle attuali, che meglio si integra sul territorio, di facile manutenzione e con costi di esercizio nettamente inferiori.



3.1. Obiettivi raggiunti

Alla data della presente le attività svolte sono così riassumibili:

- definizione del layout finale della rete di monitoraggio;
- caratterizzazione del primo prototipo di stazione di monitoraggio (sui due previsti dal progetto);
- caratterizzazione dell'ambiente di gestione dei dati raccolti dalla rete di monitoraggio.

3.2. Layout finale

Per quanto concerne il layout finale previsto, il sistema sarà composto dai seguenti blocchi funzionali (vedi Schema a blocchi riportato in **Figura 1**):

- la rete WSN;
- il cluster DBMS;
- l'interfaccia utente, ossia il software per la visualizzazione e l'analisi dei dati.

La topologia della rete wireless locale sarà di tipo meshed, con uno o più sensori collegati a un nodo ZigBee-like. L'area ricoperta potrà arrivare a circa 1 Km².

Allo stato attuale, la rete WSN è di tipo parzialmente magliato e connette un sensore di temperatura e un estensimetro a filo, mentre un anemometro con direzione e velocità del vento è connesso in maniera cablata al datalogger.

Il gateway WSN comunica col datalogger su porta RS232 con protocollo MODBUS.

Il datalogger comunica invece col server utilizzando lo standard TCP/IP mediante un link UHF digitale progettato per la trasmissione a pacchetto. Il server DBMS è, infine, dotato di indirizzo web pubblico.

I dati raccolti vengono trasferiti su FTP nel DBMS Postgres con estensione geografica PostGis e sono dotati di policy di backup e ridondanza necessarie per l'integrità dei dati.

Il server per l'interfaccia utente, tramite l'ambiente **Map Server**, permette di rappresentare graficamente su un'opportuna mappa la dislocazione dei sensori e di effettuare interrogazioni sui dati forniti. L'attuale versione è tuttavia dotata di funzionalità base.

Per permettere una completa integrazione con l'esistente struttura dati in Arpav, si prevede di



UNIONE EUROPEA



REGIONE DEL VENETO

implementare una procedura automatizzata per il popolamento dei dati in SIRAV.

Il Sistema operativo **Open Source** Linux è utilizzato sia sul server che su tutti i dispositivi della rete WSN in accordo con la filosofia adottata di Free and Open Source Software (FOSS).

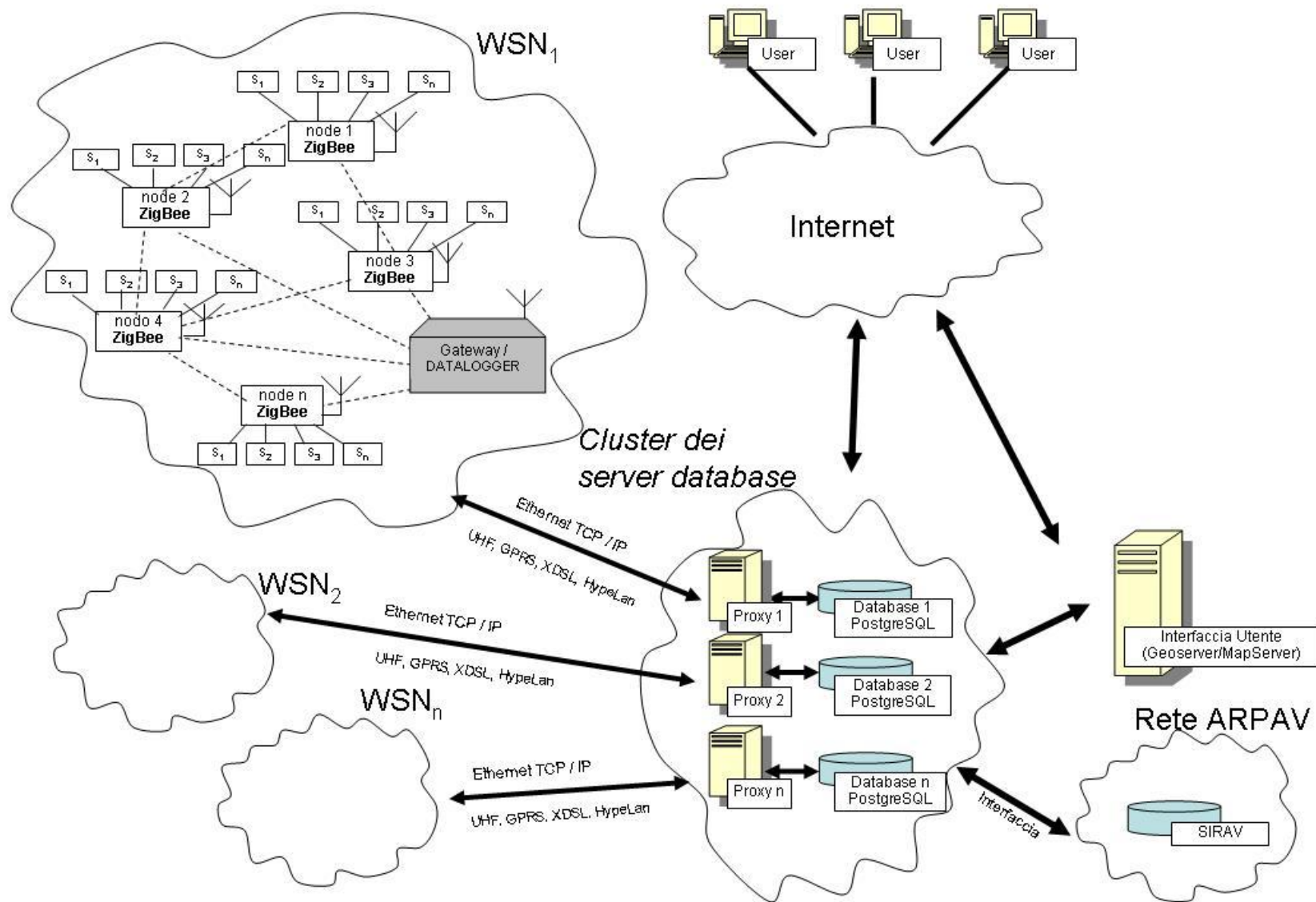


Figura 1: Schema a blocchi dell'architettura del sistema.



3.3. Caratterizzazione del primo prototipo di stazione

Il primo prototipo di stazione di monitoraggio, su cui attualmente si sta lavorando, è costituito dai seguenti elementi:

- datalogger
- WSN
- link radio UHF-IP

Il datalogger, impiegato come centralina programmabile di acquisizione dati, è in grado di elaborare, grazie ad un microprocessore a 32 bit, complessi algoritmi sui dati acquisiti.

In questa fase è dotato di 4 ingressi analogici a 24 bit, 5 ingressi digitali, 4 uscite analogiche a 12 bit, 4 uscite digitali. Qualora fosse richiesto, sarà possibile un'espansione dei canali senza apportare modifiche strutturali al terminale.

I protocolli di comunicazione implementati per il trasferimento dati e la comunicazioni con il terminale sono i seguenti:

- FTP (File Transfer Protocol)
Per l'invio del file dati dal datalogger al server locale
- NTP (Network Time Protocol)
Per la sincronizzazione del clock di sistema
- Modbus
Per la connessione della rete WSN

E' inoltre già previsto l'utilizzo del terminale anche in zone non raggiunte da tensione di rete mediante alimentazione da pannello solare di soli 20W.

Tra le varie dotazioni hardware, l'apparato datalogger dispone di:

- Display LCD 2 righe 24 caratteri che consente tipicamente la visualizzare locale dei dati istantanei, data/ora e di eventuali parametri operativi;
- Orologio datario al quarzo programmabile ad alta precisione con funzione di sincronizzazione su server remoto e batteria tampone agli ioni di litio;
- Hardware reset e watchdog per arresto accidentale del sistema e ripristino automatico, con registrazione file di log dell'evento di riavvio;
- 2 interfacce di comunicazione seriali RS232 (opzionalmente RS485);



- 2 porte USB hotplug con riconoscimento automatico delle pen drive, dispositivo wireless ZigBee ecc. ;
- 1 interfaccia LAN di comunicazione Ethernet 10/100Mbit.

Si riportano in Tabella le specifiche tecniche in dettaglio:

Processore:	ARM9 (166MHz)
Ingressi analogici: Pt100/0÷2Vdc/4÷20mA	n. 4 @ 12bit n. 4 @ 24bit
Uscite analogiche: (Vmax 0÷2Vdc)	n. 4 @ 12bit
Ingressi digitali:	n. 5 ingressi in frequenza
Uscite digitali:	n. 4 open drain
Porte di comunicazione:	n. 2 RS232 n. 2 USB Host n. 1 LAN Ethernet 10/100Mb
Memoria dati interna:	A partire da 32MB
Memoria dati esterna:	Pen-drive industriale USB 256MB÷4GB
Orologio datario:	al quarzo con batteria di backup e aggiornamento automatico via NTP
Consumo:	80mA (stand by <20mA)
Alimentazione :	10,5Vdc ÷ 15Vdc
Dimensioni:	177x118x60mm
Temperatura operativa:	-30 ÷ 70 °C
Peso:	0,8 Kg
Dimensioni:	177x118x60mm

Tabella 2 : Specifiche tecniche del datalogger.

Allo stato attuale, al datalogger sono stati collegati i seguenti sensori:

1. un anemometro;
2. un termometro;
3. un sensore dell'umidità (igrometro).

Il sistema è dotato di ingressi controllati in tensione (0÷2 volt) o in corrente (4÷20 mA).

La conversione del segnale elettrico acquisito dai sensori in unità ingegneristiche viene ottenuta mediante funzioni analitiche, impostate nel datalogger, sintetizzate con procedimenti semiautomatici su foglio elettronico.

Per quanto riguarda l'estensione WSN, essa non implementa totalmente le definizioni ZigBee. Si riportano di seguito le semplificazioni adottate:



- per ogni nodo della rete l'instradamento dinamico è limitato a due percorsi alternativi;
- non è previsto lo sleep mode sui nodi ripetitori;
- per ogni nodo terminale è prevista un'autonomia di 2 anni con duty cycle di circa 1%;
- l'area di copertura prevista per la singola rete WSN è di circa 300m x 300m.

Il sistema radio UHF, che interconnette il datalogger al proxy server, rappresenta una nuova generazione di sistemi radio. Questa tipologia di radio è progettata, infatti, per garantire la compatibilità con i sistemi che basano la comunicazione sul pacchetto di protocolli TCP/IP.

3.4. Caratterizzazione dell'ambiente di gestione dei dati

Per quanto concerne l'ambiente di gestione per la visualizzazione e l'interrogazione dei dati raccolti dalla rete di monitoraggio, sono state portate a termine le seguenti attività:

- definizione e costruzione del geodatabase Postgres con estensione spaziale PostGIS dei dati provenienti dalla rete di sensori su un server ARPAV dedicato al Progetto RE.S.M.I.A.;
- definizione delle specifiche dell'interfaccia webGIS di pubblicazione web dei dati raccolti dalla rete WSN.

In particolare, il webGIS permette:

- 1) la navigazione cartografica tramite un'interfaccia basata su MapFish/ExtJS;
- 2) l'interrogazione e la visualizzazione in tempo reale dei dati rilevati tramite i sensori della rete WSN;
- 3) l'esportazione dei dati in formato testuale/*spreadsheet* (CSV, ods, xls);
- 4) la localizzazione in mappa direttamente scegliendo il punto di interesse;
- 5) la visualizzazione dei dati degli ultimi n giorni in formato tabellare e sotto forma di grafico lineare cliccando sul sensore di interesse visualizzato nella mappa;
- 6) la ricerca nel database attraverso alcuni filtri semplici, con la possibilità di limitare la visualizzazione (in mappa e in tabella dati) a sotto-periodi;
- 7) l'estrazione di statistiche riassuntive generali, sia in forma grafica che tabellare.