



INTRODUZIONE

L'applicazione di sistemi di monitoraggio wireless sta trovando sempre maggior utilizzo nella viticoltura di precisione al fine di analizzare la variabilità del vigneto, e quindi suggerire le opportune pratiche di gestione per il miglioramento della qualità del vino. Il N.A.V. (Network Avanzato per il Vigneto) è una Wireless Sensor Network progettata e realizzata con l'obiettivo di monitorare in real-time l'acquisizione dei parametri micrometeorologici del vigneto. In particolare ai fini del progetto "Consorzio Toscana" il sistema è stato utilizzato per la zonazione microclimatica del vigneto e valutarne la variabilità associata alle varie pratiche gestionali nelle diverse aree di vigoria.

**Fig.1
Stazione Master**

SISTEMA

Il sistema N.A.V. è stato installato e collaudato su 4 vigneti sperimentali del progetto "Consorzio Toscana" in 3 zone tipiche a vocazione vitivinicola della Toscana (Italia). In ogni vigneto sono stati installati una stazione agrometeorologica (Unità Master, fig.1) e 10 nodi periferici (Unità Slave, fig.2). L'Unità Master è una stazione di monitoraggio per la raccolta dei dati agrometeorologici, collocata al di fuori del vigneto in una posizione rappresentativa, mentre le Unità Slave sono stazioni finalizzate al monitoraggio micrometeorologico dislocate all'interno del vigneto.

**Fig.2
Stazione Slave**

SENSORISTICA

La sensoristica in dotazione all'Unità Master è quella relativa ad una stazione agrometeorologica standard W.M.O., per quanto riguarda invece l'Unità Slave l'equipaggiamento è composto da sensori progettati ed installati ad hoc secondo le esigenze del progetto. I sensori utilizzati (alcuni mostrati nelle fig.3 e 4) sono descritti nella tab.1, e sono stati installati seguendo un protocollo mostrato in fig.5. I parametri acquisiti dal sistema sono elencati in tab.2. L'autosufficienza energetica è garantita in entrambe le stazioni da un pannello fotovoltaico ed una batteria in tampone.

| Chn | Parameter | Sensor |
|----------------|------------------------------|--|
| ADC - 12bit | P1 Air Temperature | Thermocouple type T - 112,115mm |
| Range = 0 - 3V | P2 Grape Temperature | Thermocouple type T - 110,2mm |
| Res = 0,73mV | P3 Leaf Temperature | Thermocouple type K (Omegat) IR 02304s |
| | P4 Soil Temperature 30cm | Water Matrix Potential Sensor (Campbell 229-L) |
| | P5 Soil Temperature 60cm | Water Matrix Potential Sensor (Campbell 229-L) |
| | P6 Soil Water Potential 60cm | Prototipe leaf wetness sensor |
| | P7 Grape Radiation | Prototipe leaf wetness sensor |
| | P8 Leaf Wetness | Prototipe 3-cup anemometer |
| Counter | IMP1 Wind Speed | Prototipe 3-cup anemometer |
| Power Supply | Voltage | Slave Unit |
| | V IN / + 4 V | extra |
| | V OUT / + 3 V | |

Tab.1 Sensoristica installata sull'Unità Slave.

| #1 | Variables | Units |
|----|----------------------|------------------|
| 1 | Date | dd/mm/yy |
| 2 | Hour | hh:mm:ss |
| 3 | Air temperature | °C |
| 4 | Relative humidity | % |
| 5 | Pressure atmospheric | hPa |
| 6 | Global radiation | Wm ⁻² |
| 7 | Precipitation | mm |
| 8 | Wind velocity | ms ⁻¹ |
| 9 | Wind direction | ° |
| 10 | Num. of acquisition | # |
| 11 | Battery level | mV |
| 12 | Alarm | flag |

| #1 | Variables | Units |
|----|---------------------------|------------------|
| 1 | Date | dd/mm/yy |
| 2 | Hour | hh:mm:ss |
| 3 | Global radiation | Wm ⁻² |
| 4 | Air temperature | °C |
| 5 | Grape temperature | °C |
| 6 | Leaf temperature | °C |
| 7 | Soil Temperature 30cm | °C |
| 8 | Soil Temperature 60cm | °C |
| 9 | Soil Water Potential 30cm | hPa |
| 10 | Soil Water Potential 60cm | hPa |
| 11 | Wind velocity | ms ⁻¹ |
| 12 | Leaf wetness | # minutes |
| 13 | Battery level | mV |

Tab.2 Output dati acquisiti dai sensori del sistema.

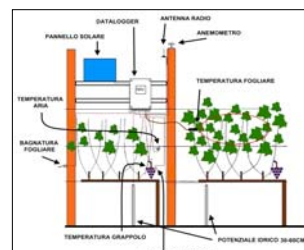
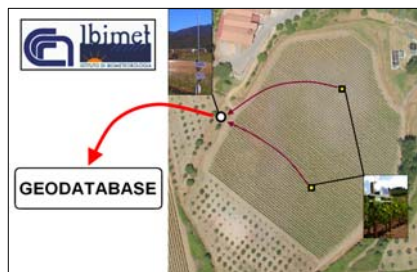


Fig.5 – Protocollo di installazione dei sensori dell'Unità Slave.

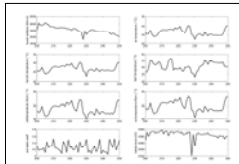
TRASMISSIONE DATI

Il protocollo di trasmissione dati utilizzato nel progetto sfrutta sia frequenze radio che GSM/GPRS (Fig.6). Le Unità Slave sono in grado di memorizzare i dati e trasmetterli utilizzando frequenze radio all'Unità Master con cadenza giornaliera. L'Unità Master esegue sempre a cadenza giornaliera due tipologie di trasmissione: in una prima fase acquisisce dati dalle Unità Slave utilizzando il modulo radio, e li memorizza; in una seconda fase trasmette tutti i dati presenti in memoria al geodatabase centrale remoto, mediante un modem GSM/GPRS.



SOFTWARE

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. La procedura di elaborazione dei dati fornisce output grafici dei parametri acquisiti (fig.8) e report testuali con analisi statistiche di base (varianza, media e deviazione standard) relative ai parametri acquisiti. Questo software è inoltre necessario per monitorare il corretto stato del sistema e controllare l'acquisizione in real-time dei parametri agrometeorologici registrati dai sensori.



CONCLUSIONI

Il sistema N.A.V. risponde in maniera esaustiva agli scopi del progetto, costituendo un sistema di monitoraggio completo caratterizzato da 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.