

# SVILUPPO DI UN PROTOTIPO PER LE PREVISIONI DI RESA A LARGA SCALA BASATO SUL MODELLO DI SIMULAZIONE WARM E SU DATI DI CONCENTRAZIONE DI AZOTO NELLA PIANTA DERIVATI DA SATELLITE

R. Confalonieri<sup>1</sup>, A.S. Rosenmund<sup>1</sup>, L. Mariani<sup>2</sup>, M. Boschetti<sup>3</sup>, D. Stroppiana<sup>3</sup>, M. Acutis<sup>2</sup>, M. Chiodini<sup>2</sup>, A. Perego<sup>2</sup>, G.A. Sacchi<sup>2</sup>, F. Nocito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, Agriculture Unit, Agri4cast Action, via Fermi 2749, 21027 Ispra (VA), roberto.confalonieri@jrc.it

<sup>2</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Produzione Vegetale, via Celoria 2, 20133 Milano

<sup>3</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, IREA, via Bassini 15, 20133 Milano

## Abstract

Negli ultimi anni, la modellistica di simulazione e il telerilevamento si sono rivelati supporti efficaci per il monitoraggio degli agroecosistemi a larga scala. L'obiettivo di questa ricerca era lo sviluppo di un prototipo per la previsione delle rese risicole che utilizzasse entrambi questi strumenti.

Il prototipo si basa sul modello di simulazione WARM e su un concetto dinamico di efficienza d'uso della radiazione (RUE) basato a sua volta sulla concentrazione di azoto nella pianta (PNC). Nel prototipo, infatti, la RUE, oltre a variare in funzione della senescenza, del livello di irradiazione e della temperatura, varia anche in funzione della PNC. Data la scarsa affidabilità di dati spazialmente distribuiti riguardanti le agrotecniche, i valori di PNC e le date di semina sono stati derivati da immagini satellitari, rispettivamente MERIS e MODIS.

Il prototipo è stato testato sul distretto risicolo lombardo-piemontese utilizzando dati di resa derivati dalle statistiche Ente Nazionale Risi per gli anni 2005-2006, rivelandosi più accurato del sistema standard utilizzato dalla Commissione Europea.

## Introduzione

Negli ultimi anni sono stati proposti diversi sistemi di previsione delle rese. Alcuni sono semplicemente basati su sondaggi e su rilievi effettuati in campo su un campione di aziende. Altri sono sistemi molto articolati nei quali vengono integrate diverse fonti di informazione. I sistemi più semplici sono basati su relazioni empiriche tra indicatori da immagini satellitari (es. massimo NDVI) e serie storiche di resa (e.g. Mkhabela et al., 2005). Altri sono basati su modelli di simulazione dinamici. Tra quelli appartenenti all'ultima categoria, alcuni sono specifici per una coltura (e.g. Bezuidenhout and Singels, 2007), altri sono in grado di fornire previsioni di resa per diverse colture erbacee (e.g. Soler et al., 2007). I sistemi più sofisticati utilizzano sia dati telerilevati che simulati (Genovese et al., 2001), anche se i dati derivati dall'analisi di immagini satellitari sono, anche in questo caso, per lo più utilizzati come semplici indicatori.

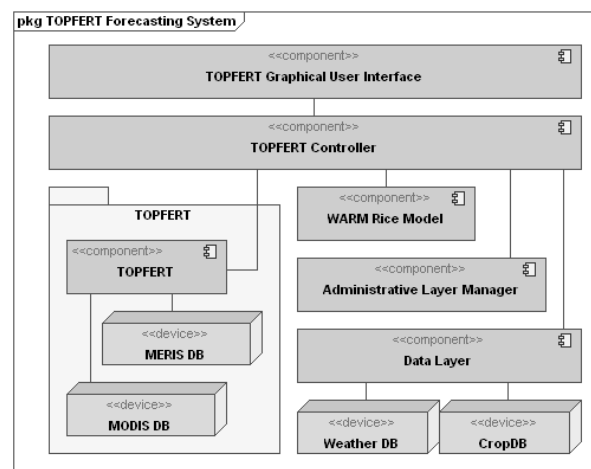
L'obiettivo di questo lavoro era proporre un nuovo sistema di previsione per rese risicole, basato sul modello di simulazione WARM (Confalonieri et al., 2006), su date di semina e di concentrazione di azoto nella pianta (PNC) derivate da satellite e sul modulo TOPFERT (Rosenmund et al., 2008), per stimare l'effetto della PNC sull'efficienza d'uso della radiazione (RUE).

## Materiali e metodi

Il cuore del sistema di previsione delle rese TOPFERT Forecasting System (TOPFERT-FS) (Figura 1) è il modello di simulazione di crescita colturale WARM (Confalonieri et al., 2006). Il modello è interfacciato con il database MARS della Commissione Europea, contenente dati meteo giornalieri con una risoluzione

spaziale di 50 × 50 km, dati sui suoli e dati riguardanti i confini amministrativi.

Le date di semina sono stimate a partire da profili NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derivati da immagini satellitari MODIS. TOPFERT-FC utilizza immagini satellitari MERIS e la DLL TOPFERT (Rosenmund et al., 2008) per fornire profili giornalieri di PNC nel periodo tra l'iniziazione della pannocchia e la spigatura e convertirli poi in valori di RUE. I dati di RUE così calcolati sono quindi utilizzati da WARM per simulare la crescita della pianta.



Generated by UModel

www.altova.com

Fig.1 – Diagramma UML (Unified Modelling Language) del sistema di previsione delle rese TOPFERT

Il sistema è stato testato nel distretto risicolo lombardo-piemontese e le sue previsioni di resa sono state confrontate con quelle fornite dal sistema standard di previsione delle rese della Commissione Europea. La bontà delle stime è stata valutata utilizzando come riferimento i dati di resa ricavati dal database dell'Ente Nazionale Risi. Il test è stato condotto per gli anni 2005 e 2006 a scala di griglia MARS 50 × 50 km e a scala di comune.

## Risultati

I risultati dei test sono mostrati nelle Figure 2 e 3. I dati si riferiscono all'errore medio ottenuto nei due anni di studio. E' possibile notare che il sistema di previsione TOPFERT-FS è sempre più accurato del sistema standard.

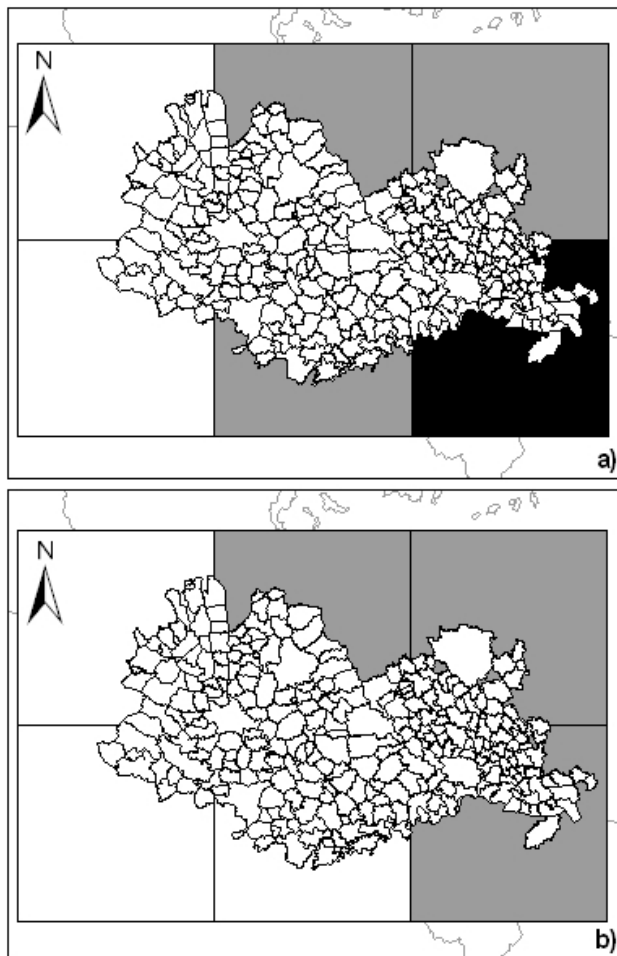


Fig.2 – Risultati del confronto tra le previsioni di resa fornite dal sistema standard (a) e quelle fornite da TOPFERT-FS (b). Test a scala di griglia MARS; bianco: errore < 4%; grigio: errore tra 4 e 10%; nero: errore > 10%

## Conclusioni

Il sistema sviluppato si è rivelato in grado di prevedere le rese risicole in Nord Italia. Gli errori in genere più elevati riscontrati nel test a scala di comune sono dovuti al fatto che le statistiche di produzione e di superficie (da cui è stata ricavata la resa) possono essere attribuite a due comuni diversi e quindi fornire, in questi casi, dati di resa affetti da errore.

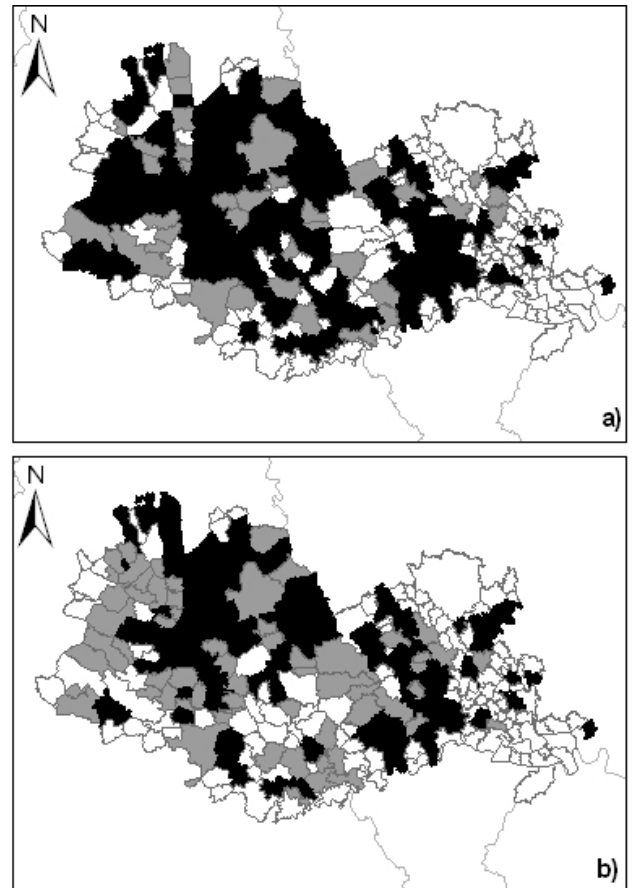


Fig.3 – Risultati del confronto tra le previsioni di resa fornite dal sistema standard (a) e quelle fornite da TOPFERT-FS (b). Test a scala di comune; bianco: errore < 4%; grigio: errore tra 4 e 10%; nero: errore > 10%

## Ringraziamenti

Il progetto TOPFERT è stato finanziato da Institute for the Protection and Security of the Citizen, Joint Research Centre, European Commission. Si ringrazia di cuore il dott. Federico Spanna e il dott. Umberto Pellegrini per il supporto fornito in fase di acquisizione dati.

## Bibliografia

- Bezuidenhout C.N., Singels A. (2007). Operational forecasting of South African sugarcane production: Part 1 – System description *Agricultural Systems* 92, 23-38.
- Confalonieri, R., Gusberti, D., Acutis, M., 2006. Comparison of WOFOST, CropSyst and WARM for simulating rice growth (Japonica type-short cycle varieties). *Italian Journal of Agrometeor.* 3, 7-16.
- Genovese, G., Vignolles, C., Nègre, T., Passera, G., 2001. A methodology for a combined use of normalized difference vegetation index and CORINE land cover data for crop yield monitoring and forecasting. A case study on Spain. *Agronomie*, 21, 91-111.
- Mkhabela, M.S., Mkhabela, M.S., Mashinini, N.N., 2005. Early maize yield forecasting in the four agro-ecological regions of Swaziland using NDVI data derived from NOAA's AVHRR. *Agricultural and Forest Meteorology*, 129, 1-9.
- Rosenmund, A.S., Chiodini, M.E., Acutis, M., Perego, A., Sacchi, G.A., Confalonieri, R., 2008. Analysis and modelling of the combined effect of plant nitrogen concentration after fertilization and development stage on rice radiation use efficiency. *Italian Journal of agrometeorology*. In press.
- Soler, C.M.T., Sentelhas, P.C., Hoogenboom, G., 2007. Application of the CSM-CERES-Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment. *European Journal of Agronomy*, 27, 165-177.