



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

Aggiornamento Stato Lavori

dicembre 2011

Il Responsabile del Progetto
Ing. Silvio Fiorini

Padova, 12 Aprile 2012



Sommario

1. Premessa	3
2. WP1 - Monitoraggio di nano-particelle in aria	4
2.1. WP1.2 : Adattamento della strumentazione per attività in campo di lungo periodo	4
2.2. WP1.3 : Implementazioni delle stazioni di monitoraggio	5
2.3. WP1.4 : Campionamento	5
2.4. WP1.5 : Elaborazione dei dati	7
3. WP2 - Sensoristica acqua	11
4. WP3 - Stazione di monitoraggio	12
4.1. La stazione	13
4.2. Interfaccia utente	15
4.3. Le linee guida	17
5. WP4 - Gestione e disseminazione	18



1. Premessa

Questo documento viene redatto ai fini del rendiconto economico relativo al periodo giugno-dicembre 2011. Si precisa comunque che i report tecnici inclusi descrivono le attività svolte fino alla data della presente stesura.



2. WP1 - Monitoraggio di nano-particelle in aria

Facendo seguito alle conclusioni tratte in merito all'avanzamento delle attività sperimentali, sviluppate successivamente ai primi 6 mesi di campionamento, e basate sulla discussione dei problemi riscontrati durante la campagna di monitoraggio svolta fino a quel momento, in considerazione dell'interruzione strumentale per rottura e, più generalmente, dell'esperienza maturata, sono stati presi diversi provvedimenti per il proseguimento delle attività sperimentali progettuali.

Nei successivi paragrafi sono sinteticamente descritte le modifiche alle attività, suddivise per WP, compiute alla luce di quanto disposto.

2.1. WP1.2 : Adattamento della strumentazione per attività in campo di lungo periodo

Rispetto alle campagne svolte in via esplorativa della fattibilità delle misure, l'unica significativa novità introdotta dal punto di vista strumentale è l'impiego di sonde di campionamento in silicone conduttivo. L'uso di materiale conduttivo dovrebbe comportare una minore perdita di campione, soprattutto nelle frazioni dimensionali più piccole, causata dalle interazioni elettrostatiche delle particelle stesse sulle superfici non conduttive, e quindi capaci di accumulare carica, dei tubi di campionamento precedentemente impiegati.



2.2. WP1.3 : Implementazioni delle stazioni di monitoraggio

Le difficoltà operative e logistiche riscontrate con l'installazione della strumentazione all'interno delle centraline, tra cui l'interfacciamento con le sonde di prelievo esterno, raccolta e collettamento degli scarichi strumentali e interferenza con la strumentazione presente, ad eccezione della stazione di Concordia Sagittaria, ha richiesto lo sviluppo di una soluzione alternativa per lo svolgimento delle attività di monitoraggio.

Un box esterno per campionatori, in materiale plastico, è stato quindi adattato per l'installazione del CPC. Attraverso degli spessori lo strumento viene portato all'altezza di una delle due griglie di ventilazione già predisposte, attraverso la quale viene fatto passare il tubo di campionamento in materiale conduttivo. L'approvvigionamento elettrico all'interno del box è garantito da una coppia di prese elettriche alimentate da un cavo esterno; una ventola, installata in corrispondenza di una seconda griglia, assicura un continuo ricircolo d'aria all'interno del box. Considerate le temperature di esercizio della strumentazione (+10/+35 °C), durante il periodo invernale è stato necessario installare un elemento riscaldante.

2.3. WP1.4 : Campionamento

Le attività di campionamento svolte fino ad ora (12.04.2012) sono riepilogate in tabella 1.



Tabella 1 Sessioni di campionamento effettuate nell'ambito del WP1 del progetto RESMIA

CAMPIONAMENTI 2011			CAMPIONAMENTI 2012		
STAZIONE	SESSIONE DI CAMPIONAMENTO		STAZIONE	SESSIONE DI CAMPIONAMENTO	
	INIZIO	FINE		INIZIO	FINE
VIA LISSA	08/02/11	23/02/11	CONCORDIA SAGITTARIA	09/01/12	20/01/12
	21/03/11	24/03/11	VIA TAGLIAMENTO	20/01/12	03/02/12
MIRANO - VETREGO	24/03/11	04/04/11	VIA LISSA	03/02/12	17/02/12
SPINEA - VIA ROSSINI	06/04/11	20/04/11	VEGA	20/02/12	05/03/12
CONCORDIA SAGITTARIA	27/04/11	10/05/11	MALCONTENTA	05/03/12	16/03/12
PASSO VALLES	11/05/11	13/05/11	CONCORDIA SAGITTARIA	19/03/12	30/03/12
	18/05/11	21/05/11	VIA LISSA	11/04/12	IN CORSO
MALCONTENTA	30/05/11	05/06/11			
	06/06/11	08/06/11			
VIA TAGLIAMENTO	13/06/11	19/06/11			
	20/06/11	27/06/11			
MALCONTENTA	27/06/11	04/07/11			
VIA LISSA	17/10/11	04/11/11			
VEGA	14/11/11	28/11/11			
MALCONTENTA	05/12/11	19/12/11			
CONCORDIA SAGITTARIA	09/01/12	20/01/12			
VIA TAGLIAMENTO	20/01/12	03/02/12			
VIA LISSA	03/02/12	17/02/12			
VEGA	14/11/11	28/11/11			
MALCONTENTA	05/12/11	19/12/11			

La pianificazione, per quanto riguarda l'anno in corso (2012), impostata su base stagionale, prevede il mantenimento di campionamenti della durata di 15 giorni consecutivi con risoluzione di acquisizione del dato di 1 minuto. L'obiettivo delle attività è di ottenere un *data-set* consistente delle diverse tipologie ambientali identificate per eseguire confronti stagionali inter e intra-stazione.

Per lo scopo le stazioni sono state ridotte a 5, sia per poter garantire una continuità



a livello annuale sia per motivi di natura logistica. Le stazioni scelte sono quindi:

Stazione	Tipologia
Concordia Sagittaria	Rurale
Via Tagliamento	Traffico Urbano
Via Lissa	Background Urbano
Parco VEGA	Traffico (<i>On road</i>)
Malcontenta	Industriale

2.4. WP1.5 : Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati al momento prevede una semplice esplorazione visiva attraverso l'interpretazione grafica di *box-plot* (Fig. 1) costruito con indicatore centrale la mediana, estremi del box a $q_{1/4}$ e $q_{3/4}$, baffi inferiori e superiori limitati, rispettivamente, al 10 e 90% della distribuzione dei dati per l'eliminazione degli *outlier*.

Da questa tipologia di indagine è possibile identificare differenze a livello generale tra i diversi ambienti selezionati, e tra campagne svolte in periodi differenti nella stessa stazione. Il *box plot*, analizzato singolarmente, da informazioni sulla distribuzione dei dati intorno alla mediana; ad esempio, un box ampio è indice di forti escursioni del dato indicando la presenza di andamenti giornalieri piuttosto marcati. Com'è infatti evidente dai risultati riportati in figura 1, l'estensione del box intorno al dato centrale aumenta con l'aumentare dell'impatto antropico che caratterizza la stazione in considerazione. Queste stazioni, a differenza di quelle meno interessate direttamente da sorgenti di emissione, presentano andamenti circadiani molto netti, con picchi piuttosto importanti in corrispondenza delle ore di punta del traffico, segnale della forte correlazione tra sorgenti di emissione stesse e processi di *aging* del particolato.

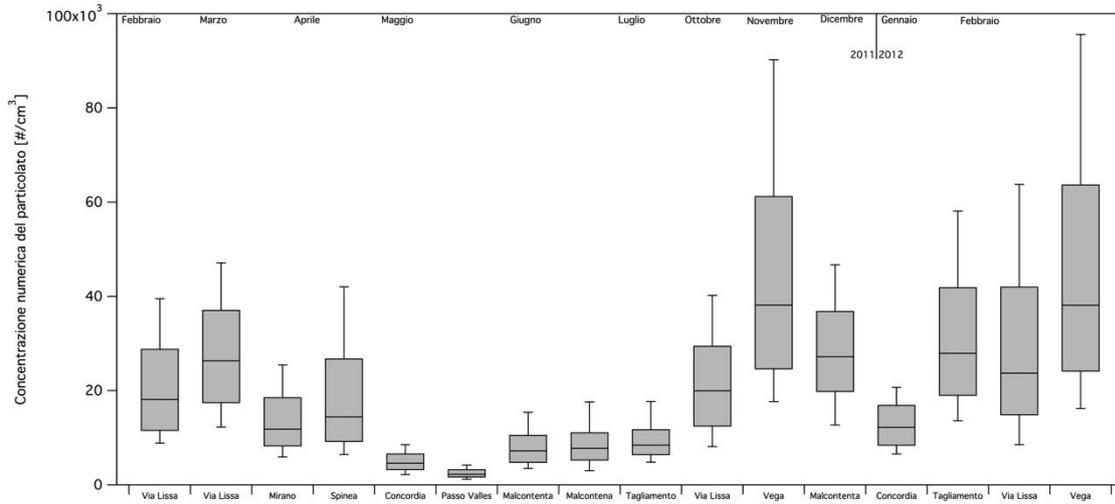


Fig. 1 Grafico riassuntivo dei risultati delle campagne di monitoraggio svolte.

L'analisi temporale delle singole campagne di monitoraggio, come approfondimento della situazione generale e, soprattutto, per valutare andamenti e variazioni spaziotemporali, potranno comprendere l'inserimento di altri parametri ambientali e climatici (ad esempio velocità e direzione del vento, mm di precipitazione, irraggiamento solare etc.).

In figura 2 e 3 sono riportati gli andamenti temporali dei monitoraggi svolti in via Lissa nel medesimo periodo della anno 2011 (Fig. 2) e 2012 (Fig. 3).



REGIONE DEL VENETO

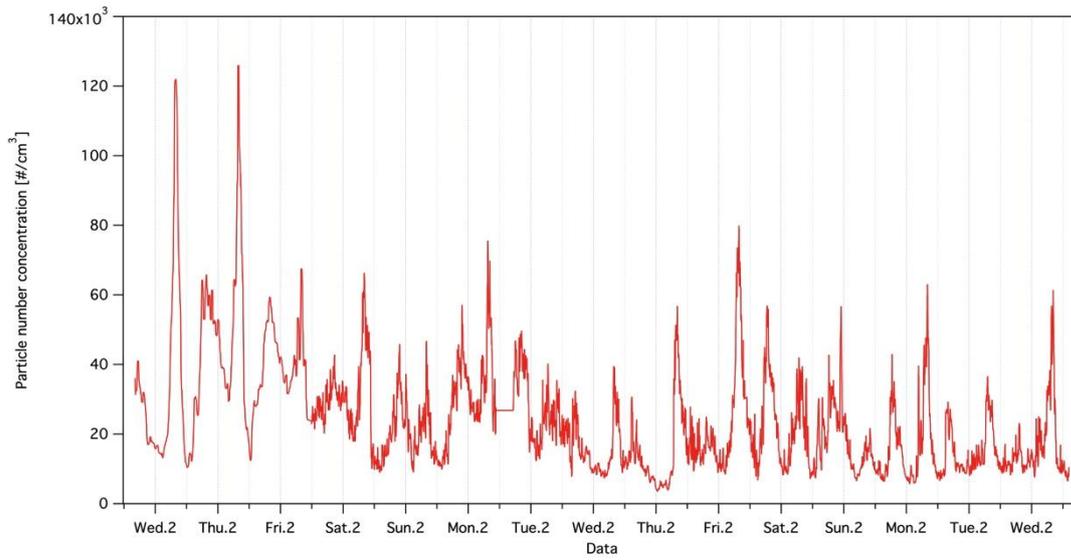


Fig. 2 PNC (*smoothed*) misurata nella stazione di via Lissa, Febbraio 2011

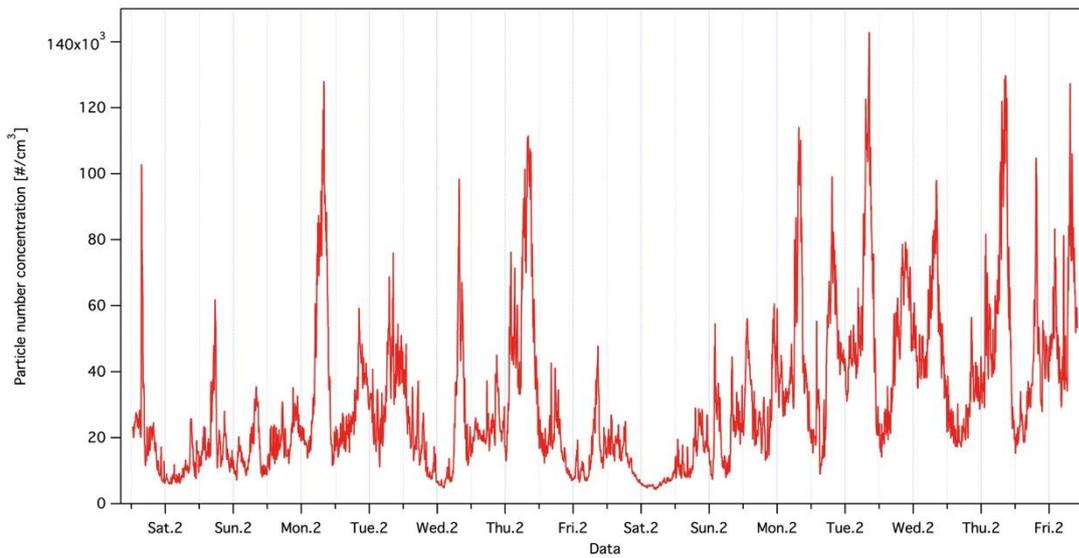


Fig. 3 PNC (*smoothed*) misurata nella stazione di via Lissa, Febbraio 2012



Nell'elaborazione dei dati riguardanti il primo semestre 2011, sarà di fondamentale importanza valutare la significatività delle diverse impostazioni analitiche strumentali adottate, in particolare l'influenza della tipologia di materiali non conduttivi, impiegati per le connessioni all'esterno e della configurazione all'interno delle centraline stesse (raccordi e sonde esterne).



3. WP2 - Sensoristica acqua

Nel mese di Ottobre viene avviata una ulteriore fase di test del sensore CIVEN. L'attività viene realizzata mediante confronto dei risultati ottenuti dal sensore per la ricerca dell'arsenico con i risultati prodotti, sui medesimi campioni d'acqua, dal Servizio Laboratori dell'Agenzia.

A tale scopo sono stati effettuati circa tre campioni settimanali prelevati presso la stazione di monitoraggio della rete del Bacino Scolante in Laguna, collocata sul naviglio Brenta a Malcontenta (VE).



4. WP3 - Stazione di monitoraggio

Nei mesi di Ottobre e Novembre è stata condotta l'integrazione del primo prototipo di stazione. Il primo prototipo costituisce una semplificazione del sistema previsto nello schema finale.

In particolare, come rappresentato dai blocchi indicati in Fig. 2, il primo sistema prevede una stazione, un server GIS e una rete WSN. Alla stazione sono connessi alcuni sensori in tecnologia radio ZigBee/IEEE 802.15.4, tra cui un distanziometro a ultrasuoni e due estensimetri. Il datalogger provvede al trasferimento dei file dati al server su protocollo FTP mediante canale radio UHF digitale. La batteria dei nodi WSN ha un'autonomia di circa 2 anni con un campionamento al minuto.

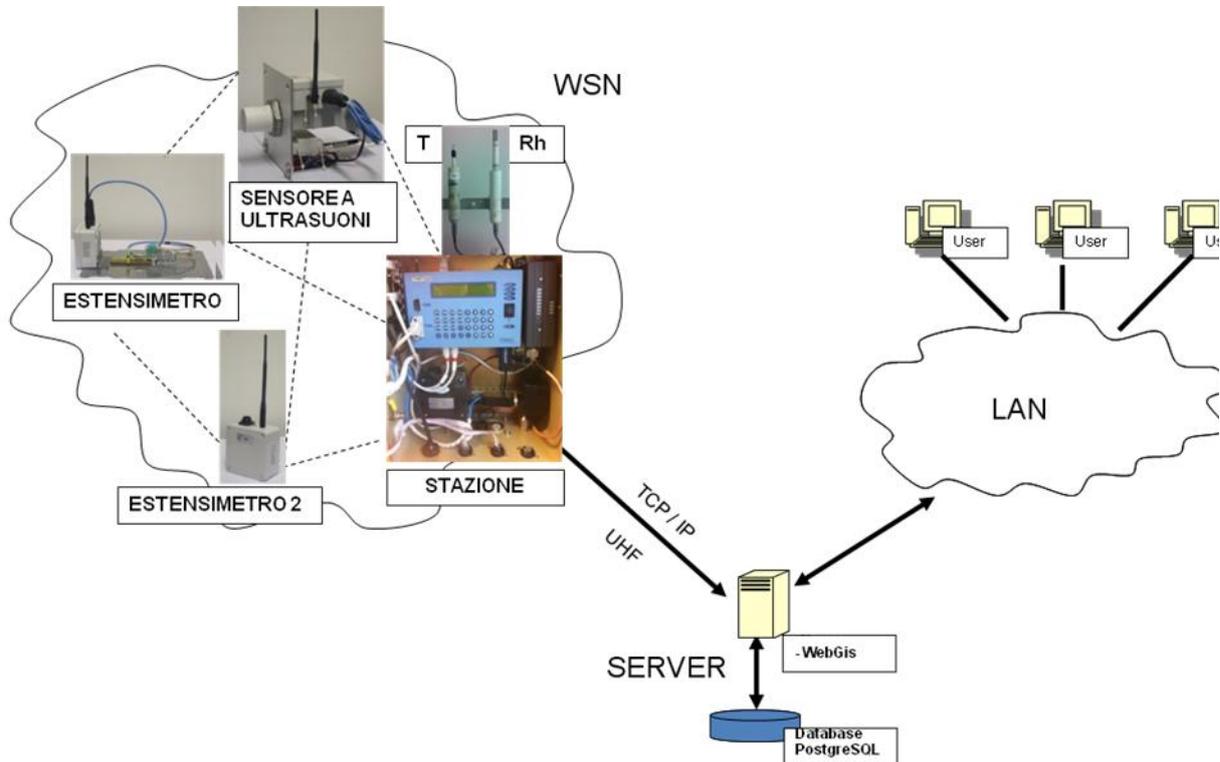


Fig.2- Schema a blocchi del primo sistema.

4.1. La stazione

La stazione, come rappresentato in Fig.3, è dotata di datalogger, radio UHF, gateway WSN e i sensori di temperatura e umidità relativa. Essa si distingue per l'ingombro e peso particolarmente contenuto. Il volume di circa 25 litri ed il peso inferiore a 20kg ne permettono una comoda trasportabilità. Il consumo è inferiore ai 2W nello stato di acquisizione, è di circa 10W in fase di trasmissione e scende a circa 200mW in standby.

Queste caratteristiche svincolano dalla necessità di un punto di alimentazione di rete a favore del sistema di alimentazione a pannello solare di soli 20W.

I nodi WSN possono venire collocati mediamente ad una distanza di circa 100 m dalla stazione e mediante ripetitore si possono raggiungere distanze di circa 1 km.

Tra le funzionalità avanzate citiamo:



- gestione del powerdown: il sistema va in powerdown se è vera una delle seguenti condizioni:
 - tensione batteria sottosoglia
 - nessun file nella directory dati.

Il risveglio avviene ogni minuto ed è provocato dall'interrupt dell'orologio.

- modifica della frequenza di invio dati al verificarsi di allarmi/preallarmi
- gestione di sensori con protocolli complessi mediante moduli di espansione supplementari
- punto di accesso LAN: è possibile utilizzare la stazione come punto di accesso remoto alla LAN dell'Agenzia o ad Internet, con la conseguente possibilità di utilizzo di apparati con interfacciamento su porta ETH (IP cam, convertitori seriale/ethernet, sensori, etc.). Il limite è comunque costituito dalla capacità del canale di collegamento. Nel caso di link radio UHF è ~10kbps.

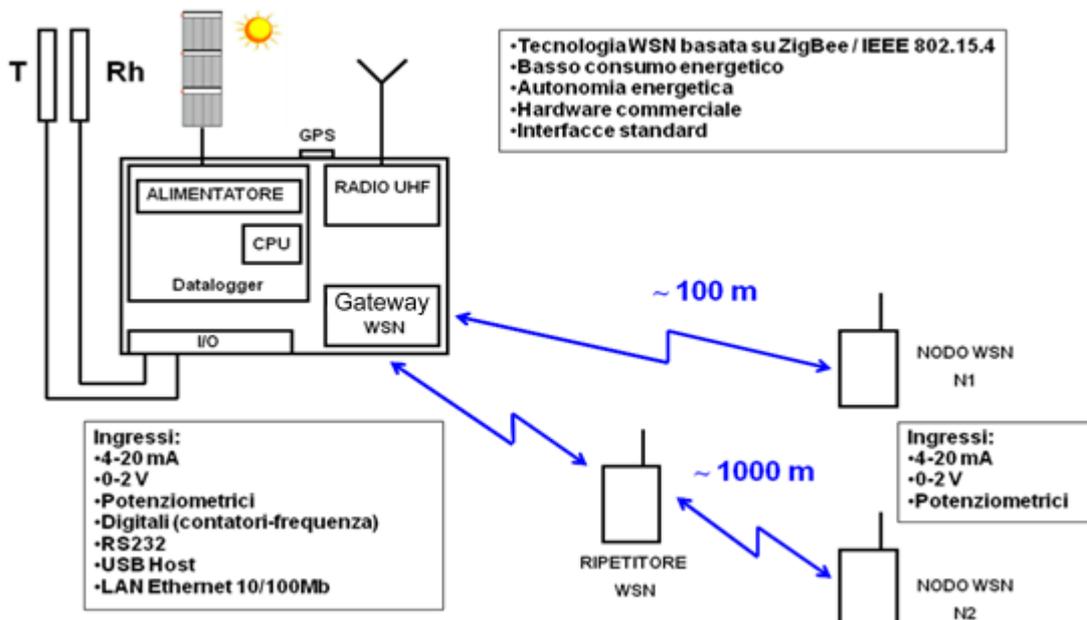


Fig.3 - Schema a blocchi della stazione



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.

4.2. Interfaccia utente

I dati di monitoraggio sono accessibili on line pochi minuti dopo la chiusura delle operazioni d'installazione della stazione sul sito. Le tecnologie utilizzate sono di tipo commerciale, basate su Google Maps e applicazioni Web based.

Chiunque abbia un computer e un browser con accesso a internet può immediatamente fruire dei dati. Il lato utente non necessita d'installazione di alcun applicativo specifico. L'ambiente di partenza dell'interfaccia è costituito da una cartina dove è possibile visualizzare sia le stazioni attive sia le stazioni che hanno contribuito al popolamento del database ma non più attive.

Inoltre, sono disponibili le funzionalità tipiche dei GIS quali zoom, accensione e spegnimento dei vari layers. Oltre alla generazione di tabelle e grafici dei dati è anche possibile gestire la segnalazione di allarmi basati sul superamento di soglie preimpostate sulla stazione.



REGIONE DEL VENETO

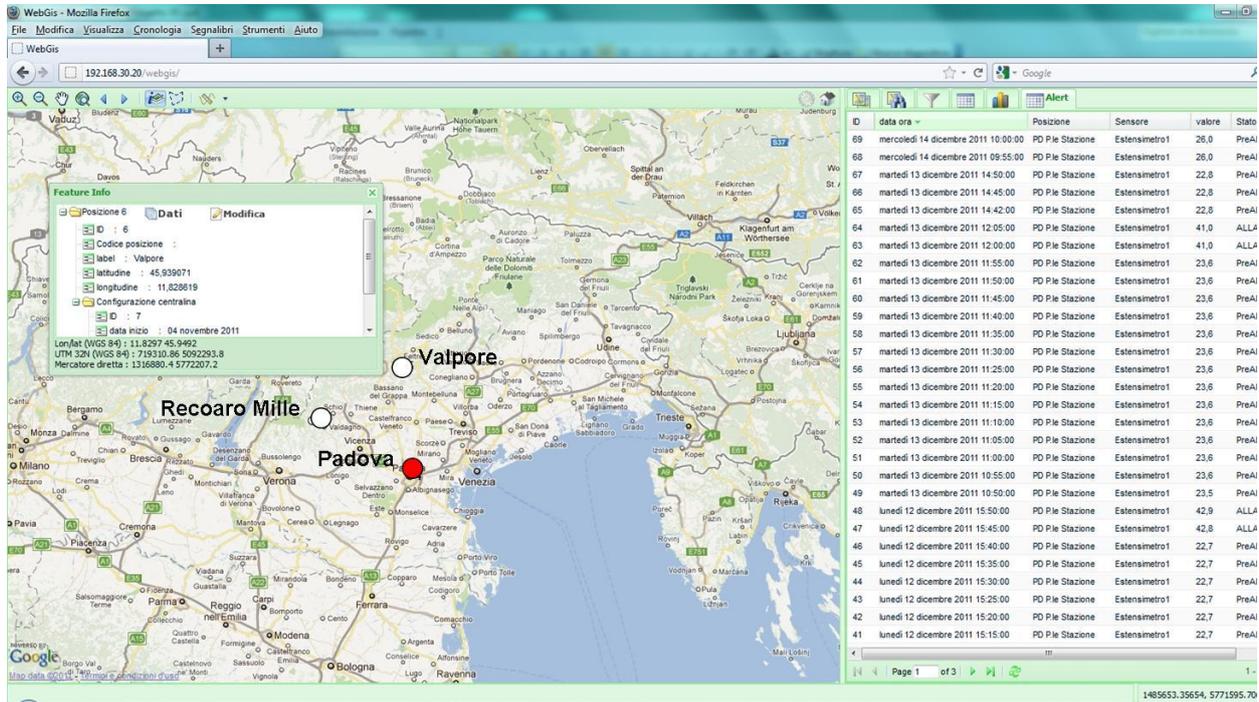


Fig.4 - Esempio schermata dell'interfaccia utente

In particolare, il webGIS permette:

- 1) la navigazione cartografica georeferenziata;
- 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;
- 8) la visualizzazione degli allarmi generati dalla stazione e basati sul superamento di soglie preimpostate.



4.3. Le linee guida

Si ribadiscono a questo punto le linee guida che si stanno seguendo.

Le scelte progettuali vengono subordinate alla necessità di perseguire i concetti di modularità, interoperabilità, sostenibilità operativa e semplificazione.

- **Modularità**

Il concetto esprime la necessità di avere un sistema tipo “puzzle”, cioè costituito da sottosistemi indipendenti dal punto di vista del prodotto finito e reperibili sui normali canali commerciali. Questo allo scopo di rendere più robusto e stabile il piano di manutenzione.

- **Interoperabilità**

Ogni “pezzo” del sistema, identificato dalla funzionalità base, può essere sostituito da un analogo sottosistema, indipendentemente dal costruttore. Ciò si ottiene standardizzando le interfacce di comunicazione. La conseguenza più importante consiste nella eliminazione della criticità costituita dalla dipendenza dal primo fornitore.

- **Integrazione sostenibile**

L'attività di system integration può essere direttamente sostenuta dall'Agenzia, ossia non è necessario dotarsi di risorse tipiche di un contesto industriale.

- **Semplificazione**

L'hardware è costituito da un modulo centrale con funzionalità semplificate che può venire “espanso” con moduli intelligenti di interfacciamento, ove necessario. In altre parole, nel momento in cui dovesse presentarsi la necessità di connessione di sensoristica con particolari specifiche di interfacciamento, ciò che verrà realizzato sarà un modulo hardware di basso costo che faccia da “traduttore”, senza apportare alcuna modifica al sistema base.



5. WP4 - Gestione e disseminazione

La realizzazione del primo prototipo di stazione si è conclusa con la presentazione di un sistema dimostrativo svolta presso i locali dell'Agenzia in data 20 dicembre 2011. La presentazione si è rivolta ai referenti dell'Agenzia con interessi diretti o indiretti sugli argomenti del progetto.

In tale sede sono state ribadite le potenzialità che accompagnano l'innovazione ed è stata messa in atto una simulazione con gli elementi del sistema realmente funzionanti.

Per quanto riguarda la parte gestionale, infine, si è chiusa la prima fase di rendicontazione afferente al periodo gennaio-giugno 2011.