

Giacomo Giannoccaro¹,
Arturo Casieri¹,
Rossella de Vito²,
Donato Zingaro², Ivan
Portoghese²

Impatti economici dell'interruzione del servizio irriguo consortile nell'area della Capitanata (Puglia). Stima empirica per il pomodoro da industria nel periodo 2001-2016

¹ *University of BARI, Department of
DiSAAT, Italy*

² *National Research Council Water
Research Institute, UOS Bari, Italy*

E-mail: rossella.devito@ba.irsra.cnr.it

Keywords: *drought, irrigation water,
economic impacts*

Parole chiave: *siccità, irrigazione,
impatti economici*

JEL: *Q13, Q15, Q25, Q54*

In this research an empirical evaluation of the economic impacts on tomato production due to the reduced water availability for irrigation is proposed. A 16-years' time series is considered (2001-2016) with regard to the Tavoliere delle Puglie agricultural district. Drought events occurred in the period of interest have caused economic impacts in terms of gross product and irrigation costs, with losses reaching 30% compared to years with regular water availability. These preliminary results calls for a wider drought management plan in which also economic instruments are included with the aim of minimizing economic impacts of irrigation water shortage.

1. Introduzione

L'irrigazione è una pratica agricola largamente diffusa su tutto il territorio nazionale (ISTAT, 2010). Attraverso l'irrigazione è possibile incrementare le produzioni, intensificare l'attività agricola, stabilizzare le rese (Mesa-Jurado *et al.*, 2012), permettendo inoltre di ottenere produzioni di qualità (Boatto *et al.*, 2018).

Come ben noto la Direttiva Europea 2000/60/CE (recepita in Italia con il D.lgs 152/2006) ha posto le basi di un intervento normativo rilevante con l'obiettivo finale di portare tutti i corpi idrici ad uno stato "buono". Due probabilmente sono le maggiori sfide che investono il comparto irriguo, e attengono alla quantificazione dei volumi irrigui (Marone *et al.*, 2018; Ursitti *et al.*, 2018; Viaggi *et al.*, 2010) e all'introduzione di una politica di recupero del costo pieno connesso all'uso della risorsa (Dono *et al.*, 2010; Berbel *et al.*, 2019).

Sebbene l'agricoltura sia il primo utilizzatore di risorse idriche, in Italia come in molti altri paesi Europei del Mediterraneo (Berbel *et al.*, 2019), in generale si assiste ad una minore garanzia di somministrazione della risorsa idrica per l'irrigazione rispetto agli usi civili o turistici. Per garanzia di somministrazione si intende la probabilità che una determinata offerta di risorsa sia somministrata nei tempi e nelle modalità definiti dal servizio idrico.

In un contesto di aumentata variabilità climatica, l'agricoltura è certamente il settore produttivo maggiormente esposto alle fluttuazioni meteorologiche, diventando un'attività economica a maggior rischio. L'accesso alla risorsa idrica e la qua-

lità del servizio idrico hanno una grande influenza sulle scelte produttive degli agricoltori. Ciononostante, gli aspetti relativi alla qualità e tempestività del servizio idrico, nonché alla garanzia di somministrazione, non sono stati ancora adeguatamente considerati nel contesto italiano salvo alcune eccezioni (Giannoccaro *et al.*, 2016; Boatto *et al.*, 2017).

Alla luce di queste considerazioni, l'obiettivo del contributo è la valutazione degli impatti economici dell'interruzione del servizio irriguo consortile in conseguenza di eventi di scarsità della disponibilità idrica. Nello specifico è analizzato il caso di una coltura idro-esigente come il pomodoro da industria nell'area irrigua servita dal Consorzio di Bonifica e Irrigazione della Capitanata (CBC) nella Provincia di Foggia, considerando una serie temporale di sedici campagne di produzione dal 2001 al 2016.

In condizioni di scarsità della disponibilità idrica, denominata *siccità idrologica*, ovvero in condizioni di deficit pluviometrico, denominato *siccità meteorologica*, si possono determinare gravi impatti sulle produzioni agricole. Tali impatti derivano dalla diminuzione delle produzioni, sia in termini di rese unitarie che di superfici investite (Zingaro *et al.*, 2017a), ovvero dall'aumento dei costi di produzione relativamente al maggiore apporto irriguo necessario per soddisfare il fabbisogno di acqua della coltura (Zingaro *et al.*, 2017b).

Tuttavia, in condizioni di scarsità idrica, per effetto della diminuzione dell'offerta di produzione, si può assistere a un aumento dei prezzi dei prodotti. Questa relazione è plausibile nel breve periodo in caso di mercati concorrenziali.

Il pomodoro da industria riveste un ruolo economico molto rilevante all'interno del comparto irriguo della Capitanata (Nardone *et al.*, 2008), rappresentando una produzione di carattere industriale in quanto materia prima dell'industria di trasformazione. In Puglia è prodotto circa 1/3 della produzione nazionale di pomodoro da industria, con quasi la metà della produzione di pomodoro pelato realizzata in Capitanata. Il pomodoro da industria è una coltura intensiva nell'uso delle risorse idriche nonché di altri input intermedi (per es. piantine e fertilizzanti), quindi di alto valore aggiunto per l'economia territoriale. Nei reparti colturali aziendali il pomodoro è coltivato in rotazione quadriennale, avvicendato con grano duro e/o altre colture ortive come finocchi e cavolo broccolo.

L'impatto economico degli eventi siccitosi è stimato a livello aggregato, attraverso la comparazione del valore della produzione tra le campagne classificate con servizio irriguo regolare e quelle nelle quali si sono verificate interruzioni del servizio irriguo consortile. L'elaborazione è stata condotta considerando i prezzi alla produzione, indicizzati su base 2010. Sono state inoltre considerate le variazioni annuali dei costi di irrigazione in funzione dei fabbisogni irrigui e del costo dell'irrigazione per l'agricoltore, mentre sono assunti invariati tutti gli altri costi.

I risultati riportati rappresentano un primo tentativo di valutazione degli impatti da siccità anche in considerazione della difficoltà di recuperare dati attendibili circa gli andamenti dei prezzi, le produzioni agricole e la disponibilità idrica. Sebbene l'analisi sia rilevante solo per la produzione del pomodoro da industria e l'approccio metodologico sia consolidato, il lavoro, alla luce della sfida che i cambiamenti climatici pongono all'agricoltura italiana, assume una rilevanza significativa.

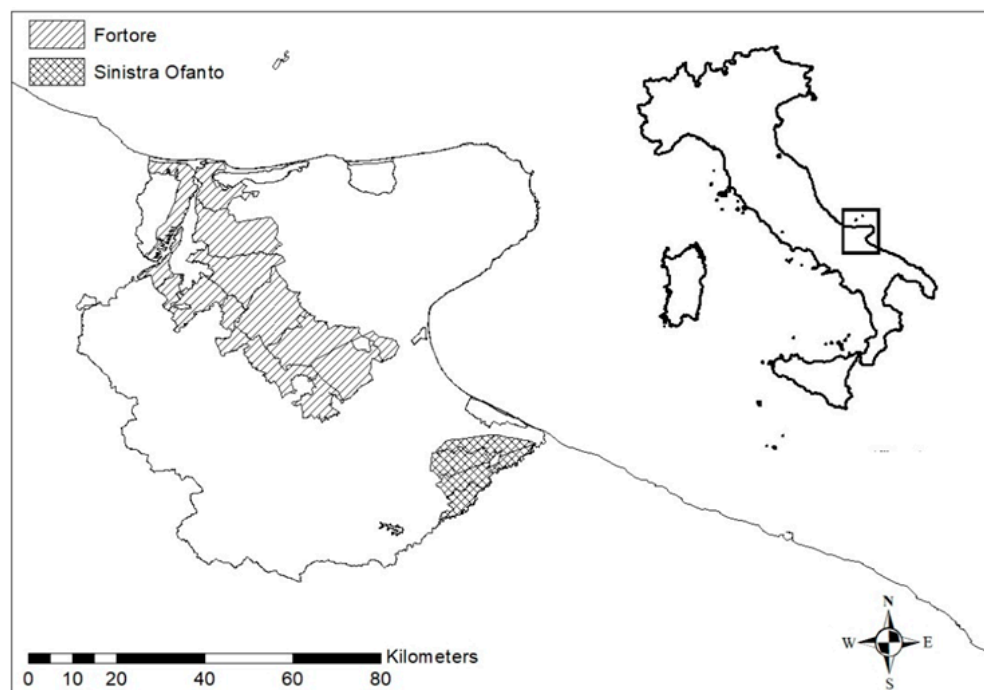
2. Area di studio

La presente ricerca interessa l'area del Tavoliere delle Puglie (Figura 1) che si estende per circa 5000 Km². Adottando la classificazione climatica secondo Köppen-Geiger (Kottek *et al.*, 2006), il clima dell'area è di tipo 'Cfa', ossia temperato con estate umida e temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C. L'assetto idrogeologico è caratterizzato dalla presenza di un reticolo fluviale significativo con marcato regime stagionale dei flussi (AdB Puglia, 2004).

Quasi nella sua totalità ricadente nei confini amministrativi della provincia di Foggia, la pianura del Tavoliere mostra una predominanza di colture intensive. In particolare, secondo l'ultimo censimento generale dell'agricoltura (ISTAT, 2010) nella provincia di Foggia sono coltivati 495.100 ha di SAU, pari a circa il 92% della superficie agricola totale.

Il Tavoliere è interessato dalla rete infrastrutturale di distribuzione idrica del CBC, la cui area amministrativa interessa i territori di 39 comuni, di cui 36 nella provincia di Foggia. Esso si estende complessivamente per circa 442.000 ha totali a cui corrispondono 415.000 ha di SAU (84% della SAU provinciale), con una superficie servita (attrezzata per l'irrigazione mediante rete tubata in pressione) pari a 147.000 ha, distribuita fra il Comprensorio del Fortore (localizzato a Nord del Tavoliere) e quello della Sinistra Ofanto (localizzato a Sud del Tavoliere) (Figura 1).

Figura 1. Tavoliere delle Puglie distinto nei comprensori irrigui del Fortore e della Sinistra Ofanto entrambi gestiti dal CBC.



Il presente studio focalizza l'attenzione sul comprensorio irriguo del Fortore, la cui superficie topografica copre circa 155.000 ha di cui 107.000 ha raggiunti dal servizio irriguo consortile. Tuttavia, 33.600 ha è la media annuale della superficie effettivamente irrigata ultimi anni (% 31,4 della superficie servita). Il comprensorio è suddiviso ulteriormente in:

- *Nord Fortore*, organizzato in 10 distretti irrigui;
- *Sud Fortore*, organizzato in 7 distretti irrigui.

Entrambi sono serviti dagli invasi di Occhito, sul fiume Fortore, e dalla diga del Celone sull'omonimo torrente (AdB Puglia, 2013). Lo schema rende potenzialmente disponibili 96 Mm³/anno di acqua, sebbene mediamente sono distribuiti circa 72 Mm³ nella stagione irrigua che solitamente ha inizio ad aprile e termina a novembre.

Le dotazioni idriche consortili dipendendo dalle precipitazioni invernali che possono portare a situazioni di criticità nella stagione irrigua successiva. In realtà, bisognerebbe distinguere tra siccità meteorologica e siccità idrologica; infatti quest'ultima, sebbene sia la conseguenza della prima, si verifica con un ritardo temporale di alcuni mesi. Negli ultimi trent'anni sul territorio regionale si sono verificate condizioni di grave siccità meteorologica negli anni 1982, nel 1988-89 e nel 2002 (PTA, 2009). La forte alternanza e incertezza dell'offerta, sia negli anni di grave siccità, che in condizioni di scarsità durante una stessa stagione irrigua, ha quale conseguenza la riduzione o sospensione del servizio irriguo, senza alcun indennizzo o risarcimento ai consorziati.

In condizioni regolari, il servizio idrico all'interno del CBC è del tipo alla domanda nell'arco dell'intera giornata con erogazione in pressione ai punti di presa. Il sistema contributivo applicato dal CBC in condizioni regolari si basa su uno schema di tariffa binomia, cioè costituito da una contribuzione fissa (15,50 €/ha) alla quale sono assoggettate tutte le ditte ricadenti nell'area irrigua in esercizio e da un ruolo variabile il cui importo è funzione della quantità di acqua usata: 0,09 €/m³ fino a 2.050 m³/ha, 0,18 €/m³ per addizionali 950 m³/ha, 0,24 €/m³ per gli ulteriori consumi. I volumi sono assegnati in funzione degli ettari-diritto del consorzio e non per utenza e non sono trasferibili né alienabili (Giannoccaro *et al.*, 2016). Gli scaglioni hanno lo scopo di incentivare il risparmio della risorsa e al contempo di assicurare una dotazione minima accessibile a tutti. A partire dal 2009 il primo scaglione del sistema tariffario ha subito un incremento portandosi a 0,12 €/m³.

All'inizio di ogni stagione irrigua, in funzione della risorsa disponibile in diga (volume presente nel mese di marzo) sono definiti i ruoli e pubblicati i manifesti irrigui. Questi ultimi riportano una serie di informazioni relative alla dotazione idrica durante il periodo irriguo. In particolare, la dotazione idrica assegnata alla prima fascia di consumo corrisponde allo stato quantitativo delle risorse disponibili a inizio stagione. In altri termini, la prima fascia rispecchia l'eventuale condizione di scarsità idrica (siccità idrologica). Difatti, in condizioni di scarsità della disponibilità idrica negli invasi il sistema di contribuzione a blocchi crescenti è modificato. Ad esempio, in occasione di eventi siccitosi il CBC ha ridotto le dotazioni, garantendo solo un primo scaglione di volume inferiore finanche del 70% rispetto alla dotazione regolare di 2.050 m³/ha. In altre occasioni di minore severità della

siccità idrologica, è intervenuto sui livelli della tariffa a blocchi, applicando al secondo scaglione un costo di 0,52 €/m³.

Il fabbisogno irriguo complessivo delle colture irrigate nella pianura del Tavoliere non è pienamente soddisfatto dall'offerta del servizio idrico collettivo del CBC. Infatti, in numerose aziende il servizio idrico collettivo è integrato dal servizio in auto-provvigionamento aziendale. Gli agricoltori possono direttamente prelevare risorsa dal reticolo idrico superficiale che interessa soprattutto i bacini fluviali del Candelaro, Cervaro e Carapelle, sebbene questa fonte alternativa rappresenti solo una minima parte dei volumi irrigui necessari. Buona parte del fabbisogno irriguo dell'area del Tavoliere è, invece, soddisfatto tramite emungimento della falda attraverso punti di accesso aziendali (pozzi).

L'auto-provvigionamento aziendale da falda è largamente diffuso nelle aree non raggiunte dal servizio idrico collettivo, ma è, in gran parte, presente anche all'interno di quelle servite. In particolar modo in stagioni siccitose o a ridotta disponibilità da fonti superficiali, il ricorso alle risorse sotterranee aumenta notevolmente (Guyennon *et al.*, 2016) but also on the variation of the demand. In this framework, a robust estimation of direct (climate induced). Conseguentemente, sebbene la falda sotterranea a priori possa garantire un maggior grado di sicurezza di somministrazione della risorsa, avendo essa sede in un sistema acquifero di tipo alluvionale (sia in condizioni di falda freatica che confinata), si è riscontrato un grave depauperamento delle riserve sotterranee in tutta l'area di studio negli ultimi 3 decenni (Masciale *et al.*, 2011).

3. Materiali e Metodi

3.1 Metodologia di analisi degli impatti economici

L'impatto economico delle interruzioni del servizio irriguo consortile a causa di eventi siccitosi è stato determinato mediante il calcolo della differenza tra il valore della produzione aggregata al lordo (Eq. 1) e al netto dei costi di irrigazione (Eq. 2), in condizioni idrologiche siccitose e regolari.

$$I_{e,PLV} = (PLV)_S - (PLV)_R \quad (1)$$

$$I_{e,PLV,C_i} = (PLV - C_i)_S - (PLV - C_i)_R \quad (2)$$

Con riferimento all'Eq. 1, $I_{e,PLV}$ rappresenta l'impatto economico in funzione solo della produzione lorda vendibile (PLV) e calcolato come differenza tra la PLV negli anni siccitosi (i.e., PLV_S) e regolari (i.e., PLV_R). Tale valore può essere espresso in M€ o in €/ha a seconda che l'analisi sia condotta con riferimento rispettivamente a valori aggregati o unitari.

Invece, per quel che riguarda l'Eq. 2, I_{e,PLV,C_i} rappresenta l'impatto economico in funzione della PLV e dei costi di irrigazione unitari (C_i) ed è quantificato con la differenza tra la produzione lorda vendibile al netto dei costi di irrigazione valu-

tata negli anni siccitosi (i.e., $(PLV - C_i)_s$) ed il medesimo valore valutato negli anni regolari (i.e., $(PLV - C_i)_R$). Come il precedente, anche tale impatto economico può essere espresso in M€ o in €/ha a seconda che l'analisi sia condotta con riferimento rispettivamente a valori aggregati o unitari.

Entrando in ulteriori dettagli, la PLV, espressa in €/ha, è stata calcolata annualmente come prodotto tra la produzione raccolta e conferita all'industria (i.e. q.le/ha) e il prezzo di mercato del pomodoro da industria (i.e., €/q.le). Mentre per quanto concerne il costo d'irrigazione unitario (C_i), espresso in €/ha si riferisce alla somma dei costi variabili della fornitura del servizio irriguo consortile e dei prelievi in auto-approvvigionamento da falda attraverso pozzi aziendali. Seguendo l'approccio descritto in Zingaro *et al.*, (2017b), a partire dai fabbisogni irrigui stimati e dai manifesti irrigui applicati in ciascuno dei 16 anni di indagine, nonché dai costi medi operativi di prelievo da falda stimati in 0,12 €/m³, è stato possibile ricostruire la serie storica del costo dell'irrigazione. La stima fa riferimento ai soli costi operativi del prelievo e della distribuzione irrigua aziendale e non tiene conto dei relativi costi di investimento iniziale.

L'intera analisi è condotta nell'ipotesi di mercati concorrenziali, nei quali i prezzi delle produzioni siano il risultato dell'equilibrio fra l'offerta e la domanda di pomodoro da industria in ciascuna stagione produttiva. Fatto salvo il costo per l'irrigazione, che varia negli anni in conseguenza della variabilità del fabbisogno irriguo, dei ruoli applicati dal CBC e del restante volume irriguo prelevato in auto-approvvigionamento aziendale (da falda o da bacini fluviali non regimati), gli altri costi di produzione del pomodoro sono assunti costanti e indipendenti dall'andamento idrologico (somministrazione di acqua del servizio collettivo). Inoltre, le rese e i prezzi di mercato del pomodoro sono assunti come variabili esogene che l'agricoltore non può controllare.

In queste condizioni, l'ipotesi di lavoro è che gli impatti economici per la mancata o ridotta dotazione idrica del CBC siano conseguenza dalla riduzione delle produzioni per effetto della variazione delle rese unitarie e dall'aumento del costo di irrigazione. Per tener conto anche delle possibili interazioni con altri drivers, che come hanno dimostrato Zingaro *et al.*, (2017a) per il pomodoro da industria influenzerebbero l'estensione della superficie investita della coltura nell'area di studio, la determinazione dei risultati economici è stata ottenuta attraverso il calcolo della media ponderata rispetto alle superfici investite in ciascun anno della serie.

L'elaborazione degli impatti è stata condotta considerando i prezzi di riferimento, i quali sono calcolati come media aritmetica dei prezzi di mercato del pomodoro da industria degli anni caratterizzati da una dotazione regolare, ovvero i prezzi correnti relativi alle condizioni di siccità. Nel primo caso, la stima si pone l'obiettivo di valutare l'entità degli impatti economici nel caso di perizia da danno derivato dalla siccità idrologica. Questo metodo di stima è funzionale alla definizione di un possibile valore di indennizzo da siccità (l'indennizzo potrebbe derivare dal riconoscimento di danno da parte di un sistema assicurativo privato, da parte del CBC oppure, nel caso di riconoscimento di calamità naturale, da appositi fondi pubblici). Nel secondo caso, la stima è volta a determinare gli impatti eco-

nomici sul comparto produttivo del pomodoro da industria, almeno quelli diretti sull'agricoltura, senza evidentemente considerare gli impatti economici sull'intero indotto di produzione.

L'analisi condotta prende in considerazione il periodo 2001-2016. Le superfici a pomodoro, sono state rilevate dalle osservazioni dell'ISTAT. I dati di produzione (prodotto raccolto e conferito all'industria) sono quelli registrati dalla Camera di Commercio della provincia di Foggia, mentre i prezzi di mercato quelli riportati dalla OP - organizzazione produttori, e fanno riferimento ai prezzi al campo percepiti dai produttori.

I fabbisogni irrigui nelle stagioni del periodo di indagine sono calcolati attraverso l'uso del sistema di supporto alle decisioni CropWat sviluppato dalla FAO (Clarke *et al.*, 2000). In particolare l'impiego di tale strumento ha consentito la determinazione dei valori mensili del fabbisogno irriguo unitario basandosi sul metodo di Penman-Monteith¹. I fabbisogni irrigui unitari nel periodo considerato sono variabili tra un minimo di 4.061 m³/ha a un massimo di 6.369 m³/ha, con una media di 5.600 m³/ha. L'analisi della varianza dei valori di fabbisogno irriguo unitario per la serie storica analizzata non da evidenza di scostamenti significativi rispetto all'andamento statistico normale. In termini pratici, almeno per la serie storica analizzata non vi è prova statistica che la variabilità dei fabbisogni irrigui del pomodoro sia correlata alla disponibilità idrologica del CBC.

Nelle more della disponibilità di dati completi per ciascuna delle variabili di calcolo, il maggior limite dell'approccio metodologico descritto è quello dell'utilizzo di valori medi di riferimento per tutti i produttori di pomodoro da industria. In questo modo, non è presa debitamente in conto, per esempio, le variabilità della disponibilità idrica da auto-approvvigionamento (per tutte le aziende si è considerato ugualmente disponibile l'accesso alla fonte sotterranea), nonché dei relativi costi operativi di emungimento.

3.2 Metodologia di definizione degli anni siccitosi

Gli anni siccitosi sono stati definiti e classificati a partire dall'analisi dei manifesti irrigui e dei relativi servizi irrigui nel periodo di indagine.

Nel dettaglio, l'analisi dei manifesti irrigui ha rivelato che nel periodo di indagine la maggior parte delle stagioni (12 su 16) sono state caratterizzate da un servizio irriguo regolare da parte del CBC, durante il quale sono stati garantiti 2.050 m³/ha-attrezzato al livello tariffario più basso previsto dal sistema di contribuzione. Due stagioni su sedici sono state caratterizzate da riduzioni del servizio irriguo consortile con restrizioni sulla prima fascia. Infine, durante due stagioni non è stato fornito alcun servizio irriguo consortile per totale indisponibilità di risorsa superficiale.

¹ Per ulteriori informazioni circa le ipotesi adottate per il calcolo dei fabbisogni irrigui, il lettore può far riferimento a Zingaro *et al.*, (2017b).

Al fine di procedere al calcolo degli impatti economici degli eventi siccitosi, sono state definite tre distinte condizioni idrologiche (Tabella 1) così come di seguito descritte:

- **Condizione idrologica regolare (condizione A)**, caratterizzata da servizio irriguo regolare, nella quale rientrano gli anni compresi tra il 2003 e 2006 e gli anni compresi tra il 2009 e il 2016;
- **Condizione idrologica ridotta (condizione B)**, caratterizzata dalla riduzione della dotazione idrica della prima fascia, alla quale appartengono gli anni 2007-2008;
- **Condizione idrologica nulla (condizione C)**, caratterizzata da assenza di servizio irriguo per effetto di totale mancanza di acqua, nella quale rientrano gli anni 2001 e 2002.

Dalla serie storica oggetto di analisi si evince che la frequenza della dotazione regolare del servizio idrico collettivo è pari al 75%. Un evento siccitoso di carenza idrologica ha, quindi, frequenza di accadimento di una volta ogni otto anni. Parimenti la frequenza di accadimento di assenza del servizio irriguo del CBC è di una volta ogni otto anni.

3.3 Prezzi reali "al campo"

Al fine di poter confrontare prezzi di mercato del pomodoro da industria in anni differenti, sono stati determinati i valori reali dei prezzi di mercato (P_r) attraverso l'Eq. 3.

$$P_r = \frac{P_n}{P_i} 100 \quad (3)$$

In essa il valore reale del prezzo di mercato all'origine (P_r) è dato dal rapporto tra il valore nominale del prezzo di mercato (P_n) espresso in €/q.le e l'indice di prezzo (P_i) adimensionale; i prezzi all'origine si formano nella fase iniziale di scambio dei prodotti da parte del produttore agricolo e consentono di stimare i ricavi degli agricoltori.

Con riferimento al caso di studio P_n è il prezzo di riferimento del pomodoro da industria così come spiegato nel paragrafo 3.1, mentre P_i è stato derivato dall'Istituto di servizi per il mercato agricolo e alimentare (ISMEA) e rappresenta il valore medio dell'indice di prezzo mensile del prodotto agricolo all'origine calcolato su base 2010.

In Tabella 1 sono riassunti i valori reali dei prezzi di mercato del pomodoro da industria (P_r) determinati mediante Eq. 3 nel periodo tra il 2001 e il 2016 ed i valori del prezzo nominale di mercato del pomodoro da industria (P_n) e, infine, dell'indice dei prezzi del prodotto agricolo medio mensile (P_i).

Tabella 1. Valore reale del prezzo di mercato del pomodoro da industria (P_r) (base 2010) calcolato attraverso Eq. 3, Prezzo nominale di mercato del pomodoro da industria (P_n) rilevato direttamente da associazioni di categoria locali, Indice dei prezzi del prodotto agricolo medio mensile (P_i); derivato dall' Istituto di servizi per il mercato agricolo e alimentare (ISMEA).

Anno	P_r [€/q.le]	P_n [€/q.le]	P_i [-]
2001	8.4	8.0	95.8
2002	8.4	8.0	95.1
2003	6.7	6.7	100.7
2004	7.9	7.5	95.3
2005	5.5	5.0	90.9
2006	7.3	7.0	95.6
2007	7.3	7.5	103.1
2008	10.9	12.0	109.9
2009	9.2	9.0	97.4
2010	7.0	7.0	100
2011	7.1	8.0	112
2012	7.9	9.0	114.2
2013	7.5	9.0	120.5
2014	8.8	10.0	113.4
2015	6.7	7.8	115.6
2016	8.4	9.2	109.9

4. Risultati

In Tabella 2 sono riportati i valori medi della produzione di pomodoro da industria per l'area di studio. I valori sono il risultato della media aritmetica dei valori registrati in ciascun anno della serie, così come classificati secondo la disponibilità idrologica del CBC. In media, nei sedici anni analizzati le superfici investite a pomodoro nell'area di studio sono state di 21.550 ha. Negli anni classificati con dotazione regolare (Condizione A), la media aritmetica è di 22.125 ha, quindi leggermente superiore. Negli anni caratterizzati da eventi siccitosi (Condizioni B e C) la media delle superfici ha registrato valori inferiori alla media rispettivamente 21.300 e 19.500 ha. Il confronto fra le rese medie restituisce il valore più alto (775 q.li/ha) negli anni di dotazione regolare, mentre è proporzionalmente inferiore negli anni con dotazione ridotta (-13%) e nulla (-26%) rispettivamente. In media il prezzo reale percepito dall'agricoltore franco azienda è stato di 7,8 €/q.le, con valori minimi registrati (7,5 €/q.le) negli anni con disponibilità idrica regolare e massimi in corrispondenza di una dotazione ridotta del volume irriguo collettivo (9,1 €/q.le). Sebbene non emerga una relazione lineare fra prezzi e dotazione, i prezzi reali riscontrati negli anni con eventi siccitosi sono stati sempre più alti

Tabella 2. Valori medi di riferimento.

	Media superfici coltivate (ha)	Rese medie (q.li/ha)	Prezzi reali medi (€/q.le)	Costi medi irrigazione (€/ha)
Totale serie	21.550	736	7,8	664
Classificazione anno idrologico				
Dotazione regolare (Condizione A)	22.125	775	7,5	675
Dotazione ridotta (Condizione B)	21.300	671	9,1	687
Dotazione nulla (Condizione C)	19.500	570	8,4	578

*I prezzi reali sono stati calcolati su base 2010

della media dei prezzi degli anni con dotazione regolare (in seguito prezzi di riferimento).

In Tabella 3 sono riportati i risultati economici calcolati come media ponderata alle superfici totali. Gli impatti economici per l'intera area di studio (aggregati) sono stati determinati dapprima attraverso l'Eq. 1 considerando, dunque, la differenza tra le PLV degli anni con dotazione regolare, e quelle con dotazione ridotta. Successivamente sono stati determinati gli impatti economici mediante Eq. 2 considerando le PLV al netto dei costi di irrigazione. Il calcolo è stato ripetuto considerando sia il prezzo di riferimento del pomodoro per gli anni classificati regolari (prezzo di riferimento 7,5 €/q.le), sia la media dei prezzi reali (correnti).

Il valore medio di riferimento della produzione lorda vendibile per l'area di studio è di 117,08 M€. Il valore è leggermente inferiore se si considera la media ponderata alle superfici totali (116,30 M€). I valori calcolati per gli impatti economici, tenendo conto del prezzo di riferimento, sono di -9,75 e -33,72 M€, nelle condizioni idrologiche denominate B e C rispettivamente. Ciò implica che, nel caso di perizia da danno derivato dalla siccità idrologica, si riscontrano effettivamente delle perdite dirette in termini di PLV che sono circa l'8% nel caso di dotazione idrica ridotta (Condizione B) e circa il 29% in condizioni di assenza di servizio (Condizione C).

Se si considerano anche i costi di irrigazione sostenuti nei diversi anni idrologici, gli impatti sono lievemente maggiori nel caso di dotazione ridotta e lievemente più contenuti nel caso di assenza dell'irrigazione consortile. Negli anni idrologici di riduzione della dotazione si è verificato infatti un aumento della tariffazione del secondo scaglione. Mentre, nel caso di mancata distribuzione, sebbene sia disponibile la risorsa sotterranea, sembrerebbe che le condizioni di servizio in autoapprovvigionamento non abbiano raggiunto il livello offerto dal CBC con la distribuzione collettiva (per pressione, portate, qualità della risorsa). In media, infatti, i volumi disponibili e le portate di emungimento non permettono di soddisfare al meglio i fabbisogni irrigui della coltura, come è riscontrabile nei valori delle rese produttive, mediamente più bassi negli anni di sospensione del servizio idrico collettivo.

Tabella 3. Risultati economici aggregati (media ponderata rispetto alle superfici).

Classificazione anno idrologico	PLV (M€)		$I_{e, PLV}$ (Eq. 1) (M€)	
	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti
Dotazione regolare (Condizione A)	117,08	116,30	-	-
Dotazione ridotta (Condizione B)	107,33	127,12	-9,75	10,82
Dotazione nulla (Condizione C)	83,36	88,92	-33,72	-27,38
Classificazione anno idrologico	$PLV - C_i$ (M€)		I_{e, PLV, C_i} (Eq. 2) (M€)	
	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti
Dotazione regolare (Condizione A)	103,41	102,62	-	-
Dotazione ridotta (Condizione B)	90,36	110,15	-13,05	7,53
Dotazione nulla (Condizione C)	72,04	77,60	-31,37	-25,02

Infine, è da annotare la discrepanza negli impatti tenendo conto dei prezzi correnti. In condizioni di riduzione della dotazione consortile (condizione idrologica B) sebbene le rese medie diminuiscano, si sono registrati i prezzi di mercato più alti dell'intera serie. L'impatto economico è quindi positivo, sebbene molto contenuto segnando un incremento di poco più di 10 M€, pari a +9% rispetto al valore della produzione degli anni di riferimento (dotazione idrica regolare). Tale valore si riduce a poco più di 7 M€ (+6%) se si decurtano i costi di irrigazione.

Analizzando i risultati unitari (medi per ettaro) (Tabella 4), la PLV espressa in €/ha, calcolata tenendo conto del prezzo di riferimento, è pari a poco più di 5.700 €/ha negli anni regolari. Si sono registrati valori inferiori rispettivamente negli anni di riduzione della dotazione (-12%) e di dotazione nulla (-25%). La PLV al netto dei costi di irrigazione unitari è stata di 5.060 €/ha con perdite del 14% negli anni di riduzione della dotazione e del 27% negli anni senza alcuna dotazione consortile. In quest'ultimo caso è plausibile che, al netto di tutti i costi variabili (piantine, concimi, prodotti fitosanitari, lavoro avventizio, carburante), si siano registrati margini lordi negativi.

Gli impatti economici unitari oscillano fra 708 e 1.363 €/ha nell'ipotesi che tutti gli altri costi di produzione, salvo i costi di irrigazione, siano invariati nei diversi anni idrologici. Se si considerano i prezzi correnti, invece, l'incremento di PLV che si è avuto nell'anno caratterizzato da una riduzione della dotazione è stato di esigua entità (+5%).

Tabella 4. Risultati economici unitari (media ponderata rispetto alle superfici).

Classificazione anno idrologico	PLV (€/ha)		$I_{e, PLV}$ (Eq. 1) (€/ha)	
	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti
Dotazione regolare A	5.735	5.696	-	-
Dotazione ridotta B	5.039	5.968	-696	272
Dotazione nulla C	4.275	4.774	-1.460	-922
Classificazione anno idrologico	PLV - C_i (€/ha)		I_{e, PLV, C_i} (Eq. 2) (€/ha)	
	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti	Prezzi di riferimento	Prezzi correnti
Dotazione regolare A	5.060	5.022	-	-
Dotazione ridotta B	4.352	5.281	-708	259
Dotazione nulla C	3.697	4.197	-1.363	-825

5. Considerazioni conclusive

In questo contributo è stata condotta una prima stima degli impatti economici conseguenti alla riduzione della disponibilità idrica per l'irrigazione consortile, considerando una coltura ad alto reddito e idro-esigente come il pomodoro da industria. E' stata analizzata una serie temporale relativa agli ultimi 16 anni, che ha permesso di fornire una prima stima della dimensione degli impatti economici.

I risultati ottenuti sembrano confermare l'ipotesi secondo cui l'interruzione del servizio irriguo consortile determinerebbe una riduzione delle rese medie e quindi della produzione totale. In conseguenza della riduzione dell'offerta, nel breve periodo è stato riscontrato un aumento dei prezzi del pomodoro, mentre non sembrerebbe sussistere una relazione diretta con il fabbisogno idrico e il relativo costo irriguo delle produzioni di pomodoro. Probabilmente, ciò è conseguenza del fatto che il fabbisogno irriguo risente più direttamente dell'andamento meteorologico (precipitazioni piovose e temperature durante il ciclo produttivo), mentre i costi di irrigazione sono anche influenzati dalla disponibilità e qualità delle risorse di falda prelevate in auto-provvigionamento dagli agricoltori.

In questo quadro, la stima effettuata riporta che, per gli agricoltori, negli anni di sospensione del servizio idrico consortile, si sono verificate riduzioni fino al 27% della produzione lorda vendibile, mentre l'intera economia ha perso circa il 30% del valore della produzione di pomodoro da industria.

Gli impatti stimati in questo studio sono comunque il risultato della disponibilità congiunta di due fonti idriche. E' plausibile prevedere degli impatti molto più severi laddove non vi sia l'opportunità di auto-provvigionamento da falda

sotterranea. Inoltre, le stime effettuate sui valori aggregati, non prendono in considerazione gli effetti redistributivi che gli eventi siccitosi hanno sull'universo delle aziende irrigue.

In un contesto socio-economico come quello preso in esame, in cui l'agricoltura ha un ruolo fondamentale, è necessario garantire non solo il raggiungimento di obiettivi economici (attraverso il soddisfacimento della domanda irrigua), ma anche di obiettivi ambientali che permettano di salvaguardare le risorse idriche dagli impatti negative dell'agricoltura intensiva (Sardaro *et al.*, 2018; Sardaro *et al.*, 2015). L'incremento dei fabbisogni irrigui osservato in molti schemi idrici multi-risorsa, è tra i principali responsabili del depauperamento della falda e del suo degrado qualitativo (Pereira *et al.*, 2009; Voudouris *et al.*, 2010). L'approccio convenzionale, basato sulla valutazione indipendente dei problemi idrici rispetto agli aspetti socio-economici e ambientali, si è spesso dimostrato causa di azioni inefficaci e contraddittorie (de Vito *et al.*, 2019; Portoghese *et al.*, 2013).

Alla luce dei risultati ottenuti, appare opportuno un maggior approfondimento sulla possibilità di introdurre nuovi strumenti economici di gestione del rischio che tengano conto anche dei fenomeni di variabilità idrologica e disponibilità idrica, in grado di attutire le perdite economiche e, se opportunamente calibrati, di fungere da strumento di mitigazione delle pressioni ambientali dell'agricoltura. Nella fattispecie del distretto del pomodoro da industria della Capitanata, tali strumenti potrebbero disincentivare l'eccessivo sfruttamento delle risorse sotterranee. Sebbene potenzialmente promossi attraverso il recente decreto ministeriale n. 28405/17, la diffusione, per esempio, di assicurazioni indicizzate è ancora molto limitata in Italia, specialmente nel Mezzogiorno.

Bibliografia

- Autorità di Bacino Puglia (2004). Piano di bacino Stralcio Assetto Idrogeologico. Norme tecniche.
- Autorità di Bacino Puglia (2013). Bilancio idrico irriguo. Relazione finale-Vol 1. Il comparto agricolo Pugliese.
- Berbel, J., Borrego-Marin, M., Exposito, A., Giannoccaro, G., Montilla-Lopez, N. M., & Roseta-Palma, C. (2019). Analysis of irrigation water tariffs and taxes in Europe. *Water Policy* 21, 806–825.
- Boatto, V., Barisan, L., & Teo, G. (2017). Valutazione della risorsa irrigua di soccorso nella produzione del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG 1. *Aestimum* 70, 31-49.
- Clarke, D., Smith, M., & El-Askari, K. (2000). CropWat for Windows : User guide. FAO. Roma. (October)
- de Vito, R., Pagano, A., Portoghese, I., Giordano, R., Vurro, M., & Fratino, U. (2019). Integrated Approach for Supporting Sustainable Water Resources Management of Irrigation Based on the WEFN Framework. *Water resources management* 33(4), 1281-1295.
- Dono, G., Giraldo, L., & Severini, S. (2010). Pricing of irrigation water under alternative charging methods: Possible shortcomings of a volumetric approach. *Agricultural Water Management* 97(11), 1795-1805.
- Giannoccaro, G., Goduto, B., Prosperi, M., & de Gennaro, B. C. (2016). Assessing irrigation water value using hedonic pricing method. The reclamation and irrigation board of Capitanata (Apulia region). *Aestimum* 68, 29-44.
- Guyennon, N., Romano, E., & Portoghese, I. (2016). Long-term climate sensitivity of an integrated water supply system: The role of irrigation. *Science of The Total Environment* 565, 68-81.

- ISTAT. (2010). 6° Censimento Generale dell'Agricoltura Utilizzo Della Risorsa Idrica A Fini Irrigui In Agricoltura.
- Kottek M., Grieser J., Christoph B., R. B. and R. F. (2006). Profibrinolytic and anticoagulant properties of the pentosan polysulphate derivative bego 0391. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3), 259-263.
- Marone, E., Boncinelli, E., & Casini, L. (2018). Economic Impact of Regulation on Sustainable Irrigation Schemes: a Case Study on a Plant Nursery. *Water resources* 45(4), 624-632.
- Masciale, R., Barca, E., & Passarella, G. (2011). A methodology for rapid assessment of the environmental status of the shallow aquifer of "Tavoliere di Puglia" (Southern Italy). *Environmental monitoring and assessment* 177(1-4), 245-261.
- Mesa-Jurado M. A., Martin-Ortega J., Ruto E., Berbel J. (2012). The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. *Agricultural Water Management* 113, 10-18.
- Nardone, G., Prosperi, M., Viscecchia, R., & Zanni, G. (2008). Politiche per il distretto del pomodoro da industria e prospettive di gestione delle risorse idriche. *Politica agricola internazionale* 4, 64-81.
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2009). *Coping with water scarcity: Addressing the challenges*. Springer Science & Business Media. Springer Science & Business Media.
- Portoghese, I., D'Agostino, D., Giordano, R., Scardigno, A., Apollonio, C., & Vurro, M. (2013). An integrated modelling tool to evaluate the acceptability of irrigation constraint measures for groundwater protection. *Environmental Modelling and Software* 46, 90-103.
- PTA Regione Puglia. (2009). Servizio Tutela delle Acque Piano di Tutela delle Acque.
- Sardaro, R., Bozzo, E., & Fucilli, V. (2018). The choice experiment and the stochastic profit frontier: a methodological approach for groundwater preservation policies. *Aestimium* 72, 81-107.
- Sardaro, R., Fucilli, V., & Acciani, C. (2015). Measuring the value of rural landscape in support of preservation policies. *Scienze Regionali*.
- Ursitti, A., Giannoccaro, G., Prosperi, M., De Meo, E., & de Gennaro, B. (2018). The magnitude and cost of groundwater metering and control in agriculture. *Water* 10(3), 344.
- Viaggi, D.; Raggi, M.; Bartolini, F.; Gallerani, V. (2010). Designing contracts for irrigation water under asymmetric information: Are simple pricing mechanisms enough? *Agric. Water Manag.* 97, 1326-1332
- Voudouris, K., Polemio, M., Kazakis, N., & Sifaleras, A. (2010). An Agricultural Decision Support System for Optimal Land Use Regarding Groundwater Vulnerability. *International Journal of Information Systems and Social Change* 1(4), 66-79.
- Zingaro, D., Portoghese, I., & Giannoccaro, G. (2017a). Modelling crop pattern changes and water resources exploitation: A case study. *Water* 9 (9), 685.
- Zingaro, D., Portoghese, I., Pagano, A., Giordano, R., & Vurro, M. (2017b). MIGRAD: a water allocation model for multi-resources irrigation supply systems in the Capitanata district, Italy. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* 216, 323-334.