

Rapporti tecnici

INGV

**Sistema per l'acquisizione,
l'archiviazione e la visualizzazione dei
dati meteo della rete etnea**

170



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

SISTEMA PER L'ACQUISIZIONE, L'ARCHIVIAZIONE E LA VISUALIZZAZIONE DEI DATI METEO DELLA RETE ETNEA

Graziano Larocca, Placido Montalto

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania)

170

Indice

Introduzione	5
1. Le stazioni Vaisala®	5
1.1 Acquisizione e visualizzazione dei dati	7
1.2 Il protocollo di comunicazione Vaisala®	12
1.3 Il protocollo Nanometrics® e i dati seriali	13
2. Archiviazione su database MySQL	14
2.1 Il software di visualizzazione	16
3. Conclusioni	18
Bibliografia	18

Introduzione

La Rete Sismica Permanente (RSP) gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) della sezione di Catania, è dotata di più di 70 siti dislocati in tutta la Sicilia orientale, l'arcipelago Eoliano e il sud della Calabria. Nel corso degli ultimi anni, la tecnologia impiegata per l'acquisizione e la trasmissione dei dati è stata rinnovata e migliorata notevolmente permettendo l'utilizzo di un unico sito per l'installazione di diverse tipologie di sensori. In questo modo, oltre ai dati acquisiti mediante velocimetri, è possibile acquisire differenti grandezze. In quest'ottica, non si fa più riferimento ad una "stazione sismica", ma piuttosto ad una "stazione multiparametrica". Infatti, in alcuni siti, insieme ad un sensore sismico vengono installati differenti sensori tra cui, ad esempio, accelerometri, ricevitori GPS, sensori infrasonici etc. In particolare, alcuni siti sono stati equipaggiati con sensori multiparametrici meteo in grado di acquisire informazioni sullo stato ambientale utili sia per scopi di monitoraggio che di ricerca.

Le stazioni usate nella RSP sono prodotti dalla Vaisala® ed il modello utilizzato è WXT510 [Vaisala® ref]. Queste sono dotate di cinque tipi di sensore per l'acquisizione delle seguenti grandezze:

1. Umidità relativa
2. Temperatura
3. Pressione atmosferica
4. Direzione ed intensità vento
5. Intensità e durata pioggia
6. Intensità e durata grandine

I dati in uscita dalla stazione meteo vengono trasferiti in un centro di acquisizione per poter essere codificati e resi fruibili dal personale che ne vuole fare uso.

Per questo scopo sono stati realizzati diversi software che si occupano dell'acquisizione, l'archiviazione e la visualizzazione del dato meteo proveniente dalle stazioni remote. In particolare, il sistema proposto fa uso di un RDBMS (Relational Data Base Management System) MySQL [MySQL ref] per l'archiviazione e la fruibilità dei dati. Il presente rapporto si prefigge di descrivere le ricerche e le fasi che hanno portato alla realizzazione del sistema in oggetto.

1. Le stazioni Vaisala®

Come sopra introdotto, le stazioni meteo impiegate sono il modello WXT510 della Vaisala® (**fig.1**). Si tratta di una stazione compatta e leggera che permette l'acquisizione di sei parametri meteo in un unico package. La WXT510 misura velocità e direzione del vento, precipitazione, pressione atmosferica, temperatura e umidità relativa.



Figura 1. La stazione meteo Vaisala® WXT510.

La scelta del suddetto modello è stata fatta anche considerando le condizioni ambientali dei siti in cui andare ad installare le stazioni (**fig.2**). Questi constano al momento di due aree sommitali come Pizzi Deneri (Etna quota 2862 mslm), Belvedere (Etna quota 2895 mslm) e di un'area a bassa quota come il comune di Nicolosi (Etna quota 878 mslm).

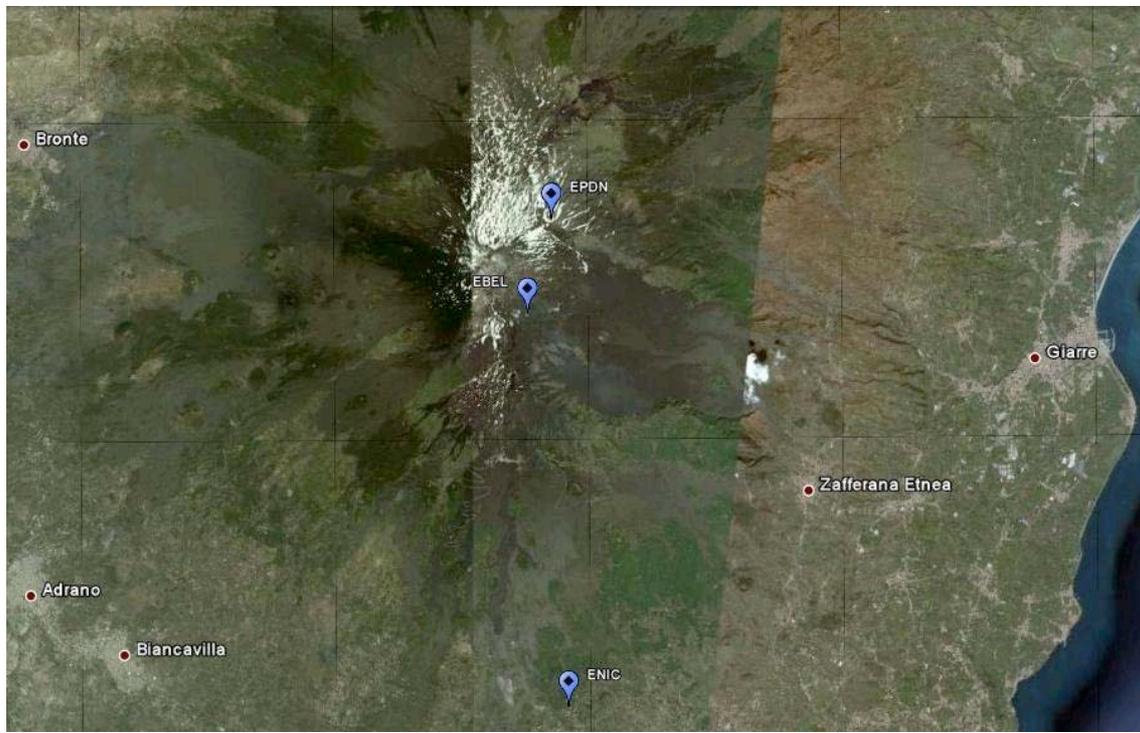


Figura 2. Mappa Google Earth delle stazioni meteo.

In particolare per un utilizzo in aree sommitali, l'assenza di parti meccaniche in movimento rende la stazione più idonea a resistere in condizioni ambientali rigide con alto tasso di umidità e relativa formazione di ghiaccio.

Il calcolo della direzione e velocità del vento è realizzata utilizzando un array di tre sensori ad ultrasuoni equamente distanziati su di un piano orizzontale. L'idea è quella di misurare il tempo che impiega l'ultrasuono generato da un trasduttore a raggiungere gli altri due. Quando il vento passa attraverso i tre sensori, il tempo di transito dell'ultrasuono verso un altro sensore (transito "in avanti") aumenta, mentre il tempo di transito dell'ultrasuono "in ritorno", diminuisce. Misurando questi due tempi per ogni trasduttore (6 tempi in totale), è possibile ricavare la velocità del vento. Se ad esempio abbiamo velocità del vento zero, si avrà che i tempi calcolati su tutti e tre i sensori saranno uguali. La formula per calcolare la velocità è:

$$V_w = 0.5 * L * (1/t_f - 1/t_r)$$

Dove V_w è la velocità del vento, L è la distanza tra due trasduttori, t_f è il tempo di transito "in avanti" (transit time in forward direction) e t_r il tempo di transito "in ritorno" (transit time in reverse direction). La **fig.3** descrive il principio di funzionamento.

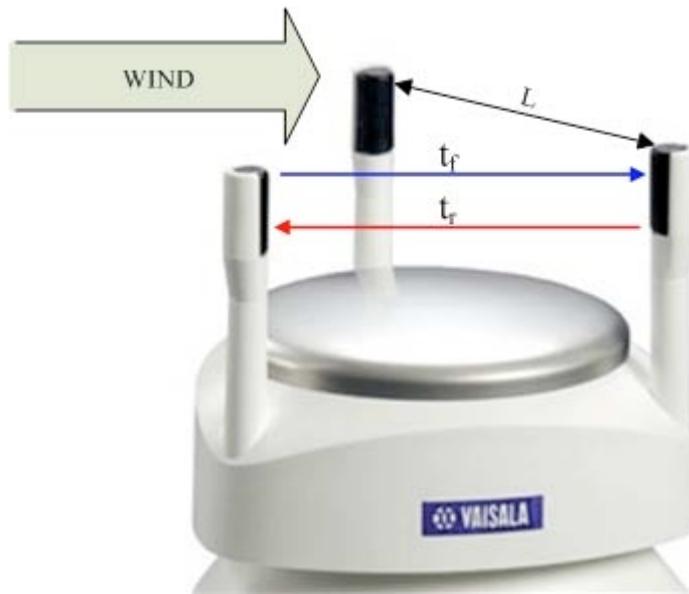


Figura 3. Il principio di funzionamento della misura di velocità del vento utilizzato dalla Vaisala® WXT510.

Sebbene la velocità del vento possa essere misurata dalla stazione in diverse unità di misura (m/s, Kt, mph, Km/h), quella adottata è il nodo. La direzione del vento viene espressa in gradi ed indica la direzione di origine. Il Nord è rappresentato da 0°, l'Est da 90°, il SUD da 180° ed l'Ovest da 270°. La stazione meteo calcola dei valori medi che sono valutati eseguendo la media dei campioni misurati all'interno di una finestra temporale che può variare da 1s a 900s. La frequenza di campionamento può essere selezionata tra diversi valori: 1, 2 o 4 Hz (di default) e nel nostro caso è stata scelta una frequenza di 4Hz. L'interfaccia con i dispositivi Nanometrics® è di tipo seriale RS232, il protocollo di gestione della trasmissione dati utilizzato è di tipo ASCII. È possibile scegliere anche altri tipi di protocollo, come il NMEA 0183 o l'SDI.

1.1 Acquisizione e visualizzazione dei dati

Le grandezze meteorologiche misurate dalla stazione vengono acquisite ed infine visualizzate dall'utente finale. In questo paragrafo vengono descritti gli step che intercorrono tra l'acquisizione del dato e la sua visualizzazione.

Nella prima fase la stazione meteo Vaisala® WXT510 si occupa di misurare le grandezze fisiche ambientali osservate (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità, ecc.) e convertirle in una segnale elettrico che verrà campionato e quantizzato mediante l'elettronica a bordo. Il dato in uscita dalla stazione è una stringa ASCII costruita secondo il protocollo seriale RS232.

Le stringhe ASCII vengono inviate ad intervalli di 30 secondi secondo un clock interno alla stazione stessa (**fig.4**).

Step 1: sensors measuring

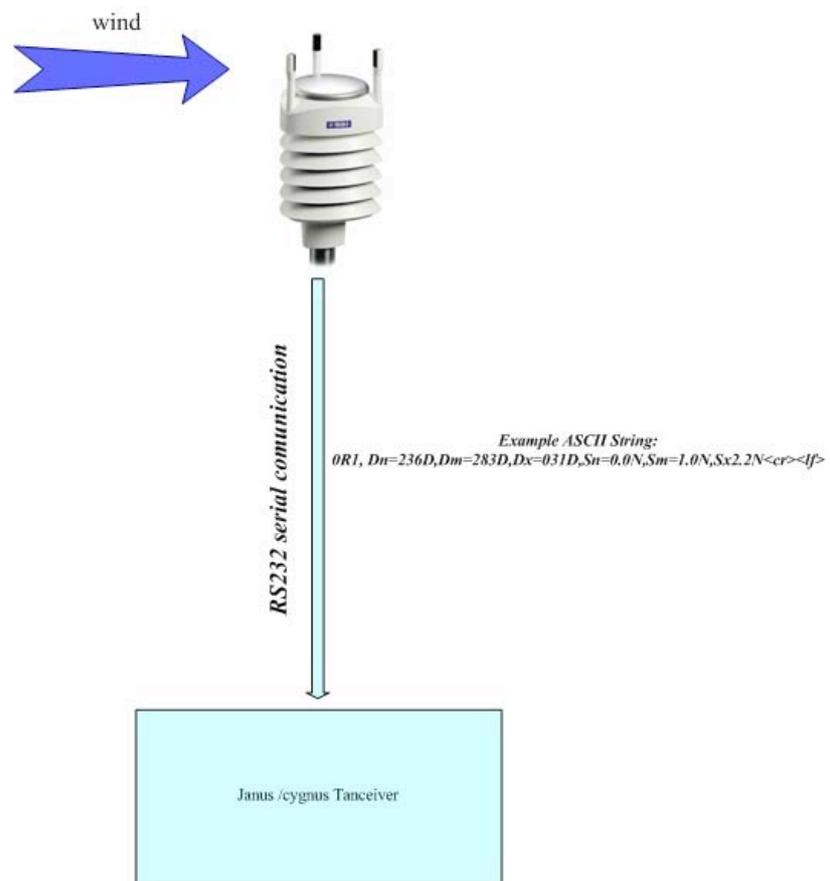


Figura 4. La stazione meteo Vaisala® e l'interfaccia seriale RS232.

Un cavo dati collega la stazione meteo alla porta seriale del tranciever Nanometrics® Janus o Cygnus, che si occupa di bufferizzare il dato ed impacchettarlo in messaggi di tipo NMXP® che, come descritto di seguito, vengono spediti utilizzando il protocollo internet UDP [Nanometrics® ref].

Il dato, così bufferizzato e impacchettato, viene trasmesso utilizzando uno dei tipi di link utilizzati nella RSP, che possono essere link radio UHF, link satellitari o link wireless (fig.5).

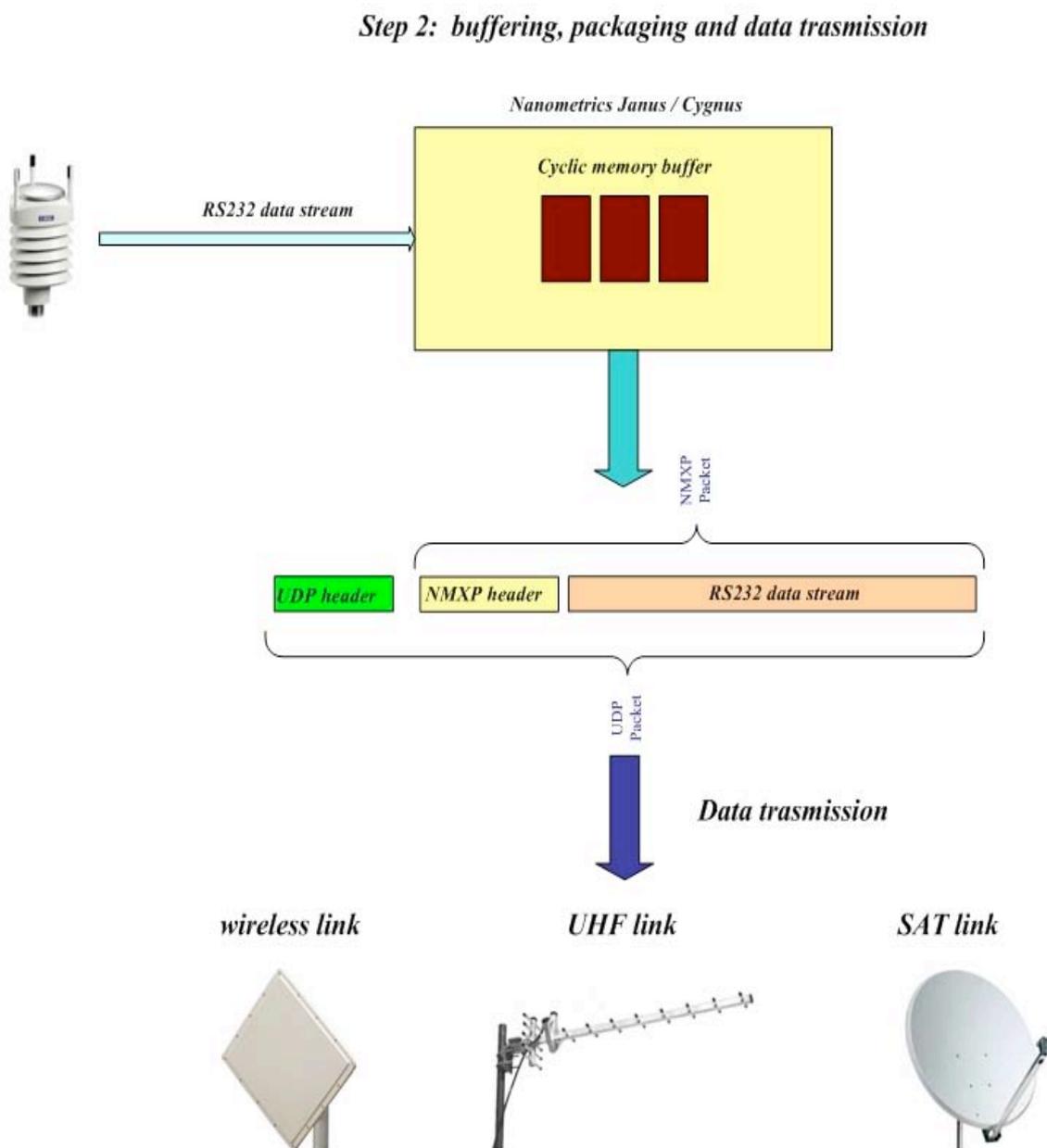


Figura 5. Il dato seriale viene bufferizzato, impacchettato e trasmesso utilizzando un link radio UHF, wireless o link satellitare.

I dati vengono collezionati presso il Centro Unificato Acquisizione Dati (CUAD) dell'INGV della sezione di Catania, dove è presente un server equipaggiato con il software di acquisizione *NaqsServer* fornito dalla Nanometrics®. Quest'ultimo provvede alla ricezione dei pacchetti UDP provenienti da tutte le stazioni remote della RSP, con tecnologia Nanometrics®, provvedendo inoltre a richiedere un eventuale dato non ricevuto ed a salvare i dati in file ciclici compressi detti *ringbuffers*, simili ai file *waverings* impiegati da altri sistemi di acquisizione come Earthworm.

Il software *MeteoStreaming* per la lettura dei dati dal *NaqsServer* realizza uno *stream* di dati dal *ringbuffers* implementato nel sistema di archiviazione *NaqsServer*.

La richiesta del client avviene sulla porta TCP 28000 e segue un protocollo di comunicazione denominato *Private data streaming*.

I passaggi fondamentali per attivare una comunicazione sono i seguenti:

1. Aprire un socket con lo *Stream Manager* del *NaqsServer* utilizzando la porta preposta (la 28000 nel nostro caso);
2. Spedire un messaggio *Connect*;
3. Ricevere la *Channel List*;
4. Spedire una messaggio *AddChannels* per richiedere l'apertura di uno stream di un canale dati;

I quattro passi precedenti vengono eseguiti ciclicamente per permettere un'acquisizione continua senza fine. Per interrompere la comunicazione bisognerà implementare i passaggi di seguito esposti:

5. Invia un messaggio *Terminate Subscription* allo *Stream Manager* per chiudere la comunicazione;
6. Chiudere il socket;

Il software una volta in ascolto sulla porta 28000 è pronto ad acquisire ed attende che qualche messaggio venga inoltrato dal *NaqsServer* sul canale aperto.

Quando un messaggio arriva, il client si occupa di leggere il messaggio, interpretando l'header del pacchetto e occupandosi di leggere i dati relativi alla stazione meteo considerata.

Il client è inoltre connesso ad un RDBMS MySQL in cui i dati acquisiti vengono storiati al fine di essere resi fruibili agli utenti mediante appositi software di interrogazione che verranno discussi più avanti. Una vista complessiva del sistema realizzato è riportata in **fig.6**.

Step 3: acquisition and data archiving

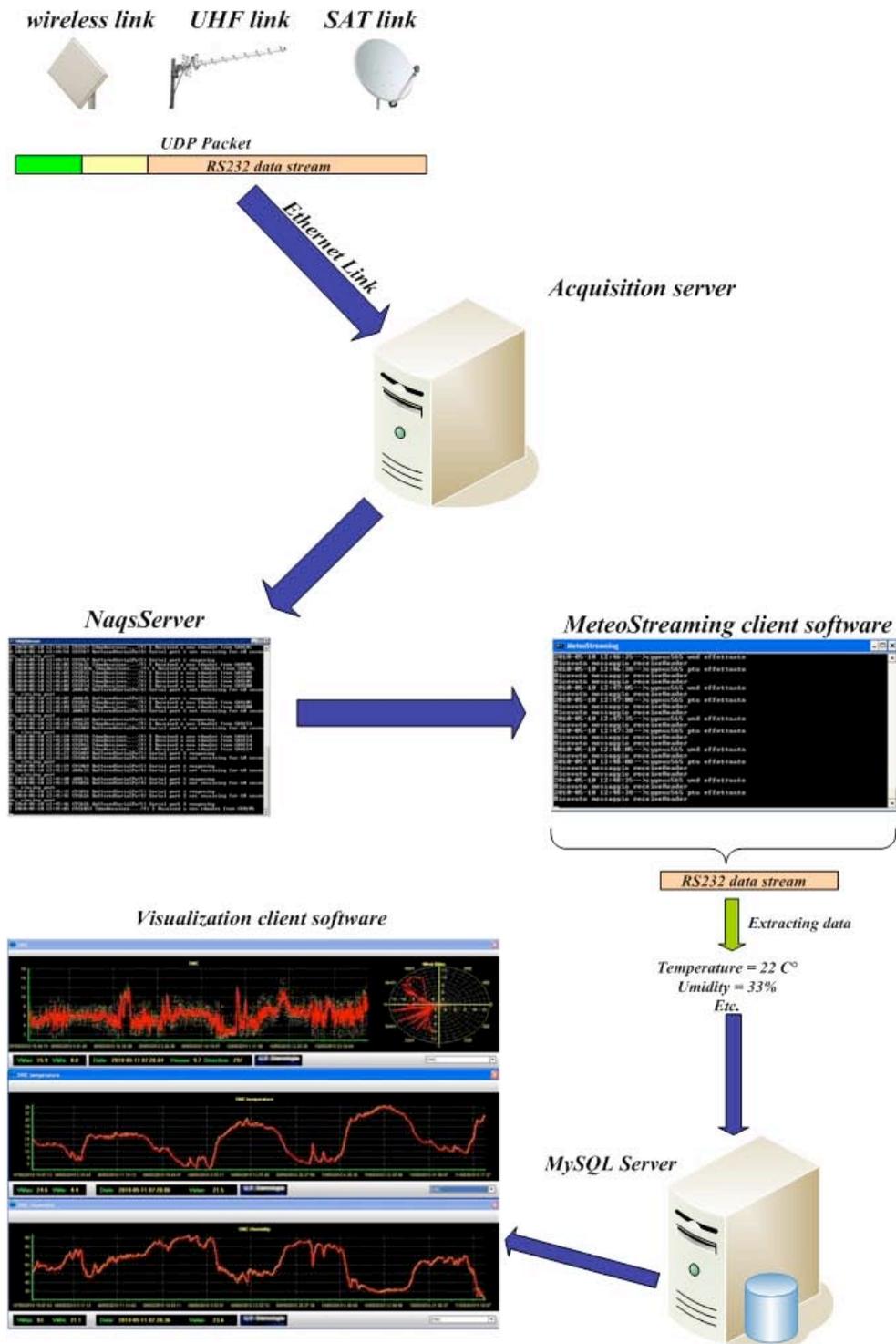


Figura 6. Acquisizione, archiviazione e visualizzazione del dato meteo.

1.2 Il protocollo di comunicazione Vaisala®

La comunicazione dati dalla stazione al tranciever Nanometrics® [Nanometrics® ref] avviene attraverso la creazione di un flusso di messaggi a codifica ASCII delimitati dai simboli di *Carrier Return* (CR) e *Line Feed* (LF).

Ogni messaggio comincia sempre con un carattere che definisce il device (carattere '0'), ed una R. Subito dopo si trova un numero che identifica il tipo di messaggio inviato:

- 1 : Wind Data Message
- 2 : Pressure, Temperature and Humidity Message
- 3 : Precipitation Data Message
- 4 : Non utilizzato
- 5 : Supervisor Data Message

I suddetti messaggi sono di seguito riportati più in dettaglio:

Wind Data Message

Questo messaggio include i dati del vento registrati dai sensori ad ultrasuoni.

Un esempio di stringa è il seguente:

0R1,Dn=236D,Dm=283D,Dx=031D,Sn=0.0N,Sm=1.0N,Sx=2.2N<cr><lf>

I primi tre caratteri sono *0R1*, questa codifica comunica che si tratta del device *0* e che si è in ascolto di un messaggio che contiene informazioni riguardo i dati del vento. Proseguendo dopo la virgola si ha *Dn=236D* che indica la direzione del vento minima espressa in gradi, in questo caso 236° corrisponde ad un direzione Ovest, Sud-Ovest. A seguire troviamo i caratteri *Dm=283D* che indicano la direzione media del vento calcolata all'interno di una finestra temporale di 30 secondi. Le informazioni riguardanti la direzione dei venti sono completate dai caratteri *Dx=031D* che stanno ad indicare la direzione massima registrata.

Andando avanti troviamo la sequenza di caratteri *Sn=0.0N Sm=1.0N e Sx=2.2N*. questi indicano rispettivamente la velocità minima, media e massima registrate e calcolate all'interno della finestra temporale. La lettera *N* indica che i parametri sono tutti espressi in nodi.

Pressure, Temperature and Humidity Data Message

Il secondo tipo di messaggio descritto include i tre dati relativi a umidità, temperatura e pressione atmosferica.

Un esempio di stringa è il seguente:

0R2,Ta=23.6C,Ua=14.2P,Pa=1026.6H<cr><lf>

I primi tre caratteri indicano il tipo di dato mentre dopo la virgola troviamo:

stringa	descrizione
<i>Ta=23.6C</i>	temperatura ambiente misurata in gradi centigradi Celsius (°C)
<i>Ua=14.2P</i>	umidità relativa espressa in percentuale
<i>Pa=1026.6</i>	riferita alla pressione atmosferica espressa, in questo caso, in hPa

Precipitation Data Message

Il terzo tipo di messaggio descrive i dati misurati per quanto riguarda le precipitazioni piovose e la grandine:

0R3,Rc=0.0M,Rd=0s,Ri=0.0M,Hc=0.0M,Hd=0s,Hi=0.0M,Rp=0.0M,Hp=0.0M<cr><lf>

Dopo i primi tre caratteri e la virgola, la stringa contiene:

stringa	descrizione
$Rc=0.0M$	misura della quantità di pioggia accumulata in mm
$Rd=0s$	la durata della precipitazione
$Ri=0.0M$	intensità piovosa calcolata in mm/h
$Hc=0.0.M$	misura della quantità di grandine in numero di colpi al cm^2
$Hd=0s$	la durata in secondi della caduta di grandine
$Hi=0.0M$	intensità della grandinata misurata in colpi/ cm^2 h
$Rp = 0.0M$	picco di intensità di pioggia misurata in mm/h
$Hp=0.0M$	picco di intensità della grandine misurata in numero di colpi/ cm^2 h

1.3 Il protocollo Nanometrics® e i dati seriali

Il protocollo Nanometrics® [Nanometrics® ref] per la trasmissione dati proveniente dalla strumentazione è costituito da un formato proprietario chiamato NMXP protocol. La comunicazione tra la strumentazione Nanometrics® ed il software Naqs, che riceve ed archivia i dati, avviene mediante dei pacchetti UDP contenenti le informazioni in formato NMXP.

Ogni pacchetto viene identificato con una sequenza numerica specifica di ogni canale dati e provvede ad identificare il numero di sequenza del pacchetto più vecchio disponibile per quel canale. Il server di ricezione può richiedere la ritrasmissione di qualche pacchetto che non è stato ricevuto oppure che è stato ricevuto con qualche errore che lo rende illeggibile. La strumentazione provvede quindi a marcare i pacchetti richiesti e ad inviarli. I pacchetti in arrivo dalle stazioni sono tutti costituiti da un header di 17 Bytes che oltre a contenere una word di sincronizzazione, descrive il tipo di pacchetto in arrivo e la lunghezza dello stesso. Il formato NMXP prevede lo stoccaggio dei dati in pacchetti sequenziali e contenenti un *time stamp*; inoltre ogni pacchetto è organizzato in sottogruppi indipendenti di dati da 17 bytes ciascuno. Ogni pacchetto contiene una word che indica il numero di sequenza del pacchetto più vecchio ottenibile. Il numero di *bundles* contenuti in un pacchetto non è fisso e può essere settato in fase di configurazione del server e della strumentazione installata in campagna.

I pacchetti *inbound* (cioè i pacchetti provenienti dalla stazione remota al server di acquisizione), sono suddivisi in 4 tipi:

- 1) Compressed Data Packet
- 2) State-of-Health Packet
- 3) Log Message Packet
- 4) Transparent serial Packet
- 5)

I pacchetti Compressed data contengono i dati che provengono dai digitalizzatori Trident presenti nelle stazioni remote; nella RSP la quasi totalità di questi dati contiene i segnali sismici acquisiti mediante velocimetri.

Gli *State of Ealth (SOH) Packtes* contengono informazioni che riguardano lo stato della stazione remota, informazioni riguardanti il livello di tensione dell'alimentazione, la temperatura registrata dalla strumentazione ecc. dati che appunto, come indica lo stesso nome, facilitano il riconoscimento dello stato di salute della stazione.

I pacchetti di tipo *Log* contengono messaggi in un specifico formato indicanti un qualsiasi tipo di errore riconosciuto ed archiviato in file dal server di acquisizione.

L'ultimo tipo di pacchetto, il *transparent serial packet*, contiene tutti i dati che vengono canalizzati nella strumentazione remota utilizzando le porte seriali di cui sono dotate.

La stazione meteo Vaisala® WXT510 fa uso della porta seriale RS232 per interfacciarsi con il sistema Nanometrics® di trasmissione ed acquisizione dati.

Il pacchetto è costituito da un header da 17 bytes seguito da N bytes di dati provenienti dalla seriale utilizzata. I 17 bytes dell'header contengono un timestamp del pacchetto, l'ID della strumentazione che sta trasmettendo il dato, un numero di sequenza, il numero di canale che corrisponde alla porta seriale utilizzata ed il numero di bytes di dati validi caricati nel pacchetto (**fig. 7**). Dopo l'header troviamo gli N byte dei dati seriali originari. Il dato seriale viene incapsulato all'interno di un pacchetto NMXP e spedito con il protocollo UDP.

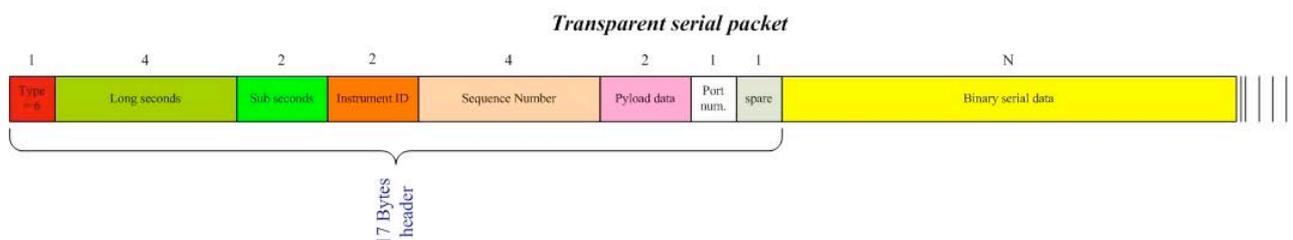


Figura 7. schema grafico della composizione di un pacchetto inbound contenente dati seriali.

2. Archiviazione su database MySQL

La progettazione di un database consiste in tre parti: la *progettazione concettuale*, la *progettazione logica* e la *progettazione fisica*. La prima ha il compito di rappresentare le informazioni mediante uno schema formale che consente di organizzare i dati ad un alto livello di astrazione atto alla rappresentazione del contenuto informativo. Il prodotto di questa fase è un modello concettuale dei dati.

La progettazione logica consente di tradurre lo schema concettuale ottenuto nel punto precedente, con un preciso modello di rappresentazione dati legato all' RDBMS (Relational Database Management System). Il prodotto di questa fase progettuale si chiama schema logico della base di dati.

Infine, la progettazione fisica ha il compito di completare lo schema logico con le specifiche dei parametri fisici di memorizzazione dei dati. Entrambe le due ultime fasi dipendono dal sistema di gestione di basi di dati a disposizione. Un possibile modello cui la progettazione concettuale fa riferimento è il *modello Entità-Relazione*(E-R). Le entità coinvolte nel sistema in oggetto sono l'entità *station*, l'entità *measure* ed, in fine, l'entità *variable*. La prima si riferisce alla stazione che fisicamente viene installata per effettuare le misure. Questa entità verrà descritta da attributi come il numero seriale, coordinate geografiche per individuarne la posizione (latitudine, longitudine), nome etc. L'entità *measure* descrive semplicemente la misura eseguita ad un certo istante temporale. Tale entità sarà infatti descritta da attributi come dato (campione numerico acquisito) e relativa data di acquisizione. Infine, l'entità *variable* modella tutte le informazioni relative ad una tipologia di dato come, ad esempio:

- Umidità relativa;
- Temperatura;
- Pressione atmosferica;
- Direzione ed intensità vento;
- Intensità e durata pioggia;
- Intensità e durata grandine.

La relazione che intercorre tra le entità sopra descritte può essere schematizzata con l'introduzione della relazione *acquisition channel* (di seguito riferita semplicemente come *channel*) (**fig.8**).

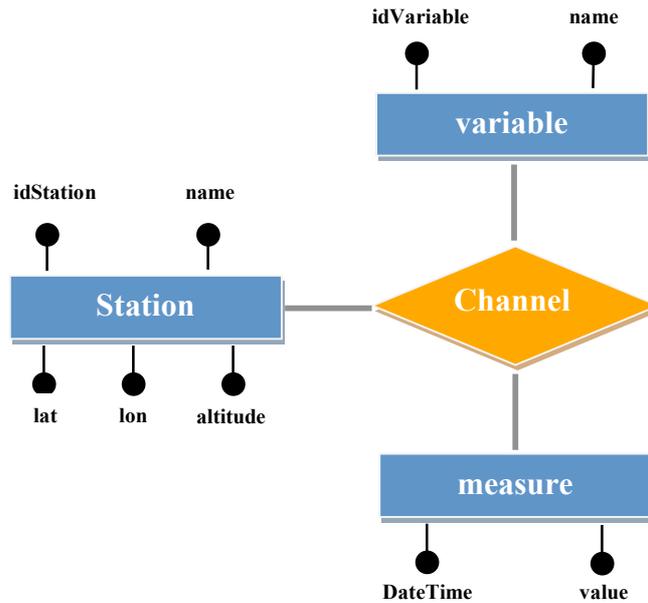


Figura 8. Diagramma entità relazione del sistema proposto.

Nel modello logico viene utilizzata una rappresentazione in cui entità e relazioni vengono realizzate mediante tabelle le cui colonne riportano il valore degli attributi (**fig.9**).

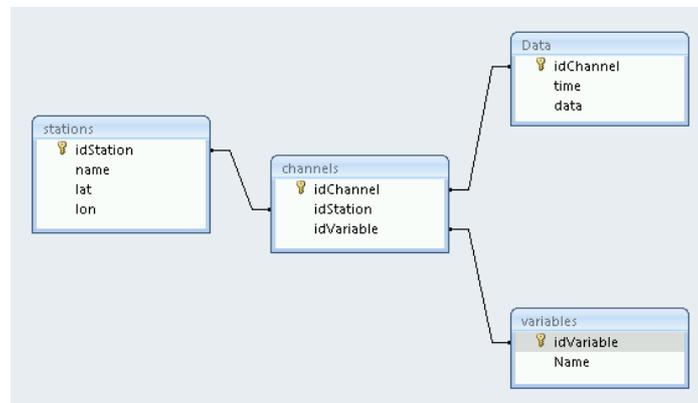


Figura 9. Tabelle per la realizzazione del database meteo.

L'implementazione del modello sopra proposto è effettuata tramite l'utilizzo dell'RDBMS MySQL. In particolare, le entità vengono realizzate mediante la creazione di tabelle le cui colonne riportano il valore degli attributi. L'utilizzo di questa tecnologia permette di centralizzare l'informazione proveniente da più stazioni e di renderla fruibile a più utenti. È degno di nota il fatto che un RDBMS, come ad esempio MySQL, è progettato per gestire più connessioni simultaneamente, ciò significa che il sistema gestisce contemporaneamente diversi utenti che si connettono per richiedere i dati o effettuare un nuovo storage. In **fig.10** è riportato uno schema della struttura client server presentata.

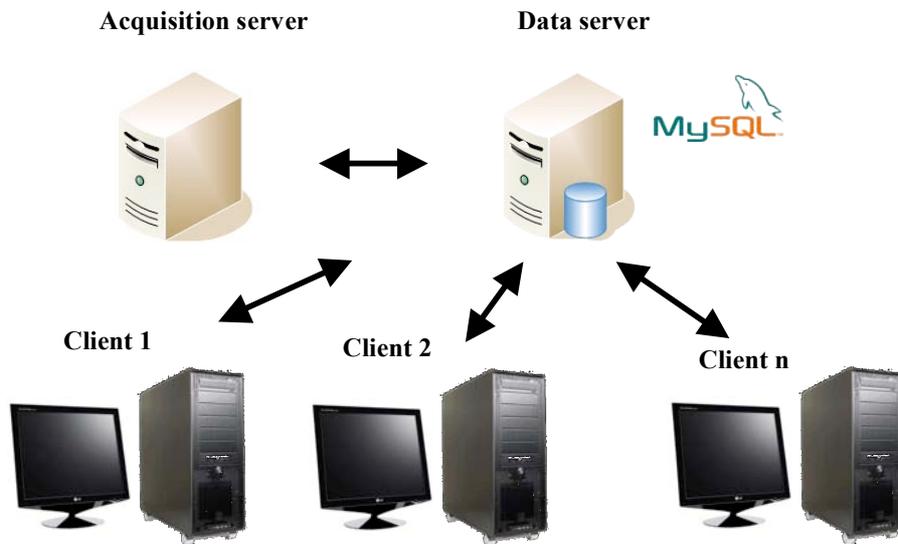


Figura 10. Schema client-server del sistema proposto.

2.1 Il software di visualizzazione

Al fine di poter interrogare la banca dati e ottenere la visualizzazione delle varie grandezze archiviate, è stato realizzato un apposito software di interrogazione e visualizzazione sviluppato mediante l'ambiente di sviluppo Embarcadero RAD Studio 2007 [Rad Studio Documentation]. In **fig.11a** è visualizzato il menù principale che compare all'avvio del software. Dai diversi pulsanti è possibile selezionare il tipo di grandezza che si vuole monitorare. Ad esempio, se si sceglie di visualizzare le informazioni relative al vento (velocità e direzione), la finestra che si aprirà permetterà di visualizzare il dato richiesto una volta impostata la stazione **fig.11b**.

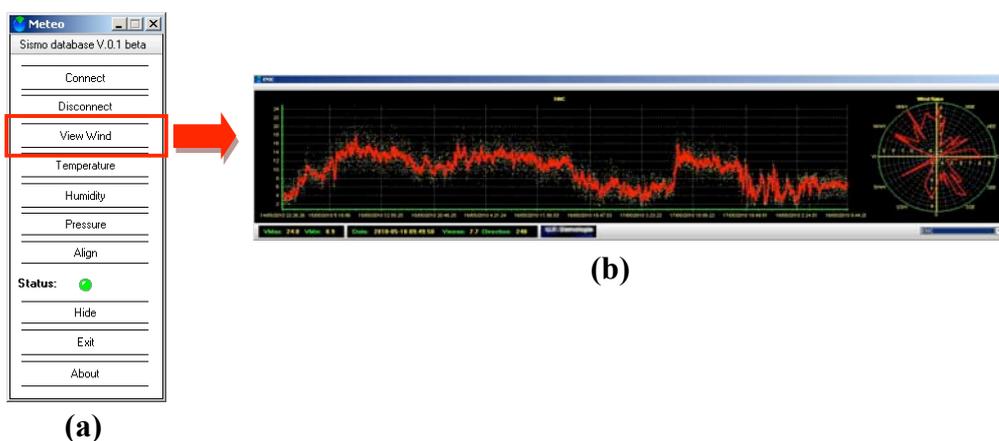


Figura 11. a) Menù principale del programma; b) Interfaccia di visualizzazione dati.

La generica finestra per la visualizzazione del dato è suddivisa rispettivamente in: visualizzatore grafico (**fig.12a**), informazioni aggiuntive (valore massimo, valore minimo, valore medio etc.) (**fig.12b**), selezionatore stazione (**fig.12c**).

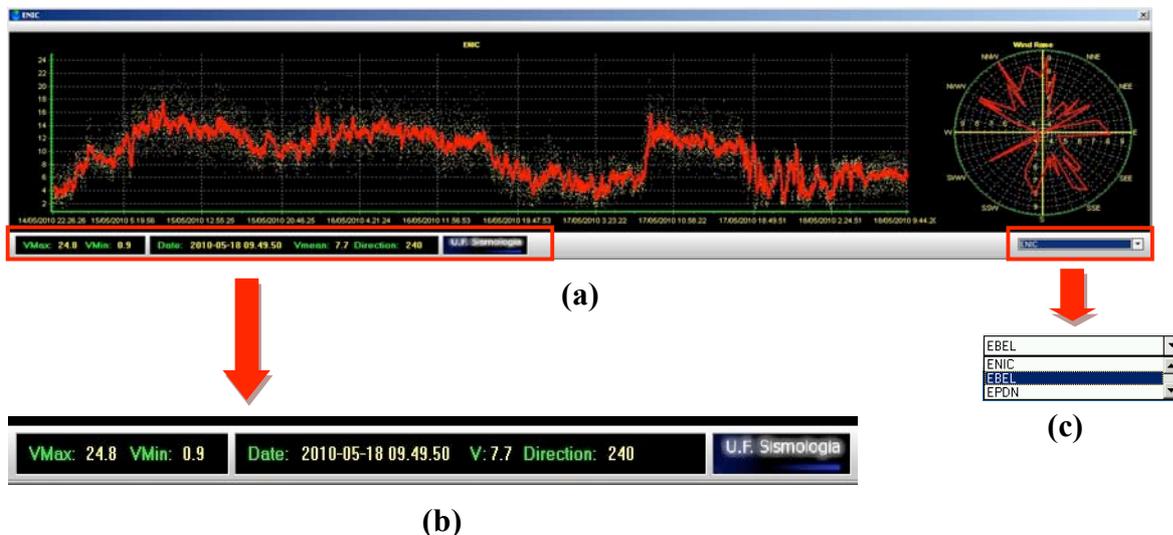


Figura 12. (a) Interfaccia di visualizzazione dati; (b) informazioni aggiuntive; (c) selezionatore.

Il software è stato sviluppato in modo da permettere la visualizzazione di più grandezze contemporaneamente e di distribuirsi, su richiesta, su più monitor. L'interfaccia prodotta, inoltre, si aggiorna automaticamente ad intervalli di tempo prestabiliti consentendo di seguire l'evoluzione della grandezza monitorata. Quest'ultima funzionalità risulta utile quando si vuole utilizzare il programma per scopi di monitoraggio. A tal fine la funzionalità *align* permette di visualizzare ed allineare più finestre di visualizzazione (fig.13). Questo rende possibile visualizzare e seguire nel tempo, mediante l'autoaggiornamento dei visualizzatori, le diverse grandezze acquisite. Altri parametri, come la lunghezza del buffer di dati da visualizzare e la temporizzazione per l'aggiornamento, possono essere settati mediante gli appositi menù contestuali.



Figura 13. Visualizzazione di più grandezze.

Conclusioni

Il presente lavoro offre una panoramica completa sull'acquisizione e lo stoccaggio dei dati meteo mediante l'impiego di stazioni Vaisala®. In particolare, per l'acquisizione è stato utilizzato il protocollo di comunicazione Nanometrics® ed il software NaqsServer® (attualmente impiegato per l'acquisizione dei dati sismici della Rete Permanente dell'INGV della sezione di Catania). L'implementazione di un client ha permesso di aprire un canale di comunicazione con il sistema in questione e di creare uno streaming di dati privato e personalizzabile per interfacciarsi al meglio con il software di visualizzazione realizzato. Oltre ad una descrizione generale del sistema, particolare attenzione è stata focalizzata sulla descrizione del protocollo di comunicazione seriale con le stazioni installate.

La seconda parte del lavoro si è focalizzata invece sull'archiviazione mediante RDBS delle diverse grandezze acquisite. Come più volte sottolineato, questo modo di operare consente di archiviare, organizzare e rendere il dato fruibile agli utenti che ne fanno richiesta. A tal scopo il software di visualizzazione presentato, consente di inoltrare richieste alla banca dati e di visualizzarne i risultati. Queste possono essere inoltrate manualmente dall'utente oppure in modo automatico dal programma stesso. Quest'ultima modalità consente l'autoaggiornamento, con intervallo di tempo prefissato, dei dati visualizzati.

Sviluppi futuri saranno rivolti verso l'implementazione di una maggiore flessibilità nell'inserimento di nuovi canali meteo ed un perfezionamento degli algoritmi di acquisizione. Altri sviluppi importanti saranno dedicati alla ristrutturazione della banca dati in modo da aumentarne le performance e rendere il servizio fruibile anche via web.

Bibliografia

Vaisala® Reference Manual (<http://www.vaisala.com/en/support/downloads/Pages/User-Manuals.aspx>)

Nanometrics® seismological instruments (<http://www.nanometrics.ca/>)

MySQL 5 Reference Manual (<http://dev.mysql.com/doc/#refman>)

Rad Studio Documentation (http://docs.embarcadero.com/products/rad_studio/)

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2010 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia