

# VALIDAZIONE DEL MODELLO DI BILANCIO IDRICO CRITERIA

Tomei F.<sup>1</sup>, Antolini G.<sup>1</sup>, Bittelli M.<sup>2</sup>, Marletto V.<sup>1</sup>, Pasquali A.<sup>1</sup>, Van Soetendael M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servizio Idrometeorologico, ARPA Emilia-Romagna. [ftomei@arpa.emr.it](mailto:ftomei@arpa.emr.it)

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna.

## Abstract

Il modello di bilancio idrico CRITERIA è stato validato sulla base dei dati di umidità del suolo rilevati nella base meteorologica di San Pietro Capofiume (BO), equipaggiata con un sistema di misura TDR (Time Domain Reflectometry), per il periodo settembre 2004 – aprile 2007. I risultati sono complessivamente molto soddisfacenti, in particolare per gli strati interessati dalla coltura.

## Introduzione

La conoscenza del contenuto d'umidità del suolo è di fondamentale importanza per la gestione delle risorse idriche in agricoltura, al fine di ottimizzare e razionalizzare gli interventi irrigui. Conoscere la dinamica dell'acqua nel terreno è inoltre essenziale per stimare il movimento dei nutrienti (es. nitrati) e l'eventuale contaminazione delle falde acquifere.

La stima del contenuto d'acqua nel suolo può essere effettuata con modelli di bilancio idrico, che rappresentano matematicamente i principali processi che riguardano la dinamica dell'acqua nel terreno agrario, tenendo conto delle caratteristiche strutturali e tessiturali del suolo. L'affidabilità e le precisioni di tali modelli può essere valutata in base alla validazione, cioè al confronto dei valori simulati con dati misurati in campo.

Nel presente lavoro saranno presentati i risultati della validazione del modello CRITERIA.

## Materiali e metodi

CRITERIA (Marletto e Zinoni, 1996) è un sistema modellistico per la simulazione del bilancio idrico dei suoli agricoli di pianura. È stato sviluppato presso ARPA-SIM ed è strutturato per essere applicato su scala regionale.

Il sistema, alimentato con i dati giornalieri di precipitazione e temperatura, determina l'evapotraspirazione e calcola i flussi giornalieri di scorrimento superficiale, scorrimento ipodermico e drenaggio. Il bilancio idrico tiene conto dei fenomeni di precipitazione, irrigazione, risalita capillare dalla falda, ruscellamento o scorrimento (superficiale e ipodermico), evaporazione, traspirazione, percolazione, redistribuzione e drenaggio profondo.

Alcune di queste variabili, come la pioggia e l'irrigazione, sono facilmente misurabili, le altre vengono stimate mediante algoritmi in base ai dati meteorologici, alle caratteristiche del terreno e alle caratteristiche delle colture. Il bilancio è calcolato a cadenza giornaliera.

Nel mondo scientifico sono state proposte diverse forme funzionali di relazione tra il contenuto idrico volumetrico e la tensione matriciale nel suolo, che interpretano, tramite un'equazione di fitting, la curva tensiometrica dei diversi terreni. Nel presente lavoro, è stata utilizzata la curva proposta da Van Genuchten (1980).

La relazione tra il contenuto idrico e il potenziale matriciale, curva tensiometrica, può essere costruita

sperimentalmente con metodologie in laboratorio o in campo. Le difficoltà nella determinazione della curva tensiometrica nelle misure sperimentali (sia in campo sia in laboratorio) hanno portato allo sviluppo di procedure di stima che consentono di derivare le proprietà idrologiche da dati di più facile acquisizione (tessitura, massa volumica apparente, sostanza organica, contenuto idrico a determinati valori di potenziale). Una delle caratteristiche che meglio risponde a questa esigenza è la granulometria, cioè la distribuzione per classi dimensionali della particelle che costituiscono la parte minerale del suolo. Se si dispone di dati sperimentali di contenuto idrico le curve di riferimento per le varie classi tessiturali possono poi essere adattate (fittate) usando questi valori.

Il modello contiene un modulo numerico di simulazione dei flussi idrici, che è una restrizione monodimensionale del modello idrologico CRITERIA3D, sviluppato da Pistocchi e Tomei (2003). Esso è basato sulla risoluzione di un sistema di equazioni a derivate parziali (equazione di Richards) che esprimono la densità di flusso idrico in funzione del contenuto idrico e degli input/output esterni. L'algoritmo numerico di infiltrazione utilizza le equazioni empiriche di Darcy, dove il flusso è espresso in funzione delle variazioni di potenziale idrico, la curva di ritenzione di van Genuchten e la curva di conducibilità idraulica di Mualem (1976).

Le caratteristiche del suolo di San Pietro Capofiume, desunte dallo studio del profilo pedologico e dalle analisi chimico-fisiche di laboratorio, sono riportate in tabella 1. Si tratta di un suolo a tessitura prevalentemente franco-sabbiosa, con due strati intermedi rispettivamente franco-argilloso-limoso e franco-limoso, secondo la classificazione USDA.

I dati meteorologici (temperatura e precipitazione) in input al modello sono stati ricavati tramite interpolazione di dati puntuali su una cella di calcolo quadrata di 5 km di lato, per il periodo 1 gennaio 2004 – 30 aprile 2007.

Data l'indisponibilità di punti di misura della profondità della falda ipodermica situati in corrispondenza del sito, si sono utilizzati i dati di un pozzo freaticometrico situato a circa 8 km a sud di San Pietro, a cui è stato aggiunto un valore fisso di 30 cm, previo confronto con i dati di umidità degli orizzonti più profondi, dove si evince che la falda a San Pietro risulta leggermente meno superficiale rispetto al sito freaticometrico.

Tab.1 – Caratteristiche pedologiche e idrologiche del suolo di San Pietro Capofiume (S: sabbia; L: limo; A: argilla; SO: sostanza organica; MVA: massa volumica apparente; Ksat: conducibilità idrica a saturazione; SAT: contenuto idrico a saturazione; CC: contenuto idrico a capacità di campo; PA: contenuto idrico al punto di appassimento).

Prof (cm)	S (%)	L (%)	A (%)	SO (%)	MVA (-)	Ksat (cm/d)	SAT (% vol)	CC (% vol)	PA (% vol)
0-15	62	24	14	2.4	1.45	60	0.429	0.306	0.120
15-35	61	23	16	1.2	1.55	44	0.400	0.325	0.160
35-50	67	18	15	1.0	1.55	44	0.402	0.326	0.160
50-80	74	18	8	0.4	1.50	44	0.427	0.339	0.160
80-120	7	56	37	1.2	1.45	4	0.439	0.336	0.180
120-165	9	73	18	0.7	1.40	6.5	0.462	0.404	0.190
165-200	62	27	11	0.3	1.40	44	0.466	0.360	0.160

La specie vegetale utilizzata nella simulazione è un prato di graminacee con profondità radicale massima di 0.75 cm.

Si è fatta partire la simulazione dall'1 gennaio 2004, sebbene le misure siano disponibili solo da settembre, per permettere al modello di raggiungere l'equilibrio numerico.

Le umidità del terreno sono state misurate tramite sonde TDR (Time Domain Reflectometry), collocate a 7 profondità corrispondenti agli orizzonti del profilo pedologico.

## Risultati

In figura 1 sono confrontati nel tempo i dati misurati e le stime di contenuto idrico, a quattro diverse profondità, di cui tre superficiali, interessate dall'assorbimento radicale, e una interessata dall'oscillazione della falda. Il modello è in grado di riprodurre fedelmente la dinamica dell'acqua nel terreno, in ciascuno degli orizzonti pedologici. Alcune sottostime sono dovute alla inadeguata rappresentazione delle precipitazioni all'interno della cella di calcolo, in particolare i temporali estivi. La parziale inconsistenza della simulazione con le misure a 180 cm, soprattutto per l'estate 2004 è dovuta all'indisponibilità di dati di falda accurati. Il modello fornisce buone risultati anche per gli strati intermedi (70, 100, 135 cm), non riportati in figura 1, sebbene per lo strato a 100 cm, corrispondente all'orizzonte più argilloso, non siano ben risolti le veloci diminuzioni di contenuto idrico. Riteniamo plausibile che l'acqua in questo porzione di profilo sia interessata da movimenti sottosuperficiali laterali, non descritti dal modello 1D.

## Conclusioni

I risultati della validazione del modello CRITERIA con i dati misurati a San Pietro Capofiume sono nel complesso molto soddisfacenti e promettenti. Il modello si dimostra in grado di rappresentare adeguatamente le dinamiche dell'acqua nel suolo agrario.

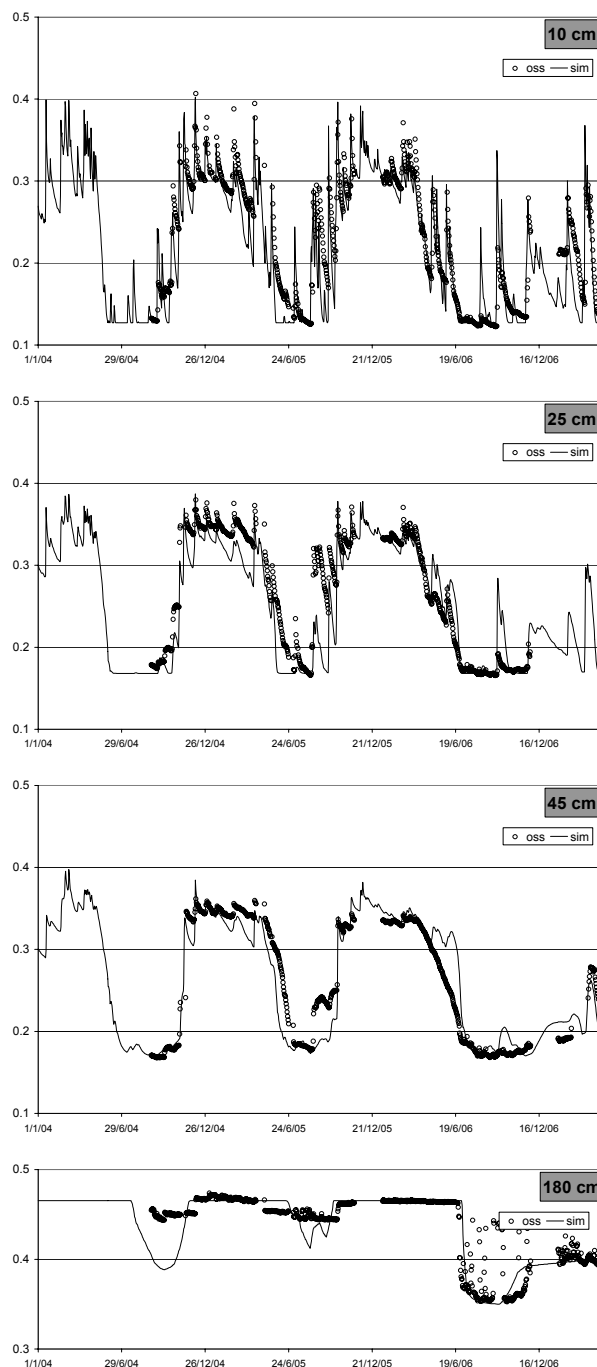


Fig.1 – Confronto tra contenuti idrici misurati (mis) e simulati (sim).

## Bibliografia

- Marletto V., Zinoni F., 1996. The CRITERIA project: integration of satellite, radar, and traditional agroclimatic data in a GIS-supported water balance modelling environment. In: Proc. COST 77, 79, 711 Int. Symp. on Applied Agrometeorology and Agroclimatology (ed. Dalezios, N.R.), Volos, Greece, 24-26 April 1996, 173-178
- Marletto V., Ventura F., Fontana G., Tomei F., 2007. Wheat growth simulation and yield prediction with seasonal forecasts and a numerical model, submitted to Agricultural and Forest Meteorology
- Mualem, Y., 1976. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media, Water Resour. Res., 12, 513-522.
- Pistocchi, A., Tomei, F., 2003. Un modello accoppiato 3D di runoff e deflusso nel mezzo poroso. Atti convegno AIAM, Bologna.
- Van Genuchten, M. T., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 892-898.