



*Ministero delle politiche agricole
alimentari e forestali*

DIPARTIMENTO DELLE POLITICHE EUROPEE E INTERNAZIONALI
E DELLO SVILUPPO RURALE

**Tavolo permanente per la quantificazione dei volumi
irrigui
(articolo 3 del D.M. MIPAAF 31 luglio 2015)**

**Metodologie di stima dei volumi irrigui
(prelievi, utilizzi e restituzioni)**

(Il documento ha acquisito parere favorevole della Conferenza Stato-Regioni del 3 agosto 2016)



*Ministero delle politiche agricole
alimentari e forestali*

DIPARTIMENTO DELLE POLITICHE EUROPEE E INTERNAZIONALI
E DELLO SVILUPPO RURALE

SOMMARIO

PARTE I - METODOLOGIA PER LA STIMA DEI VOLUMI IDRICI A FINI IRRIGUI PER IRRIGAZIONE

COLLETTIVA	4
Premessa.....	4
1 Metodologie di stime	4
1.1 Stima dei prelievi collettivi.....	4
1.2 Stima dei volumi utilizzati	5
2 Strumenti operativi per la stima dei volumi utilizzati: calcolo dei fabbisogni irrigui.....	5
2.1 Test di verifica su aree pilota	5
3 Analisi dei servizi di consiglio irriguo esistenti a livello nazionale	6
4 Cosa è previsto per il 2016?	8

**PARTE II - METODOLOGIA PER LA QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI IDRICI PRELEVATI/UTILIZZATI PER
AUTO-APPROVVIGIONAMENTO.....**

Premessa.....	9
1 Cosa prevedono le Linee guida	9
2 Metodologia di stima dei volumi utilizzati	9
2.1 Stima dei volumi prelevati in auto approvvigionamento mediante impianti di pompaggio	10
3 Trasmissione dei dati in SIGRIAN	10
4 Validazione dei dati.....	11
5 Integrazione delle banche dati	11
6 Cosa è previsto per il 2016?	11

**PARTE III - METODOLOGIA DI STIMA DELLE RESTITUZIONI AL RETICOLO IDROGRAFICO E DEI RILASCI
ALLA CIRCOLAZIONE SOTTERRANEA.....**

1	Descrizione del fenomeno	12
2	Cosa prevedono le Linee guida	12
3	Punti di restituzione da censire	13
3.1	Punti di restituzione soggetti all'obbligo di misurazione	13
4	Metodologia di stima dei volumi restituiti e rilasciati in assenza di misuratore.....	13
4.1	Applicazione all'irrigazione autonoma	14
	PARTE IV - METODOLOGIE DI VALIDAZIONE REGIONALE DEI VOLUMI IRRIGUI UTILIZZATI.....	16
1	Procedura per la validazione dei dati inseriti in SIGRIAN.....	16
2	Banche dati disponibili per la verifica dell'uso del suolo.....	16
2.1.1	Il SIAN	17
	ALLEGATO 1 - ELEMENTI TEORICI ALLA BASE DEL CALCOLO DEI FABBISOGNI IRRIGUI.....	19
1	Stima della evapotraspirazione	19
2	Stima dei fabbisogni irrigui.....	20
3	Dati necessari al calcolo dei fabbisogni irrigui e loro disponibilità	21
3.1	Variabili meteorologiche.....	21
3.2	Ubicazione ed estensione delle aree irrigue	22
3.3	Variabili riferite allo sviluppo delle colture	22
4	Modelli di bilancio idrologico.....	22
	Bibliografia.....	23

Le Linee guida MIPAAF approvate con DM 31/07/2015 definiscono i casi minimi in cui le Regioni devono stabilire gli obblighi di misurazione dei volumi irrigui, relativamente a prelievi, restituzioni e utilizzi, sia per irrigazione collettiva che autonoma. Il DM 31/07/2015 rimanda ad un successivo provvedimento la definizione di una metodologia di stima per i volumi suddetti, laddove non sia obbligatorio installare i misuratori e/o nelle more della loro installazione. Lo stesso DM, all'art. 3, istituisce un Tavolo permanente, coordinato dal Capo del Dipartimento delle politiche europee e internazionali e dello sviluppo rurale del MiPAAF con il supporto tecnico del CREA, con lo scopo di monitorare e accompagnare il recepimento delle Linee guida a livello regionale e di proporre ulteriori documenti tesi ad uniformare i metodi di stima, laddove le Linee guida ne prevedano l'utilizzo.

Le attività del Tavolo, coordinato tecnicamente dal CREA e nell'ambito del quale ci si è avvalsi del contributo di esperti interni ed esterni all'Ente, hanno condotto alla definizione delle metodologie di stima riportate nel presente documento, articolato come segue:

- Parte I: metodologia per la stima dei volumi idrici prelevati e utilizzati per l'irrigazione collettiva
- Parte II: metodologia per la quantificazione dei volumi idrici prelevati/utilizzati per auto approvvigionamento
- Parte III: metodologia di stima delle restituzioni al reticolo idrografico e dei rilasci alla circolazione sotterranea

Il documento, inoltre, si completa con una Parte IV in cui vengono fornite prime indicazioni sulle metodologie di validazione dei dati di monitoraggio da parte delle Regioni.

PARTE I

METODOLOGIA PER LA STIMA DEI VOLUMI IDRICI A FINI IRRIGUI PER IRRIGAZIONE COLLETTIVA

Premessa

La presente sezione riporta la metodologia di riferimento per la stima dei volumi idrici prelevati e utilizzati a scopo irriguo per l'irrigazione collettiva a cui ricorrere quando non ne sia prevista la misurazione e/o nelle more dell'installazione di misuratori. Ai soli fini dell'applicazione della stima dei volumi utilizzati (di seguito indicati anche con il termine "utilizzi"), per gli enti irrigui con superficie irrigua inferiore a 100 ettari è rimessa alle Regioni e P.P.A.A. la possibilità di far riferimento alle procedure previste per l'autoapprovvigionamento.

In merito alla stima dei volumi utilizzati, il documento, in particolare riporta:

- gli elementi teorici alla base della stima dei fabbisogni irrigui;
- gli strumenti operativi per il calcolo dei fabbisogni irrigui a livello di distretto irriguo;
- i passaggi per testare, su aree pilota definite dal gruppo di lavoro, gli strumenti individuati;
- una ricognizione dei sistemi di consiglio irriguo utilizzati a livello nazionale evidenziandone la copertura territoriale, le metodologie utilizzate e l'applicabilità per la stima dei fabbisogni irrigui.

1 Metodologie di stime

1.1 Stima dei prelievi collettivi

Le linee guida identificano in 100 l/s medi continui la portata al di sopra della quale le Regioni e P.P.A.A. devono imporre l'obbligo alla misurazione dei volumi prelevati per irrigazione collettiva. Le Regioni e P.P.A.A. possono modificare tale soglia, anche su richiesta delle Autorità di distretto, in funzione delle specifiche realtà territoriali.

La valutazione per la identificazione della soglia può partire dall'analisi dei dati di concessione e/o dallo stato dei corpi idrici interessati e/o dalla struttura territoriale ed agricola.

Fermo restando che i prelievi sopra soglia vanno sempre misurati, per i prelievi sotto soglia per i quali non è previsto l'obbligo all'installazione di misuratori, per portate medie concesse comprese tra 100 e 50 l/s gli enti irrigui dovranno stimare il volume prelevato ricorrendo a strumenti e/o metodi adatti alla tipologia di presa e/o di impianto, in coordinamento con Regioni e P.P.A.A.; in alternativa per il calcolo del volume prelevato gli enti irrigui in coordinamento con Regioni e P.P.A.A. possono considerare i dati della concessione: il volume prelevato verrà calcolato con riferimento alla portata massima concessa a scopo irriguo e al periodo di prelievo concesso a scopo irriguo, oppure al volume massimo concesso a scopo irriguo. Se disponibile, si può fare riferimento all'effettivo periodo di utilizzo anziché a quello massimo concesso.

Gli strumenti/metodi di stima dovranno essere comunicati, insieme al dato di prelievo, al SIGRIAN (utilizzando il campo note).

Per i prelievi mediante impianto di sollevamento, sia da acque sotterranee che superficiali, sprovvisti di misuratori, la stima dei volumi prelevati potrà essere effettuata in base alle caratteristiche tecniche dell'impianto (prevalenza, rendimento) e alle ore di effettivo funzionamento, se tali informazioni sono note. Ove tecnicamente possibile potranno essere presi in considerazioni i valori massimi concessi.

Per le portate medie concesse al di sotto dei 50 l/s le Regioni e P.P.A.A. possono prevedere l'esclusione dall'obbligo della stima del volume prelevato.

Parere favorevole in Conferenza Stato Regioni del 3 agosto 2016

1.2 Stima dei volumi utilizzati

La metodologia individuata propone di stimare gli utilizzi equiparandoli ai fabbisogni irrigui.

Per fabbisogno irriguo si intende l'apporto idrico artificiale che è teoricamente necessario fornire alla coltura per mantenere l'evapotraspirazione al regime potenziale. L'evapotraspirazione si riferisce a due processi fisici distinti, l'evaporazione dal suolo e la traspirazione dell'apparto fogliare delle piante, e la metodologia di base per la sua stima è stata codificata dalla F.A.O. (Food and Agricultural Organization) nel Quaderno "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage Paper 56". A partire dall'evapotraspirazione, e una volta opportunamente conteggiati gli apporti idrici naturali, è possibile calcolare il fabbisogno irriguo di una coltura, tenendo conto eventualmente delle efficienze di adduzione e distribuzione delle portate derivate e di applicazione degli apporti su campo.

Quando i dati disponibili lo consentono, è possibile stimare i fabbisogni irrigui attraverso il calcolo del bilancio idrologico del sistema suolo-coltura; in tal caso è richiesta la conoscenza dettagliata delle caratteristiche idrauliche dei suoli, e delle possibili interazioni con la falda ipodermica, oltre ad informazioni sullo sviluppo degli apparati radicali.

Per maggiori dettagli sugli elementi teorici alla base del calcolo dei fabbisogni si veda l'Allegato 1.

2 Strumenti operativi per la stima dei volumi utilizzati: calcolo dei fabbisogni irrigui

Per il calcolo dei fabbisogni irrigui si propone di utilizzare i seguenti strumenti:

- sistemi di consiglio irriguo, opportunamente calibrati sulla metodologia FAO 56 e che tengano in considerazione l'efficienza dalla testa del distretto irriguo al campo (vedi equazione 6 in Allegato 1);
- altri modelli sviluppati dalle amministrazioni pubbliche per la pianificazione della risorsa idrica a fini irrigui e che prevedano la stima dei fabbisogni irrigui;
- modello FAO Cropwat (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html)

Per la loro diffusione sul territorio nazionale e la possibilità di copertura delle aree non ancora servite, i servizi di consiglio irriguo possono essere un valido strumento di stima dei volumi nei distretti irrigui privi di misuratore. Questi servizi, pur nella loro diversità di approccio, si rifanno tutti alla metodologia del Quaderno 56 della FAO, descritta in Allegato 1, e fanno riferimento alle condizioni effettive di stato idrico del suolo (non standard). Per l'impiego dei servizi di consiglio irriguo per la stima dei fabbisogni di distretto sarà necessario, dunque, operare previamente una calibratura specifica in modo che venga considerata l'evapotraspirazione in condizioni standard (ET_p) (coltura in condizioni ottimali di disponibilità idrica e nutrizionale priva di attacchi da agenti patogeni).

Inoltre, i metodi di consiglio irriguo determinano i fabbisogni al campo e quindi, per ottenere i fabbisogni alla testa del distretto, come previsto dalle Linee guida, è necessario applicare dei coefficienti di efficienza irrigua (vedi equazione 6 in Allegato 1).

Gli Enti e le amministrazioni competenti alla stima scelgono lo strumento di riferimento da utilizzare e, in collaborazione con CREA, procedono ad un test di verifica che sarà effettuato su aree pilota opportunamente individuate, con l'obiettivo di valutare la confrontabilità della stima con la misura e le modalità di trasferimento dei dati in SIGRIAN.

2.1 Test di verifica su aree pilota

Le aree pilota su cui verranno effettuati i test di verifica saranno individuate in accordo con CREA e dovranno riferirsi a distretti irrigui (come definiti dal SIGRIAN) che presentino:

1. caratteristiche rappresentative dell'area (relativamente a estensione, sistemi colturali, suolo, metodo irriguo, esercizio irriguo, ecc.)
2. un misuratore alla testa del distretto, con dati storici di volume almeno 2014/2015
3. ove possibile, un misuratore al nodo di restituzione al reticolo idrografico e relativi dati 2014/2015
4. disponibilità di informazioni su superfici e colture irrigue, inizio e fine della stagione irrigua e sistemi di irrigazione utilizzati all'interno del distretto
5. disponibilità di dati meteorologici locali

Le stime dovranno fornire un volume di distretto su base mensile.

I volumi stimati tramite gli strumenti proposti per la stima dei fabbisogni saranno, quindi, confrontati con i volumi misurati per ogni distretto dell'area pilota, al fine di avere indicazioni sulla qualità della stima.

In sintesi, per i distretti irrigui individuati, il test di verifica proposto prevede i seguenti passaggi:

1. elaborazione della stima dei volumi di distretto con gli strumenti proposti
2. confronto tra i volumi misurati alla testa dei distretti pilota e quelli stimati
3. analisi dei risultati in sede di tavolo tecnico congiunto (enti e amministrazioni competenti e CREA)

3 Analisi dei servizi di consiglio irriguo esistenti a livello nazionale

Ai fini dell'applicazione di cui al capitolo 2, si riporta in tabella 1 una ricognizione degli strumenti di consiglio irriguo censiti a livello nazionale e le loro principali caratteristiche.

I servizi di consiglio irriguo presenti sul territorio nazionale si differenziano per la metodologia di stima e per la formula climatica utilizzata nel calcolo dell'evapotraspirazione di riferimento (ET_0). Per la formula utilizzata nel calcolo di ET_0 vale la seguente legenda: HG = Hargreaves (eq 5 in Allegato 1), PM = Penman-Monteith (eq. 1 in Allegato 1), (?) indica che il gestore del servizio non ha fornito questa informazione.

Ad esempio, nel caso del modello IRRIFRAME (www.irriframe.it) e di altri strumenti di consiglio basati su modelli di bilancio idrologico (eq. 8 in Allegato 1), la stima dell'evapotraspirazione potenziale della coltura (ET_p) è ottenuta moltiplicando l'evapotraspirazione di riferimento per il valore del coefficiente colturale di ciascuna fenofase. La durata delle fenofasi è stimata a partire dalle somme termiche con le opportune correzioni derivanti da osservazioni pluriennali in campo.

Sempre a titolo di esempio, in IRRISAT (<http://www.irisat.it/>) lo sviluppo delle colture ed i parametri per il calcolo di ET_p secondo il modello di Penman-Monteith (eq. 1 in Allegato 1) sono derivati da immagini multispettrali da satellite, acquisite in diversi momenti durante la stagione irrigua. L'utilizzo di dati satellitari è indicato come strumento per il monitoraggio e la salvaguardia delle risorse idriche dalla Commissione Europea (COM/2012/0673). La procedura di stima adottata in IRRISAT è differenziata per le colture arboree rispetto a quelle erbacee (resistenza *canopy*); inoltre, nel caso del calcolo di valori giornalieri di ET_p in ambienti irrigui ove il processo di evapotraspirazione è essenzialmente dominato dalla radiazione solare (piuttosto che dall'azione convettiva del vento, come può accadere, ad esempio, in periodi non estivi), il più importante dei tre parametri vegetazionali è il *LAI*, mentre il valore dell'altezza h_c , da cui dipende la cosiddetta resistenza aerodinamica, può essere ritenuto costante.

La tabella 1 riporta anche il livello di usabilità del servizio, ossia la possibilità di utilizzare il sistema come calcolatore di stime e di fornire i dati in formato digitale, con la seguente legenda:

Alta = permette di costruire stime dei fabbisogni e di ottenere i risultati in formato digitale importabili in SIGRIAN

Media = permette di costruire stime dei fabbisogni irrigui ma i risultati non sono in formato digitale (devono essere manualmente inseriti in SIGRIAN dall'utilizzatore)

Bassa = fornisce solo dati di base (ET_0/ET_p etc..)

Tabella 1 Analisi dei servizi di consiglio irriguo

Servizio	Proprietario/gestore	Metodologia di stima utilizzata	Usabilità per la stima
IRRIFRAME	ANBI	Bilancio idrologico ET_0 : HG/PM	Alta
IRRISAT	Ariespace srl	Stima da immagini satellitari ET_0 : PM	Alta
IRRISIAS	Regione Sicilia	Bilancio idrologico ET_0 : PM	Media
IRRITRE	Trentino	Bilancio idrologico ET_0 : HG	Servizio in dismissione sostituito da PICA prodotto commerciale di CAVIT solo per Vite
IRRINET Sardegna	ARPAS	Bilancio idrologico ET_0 : (?)	Media
IRRI.IT/ARSIA	Regione Toscana	Bilancio idrologico ET_0 : HG	Media/Bassa

Nella tabella 2 è riportata la disponibilità attuale dei servizi di consiglio irriguo per regione. Nella colonna “Servizi disponibili” la lettera (T) indica copertura totale per tutti gli Enti irrigui della regione presenti in SIGRIAN, la lettera (P) indica copertura parziale, il cui dettaglio è riportato nel campo note. Le regioni con copertura parziale o assente sono riportate in corsivo.

Tabella 2 Disponibilità dei servizi di consiglio irriguo per regione

Regione	Servizio/i disponibili	Note
<i>Piemonte</i>	Irriframe (P)	Solo CB Est Sesia e Ovest Sesia
<i>Trentino</i>	nessuno	
Lombardia	Irriframe (T)	
Veneto	Irriframe (T)	
<i>Friuli VG</i>	Irriframe (P)	Solo CB Pianura friulana
Liguria	Irriframe (T)	
Emilia Romagna	Irriframe/Irrinet (T)	
<i>Toscana</i>	Irriframe (P) ARSIA (T)	Irriframe solo CB 1 Toscana nord, CB 6 Toscana Sud
<i>Marche</i>	Nessuno	
<i>Umbria</i>	Irriframe (P)	Manca CB val di Chiana
<i>Abruzzo</i>	Irriframe (P)	Solo CB Centro
<i>Lazio</i>	Irriframe (P)	Manca CB Sud di Anagni
Molise	Irriframe (T)	
Campania	Irrisat (T)	
Basilicata	Irriframe (T)	
Puglia	Irriframe (T)	
<i>Calabria</i>	Irriframe (P)	Manca nella parte sud: CB Ionio catanzarese, CB Tirreno vibonese, CB Tirreno reggino, CB Alto Ionio reggino, CB Basso Ionio reggino
Sicilia	Irrisias (T)	
Sardegna	Irriframe (T) Irrinet Sardegna (T)	

4 Cosa è previsto per il 2016?

Al fine di avviare il monitoraggio dei volumi riferiti al 2016, nelle more dell'emanazione dei regolamenti regionali, per la stagione irrigua 2016 è possibile stimare i fabbisogni irrigui attraverso l'utilizzo, a livello centralizzato, dei sistemi di consiglio irriguo così come ad oggi presenti, o ricorrendo agli altri modelli già sviluppati dalle amministrazioni pubbliche per la pianificazione della risorsa idrica a fini irrigui e che prevedano la stima dei fabbisogni irrigui.

PARTE II

METODOLOGIA PER LA QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI IDRICI PRELEVATI/UTILIZZATI PER AUTO-APPROVVIGIONAMENTO

Premessa

Le Linee guida prescrivono la misurazione dei volumi idrici prelevati/utilizzati¹ per auto-provvigionamento o, quando non sia previsto l'obbligo di misurazione, la loro stima. La presente sezione riporta la metodologia di riferimento per la stima dei volumi idrici prelevati/utilizzati a scopo irriguo per auto-provvigionamento, dai singoli utenti e, quando le Regioni e P.P.A.A. lo ritengano appropriato, ad opera di enti irrigui con superficie irrigua inferiore a 100 ettari.

Nello specifico, si farà riferimento a:

- stima dei volumi prelevati in auto-provvigionamento
- modalità di trasmissione dei dati al database SIGRIAN (misurati e stimati).

1 Cosa prevedono le Linee guida

Per quanto riguarda l'obbligo di misurazione dell'auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere, in aggiunta a quanto già previsto dalle disposizioni regionali, anche in attuazione degli impegni previsti dalla eco-condizionalità (autorizzazione obbligatoria al prelievo), l'impostazione di banche dati apposite e individuare, insieme con il CREA, le modalità di registrazione e trasmissione di tali dati alla banca dati SIGRIAN.

Le Regioni possono prevedere eventuali casi di esclusione dall'obbligo di misurazione dei volumi utilizzati. Per i casi in cui non è previsto l'obbligo di misurazione e/o nelle more dell'installazione dei misuratori laddove vige l'obbligo, ai fini del monitoraggio degli utilizzi irrigui, ciascuna Regione provvederà alla stima dei volumi utilizzati in auto-provvigionamento.

2 Metodologia di stima dei volumi utilizzati

Per la stima dei volumi utilizzati in auto-provvigionamento si farà riferimento alla metodologia individuata per l'irrigazione collettiva (vedi PARTE I), la quale prevede la stima dei volumi utilizzati tramite il calcolo dei fabbisogni irrigui e l'utilizzo dei seguenti strumenti per il calcolo del fabbisogno irriguo, preliminarmente testati su aree pilota:

- sistemi di consiglio irriguo, opportunamente calibrati sulla metodologia FAO 56 e che tengano in considerazione l'efficienza dalla testa del distretto irriguo al campo (vedi equazione 6 in allegato 1)
- altri modelli già sviluppati dalle amministrazioni pubbliche per la pianificazione della risorsa idrica e che prevedono la stima dei fabbisogni irrigui
- modello FAO Cropwat (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html)

Per applicare tali strumenti al caso dell'auto-provvigionamento, occorre sostituire al distretto irriguo le aree irrigate dal corpo idrico oggetto di concessione. La stima è operata dalle Regioni, le quali

¹ Nel caso dell'auto-provvigionamento si assume prelievo = utilizzo.

trasmetteranno il dato dei prelievi da auto-approvvigionamento aggregato per comune e corpo idrico², utilizzando come unità minima di rilevamento i confini comunali, salvo casi specifici dovuti a peculiarità territoriali che impediscano l'aggregazione dei dati come indicato, da definire in coordinamento con il CREA (es. P.A. di Bolzano, dove le concessioni si riferiscono spesso a derivazioni insistenti su corpi idrici diversi e l'interconnessione delle condotte rende impossibile l'attribuzione della superficie irrigua ad un corpo idrico specifico).

Come meglio dettagliato al paragrafo seguente, i dati necessari ad operare la stima sono i seguenti:

- a. superficie totale irrigata con ogni corpo idrico oggetto di concessione
- b. colture irrigue e relativa superficie
- c. coordinate geografiche del punto di prelievo

Per maggiori dettagli sugli elementi teorici alla base del calcolo dei fabbisogni si veda l'Allegato 1.

2.1 Stima dei volumi prelevati in auto approvvigionamento mediante impianti di pompaggio

In caso di prelievi mediante impianti di sollevamento, la stima dei volumi prelevati può essere effettuata anche in base alle caratteristiche tecniche dell'impianto (prevalenza, rendimento) e alle ore di effettivo funzionamento, se tali informazioni sono note.

3 Trasmissione dei dati in SIGRIAN

La Regione comunicherà a SIGRIAN, entro una data da concordare, i dati relativi alle concessioni ad uso irriguo e ad uso promiscuo che prevedano anche l'uso irriguo e i volumi utilizzati, aggregandoli per comune e per corpo idrico (nel caso di presenza nell'area considerata di più corpi idrici). I dati da trasmettere riguardano le seguenti schede:

1. scheda concessioni: informazioni sulle concessioni (portate concesse ad uso irriguo)
2. scheda dati sulle fonti di approvvigionamento, aggregandoli per comune e corpo idrico (nel caso di presenza di più corpi idrici), relativi volumi prelevati (misurati o stimati a seconda che la fonte sia dotata o meno di misuratori) e corrispondenti aree servite.
3. scheda dati sulle aree servite a livello comunale e relative superfici irrigate, tipologie di colture e volumi utilizzati (dati stimati o misurati).

Nella gran parte dei casi di auto-approvvigionamento il punto di consegna alle aree servite e il punto di prelievo (fonte) coincidono.

Per le derivazioni in auto approvvigionamento si farà riferimento alle tempistiche di rilevazione e trasmissione dati previste dalla Linee guida.

In caso di misurazione, per favorire la trasmissione dei dati in Regione, in alternativa alla comunicazione dell'autolettura dei volumi prelevati, si raccomanda la progressiva introduzione di sistemi per la trasmissione automatica (con tecnologia wireless GPRS/UMTS, GPS) e l'archiviazione in tempo reale dei dati acquisiti in un database regionale dedicato e, successivamente, sulla piattaforma SIGRIAN del dato aggregato.

² Nel caso di fonti di prelievo non individuate come corpi idrici ai sensi della DQA si fa riferimento al primo recapito individuato, ai sensi della DQA, come tale.

4 Validazione dei dati

Secondo le Linee guida, è considerato **dato finale** della banca dati SIGRIAN disponibile per tutte le amministrazioni e/o enti competenti, quello che avrà superato il processo di validazione tecnica ad opera della Regione di riferimento.

I dati (misurati o stimati) relativi all'auto-approvvigionamento devono essere, quindi, sottoposti ad un procedimento di validazione tecnica prima di essere trasmessi alla banca dati SIGRIAN (vedi PARTE IV).

5 Integrazione delle banche dati

Ai fini del monitoraggio dei volumi irrigui, le Regioni provvedono ad individuare le banche dati disponibili a livello regionale che contengano informazioni circa i prelievi in auto-approvvigionamento e ad individuare le modalità di integrazione con la banca dati SIGRIAN, in coordinamento con il CREA.

Possibili fonti di informazione sono rappresentate dai disciplinari di concessione e dal fascicolo aziendale. Si ricorda, infatti, che l'eco-condizionalità prevede la richiesta di autorizzazione al prelievo in caso di richiesta di accesso ai fondi comunitari.

6 Cosa è previsto per il 2016?

Per il 2016 è previsto che le Regioni trasmettano la stima dei dati in SIGRIAN utilizzando la metodologia riportata al paragrafo 2.

PARTE III

METODOLOGIA DI STIMA DELLE RESTITUZIONI AL RETICOLO IDROGRAFICO E DEI RILASCI ALLA CIRCOLAZIONE SOTTERRANEA

1 Descrizione del fenomeno

Le restituzioni sono punti di recapito finale in cui l'acqua, dopo essere stata utilizzata, viene restituita al reticolo superficiale (naturale o artificiale, come individuati nei Piani di gestione delle acque) senza ricevere trattamenti, poiché la risorsa non subisce alterazioni qualitative. Tra le restituzioni al reticolo vanno considerate le "colature" (ovvero acque provenienti dal mancato utilizzo a valle della distribuzione, o della restituzione delle stesse, dopo lo scorrimento, in canali da cui vengono prelevate nuovamente dagli utilizzatori di valle) come parte integrante del sistema irriguo, seppure la loro valutazione e localizzazione appare estremamente complessa.

Con riferimento ai nodi di restituzione al reticolo idrografico, in SIGRIAN sono presenti i punti di restituzione al reticolo idrografico superficiale inerenti la rete primaria e secondaria, che permette il ritorno delle acque ai corpi idrici.

I rilasci alla circolazione idrica sotterranea possono derivare sia per infiltrazione dalla rete di canali non rivestiti, sia dalla percolazione di parte degli apporti irrigui applicati al campo. Tali fenomeni consentono il ritorno delle acque ai corpi idrici sotterranei e successivamente a quelli superficiali in tempi differiti durante l'anno e il conseguente possibile riuso irriguo (stessa acqua utilizzata più volte). Con il monitoraggio si dovrà provvedere ad integrare in SIGRIAN i dati relativi ai rilasci alla circolazione idrica sotterranea ritenuti rilevanti ai fini della quantificazione dei volumi.

L'aspetto delle restituzioni è particolarmente complesso, soprattutto per le reti di antica irrigazione del Nord Italia (Allegato 1-A alle Linee guida), e riveste un'importanza fondamentale per la sussistenza stessa della pratica irrigua. La stima quantitativa dei volumi idrici rilasciati nel sottosuolo è funzione di fattori che assumono caratteristiche molto variabili ed eterogenee nei diversi contesti territoriali. A tale scopo, per alcune aree della pianura lombarda, dove tale fenomeno assume grande rilevanza, sono stati effettuati studi specifici (Allegato 1-B alle Linee guida).

Ulteriore fonte di recupero delle acque infiltrate dalla canalizzazione in terra e dagli appezzamenti irrigati deriva dall'utilizzazione da parte delle colture dell'acqua delle falde ipodermiche. In taluni casi la risalita capillare da falda ipodermica risulta in grado di soddisfare quasi completamente le esigenze idriche delle colture con pieno riutilizzo dell'acqua persa per infiltrazione (Allegato 1-C alle Linee guida).

2 Cosa prevedono le Linee guida

Le Linee guida prevedono che:

- si dovrà provvedere ad integrare in SIGRIAN i dati relativi ai punti di restituzione al reticolo idrografico e i dati relativi ai rilasci alla circolazione idrica sotterranea, ritenuti rilevanti ai fini della quantificazione dei volumi, entrando a regime entro il periodo previsto dai tempi di adeguamento ai regolamenti regionali
- i volumi restituiti dovranno essere quantificati attraverso i misuratori e, ove ciò non fosse tecnicamente possibile e/o necessario, potranno essere stimati, così come i volumi rilasciati, secondo una metodologia condivisa
- i dati saranno riportati in SIGRIAN
- nella fase di transizione è possibile fare riferimento ad un valore indicativo medio, pari al 20% del volume prelevato sia per i rilasci sia per le restituzioni. Percentuali diverse possono essere individuate dalle Amministrazioni competenti in relazione alle specificità territoriali.

Parere favorevole in Conferenza Stato Regioni del 3 agosto 2016

- con riferimento all'irrigazione collettiva, in accordo con le Autorità di distretto, le Regioni prevedono l'obbligo di misurazione dei volumi almeno per i prelievi e le restituzioni di portata uguale o superiore a 100 l/s medi continui. Le Regioni potranno prevedere, su richiesta delle Autorità di distretto, un valore diverso per tale soglia, o più valori differenziati (ad esempio in funzione delle caratteristiche del corpo idrico, come lo stato qualitativo ecc.).

Le Linee guida, dunque, non prevedono l'obbligo di quantificare i rilasci alla circolazione sotterranea né di trasmettere i dati al SIGRIAN, ma ne ravvisano l'opportunità. Pertanto, ai fini del calcolo dei reali volumi utilizzati rispetto a quelli prelevati è necessario stimare i volumi idrici che ritornano in circolo.

Nel seguito del documento sono, quindi, definiti i seguenti aspetti:

- punti di restituzione al reticolo idrografico da censire, in quanto ritenuti rilevanti ai fini della quantificazione dei volumi
- metodologia di stima dei volumi restituiti e rilasciati in assenza di misuratori
- cadenze temporali di trasmissione in SIGRIAN.

3 Punti di restituzione da censire

Sono ritenuti rilevanti ai fini della quantificazione dei volumi:

- i punti di restituzione sulla rete irrigua attualmente presenti in SIGRIAN (già trasmessi dalle Regioni perché ritenuti rilevanti) e/o
- i punti di restituzione ritenuti rilevanti dai Consorzi in accordo con le Regioni e P.P.A.A., individuati sulla base di criteri il più possibile oggettivi (ad esempio, eventuali misurazioni già disponibili o stime basate su osservazioni dirette di presenza e continuità del flusso).

In caso di presenza di più punti di restituzione su uno stesso schema irriguo, può essere trasmesso al SIGRIAN il dato complessivo di volume restituito per l'intero schema.

3.1 Punti di restituzione soggetti all'obbligo di misurazione

Le Linee guida prevedono che le Regioni impongano l'obbligo di misurazione almeno per le restituzioni di portata uguale o superiore a 100 l/s medi continui. Le Regioni potranno, tuttavia, prevedere, su richiesta delle Autorità di distretto, un valore diverso per tale soglia, o più valori differenziati (ad esempio in funzione delle caratteristiche del corpo idrico, come lo stato qualitativo ecc.).

Per il valore di tale soglia, dunque, si dovrà fare riferimento ai singoli regolamenti regionali.

In caso di presenza di reti promiscue, le Regioni possono stabilire l'esclusione dall'obbligo di misurazione, se ritenuto opportuno.

4 Metodologia di stima dei volumi restituiti e rilasciati in assenza di misuratore

Per i punti di restituzione ritenuti rilevanti ai fini della quantificazione dei volumi (ma al di fuori dell'obbligo di misurazione previsto dai regolamenti regionali) e per gli altri punti eventualmente esclusi dall'obbligo della misurazione (es. reti promiscue), occorre definire un'alternativa alla misura.

In assenza di misurazione diretta o di complessi modelli di simulazione risulta difficile stimare separatamente i volumi restituiti al reticolo superficiale e quelli rilasciati nel sottosuolo. Tuttavia, è possibile

stimare con buona approssimazione l'insieme delle due componenti (che chiameremo Volume *Residuo*), con riferimento all'intera stagione irrigua³, come differenza tra il volume al distretto (misurato o stimato a partire dal volume misurato alla fonte) e i fabbisogni al campo (stimati secondo le metodologie indicate nella nota tecnica relativa alla stima dei fabbisogni irrigui). Per poter applicare tale metodologia occorre che sia presente almeno un punto di misurazione, al prelievo o alla testa del distretto.

$$\text{Vol. residuo} = \text{Vol. distretto} - \text{Fabbisogno Irriguo al campo} \quad (1)$$

Qualora nel calcolo del fabbisogno al campo vengano utilizzati, perché già noti, coefficienti di efficienza di applicazione al campo inferiori ad 1, il volume residuo determinato con la formula (1) risulta una stima del volume restituito e del volume rilasciato per infiltrazione dalla rete di distribuzione, dalla testa del distretto al campo. Laddove siano utilizzati, perché già noti, anche coefficienti di efficienza di distribuzione inferiori ad 1, la formula (1) restituisce una stima del solo volume restituito.

Laddove non siano noti i coefficienti di efficienza ma sia presente un misuratore alla restituzione, con la (1) si potrà calcolare la quota parte del volume residuo derivante dai rilasci attraverso la seguente formula:

$$\text{Vol. Rilasci} = \text{Vol. Residuo} - \text{Vol. Restituzioni} \quad (2)$$

La verifica del dato risultante può anche essere effettuata tramite i dati eventualmente presenti in SIGRIAN.

4.1 Applicazione all'irrigazione autonoma

In caso di irrigazione autonoma si assume che il punto di consegna coincida con il punto di prelievo, comportando l'assenza di reti di distribuzione se non di minimo sviluppo. Da ciò discende che:

- le restituzioni al reticolo idrografico possono essere considerate nulle (si preleva il necessario quando serve)
- gli eventuali rilasci per infiltrazione dalla rete di canali non rivestiti possono essere considerati nulli o trascurabili e, dunque, la sola quota di rilasci dipende dall'efficienza del metodo di applicazione al campo.

Partendo da tali ipotesi, la stima dei rilasci derivanti dalla percolazione di parte degli apporti irrigui applicati al campo può ricondursi all'efficienza del metodo irriguo, secondo la tabella di seguito indicata.

³ Il riferimento alla stagione irrigua consente di ridurre l'errore dovuto alla eventuale funzione scolante della rete irrigua ad uso promiscuo e/o agli apporti meteorici.

Tabella 1 – Valori orientativi di efficienza dei vari metodi di irrigazione

Metodo irriguo	Efficienza massima di distribuzione acqua
Sommersione	<25%
Scorrimento	40-50%
Infiltrazione laterale da solchi	55-60%
Aspersione	70-80%
Goccia	85-90%

Fonte: Le buone pratiche agricole per risparmiare acqua- Supplemento ad “Agricoltura” n. 5 - Maggio 2004

Le Regioni possono prevedere, se ritenuto rilevante in funzione delle proprie peculiarità territoriali, la necessità di quantificazione delle restituzioni puntuali al reticolo idrografico anche per l'irrigazione autonoma. In tal caso le Regioni stabiliscono eventuali obblighi di misurazione od, in alternativa, il ricorso alla stima secondo la metodologia illustrata al paragrafo precedente.

PARTE IV

METODOLOGIE DI VALIDAZIONE REGIONALE DEI VOLUMI IRRIGUI UTILIZZATI

1 Procedura per la validazione dei dati inseriti in SIGRIAN

Secondo le Linee guida, è considerato dato finale della banca dati SIGRIAN disponibile per tutte le amministrazioni e/o enti competenti, quello che avrà superato il processo di validazione tecnica ad opera della Regione di riferimento.

I dati misurati e/o stimati dei volumi utilizzati relativi sia alla gestione collettiva che all'auto-approvvisionamento devono, quindi, essere sottoposti ad un procedimento di validazione tecnica da parte della Regione.

In caso di irrigazione collettiva, sono gli Enti irrigui a inserire i dati in SIGRIAN. Ai fini della validazione di tali dati da parte della Regione, il CREA fornirà alla Regione un report contenente una sintesi schematica dei dati inseriti nel SIGRIAN.

In caso di auto-approvvisionamento, anche se sono le Regioni stesse a inserire i dati in SIGRIAN, queste provvedono comunque a effettuare una verifica della congruità del formato del dato prima di trasmetterlo. La necessità di verifica regionale dei dati di auto-approvvisionamento si rende necessaria soprattutto quando le Regioni non alimentano direttamente le banche dati che utilizzano per l'estrazione delle informazioni e per la verifica della congruità del formato da inserire in SIGRIAN.

Sia in un caso che nell'altro, la validazione e la verifica dei dati devono basarsi sulla conoscenza delle colture praticate sul territorio. Nell'ambito dell'irrigazione collettiva, va valutato il dettaglio delle colture a livello di distretto; per quanto riguarda i casi di auto-approvvisionamento, l'informazione di tipo colturale va valutata per area servita.

Queste informazioni, inoltre, sono necessarie anche nel caso in cui si debba ricorrere alla stima dei fabbisogni in alternativa alla misurazione, secondo la metodologia individuata nell'ambito del Tavolo tecnico sia per l'irrigazione collettiva (PARTE I) che per l'auto-approvvisionamento (PARTE II). Laddove si ricorra a tali metodologie di stima e nel caso in cui gli Enti irrigui utilizzino come strumento operativo i sistemi di consiglio irriguo, ai fini della validazione, il CREA potrà fornire alla Regione le informazioni sulle principali variabili utilizzate per il calcolo del fabbisogno irriguo.

Di seguito si riportano indicazioni sulle fonti da poter utilizzare per reperire le informazioni relative all'uso del suolo.

Su richiesta delle Regioni, elementi di maggior dettaglio potranno essere definiti nell'ambito del Tavolo permanente e dei Tavoli tecnici di coordinamento regionale istituiti a livello di distretto idrografico.

2 Banche dati disponibili per la verifica dell'uso del suolo

Ai fini della validazione, ad oggi la Regione può avere informazioni sulla destinazione dell'uso del suolo aziendale dalle seguenti banche dati integrandole in base alle esigenze:

1. dati colturali inseriti dagli Enti irrigui nel SIGRIAN;
2. dati colturali provenienti dai Sistemi di Consiglio irriguo;
3. dati colturali inseriti nel SIAN
4. dati colturali ISTAT censimento 2010 (solo nella fase transitoria del 2016)

Per la validazione dei dati sui volumi irrigui inseriti in SIGRIAN, la Regione può operare prendendo a riferimento i dati sull'uso del suolo inseriti dagli stessi Enti irrigui in SIGRIAN e, quando disponibili,

integrarli con i dati contenuti nel SIAN utilizzando il sistema integrato “Fascicolo Aziendale - Piano di Coltivazione - Quaderno di Campagna (QdC) - Piano Individuale di Assicurazione”. Come meglio specificato più avanti. Infatti, i dati SIAN sono disponibili solo per le utenze che hanno richiesto di accedere ai diversi regimi di aiuto comunitari.

In mancanza di queste due fonti di dati, per avere un ordine di grandezza di massima, si potrà ricorrere ai dati culturali ISTAT del censimento 2010, ricordando, però, che a partire dal 2017 l’avvio della nuova PAC prevedibilmente comporterà modifiche sostanziali all’assetto territoriale e all’uso del suolo, rendendo necessaria una verifica di aggiornamento di tali dati laddove si decida di utilizzarli.

Mentre le altre banche dati sono note e ampiamente utilizzate, la banca dati SIAN si presenta come una nuova e ulteriore possibilità di conoscere le colture praticate a livello aziendale. Se ne riporta, dunque, nel seguito una breve descrizione.

2.1.1 *Il SIAN*

Le informazioni territoriali disponibili nel Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN), utilizzate oggi quasi esclusivamente per la verifica di ammissibilità delle superfici agricole ai diversi regimi di aiuto comunitari, costituiscono una vasta e qualificata base dati geografica nazionale, anche in ragione della frequenza di aggiornamento dei dati stessi.

I dati territoriali sono gestiti in ambito SIAN in quanto parte integrante del Sistema di Gestione e Controllo (SIGC) richiesto dalla normativa comunitaria. In particolare i dati territoriali costituiscono una parte fondamentale del SIGC: il LPIS (Land Parcel Identification System).

A partire dal 2016 i dati territoriali del SIAN assumono un’importanza particolare in quanto la nuova PAC ribalta la logica finora adottata di utilizzo ex-post dei dati territoriali per l’esecuzione dei controlli prevedendone un utilizzo anticipato già in fase di compilazione della domanda di aiuto del I Pilastro. Infatti, per il 25% del territorio italiano, dalla prossima campagna la determinazione delle superfici eleggibili e quindi dichiarabili potrà avvenire esclusivamente attraverso la **Domanda Grafica** che sarà realizzata proprio a partire dai dati territoriali del SIAN. In quest’ottica la componente territoriale assume un’importanza strategica fondamentale.

Entro la data del 2018 il 100% delle domande di aiuto del I Pilastro dovranno essere presentate secondo la modalità descritta.

L’adozione di questo nuovo sistema dichiarativo consentirà di avere dati sempre più aggiornati e rispondenti alla realtà in particolare per quanto riguarda la destinazione dell’uso del suolo aziendale. In particolare, nel SIAN è presente il sistema integrato “**Fascicolo Aziendale⁴ - Piano di Coltivazione⁵ - Quaderno di Campagna (QdC⁶) - Piano Individuale di Assicurazione**”. Il ricorso a tale sistema consentirebbe da un lato, di individuare le particelle delle aziende agricole e la loro destinazione d’uso, dall’altro la superficie in ettari e l’ubicazione tramite riferimenti catastali/geografici.

Il Piano di Coltivazione, inoltre, descrive l’utilizzo agricolo annuale delle superfici aziendali suddiviso per coltura praticata. In sostanza per ciascun anno e per ciascuna particella coltivata, viene indicata la specie

⁴ Il **Fascicolo Aziendale** rappresenta l’atto amministrativo in cui sono contenuti tutti i dati e i documenti dichiarati dall’azienda agricola propedeutico alla presentazione di un qualsiasi Atto Dichiarativo volto al riconoscimento di un premio/contributo/diritto.

⁵ Il Decreto Attuativo della Riforma della PAC prevede l’inserimento obbligatorio del Piano Culturale dell’azienda agricola all’interno del Fascicolo Aziendale. Il **Piano di Coltivazione** è Unico per tutte le domande di aiuto nazionali e comunitarie e per tutti gli altri adempimenti previsti dai regolamenti comunitari e normativa nazionale per i quali le aziende devono dichiarare l’utilizzo delle superfici agricole, quali ad esempio il **Piano Individuale di Assicurazione** necessario per accedere alle misure comunitarie/nazionali previste nell’ambito della Gestione del Rischio.

⁶ Il QdC descrive gli interventi eseguiti dall’agricoltore nella propria azienda, nel corso dell’annata agraria, dalla semina alla raccolta (trattamenti, fertilizzazioni, irrigazioni, lavorazioni).

presente oppure quella che si intende seminare nel corso dell'annata agraria, nonché tutte le operazioni agronomiche eseguite in azienda (trattamenti, fertilizzazioni, irrigazioni, lavorazioni, ecc.).

ALLEGATO 1

ELEMENTI TEORICI ALLA BASE DEL CALCOLO DEI FABBISOGNI IRRIGUI

1 Stima della evapotraspirazione

La metodologia di base per la stima dei fabbisogni irrigui è stata codificata dalla F.A.O. (Food and Agricultural Organization) nella pubblicazione “*Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage Paper 56*” curata da Allen et al. (1998), che si basa sul calcolo dell’evapotraspirazione delle piante.

Si distinguono in tal caso le seguenti definizioni:

- 1) Evapotraspirazione di riferimento (ET_0): riferita ad una superficie ideale
- 2) Evapotraspirazione in condizioni standard (ET_p): coltura in condizioni ottimali di disponibilità idrica e nutrizionale priva di attacchi da agenti patogeni
- 3) Evapotraspirazione in condizioni effettive di stato idrico del suolo (*non standard*; ET_{act}).

Per il calcolo del fabbisogno irriguo si ricorre alla definizione di evapotraspirazione in condizioni standard ET_p . Il modello di calcolo di ET_p più accettato su base scientifica è rappresentato dall’equazione di Penman-Monteith (Monteith e Unsworth, 1990), poi adottata in ambito FAO quale metodo di riferimento per il calcolo dei fabbisogni irrigui (Allen et al., 1998). Secondo questa schematizzazione, il valore di ET_p è una funzione dei parametri colturali e delle variabili meteorologiche, secondo l’equazione (1) :

$$ET_p = f\{r, LAI, hc; Ta, RH, S_b, U\} \quad [mm/d] \quad (1)$$

Le variabili meteorologiche, misurate ad un’altezza di riferimento al di sopra della coltura, sono temperatura ed umidità relativa dell’aria, radiazione solare incidente (totale, ovvero diretta e diffusa) e velocità media del vento, rispettivamente indicate in seguito con i simboli T_a , RH , S_i e U .

I parametri caratteristici della coltura sono l’albedo r , l’indice di area fogliare LAI e l’altezza media del manto vegetale h_c .

L’equazione (1) può essere scritta esplicitamente in funzione dei parametri colturali (r , LAI e h_c) e di quelli meteorologici, secondo l’equazione (2) (D’Urso e Palladino, 2007):

$$ET_p = \frac{86400}{\lambda} \left[\frac{s(1 - 0.4e^{-0.5LAI})(1 - \alpha)(S_i + L^*) + c_p \rho_a (e_s - e_a) U / (a - b \ln(cLAI))}{s + \gamma(1 + U / (a - b \ln(cLAI))LAI)} \right] \quad [mm/d] \quad (2)$$

in cui s è la pendenza di vapor saturo, L^* è la radiazione alle onde lunghe, c_p è il calore specifico dell’aria, ρ_a la densità, $(e_s - e_a)$ il deficit di vapor saturo, λ il calore specifico di evaporazione dell’acqua, e γ è la costante psicrometrica. Tutte queste quantità possono essere facilmente dedotte dalle misure di temperatura T_a ed umidità relativa dell’aria RH , i coefficienti a e b assumono il valore di 0.66 e $c = 0.2$, per valori di temperatura dell’aria riferiti ad un’altezza di 2 m dalla superficie del suolo.

Adottando, invece, i valori standard dei parametri della vegetazione ($\alpha=0.23$; $LAI=2.88$; $h_c = 0.12$ m), si ottiene l’evapotraspirazione di riferimento ET_0 (Allen et al., 1998), con la seguente relazione:

$$ET_0 = \frac{86400}{\lambda} \left[\frac{0.697s(S_t - L^*) + c_p \rho_a (e_s - e_a) U / 102.4}{s + \gamma(1 + U / 294.93)} \right] \quad [mm/d] \quad (3).$$

La determinazione dei parametri colturali in pieno campo (in particolare l'albedo ed il LAI) richiede l'impiego di strumentazioni di misura non sempre disponibili. Nella pratica tradizionalmente diffusa, spesso si calcola ET_p come il prodotto fra un opportuno valore del coefficiente colturale K_c e l'evapotraspirazione di riferimento ET_0 calcolata in base alla (3):

$$ET_p = ET_0 K_c \quad [mm/d] \quad (4)$$

Il coefficiente colturale è legato in maniera empirica all'effettivo sviluppo del manto vegetale della coltura in esame e la sua assegnazione deriva da osservazioni di campo ed informazioni sulla fenologia. Valori di letteratura di tale coefficiente sono disponibili nel Quaderno FAO 56 ovvero da studi di dettaglio condotti di volta in volta con riferimento a condizioni specifiche.

In alternativa al metodo FAO 56 espresso dalla relazione (1), nel caso in cui la radiazione solare, l'umidità relativa e la velocità media del vento non siano disponibili, l'evapotraspirazione di riferimento ET_0 può essere stimata usando la formula di Hargreaves-Samani (Hargreaves 1994). La formula di Hargreaves semplificata, su base giornaliera, è la seguente:

$$ET_0 = HC Re(T+17.8) \cdot \Delta T^{0.5} \quad [mm/d] \quad (5)$$

dove:

T (°C) è la temperature media giornaliera,

ΔT (°C) la differenza tra temperatura massima e minima del giorno

Re è la radiazione solare extraterrestre che può essere stimata utilizzando la latitudine in gradi e il giorno giuliano (Duffie and Beckman, 1980)

HC è un coefficiente empirico il cui valore standard è 0,0023 ma può essere calibrato localmente.

In questo modo la formula richiede solo la conoscenza di temperatura (minima e massima) e la latitudine del punto di stima. Poiché la formula di Hargreaves fornisce un'evapotraspirazione di riferimento ET_0 diversa da quella di Penman-Monteith, considerata il riferimento da adottare, specialmente alla scala giornaliera, si rende necessario l'uso di coefficienti di correzione ottenuti confrontando le due relazioni con serie di dati meteorologici complete.

2 Stima dei fabbisogni irrigui

La definizione semplificata di *fabbisogno irriguo*, indicato nel seguito con W , per una superficie di area A (ha), in un determinato intervallo di tempo Δt (in giorni) è la seguente:

$$W = 10 \frac{|ET_p - P_n|}{e_{ap} e_{de} e_a} A \Delta t \quad [m^3] \quad (6)$$

in cui P_n rappresenta la pioggia *efficace* o *netta*⁷, corrispondente alla frazione di precipitazione P che effettivamente raggiunge la superficie del suolo (Dastane, 1974), ovvero la precipitazione ridotta della quantità d'acqua intercettata dalla vegetazione (intercettazione fogliare)⁸ Il valore 10 è inserito per ottenere il fabbisogno irriguo in m^3 , avendo espresso ET_p e P_n in mm/d e A in ha. **Nella formula sono stati, poi,**

⁷ Sistema Piogge utili impiegato in IRRIFRAME: Driessen P.M. (1986) - *The water balance of the soil*. Van Keulen H., Wolf J. (Eds). Modelling of agricultural production: weather, soils and crops. Pudoc, Wageningen, 479 pp.

⁸ L'intercettazione fogliare può essere calcolata noto il valore dell'indice di area fogliare e della frazione di suolo coperta da vegetazione, secondo la procedura utilizzata in IRRISAT (Vuolo et al., 2015).

introdotti dei coefficienti di efficienza irrigua al fine di ottenere i fabbisogni alla testa del distretto irriguo anziché al campo: il termine e_{ap} indica l'efficienza di applicazione (al campo), e_d rappresenta l'efficienza del sistema di distribuzione (nel distretto) ed e_a quella di adduzione (fino al distretto); quest'ultimo termine può essere posto uguale ad 1 nel caso in cui la determinazione di W si riferisca al distretto irriguo.

Il fabbisogno calcolato attraverso la (6) rappresenta il valore *massimo* del volume d'acqua; si assume, quindi, che, attraverso gli interventi irrigui, il contenuto idrico del suolo sia mantenuto nelle condizioni ottimali per il rifornimento idrico della coltura, trascurando implicitamente eventuali apporti di risalita capillare. Quest'ultima ipotesi è accettabile per profondità della falda ipodermica superiore ai 2,5 m rispetto al piano di campagna.

Il fabbisogno irriguo deve essere calcolato per intervalli temporali non superiori ad un mese, per estensioni areali definite (dal singolo campo al distretto irriguo), tenendo conto della variabilità spaziale e temporale dei dati necessari.

Nel caso degli apprestamenti protetti, tenuto conto delle caratteristiche medie delle colture praticate e dei materiali di copertura, si propone l'utilizzo della seguente formula, analoga alla (6) ma con il valore di ET_0 (evapotraspirazione di riferimento secondo definizione FAO 56) in sostituzione di ET_p :

$$W_{serre} = 10 \frac{ET_0}{e_{ap}e_d e_a} A \Delta t \quad [m^3] \quad (7)$$

3 Dati necessari al calcolo dei fabbisogni irrigui e loro disponibilità

I dati necessari per determinare i fabbisogni irrigui di un territorio dipendono strettamente dal metodo di stima utilizzato e sono essenzialmente di tre categorie:

- Variabili meteorologiche;
- Ubicazione ed estensione delle aree irrigue;
- Variabili riferite allo sviluppo delle colture in esse presenti.

3.1 Variabili meteorologiche

Nella categoria si trovano le seguenti variabili:

- T_a : temperatura dell'aria
- RH : umidità dell'aria
- P : pioggia.
- S_t : Radiazione solare totale
- U : velocità del vento

In molte stazioni, come ad esempio quelle del Servizio Idrografico, sono presenti solo dati di temperatura dell'aria e di precipitazione; in tal caso si possono adottare metodi come quello di Hargreaves (4) o procedure di stima dei dati mancanti (Jensen et al., 1990), la cui accuratezza è accettabile per intervalli temporali superiori ai dieci giorni.

In generale, mentre la temperatura e l'umidità dell'aria, la velocità del vento e la precipitazione possono variare sensibilmente tra loro anche se misurate in luoghi poco distanti l'uno dall'altro, la radiazione solare presenta una variabilità spaziale più ridotta. L'affidabilità è migliore quando si utilizzano misure aggregate alla scala giornaliera piuttosto che dati orari.

Laddove i dati di stazioni meteorologiche non siano disponibili o affidabili, è possibile ricorrere ai modelli di circolazione atmosferica a scala locale che consentono di derivare tutte le variabili sopra descritte in maniera spazialmente distribuita e omogenea, come ad esempio il modello meteorologico Cosmo-Lami con risoluzione di 7,5 km (http://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=2584&idlivello=32) oppure i modelli MOLOCH (1.5 km) e BOLAM (8.3 km) (<http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/>).

3.2 Ubicazione ed estensione delle aree irrigue

Le aree irrigue possono essere individuate utilizzando la banca dati “SIGRIAN” (Sistema informativo nazionale per la gestione delle risorse idriche in agricoltura) sensibilizzando gli enti irrigui ad attivarsi per mantenere aggiornati i dati in essa contenuti, con particolare riferimento all’estensione delle aree effettivamente irrigate all’interno del distretto.

3.3 Variabili riferite allo sviluppo delle colture

Le variabili riferite allo sviluppo colturale sono quelle necessarie al calcolo dell’evapotraspirazione, come indicato al paragrafo 1. Le più importanti sono:

- indice di area fogliare (*LAI*, Leaf Area Index), determinato con osservazioni dirette in campo oppure stimato da immagini multispettrali, come nel servizio di consiglio irriguo IRRISAT;
- fase fenologica colturale, determinata con osservazioni dirette in campo oppure stimata attraverso sommatorie termiche, come nel servizio di consiglio irriguo IRRIFRAME.

4 Modelli di bilancio idrologico

Quando i dati disponibili lo consentono, è possibile stimare i fabbisogni irrigui tenendo conto di tutti i termini del **bilancio idrologico** delle colture; in tal caso è richiesta la conoscenza delle caratteristiche idrauliche dei suoli, delle eventuali interazioni con la falda ipodermica, oltre ad informazioni sullo sviluppo degli apparati radicali.

Il bilancio idrologico è espresso in forma generica dalla seguente espressione:

$$\Delta V = ((P_n + I_n + f) - (ET_{act} + v)) \Delta t \quad (8)$$

in cui si determina la variazione di contenuto d’acqua ΔV nella porzione di suolo occupata dalle radici e nell’intervallo di tempo Δt in base all’equazione di continuità fra flussi entranti (pioggia netta P_n , e irrigazione netta I_n , al netto dell’intercettazione fogliare (ved. nota 3), e apporto per risalita capillare da falda ipodermica f) e flussi uscenti, dati da evapotraspirazione effettiva (ET_{act}) e percolazione verso la falda (v). Quando il bilancio idrologico è utilizzato per la stima dei fabbisogni di distretto, i volumi irrigui e i momenti d’intervento vengono automaticamente calcolati ed imputati in base a criteri legati allo stato idrico del suolo risultante dal modello e definendo delle specifiche soglie di intervento.

Generalmente si prevede che, non appena raggiunto un valore critico del contenuto d’acqua V_{min} la riserva idrica del suolo sia ripristinata mediante l’apporto del volume irriguo I_n determinato come una percentuale prefissata p del deficit idrico:

$$I_n = p (V_{cc} - V_{min}) \quad (9)$$

dove V_{cc} indica il valore del contenuto d’acqua quando lo strato di suolo si trova interamente alla capacità di campo. Effettuato il calcolo del bilancio per tutti gli intervalli temporali della stagione irrigua, il fabbisogno irriguo stagionale scaturirà dalla somma di tutti i valori I_n ottenuti in base all’equazione (9).

Bibliografia

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. (1998) "Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements." Food Agricult. Organisation (FAO) – Irrigation and Drainage Paper 56; link: <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>

Bos M., Burton M.A., Molden D.J. (2005) "Irrigation and Drainage Performance Assessment: practical guidelines" CABI Publ., pp. 166.

Dastane, N.G. (1974). Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 25. Rome, ITALY

Driessen P.M. (1986) - *The water balance of the soil*. Van Keulen H., Wolf J. (Eds). Modelling of agricultural production: weather, soils and crops. Pudoc, Wageningen, 479 pp.

Duffie and Beckman (1980) "Solar Engineering of Thermal Processes" New York, NY: Wiley

D'Urso G., Palladino M. (2007). Atti della I giornata di studio Progetto AQUATER, CRA-SCA, Bari; link: http://aquater.entecra.it/atti_aquater/pdf/Atti%20AQUATER_%20D_Urso_101_110.pdf

D'Urso G. (2015) "Nuove tecnologie per la stima dei fabbisogni irrigui a scala di bacino e di comprensorio" in "L'acqua in agricoltura" a cura di Marcello Mastrorilli, Edagricole, pp. 119

Hargreaves, G.H. (1994). "Simplified coefficients for estimating monthly solar radiation in North America and Europe." Departmental Paper, Dept. of Biol. And Irrig. Engrg., Utah State University, Logan, Utah.

Jensen M.E., Burmann R.D., Allen R.G. (1990) "Evapotranspiration and irrigation water requirements" ASCE Manual n. 70, 42-47.

Monteith J.L., Unsworth M.H. (1990) – Principles of Environmental Physics, Edizioni E. Arnold, pp. 290

Vuolo, F.; D'Urso, G.; De Michele, C.; Bianchi, B.; Cutting, M. Satellite-based Irrigation Advisory Services: A common tool for different experiences from Europe to Australia. Agric. Water Manag. 2015, 147, 82–95