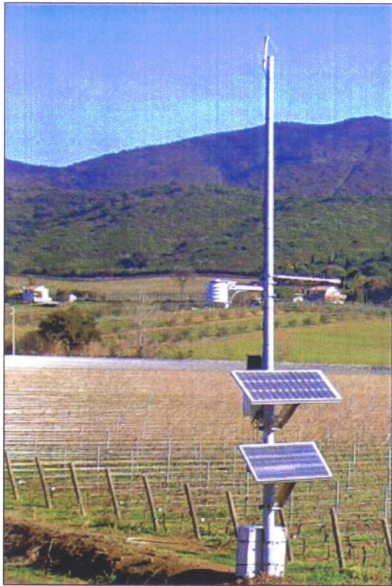


**N.A.V.**  
**Network Avanzato per il Vigneto**

F. Di Gennaro, L. Genesisio, A. Zaldei, A. Matese, F. P. Vaccari  
IBIMET-CNR, Istituto di Biometeorologia, Via Caproni, 8 – 50145 Firenze, Italy



**Fig.1 Unità Master**

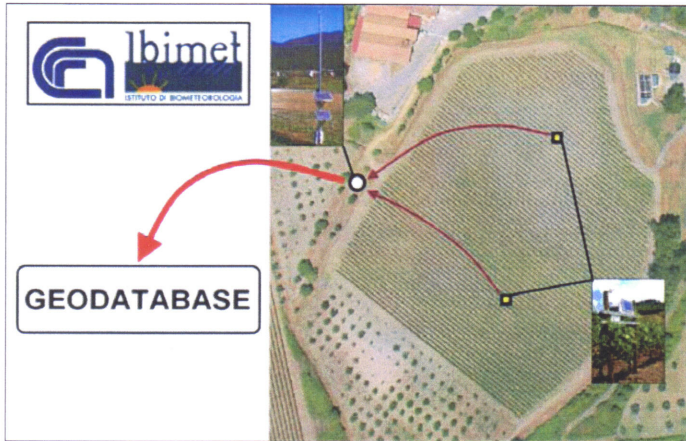
Stazione agrometeorologica con sensoristica standard W.M.O. (World Meteorological Organization).

**INTRODUZIONE**

I sistemi di monitoraggio wireless trovano un ampio impiego nella viticoltura di precisione, per la loro capacità di enfatizzare la variabilità del vigneto e quindi di suggerire un'appropriate gestione delle pratiche per migliorare la qualità dei vini.

Il sistema N.A.V. (Network Avanzato per il Vigneto) è un Wireless Sensor Network progettato e realizzato da Ibimet CNR per il progetto Consorzio Toscana al fine di effettuare un monitoraggio da remoto in real-time e raccogliere parametri micrometeorologici nel vigneto.

Il sistema è costituito da una stazione agrometeorologica base (Unità Master fig.1) e da una serie di nodi periferici wireless (Unità Slave fig.2) dislocati nel vigneto.



**Fig.3 Flusso dei dati**



**Fig.2 Unità Slave**

Stazione per il monitoraggio micrometeorologico dislocata all'interno del vigneto.

Il sistema di monitoraggio NAV è stato installato su 4 vigneti sperimentali. È costituito da 1 stazione agrometeorologica (master fig.1) esterna al vigneto, e da 10 unità periferiche (slave fig.2) poste all'interno del vigneto.

L'autosufficienza energetica è garantita in entrambe le stazioni da un pannello fotovoltaico di piccole dimensioni ed una batteria in tampone.

Mentre l'Unità Master è dotata di sensoristica standard, l'Unità Slave è equipaggiata con sensori progettati ed installati ad hoc secondo le esigenze del progetto. I sensori utilizzati (alcuni mostrati nelle fig.4 e 5) sono descritti nella tab.1, e sono stati installati seguendo un protocollo mostrato in fig.6.



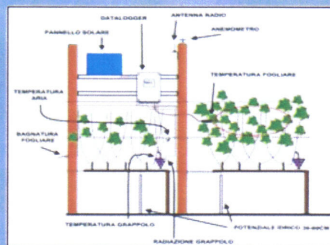
**Fig.4 Sensori di temperatura dell'aria e della foglia.**

| Chn            | Parameter                 | Sensor   |
|----------------|---------------------------|--|
| ADC - 12Bit    |                           |  |
| Range = 0 - 3V |                           |  |
| Res = 0.73mV   |                           |  |
| P1             | Air Temperature           | Thermocouple type T - 110-175mm                |
| P2             | Grape Temperature         | Thermocouple type T - 110-2mm                  |
| P3             | Leaf Temperature          | Thermocouple type K - (Omegat 050364)          |
| P4             | Soil Temperature 30cm     | Water-Matrix Potential Sensor (Campbell 22N-1) |
| P5             | Soil Water Potential 30cm | Soil Temperature 60cm                          |
| P6             | Soil Temperature 60cm     | Water-Matrix Potential Sensor (Campbell 22N-1) |
| P7             | Soil Water Potential 60cm | Soil Temperature 150cm                         |
| P8             | Grape Radiation           | Prototipe with silicon photodiode              |
| P9             | Leaf Wetness              | Prototipe leaf wetness sensor                  |
| Counter        | WIND Speed                | Prototipe 1 cup anemometer                     |
| Power Supply   | Voltage                   |  |
|                | V IN = 1 - 6 V            | Slave Unit                                     |
|                | V OUT = 3 V               | Master   |

**Tab.1 Sensoristica installata sull'Unità Slave.**



**Fig.5 Sensore di radiazione del grappolo.**



**Fig.6 - Protocollo di installazione dei sensori dell'Unità Slave.**

I dati collezionati dalle unità Slave sono acquisiti dall'unità Master via radio, per poi essere ritrasmessi via GSM al Geodatabase, situato nella Sede dell'Ibimet con funzione di contenitore di dati (fig.3).

Il sistema è gestito da un software che permette la configurazione hardware (fig.7) e che gestisce sia la trasmissione che l'acquisizione dei dati dai sensori (tab.2). La procedura di elaborazione dei dati fornisce, attraverso un'interfaccia grafica, output grafici di determinati parametri in periodi di tempo selezionati (fig.8) e report testuali con analisi statistiche di base relative ai parametri acquisiti (varianza, media e regressione standard).

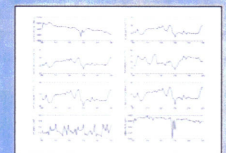
Questo software è inoltre necessario per monitorare il corretto stato del sistema e controllare l'acquisizione in real-time dei differenti parametri agrometeorologici registrati dai sensori.



**Fig.7 Struttura hardware del datalogger dell'Unità Master**

| Unit        | Variable | Units                     |            |
|-------------|----------|---------------------------|------------|
| Master Unit | 1        | Date                      | MM/DD/YYYY |
|             | 2        | Hour                      | MM/DD/YYYY |
|             | 3        | Temperature air avg       | °C         |
|             | 4        | Temperature air Max       | °C         |
|             | 5        | Temperature air Min       | °C         |
|             | 6        | Radiation horizontal avg  | W          |
|             | 7        | Radiation horizontal Max  | W          |
|             | 8        | Radiation horizontal Min  | W          |
|             | 9        | Pressure atmospheric      | hPa        |
|             | 10       | Global radiation          | W/m²       |
|             | 11       | Prototipe                 | W/m²       |
|             | 12       | Wind velocity             | m/s        |
|             | 13       | Wind direction            | °          |
|             | 14       | Hum. of atmosphere        | %          |
|             | 15       | Battery level             | Vol        |
| 16          | Alarm    | Flag                      |            |
| Slave Unit  | 1        | Date                      | MM/DD/YYYY |
|             | 2        | Hour                      | MM/DD/YYYY |
|             | 3        | Global radiation          | W/m²       |
|             | 4        | Temperature air avg       | °C         |
|             | 5        | Temperature air Max       | °C         |
|             | 6        | Temperature air Min       | °C         |
|             | 7        | Soil Temperature 30cm     | °C         |
|             | 8        | Soil Temperature 60cm     | °C         |
|             | 9        | Soil Temperature 150cm    | °C         |
|             | 10       | Soil Water Potential 30cm | hPa        |
|             | 11       | Soil Water Potential 60cm | hPa        |
|             | 12       | Leaf wetness              | # minutes  |
|             | 13       | Battery level             | Vol        |

**Tab.2 Output dati acquisiti dai sensori del sistema.**



**Fig.8 Grafici di output relativi ai parametri acquisiti dal sistema.**

Il sistema N.A.V. risponde in maniera esaustiva agli scopi del progetto, ma rappresenta inoltre un sistema di monitoraggio completo fornendo flessibilità di sviluppo e installazione. Può essere facilmente applicato a tutte le tipologie di vigneto in termini di topografia, pedologia e condizioni climatiche. Il monitoraggio real-time permette alle aziende di intervenire in modo rapido ed efficace adottando la miglior strategia di gestione allo scopo di migliorare la qualità dei processi produttivi.