

# ***ANALISI DEI FABBISOGNI IRRIGUI NETTI DI ALCUNE COLTURE DELLA PIANA DEL FUCINO***

## ***NET IRRIGATION REQUIREMENTS ANALYSIS OF SOME HORTICULTURAL CROPS OF THE FUCINO AREA***

Bruno Di Lena<sup>1\*</sup>, Diego Guidotti<sup>2</sup>, Susanna Marchi<sup>2</sup> Vincenzo Di Genova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Regione Abruzzo- Ufficio direttiva nitrati e qualità dei suoli, coordinamento servizi vivaistici e agrometeo (Cepagatti- Scerni)

<sup>2</sup> Aedit srl - Pontedera

<sup>3</sup> Sata S.R.L. – Unità locale centro- San Benedetto dei Marsi (Aq)

\*[bruno.dilena@regione.abruzzo.it](mailto:bruno.dilena@regione.abruzzo.it)

### **Abstract**

The “Altopiano del Fucino” (Abruzzo Region) is an agricultural area located at 700 m a.s.l. and characterized by anthropic pressure due to cultivation of fresh vegetables and salad crops grown in the open. A lake occupied the whole area, laying amongst the surrounding mountains, including Velino and Sirente mts., reaching 2500 m a.s.l.. The lake was drained in 1875, by applying hydraulic engineering works, giving rise to a fertile agricultural area of 14,000 ha. Here, appropriate irrigation system and scheduling is crucial to respond to increasing variability in precipitation and meet water requirements of the area.

We describe the analysis of irrigation requirements of the most widespread cultivations in the area and their trend in the period 1951 – 2016. We calculated a simplified crop water balance using the platform AGROAMBIENTE.ABRUZZO, which follows the approach of FAO paper n.56 to estimate the crop water needs using agrometeorological data recorded in the area. The analysis of time series of crop water requirements is a valid indicator to monitor the response to ongoing climate changes.

### **Parole chiave**

Fucino, Agroambiente.Abruzzo, bilancio idrico

### **Keywords**

*Fucino, Agroambiente.Abruzzo, water balance*

### **Introduzione**

Le recenti disposizioni comunitarie (PSR 2014-2020) suggeriscono strategie di risparmio idrico, basate sulla conoscenza delle voci attive e passive del bilancio idrico delle colture, allo scopo di contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici. Nell’Europa meridionale, gli effetti delle attività antropiche e il risultante aumento generale delle temperature avranno un impatto durante l’estate, con conseguente diminuzione delle risorse idriche (Bindi e Olesen, 2011). Le conseguenze dei cambiamenti climatici, e degli eventi estremi ad essi connessi, varieranno molto in funzione dei sistemi colturali e delle peculiarità regionali. Pratiche agronomiche adattative, che minimizzino gli impatti negativi e sfruttino quelli positivi, sono necessarie.

Opzioni tecniche che favoriscano risparmi idrici in aree sottoposte ad agricoltura intensiva devono essere, quindi, investigate in ambiente Mediterraneo. L’esigenza di un corretto uso dell’acqua a fini irrigui è fortemente sentita nell’altopiano del Fucino dove il graduale passaggio dalla coltivazione di cereali e patate a quella di ortaggi di pieno campo ha determinato nel tempo un sensibile aumento del consumo di acqua.

In un contesto idraulico molto complesso, dove i periodici fenomeni di siccità e allagamenti provocano danni alle

colture, si segnala inoltre l’assenza di un monitoraggio dei consumi di acqua prelevati dai canali di bonifica e dai pozzi profondi. L’attingimento dell’acqua dai pozzi modifica gli equilibri ambientali, in un quadro già precario, e accentua il rischio di inquinamento delle falde.

Alla luce delle suddette problematiche, l’agricoltura di precisione rappresenta una forma alternativa di gestione sostenibile delle risorse del territorio, che però prevede la raccolta, l’analisi e la condivisione di una mole notevole di dati, attraverso piattaforme informatiche e sistemi di supporto alle decisioni (Branca *et al.*, 2011).

Con il presente lavoro, sono stati determinati, per mezzo del modulo di bilancio idrico semplificato inserito nella piattaforma informatica AGROAMBIENTE.ABRUZZO, i fabbisogni irrigui delle principali colture praticate nell’areale del Fucino. Per il calcolo del bilancio idrico sono stati utilizzati dati meteorologici registrati in una stazione presente nell’area del Fucino, attiva dagli inizi degli anni 50. Sono state calcolate e analizzate le serie storiche dei fabbisogni irrigui di alcune colture rappresentative dell’area per verificare segnali degli effetti del cambiamento del clima nelle richieste idriche dell’agricoltura, allo scopo di calibrare il consiglio irriguo per alcune colture tipiche dell’area.

## Materiali e Metodi

Lo studio sui fabbisogni irrigui netti è stato effettuato per le seguenti colture orticole di pieno campo: patata (ciclo precoce), carota (ciclo precoce), radicchio (trapiantato), spinacio (ciclo estivo), fagiolo borlotto fresco, cavolfiore (ciclo estivo) e lattuga (ciclo estivo)

I dati giornalieri di temperatura massima e minima, e pioggia cumulata necessari per il calcolo del modello di bilancio idrico, sono stati registrati dalla stazione di Avezzano (Ch) (42°01'48"N 13°26'24"E), nell'arco temporale 1951-2016, dal Servizio Idrografico Regionale e dal Centro Agrometeorologico regionale di Scerni. I dati meteorologici sono stati sottoposti ai controlli di consistenza interna e persistenza temporale prima di essere impiegati per i calcoli successivi.

Il bilancio idrico è stato stimato seguendo l'approccio proposto da Allen *et al.* (1998) nel quaderno FAO n. 56, "Irrigation and drainage paper". L'evapotraspirazione di riferimento è stata determinata con la formula di Hargreaves (Hargreaves e Samani, 1985) adattata alle condizioni climatiche locali, caratterizzate da forti escursioni termiche giornaliere durante il periodo estivo (Di Lena e Acutis, 2002)

L'altopiano del Fucino è caratterizzato da suoli con tessitura media, da franco limosa a limosa a franco limoso argilloso, ricchi di sostanza organica, con un contenuto di acqua disponibile in un metro di profondità pari a 150-200 mm (Chiuchiarelli e Santucci, 2012). Pertanto per il calcolo del bilancio idrico è stato considerato un suolo standard, le cui caratteristiche idrologiche sono state definite con una formula di *pedotransfer* (Saxton *et al.*, 1986); considerando un terreno con classe di tessitura franco-limoso (15% di argilla, 16% di sabbia e 69% di limo).

Le durate dei cicli standard per le colture esaminate sono state definite adattando i valori indicati nel quaderno FAO 56 (Allen *et al.*, 1998) alle condizioni agronomiche locali a seguito di interviste a tecnici agronomi operanti nell'area (Tab. 1)

*Tab.1 - Durata dei cicli standard per le colture esaminate. Con "inizio" è definita la data di semina o trapianto. La fase 1 è quella iniziale, 2 è lo sviluppo colturale, 3 è la fase intermedia e 4 è la fase finale (come definito nel quaderno FAO, n. 56)..*

*Tab.1 - Cultivation cycle for the crops analysed. "Inizio" is sowing or transplanting date. 1 is initial, 2 is crop development, 3 is mid-season; 4 is late season (as defined in FAO, paper n. 56).*

Coltura	inizio	Durata delle fasi in giorni				Durata totale ciclo
		1	2	3	4	
Patata precoce	15/04	21	24	34	21	100
Carota precoce	01/04	19	25	38	13	95
Radicchio trapianto	01/06	19	28	14	9	70
Spinacio estivo	01/06	16	16	20	4	55
Fagiolo	01/06	15	22	29	15	80

borlotto						
Cavolfiore estivo	01/07	24	36	24	12	95
Insalata estiva	01/07	16	24	12	8	60

Il calcolo dell'evapotraspirazione effettiva delle colture è stato effettuato moltiplicando l'evapotraspirazione di riferimento con i coefficienti colturali (Kc) desunti anch'essi dal quaderno FAO 56 e suddivisi per fase della coltura (Tab. 2)

*Tab.2 - Coefficienti colturali applicati per le diverse fasi del ciclo (iniziale: fase iniziale, medio: sviluppo colturale e fase intermedia, finale: fase finale).*

*Tab.2 - Crop coefficients applied for the different cycle phases (iniziale: initial, - medio: crop development and mid season - finale: late season).*

Coltura	Coefficiente colturale		
	iniziale	medio	finale
Patata	0,50	1,15	0,40
Carota	0,70	1,05	0,95
Radicchio	0,70	1,00	0,95
Spinacio	0,70	1,00	0,95
Fagiolo borlotto	0,40	1,15	0,35
Cavolfiore	0,70	1,05	0,95
Insalata	0,70	1,05	0,95

Per quanto concerne le piogge non sono state considerate come irrilevanti quelle con valori cumulati giornalieri inferiori a 5 mm, senza tuttavia applicare limiti superiori. Nella tabella 3 è indicato per ciascuna coltura lo strato di suolo interessato dalle radici al raggiungimento del completo sviluppo, ai fini del bilancio idrico.

*Tab.3 - Spessore dello strato di suolo interessato dalle radici al loro completo sviluppo ed utilizzato per il calcolo del bilancio idrico.*

*Tab.3 - Depth of soil layer explored by roots at the complete development and utilized for the water balance calculation.*

Coltura	Strato di suolo (m)
Patata	0,35
Carota	0,40
Radicchio	0,30
Spinacio	0,30
Fagiolo borlotto fresco	0,40
Cavolfiore	0,40
Insalata	0,30

Per tutte le colture è stato considerato il metodo irriguo per aspersione: Il contenuto idrico del terreno è stato mantenuto tra due livelli, definiti rispettivamente come "soglia critica" e "soglia di riferimento". L'intervento irriguo è effettuato al raggiungimento del 50% dell'acqua disponibile (soglia critica), per riportare il contenuto idrico del suolo al 90% dell'acqua disponibile (soglia di riferimento) (Bagnoni e Giannini, 2000). Per acqua disponibile si intende la differenza tra la capacità di campo ed il punto di appassimento per ciascuna coltura.

Il contenuto idrico a inizio bilancio è stato considerato alla capacità di campo. Non sono stati considerati gli apporti di falda.

I fabbisogni idrici delle colture prese in esame sono stati calcolati utilizzando il sistema a supporto delle decisioni (DSS) per l'irrigazione contenuto nel portale AGROAMBIENTE.ABRUZZO e consultabile all'indirizzo <https://agroambiente.regione.abruzzo.it/>, sezione irri-nutri. Il DSS permette di ottenere la stima del bilancio idrico e di conseguenza delle richieste irrigue per le principali colture orticole, erbacee ed arboree (con diversi cicli di precocità) presenti sul territorio regionale abruzzese.

L'elaborazione statistica dei dati è stata effettuata con Microsoft Excel e con il software R (R Core Team 2016).

## Risultati e Discussione

Sono stati stimati i fabbisogni irrigui per tutta la lunghezza del ciclo per alcune colture, con specifico ciclo, rappresentative dell'area del Fucino, riportate in tabella 1, per gli anni compresi tra il 1951 ed il 2016.

Alle serie storiche dei fabbisogni irrigui sono state applicate statistiche descrittive della distribuzione i cui risultati sono riportati in tabella 4.

*Tab.4 - Statistiche descrittive di distribuzione applicate alle serie storiche dei fabbisogni irrigui di alcune colture rappresentative dell'area del Fucino.*

*Tab.4 - Descriptive statistics of data distribution of time series of irrigation requirements for some fresh vegetables and salad crops of Fucino area.*

Coltura	min	25° perc	mediana	75° perc	max	n. anni
Patata precoce	144,6	261,3	306,4	356,0	413,9	66
Carota precoce	128,8	213,5	254,1	305,7	388,3	66
Radicchio trapianto	161,2	249,3	287,2	316,0	383,4	66
Spinacio estivo	115,2	195,0	214,6	241,7	298,6	66
Fagiolo borlotto	170,6	289,5	317,4	346,6	412,1	66
Cavolfiore estivo	160,3	261,3	302,4	334,0	407,8	66
Insalata estiva	141,6	211,7	238,4	356,0	265,9	66

Le colture che hanno mostrato i consumi irrigui più elevati sono il fagiolo borlotto e la patata precoce, quest'ultima è anche quella con il ciclo in giorni più lungo. L'anno con il fabbisogno irriguo più basso è stato il 1978 per la carota precoce e il 1995 per il cavolfiore, mentre per le altre colture i volumi più bassi sono stati stimati per gli anni 1989 e 1991. Gli anni con i fabbisogni irrigui più elevati sono emersi essere quelli a partire dal 2007 per tutte le colture considerate, eccetto il cavolfiore (1980).

La significatività dei trend (dal 1951 al 2016) per i fabbisogni idrici delle diverse colture è stata verificata mediante l'applicazione del test non parametrico di Mann-Kendall stimando il coefficiente angolare  $\beta$  della retta interpolante i dati (Hirsh *et al.*, 1982).

I risultati dell'analisi, riportati in tabella 5, evidenziano l'elevata significatività per la maggior parte dei cicli colturali considerati (patata, radicchio, spinacio, cavolfiore, insalata), una significatività più bassa ma comunque statisticamente valida è emersa per carota e cavolfiore estivo.

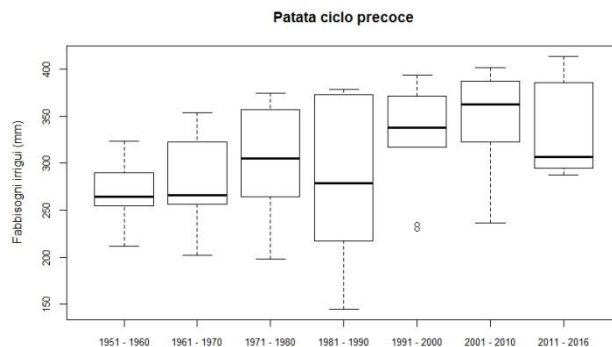
*Tab.5 - Risultati del test di Man-Kendall applicato alle serie storiche dei fabbisogni irrigui netti di alcune colture rappresentative dell'area del Fucino (\* P-value $\leq$ 0.05; \*\* P-value $\leq$ 0.01; \*\*\* P-value $\leq$ 0.001).*

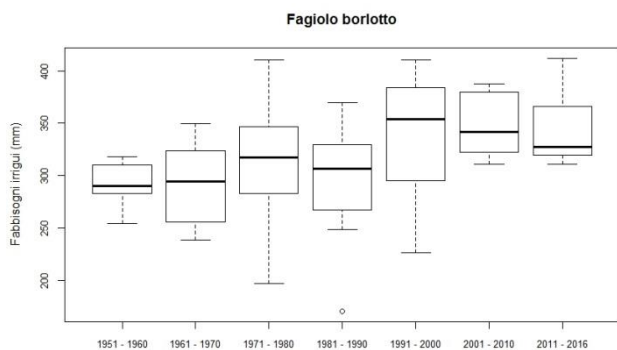
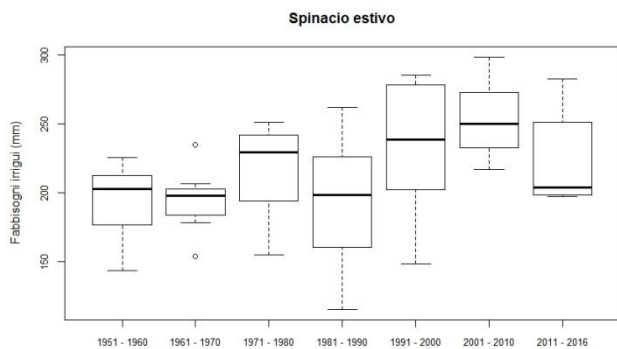
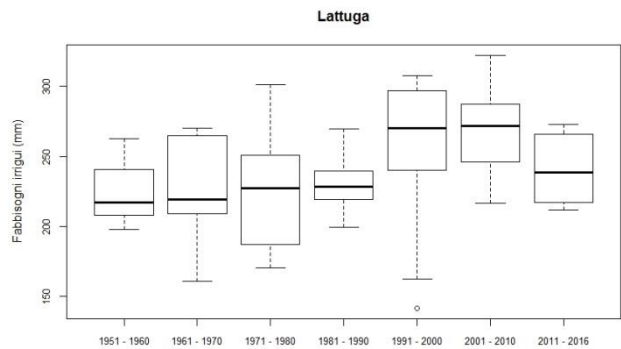
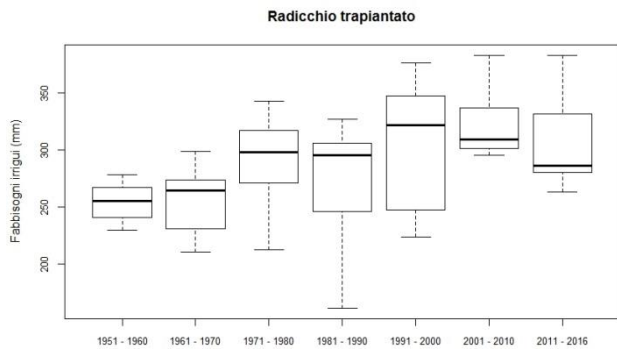
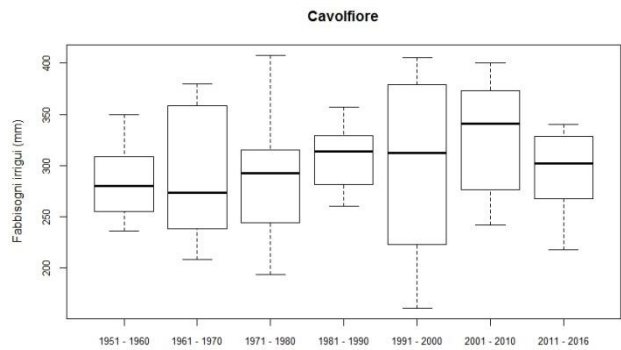
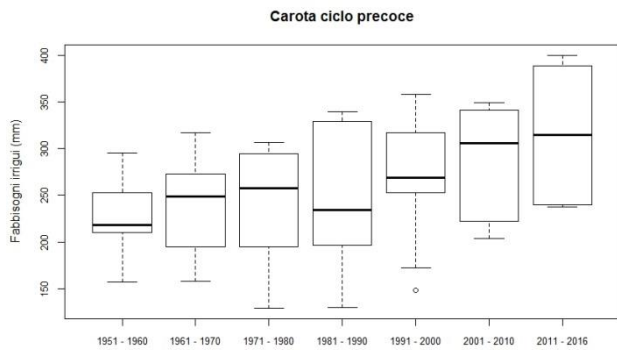
*Tab.5 - Results of the Mann-Kendall test applied to the Fucino area crop irrigation requirements (\* P-value $\leq$ 0.05; \*\* P-value $\leq$ 0.01; \*\*\* P-value $\leq$ 0.001).*

Coltura	Intercetta	$\beta$	Test Z	P
Patata precoce	262,74	1,282	3,44	***
Carota precoce	217,92	1,263	3,03	**
Radicchio trapianto	253,55	1,145	3,91	***
Spinacio estivo	190,82	0,895	3,36	***
Fagiolo borlotto	284,39	1,105	3,96	***
Cavolfiore estivo	274,20	0,800	2,00	*
Insalata estiva	212,88	0,750	3,27	**

L'aumento dei fabbisogni irrigui delle colture nel periodo considerato è sostanzialmente conseguenza dell'innalzamento delle temperature. Difatti analizzando anche i trend (periodo Aprile – Settembre dei medesimi anni) dell'evapotraspirazione di riferimento stimata con la formula di Hargreaves (che tiene conto delle temperature massime e minime giornaliere) e quello delle piogge cumulate emerge che solo il trend dell'ET<sub>0</sub> è significativo, non le piogge (dati non mostrati).

Infine, sono stati realizzati box-plot per i fabbisogni irrigui per tutte le colture considerate (figura 1). A questo scopo il l'arco temporale considerato è stato suddiviso in periodi di 10 anni, eccetto il primo 1951-1960 (nove anni) e l'ultimo, 2011-2016 (sei anni). Per buona parte delle colture si osserva un incremento dei volumi irrigui necessari a partire dal decennio 1991-2000, anche se con una certa variabilità.





*Fig.1 – Fabbisogni irrigui stimati per alcune colture rappresentative dell'area del Fucino per gli anni 1951 – 2016 suddivisi in decenni. Ciascun boxplot riporta il range interquartile tra il primo ed il terzo quartile. La linea dentro il box indica la mediana. I baffi corrispondono ai valori distanti 1,5 volte la distanza interquartile a partire rispettivamente dal primo e dal terzo quartile. I pallini, ove presenti, rappresentano i valori outlier oltre i baffi.*  
*Fig.1 – Seasonal irrigation requirements for some horticultural crops representative for the Fucino area for years 1951 – 2016, divided in ten years periods. The box plot depicts the inter-quartile range (IQR) between First and third quartiles; the line inside is the median. Whiskers indicate the lowest and highest values within 1.5xIQR from the first and third quartiles, respectively. Circles represent outliers beyond the whiskers*

### Conclusioni

Il modello di bilancio idrico disponibile sul portale AGROAMBIENTE.ABRUZZO ha consentito di realizzare una buona stima dei fabbisogni irrigui delle principali colture presenti nell'altopiano del Fucino, la più importante area agricola della Regione Abruzzo, e tra le principali del territorio nazionale per la produzione di ortaggi freschi. Sul DSS specifico per l'irrigazione è possibile ottenere le richieste irrigue anche per altre colture erbacee, orticole ed arboree per diversi cicli di precocità.

L'analisi ha evidenziato un incremento dei fabbisogni irrigui in linea con i modelli previsionali sui cambiamenti climatici per l'area Mediterranea. La combinazione di sistemi di supporto alle decisioni e modelli agroclimatici con le esperienze tecniche maturate in loco aiuta nella

diagnosi precoce degli effetti dello stress idrico sulle colture, ottimizzando l'uso delle risorse idriche, e rappresenta una risposta adattativa ai cambiamenti climatici in atto.

### **Bibliografia**

Allen R.G., Pereira. L.S., Raes. D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements -FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO. Rome.

Bindi M., Olesen J.E., 2011. The responses of agriculture in Europe to climate change. *Regional Environmental Change*, 11, 151-158.

Branca G., McCarthy N., Lipper L., Jolejole, M. C., 2011. Climate-smart agriculture: a synthesis of empirical evidence of food security and mitigation benefits from improved cropland management. *Mitigation of climate change in agriculture series*, 3, 1-42.

Chiuchiarelli I., Santucci S., 2012. Il Fucino- il tesoro del lago "la risorsa suolo". Pagg. 174

Di Lena B., Acutis M., 2002. Confronto tra stime della evapotraspirazione di riferimento ai fini dell'assistenza all'irrigazione in Abruzzo. Atti convegno AIAM Acireale 6-7 Giugno 2002.

Hargreaves G., Samani, Z.A., 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Appl. Eng. Agric.*, 1, 96-99.

Giannini A., Bagnoni V. 2000,. Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana. Manuale ARSIA Regione Toscana. Pp., 134.

Hirsch R.M., Slack J.R., Smith R.A., 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resour Res*, 18, 107-121

Saxton K. E., Rawls W., Romberger J. S., Papendick, R. I. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture 1. *Soil Science Society of America Journal*, 50, 1031-1036.