

# Guida Irrigazione



### **Team di progetto**

Christina Dübendorfer, EBP

Andrea Marti, SSAFA

Ivo Fölmli, EBP

Veronica Bozzini, EBP

Stéphane Burgos, SSAFA

Liv Kellermann, SSAFA

Christian Bucher, Esperto

Andreas Keiser, SSAFA

Andreas Zysset, EBP

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zurigo

Telefono +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

14 maggio 2024

Leitfaden-Bewässerung\_20241105.docx

**Committente:** Bernard Belk, Vicedirettore, Ufficio federale dell'agricoltura UFAG, Schwarzenburgstrasse 165, 3003 Berna. Con il cofinanziamento dei Cantoni SO, GE, FR, VS, VD, ZH, TG, BL, BE

**Direzione del progetto:** Jan Béguin (UFAG)

**Gruppo di lavoro:** Urs Anderegg (Ct. VS), Andreas Bubendorf (Ct. BL), Dominique Gärtner, Stefan Kempf (Ct. BE), Rainer Messmer (Ct. TG), Pascale Ribordy (Ct. FR), Stéphane Capillon (UFAG)

**Gruppo d'accompagnamento:** Thomas Hersche (UFAG), Petra Schmocke-Fackel (UFAM), Annelie Holzkämper (Agroscope), Anne van Buel (Ct. VD), Lucas Wettstein, Lukas Kilcher (COSAC)

**Altri esperti** (partecipazione a workshop, informazioni bilaterali): Moreno Bonotto (Ct. GR), Frédéric Brand (Ct. VD), Irène Forrer Kohler (Ct. ZH), Christian Gmünder (Simultec), Ralph Hächler (BHQ), Peter Hänzi (Ct. AG), Daniela Hodel (Grangeneuve), Laurent Horvath (BlueArk Entremont), Christoph Johner (BG Kerzers-Fräschels), Walter Koch (Rathgeb Bioprodukte AG), Thomas Kuster (Agroscope), Reto Leumann (Arenenberg), Michael Mannale (Arenenberg), Marco Meisser (Mandaterre), Hans-Peter Misteli (Ct. ZH gestione delle acque), Philippe Monney (Agroscope), Marlis Nöll (Arenenberg), Susanne Preiswerk (Ct. ZH), Johann Pury (Ribi SA), Florian Sandrini (Arenenberg), Olivier Stauffer (Ct. VD gestione delle acque), Pierre-Alain Sydler (BG Kerzers-Fräschels), Anja Taddei (Ct. TG gestione delle acque), Joël Terrin (Arrobroye), Murielle Thomet (hydrique), Christophe Trüb (Ct. GR), Lina Tyroller (Ct. TG gestione delle acque), Peter Widmer (Genossenschaft Aarberg), Thomas Wyssa (USPV)

## *Guida Irrigazione – un importante contributo per l'irrigazione qualitativa in caso di siccità*

### Prefazione

Care lettrici, cari lettori

L'adattamento ai cambiamenti climatici è una sfida a lungo termine per l'agricoltura. In Svizzera nei periodi di stress da siccità si ricorre all'irrigazione per assicurare la resa e la qualità attraverso le risorse idriche disponibili. In questo frangente i contributi per i miglioramenti strutturali svolgono un ruolo fondamentale. Infatti, assicurano un sostegno finanziario ai progetti di irrigazione e quindi non soltanto attenuano gli effetti dei periodi di siccità sempre più frequenti, bensì contribuiscono anche allo sviluppo economico dello spazio rurale.

La presente guida è uno strumento per la pianificazione e la realizzazione dei progetti di irrigazione sovvenzionati in tutta la Svizzera. Ha lo scopo di migliorare e semplificare il processo progettuale. A tal fine è necessaria una documentazione facilmente fruibile che supporti i promotori, i Cantoni e gli ingegneri nelle varie fasi di sviluppo. La procedura, il processo e gli argomenti da trattare possono variare in dettaglio a seconda del progetto e del Cantone. Si applica il principio del dispendio adeguato.

La guida si basa sull'attuale situazione irrigua della Svizzera. È stata concepita per permettere di elaborare un progetto di irrigazione a norma di legge e secondo lo stato attuale delle conoscenze. In questo modo le risorse finanziarie prospettate nel quadro della Strategia Miglioramenti Strutturali 2030+ possono avere un impatto ottimale. In quanto parte della Strategia climatica per l'agricoltura e l'alimentazione 2050, la guida contribuisce a preservare e a rafforzare le basi della produzione agricola per la sicurezza alimentare della Svizzera.

Commissionata dall'UFAG, la guida è stata redatta dall'azienda EBP e dalla Scuola superiore di scienze agrarie, forestali e alimentari (SSAFA). I Cantoni hanno preso parte al progetto quali membri sia del gruppo di lavoro, composto in modo paritario, sia del gruppo di accompagnamento. Nove di loro ne hanno cofinanziato la realizzazione insieme all'UFAG. A tutte le persone e le istituzioni che hanno preso parte al progetto va il mio più sentito ringraziamento.

Vi auguro un'interessante lettura!

Bernard Belk

Vicedirettore dell'Ufficio federale dell'agricoltura



## Indice

---

1.	Compendio	7
1.1	Scopo e collocazione della guida	7
1.2	Processo e tappe salienti dei progetti di irrigazione	7
1.3	Contenuti dei progetti di irrigazione e contenuti della guida	9
1.4	Definizione degli scenari	11
2.	Analisi della situazione	13
2.1	Colture da considerare per il dimensionamento	13
2.2	Analisi della situazione relativa all'agricoltura e superfici coltive rilevanti	14
2.3	Impatto sull'ambiente e potenziali conflitti	15
3.	Caratteristiche del suolo e idoneità all'irrigazione	16
3.1	Ripartizione in zone sulla base delle caratteristiche prevalenti del suolo	17
3.2	Valutazione dei rischi e delle limitazioni	18
3.3	Idoneità all'irrigazione delle varie zone	20
3.4	Gestione dei rischi	20
4.	Fabbisogno idrico e dimensionamento	22
4.1	Stima approssimativa del fabbisogno irriguo	22
4.2	Stima del fabbisogno irriguo	23
4.3	Dimensionamento dell'impianto	25
4.4	Dimensionamento del serbatoio	26
4.5	Adeguamenti specifici per il progetto	27
5.	Disponibilità idrica	28
5.1	Quadro generale delle fonti idriche e chiarimento delle basi	28
5.2	Stima dell'offerta d'acqua	29
5.3	Bilancio del fabbisogno e dell'offerta d'acqua	30
5.4	Gestione dei deficit idrici: misure preventive	31
6.	Efficienza e monitoraggio	32
6.1	Piano di efficienza	33
6.2	Monitoraggio e indicatori di efficienza dell'acqua	35
6.3	Efficienza energetica	36
7.	Costi e redditività	38

---

7.1	Stima dei costi di investimento	38
7.2	Stima dei costi annuali	39
7.3	Ripartizione dei costi e tariffe dell'acqua	40
7.4	Redditività dell'irrigazione	41
7.5	Analisi di sensibilità – Gestione delle incertezze	43
8.	Organizzazione	44
8.1	Scelta della forma organizzativa	44
8.2	Atti costitutivi e regolamenti	46
9.	Prospettiva	48

## Allegati

A1	Check list Contenuti del progetto per fase	49
	A1.1 Inizializzazione	49
	A1.2 Studio preliminare	50
	A1.3 Progettazione	51
A2	Analisi della situazione (cap. 2)	52
	A2.1 Motivazione della considerazione delle colture	52
	A2.2 Conflitti potenziali	53
A3	Idoneità all'irrigazione del suolo (cap. 3)	54
	A3.1 Basi e valori standard	54
	A3.2 Descrizione dei rischi possibili	57
A4	Fabbisogno idrico e dimensionamento (cap. 4)	58
	A4.1 Quadro generale dei valori indicativi e dei modelli attualmente disponibili	58
	A4.2 Analisi di sensibilità del dimensionamento	62
A5	Disponibilità idrica (cap. 5)	67
A6	Efficienza e monitoraggio (cap. 6)	70
	A6.1 Assi strategici per un utilizzo efficiente dell'acqua	70
	A6.2 Esempi di calcolo e interpretazione degli indicatori di efficienza	
		78
A7	Costi e redditività (cap. 7)	81
	A7.1 Valori empirici per i costi di investimento	81
	A7.2 Strumenti di calcolo dei costi annuali	83

---

A7.3 Strumento di calcolo dei benefici finanziari	84
A8 Raccomandazione sui valori indicativi per il fabbisogno irriguo	86

## 1. Compendio

### 1.1 Scopo e collocazione della guida

L'irrigazione sta diventando sempre più importante in Svizzera e le richieste di progetti infrastrutturali in questo ambito sono aumentate negli ultimi dieci anni. In virtù dell'ordinanza sui miglioramenti strutturali (OMSt), la costruzione di infrastrutture per l'irrigazione può essere sostenuta finanziariamente mediante contributi dei Cantoni e della Confederazione.

Contesto e finalità della guida

I progetti di irrigazione possono essere molto eterogenei. La presente guida riassume i principi, i metodi e le conoscenze attuali in modo orientato all'applicazione, sotto forma di raccomandazione, creando una base il più possibile standardizzata per la pianificazione e la valutazione dei progetti, soprattutto di quelli per i quali si richiede un sostegno finanziario. L'obiettivo è fornire un quadro di riferimento che possa essere adattato in modo flessibile ai differenti progetti.

La guida è rivolta in primo luogo ai promotori e agli ingegneri che elaborano i progetti nonché agli uffici cantonali preposti ai miglioramenti strutturali e all'Ufficio federale dell'agricoltura in qualità di autorità che assegnano i contributi. Inoltre può essere d'ausilio ad altri servizi coinvolti, in particolare agli uffici cantonali dell'ambiente o alle autorità preposte al rilascio di autorizzazioni edilizie.

Pubblico target

La guida illustra il processo generale che all'occorrenza deve essere adattato al progetto e alle condizioni locali. I contenuti si basano in gran parte su esperienze maturate nella realizzazione di progetti e su valutazioni di esperti (cfr. colophon). È concepita in maniera tale da descrivere il processo nel modo più indipendente possibile dalle basi attuali, fornendo valori indicativi e modelli allegati.

Demarcazioni

La guida è incentrata sulla progettazione di impianti di irrigazione. Gli aspetti a livello operativo vengono trattati soltanto se sono rilevanti ai fini della pianificazione.

### 1.2 Processo e tappe salienti dei progetti di irrigazione

La figura 1 illustra il processo con le tappe salienti per la pianificazione, la costruzione, il finanziamento e l'organizzazione. La presente guida fornisce un supporto per le prime tre fasi del processo.

Priorità della guida

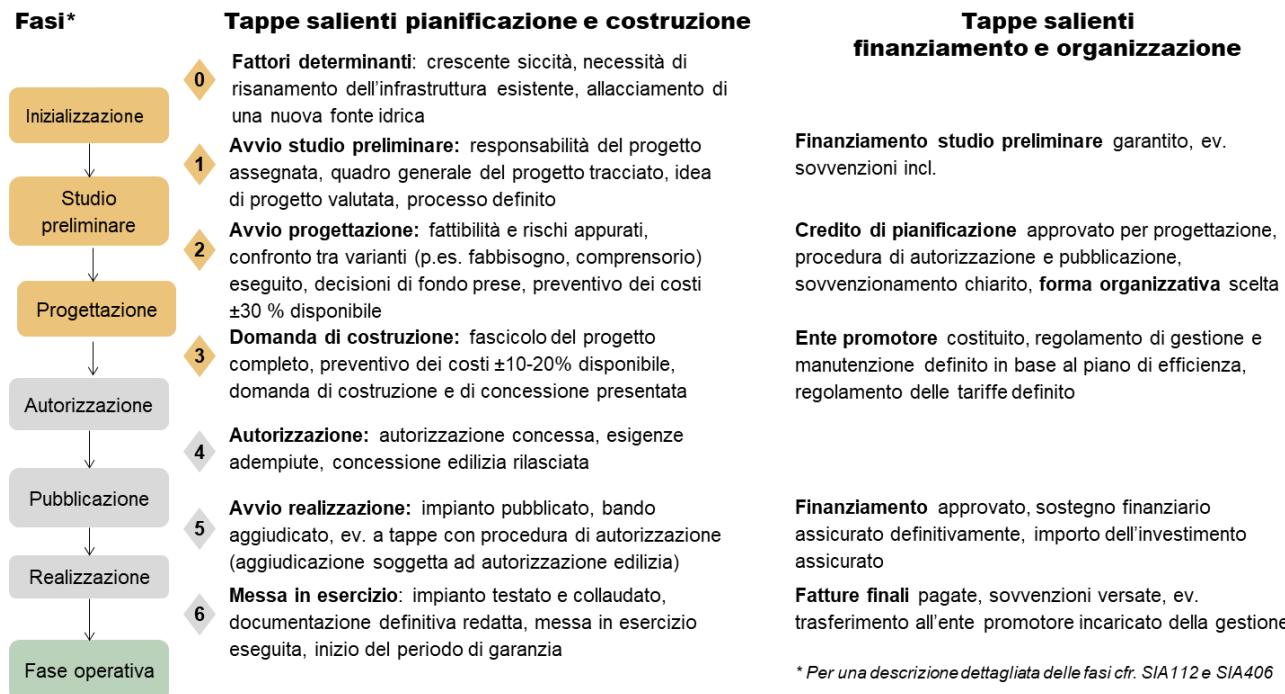


Figura 1 Processo di realizzazione di un progetto di irrigazione, incl. tappe salienti.

Le fasi del progetto riportate nella figura 1 corrispondono al processo SIA e sono descritte nelle norme SIA 112 e 406. Il processo è indipendente dalla portata del progetto, ma non tiene conto del contesto cantonale e specifico del progetto. Nei progetti di piccola portata la complessità dei singoli compiti si riduce. Le fasi si differenziano come segue.

Inizializzazione,  
studio preliminare,  
progettazione

- Nella fase di **inizializzazione** si decide se e con chi avviare un progetto. Si traccia un quadro generale del progetto e si esamina l'idea del progetto.
- Nella fase di **studio preliminare** si analizza la fattibilità con un dispendio adeguato. Si chiariscono le condizioni quadro, si acquisiscono i dati di base essenziali (offerta d'acqua, portata delle sorgenti, qualità del suolo, ecc.), si analizzano le difficoltà e gli ostacoli del progetto, si sviluppano varianti mettendole a confronto e infine si determina la fattibilità, inclusa la sostenibilità finanziaria.
- Nella fase di **progettazione** il progetto è elaborato in dettaglio per garantire e ottimizzare la realizzazione tecnica, l'autorizzazione nonché la sostenibilità finanziaria. Parallelamente viene assicurato il finanziamento e, al più tardi al momento della presentazione della domanda di costruzione, viene definito e, se necessario, formalmente costituito l'ente promotore responsabile e finanziatore della realizzazione del progetto.

Coordinamento  
tempestivo con l'uf-  
ficio cantonale pre-  
posto ai miglia-  
menti strutturali sul  
livello di dettaglio  
dei contenuti

L'ufficio cantonale preposto ai miglioramenti strutturali funge da primo interlocutore nella fase di **inizializzazione**, per definire tempestivamente il processo, i modelli di progetto e le esigenze attuali, nonché i potenziali contributi finanziari per la pianificazione. Nella figura A1 è riportata una lista di controllo da usare come ausilio per stabilire le esigenze relative al fascicolo del progetto. Ad esempio, per progetti individuali di piccola portata si può ridurre il livello di dettaglio. L'elenco delle esigenze concordato congiuntamente può essere utilizzato anche come lista di controllo per verificare la completezza del fascicolo.

I contenuti e i processi nello **studio preliminare** e nella **progettazione** sono simili, ma il livello di dettaglio aumenta in quest'ultima fase. Per la fase di progettazione non è prevista una suddivisione dettagliata nelle sottofasi «progetto preliminare», «progetto di costruzione» e «progetto pubblicato» analogamente al processo SIA, in quanto per un progetto di irrigazione, a seconda della portata, è sufficiente elaborare un «progetto preliminare esteso» o un progetto preliminare e pubblicato per la domanda di costruzione.

La scelta e l'eventuale costituzione dell'ente promotore nonché l'accertamento del finanziamento per la pianificazione, la costruzione e la gestione degli impianti di irrigazione avvengono in parallelo all'elaborazione del fascicolo del progetto.

### 1.3 Contenuti dei progetti di irrigazione e contenuti della guida

La figura 2 riporta una planimetria del comprensorio di un progetto di irrigazione con gli elementi tipici di un'infrastruttura di irrigazione.

Livello di dettaglio adeguato e fasi di pianificazione opportune

Organizzazione e finanziamento

Progetti diversi, contenuti analoghi

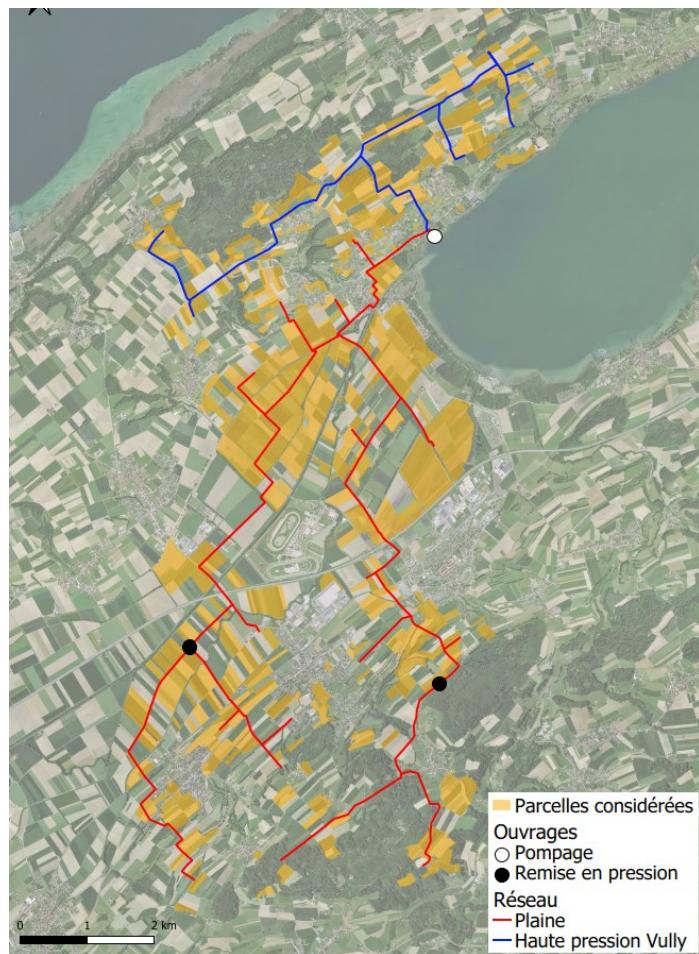


Figura 2 Esempio di planimetria.

Una delle basi fondamentali di ogni progetto di irrigazione è data dalle dimensioni e dalle caratteristiche del comprensorio. Quest'ultimo può subire variazioni nel corso della progettazione. La definizione del comprensorio, l'accertamento dei rapporti di proprietà e la scelta dei partecipanti al progetto sono punti chiave in tutte le fasi del progetto (cfr. cap. «Organizzazione del progetto» nella lista di controllo all'all. A1).

Tutti i progetti di irrigazione comprendono essenzialmente gli stessi elementi infrastrutturali: una captazione delle acque, una stazione di pompaggio, una rete di condotte e di distribuzione capillare sulle particelle, integrata da un serbatoio a seconda della situazione<sup>1</sup>. Il dimensionamento e la complessità possono tuttavia differire notevolmente. Anche il contesto iniziale da cui prende spunto il progetto di irrigazione può variare e si può spaziare dalla costruzione di un nuovo impianto all'ampliamento/risanamento dell'infrastruttura esistente o all'allacciamento di una nuova fonte idrica.

Il capitolo 1 fornisce un quadro generale del processo e dei contenuti di un progetto di irrigazione. I temi vengono poi illustrati singolarmente in capitoli dedicati che sono indicati nella figura 3 accanto ai pertinenti contenuti del progetto di irrigazione. Gli aspetti strutturali e tecnici rientrano nella sfera delle competenze degli studi di ingegneria e pertanto non sono descritti nella guida.

Contenuti della guida

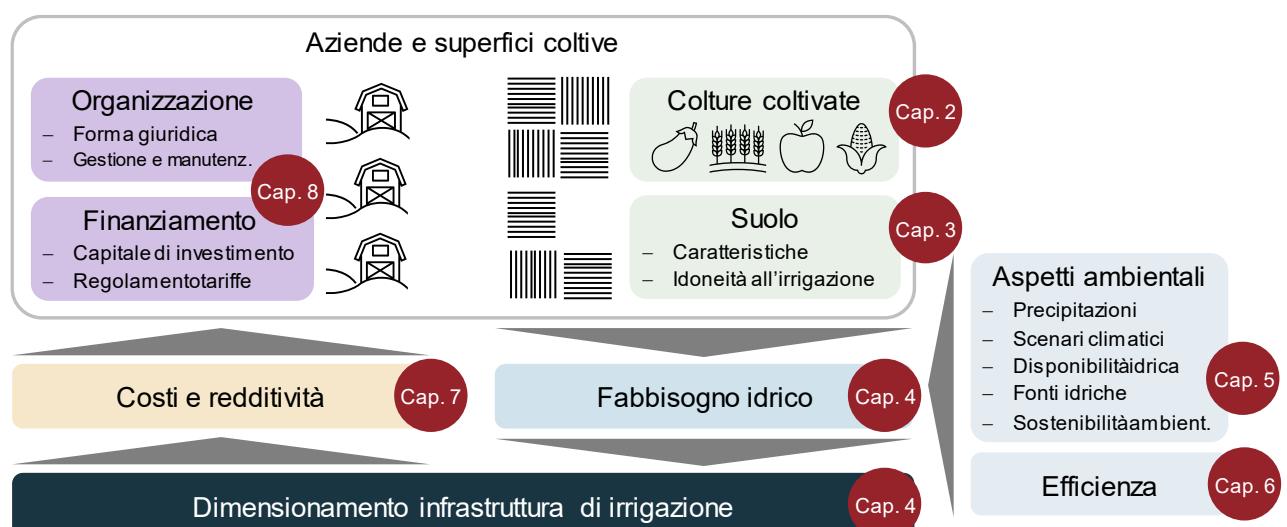


Figura 3 Quadro generale dei contenuti di un progetto di irrigazione con rimando ai capitoli pertinenti della guida.

Le aziende interessate dovrebbero tracciare un quadro approssimativo dei contenuti come illustrato dalla figura 3 già all'inizio del progetto. La panoramica delle superfici coltive e delle colture principali e secondarie è una base fondamentale del progetto di irrigazione. Nel corso del progetto, questa viene utilizzata per la scelta delle colture e delle superfici da irrigare (cfr. cap. 2.1).

Panoramica iniziale delle aziende interessate e delle rispettive superfici e colture

Le caratteristiche del suolo nel comprensorio costituiscono una base importante per la stima del fabbisogno idrico. Un'accurata analisi dei rischi e, all'occorrenza, l'attuazione di misure adeguate garantiscono la preservazione a lungo termine della fertilità del suolo e un'irrigazione oculata ed efficiente (cfr. cap. 3). Inoltre, le perdite d'acqua possono essere evitate regolando l'irrigazione in base alla capacità di ritenzione idrica del suolo.

Caratteristiche e fertilità del suolo

Il fabbisogno idrico delle colture viene calcolato in base a numerosi fattori e il dimensionamento dell'infrastruttura di irrigazione viene definito di conseguenza (cfr. cap. 4). Non sono soltanto le colture e le superfici da irrigare a svolgere un ruolo

Definizione del fabbisogno idrico e dimensionamento

<sup>1</sup> Per maggiori dettagli su impianti e infrastrutture si rimanda all'allegato A7.1.

importante, bensì anche le caratteristiche del suolo di cui al capitolo 3, la disponibilità idrica stagionale di cui al capitolo 5 e una gestione efficiente delle risorse idriche di cui al capitolo 6.

In base al dimensionamento dell'infrastruttura di irrigazione, vengono stimati i costi di investimento e i costi annui (cap. 7). Attraverso l'analisi della redditività è possibile scartare le superfici per le quali il rapporto costi-benefici dell'irrigazione è negativo.

In genere più il progetto è ampio e complesso, più l'elaborazione è dispendiosa. A titolo d'esempio, il confronto tra varianti è basilare per prendere importanti decisioni di fondo, ma richiede anche che determinati contenuti debbano essere sviluppati a più riprese o per diverse varianti, come illustrato nella figura 3. Inoltre, i contenuti sono spesso elaborati in modo iterativo (cfr. fig. 4) per approfondirli nel corso della progettazione e per ottimizzarli rispetto alle condizioni specifiche e alle esigenze.



Figura 4      Processo iterativo per l'elaborazione e l'ottimizzazione dei contenuti.

Per la costruzione nonché la gestione e la manutenzione a lungo termine dell'infrastruttura di irrigazione va scelta una forma organizzativa idonea (cfr. cap. 8). Inoltre, i costi annuali devono essere coperti da tariffe adeguate che garantiscano finanziariamente la gestione e la manutenzione a lungo termine dell'infrastruttura di irrigazione.

Costi e redditività  
dell'infrastruttura di  
irrigazione

Processo iterativo  
e confronto tra va-  
rianti

Disponibilità idrica  
Efficienza

Organizzazione e  
finanziamento

## 1.4 Definizione degli scenari

La guida distingue quattro scenari in due periodi di tempo, che differiscono in termini di condizioni climatiche e superfici coltive.

Quattro scenari

- Il punto di partenza è il presente, con le attuali superfici coltive (proposta: ultimi 3-5 anni) e le attuali condizioni climatiche (proposta: periodo 1991-2020 o più recente).
- Gli scenari futuri si riferiscono all'anno 2060 (periodo 2045-2075, o >30 anni dalla rispettiva data di realizzazione). Per le condizioni climatiche si prende in considerazione lo scenario «Nessuna protezione del clima» (RCP 8.5). Questo scenario è consigliato anche per le previsioni delle future superfici coltive.
- Per le condizioni climatiche e i valori che ne dipendono (fabbisogno idrico, disponibilità idrica) si distingue tra un anno normale e un anno di siccità. Laddove tali valori non sono disponibili nonché come valori indicativi, per il presente si possono utilizzare periodi di tempo più brevi o valori empirici per un anno medio e un anno di siccità.

Nella figura 5 viene illustrato schematicamente quali dei quattro scenari vanno presi in considerazione a seconda del quesito. Gli scenari futuri tengono conto delle variazioni del fabbisogno e della disponibilità d'acqua legate ai cambiamenti climatici e sono rilevanti, ad esempio, per gli investimenti nella costruzione di condotte con una durata di vita di oltre 30 anni (cfr. cap. 4 e 5). Per altri quesiti, come la sostenibilità finanziaria (sostenibilità finanziaria, cfr. cap. 7), è determinante l'anno normale nel presente, poiché la gestione dell'infrastruttura di irrigazione deve essere già oggi redditizia su una media a lungo termine.

Scelta dello scenario a seconda del quesito

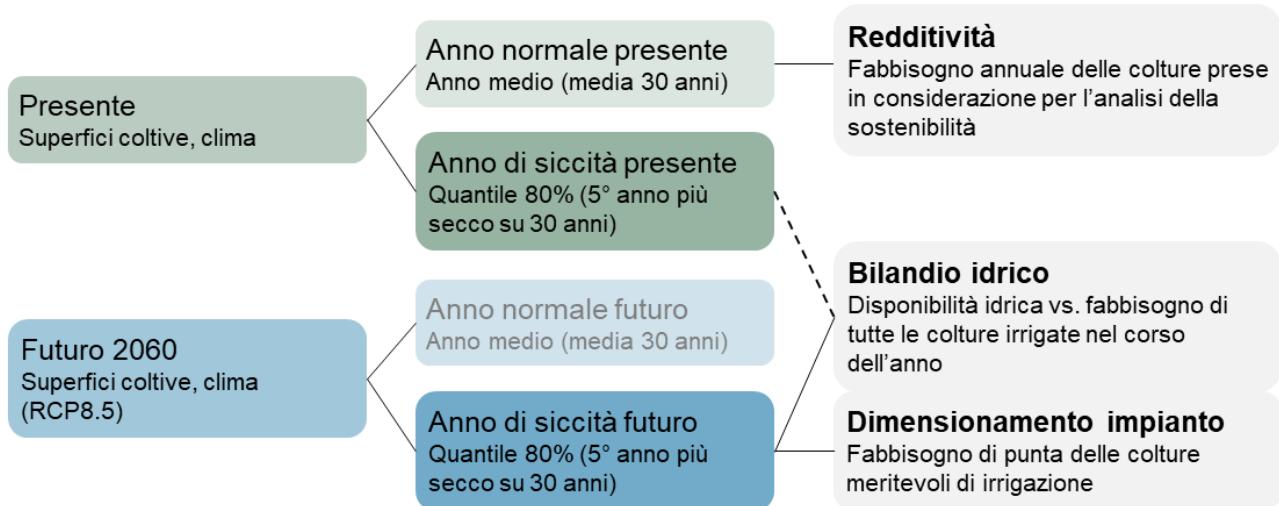


Figura 5 Scenari presenti e futuri che dovrebbero essere presi in considerazione a seconda del quesito.

## 2. Analisi della situazione

Per ogni progetto di irrigazione è fondamentale stabilire le colture da considerare per il dimensionamento ed effettuare un'analisi della situazione agronomica. In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Procedere a una prima scelta delle colture da considerare per il dimensionamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stabilire le colture da considerare per il dimensionamento</li> <li>— Effettuare un'analisi della situazione agronomica</li> <li>— Descrivere l'impatto sull'ambiente e accertare l'obbligo EIA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Verificare la scelta delle colture da considerare per il dimensionamento</li> <li>— Verificare l'analisi della situazione agronomica</li> <li>— Illustrare come vengono gestiti i conflitti tra protezione e utilizzo</li> </ul>

### 2.1 Colture da considerare per il dimensionamento

L'identificazione delle colture da considerare per il dimensionamento nel progetto funge da base per la stima del fabbisogno idrico e per il conseguente dimensionamento del progetto.

Una coltura è considerata meritevole di irrigazione se le perdite di ricavo evitate grazie all'irrigazione ne superano i costi. La valutazione avviene in funzione della coltura e dell'ubicazione<sup>2</sup>. Nella presente guida per decidere se considerare o meno una coltura per il dimensionamento di un impianto vengono analizzati ulteriori aspetti quali la creazione di valore aggiunto, l'importanza regionale di una coltura e la sicurezza alimentare.

Idoneità della coltura all'irrigazione

Già nello **studio preliminare** si stabilisce quali colture vengono considerate per il dimensionamento. A tal proposito nella tabella 1 vengono distinte tre categorie.

Colture per il dimensionamento

Per le colture della categoria II devono essere fornite prove plausibili, caso per caso, del motivo per cui la coltura debba essere presa in considerazione per il dimensionamento. Alcune delle argomentazioni a favore possono essere:

Valutazione caso per caso

- la redditività: il valore aggiunto dell'irrigazione supera i costi dell'irrigazione nel comprensorio (cfr. cap. 7.4);
- la creazione di valore aggiunto e l'importanza regionale della coltura: la coltura ha un ruolo fondamentale per la creazione di valore aggiunto nella regione o il valore economico è fondamentale per garantire l'esistenza delle aziende nella regione;
- un rapporto favorevole tra fabbisogno irriguo e ricavo assicurato: irrigando la coltura in modo mirato con una quantità di acqua bassa si può assicurare gran parte del ricavo (p.es. mais da granella);
- le condizioni climatiche nella regione del progetto: periodi di siccità frequenti durante le fasi in cui le colture sono sensibili allo stress da siccità.

<sup>2</sup> Marbot B., Schneider M. & Flury C., 2013. Wiesenbewässerung im Berggebiet. 55 pag., Agroscope, Ettenhausen e Zurigo.

Zorn, Alexander & Lips, Markus. (2016). Wirtschaftlichkeit der Bewässerung ausgewählter Kulturen im Kanton Basel-Landschaft.

All'allegato A2.1 sono elencate le possibili prove che possono essere fornite per avvalorare un'argomentazione.

	Categoria I	Categoria II	Categoria III
<b>Descrizione</b>	Utilizzata per il dimensionamento	Valutazione caso per caso: utilizzata per il dimensionamento soltanto se viene fornita una prova plausibile	Attualmente non utilizzata per il dimensionamento
<b>Colture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Verdura anche coltura secondaria</li> <li>— Frutta (impianti intensivi)</li> <li>— Bacche</li> <li>— Patate</li> <li>— Patate dolci</li> <li>— Vite</li> <li>— Vivai</li> <li>— Fiori</li> <li>— Piante ornamentali</li> <li>— Produzione di piantine per l'orticoltura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Mais da granella</li> <li>— Soia</li> <li>— Prati/superfici inerbite</li> <li>— Barbabietole da zucchero</li> <li>— Tabacco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Cereali</li> <li>— Colza</li> <li>— Girasoli</li> <li>— Piselli proteici</li> <li>— Favette</li> <li>— Mais da silo</li> <li>— Pascoli</li> <li>— Miglio</li> <li>— Lenticchie</li> <li>— Ceci</li> <li>— Lino</li> </ul>

Tabella 1 Suddivisione delle principali colture da pieno campo in tre categorie. La stima si basa su valori empirici, riscontri da workshop e risultati di test<sup>3</sup>.

## 2.2 Analisi della situazione relativa all'agricoltura e superfici coltive rilevanti

L'analisi della situazione relativa all'agricoltura nel comprensorio fornisce un quadro generale degli aspetti agronomici e delle condizioni quadro dal profilo territoriale. Il fulcro dell'analisi è l'identificazione delle superfici coltive necessarie per la pianificazione.

Come base per la pianificazione dei progetti di irrigazione sono necessari diversi dati sulle superfici coltive. Come indicato nella figura 5, questi variano a seconda del quesito (p.es. dimensionamento dell'impianto, bilancio idrico, redditività, cfr. rispettivo capitolo). Come negli scenari definiti al capitolo 1.4, il punto di partenza è costituito dalle **superfici coltive attuali nel comprensorio del progetto**. Come base di dati si utilizzano i dati sulle coltivazioni dei sistemi cantonali di geoinformazione o le registrazioni effettuate dal capoazienda, ad esempio, negli ultimi tre anni. Nel caso di colture speciali, queste possono essere specificate dal capoazienda e, se opportuno, possono essere raggruppate o definite come colture principali per semplificare. È possibile aggiungere colture secondarie. Particolamente importanti sono le colture da considerare per il dimensionamento (cfr. cap. 2.1) che devono essere selezionate come base per la stima del fabbisogno per classe di testitura (cfr. cap. 3.1 e 4.2).

Dati sulle superfici necessarie

Per stabilire il volume d'acqua utile può essere necessario quantificare le superfici coltive considerando un'area più ampia (cfr. cap. 5.2). Se è prevedibile che, dopo la realizzazione dell'impianto, saranno irrigate altre colture e che ciò ha un impatto

Eventuali dati complementari sulle superfici

<sup>3</sup> Zorn, M. Lips. Wirtschaftlichkeit der Bewässerung ausgewählter Kulturen im Kanton Basel-Landschaft. 7 ottobre 2016.

topagrar (ed.): Fricke, E. und Riedel, A.: Für wen lohnt das Zusatzwasser? Ratgeber Berechnung, 2019.

rilevante sui volumi d'acqua richiesti (cfr. cap. 5.3) o è incluso nel calcolo della redditività (cfr. cap. 7.4), devono essere indicate anche tutte le colture che potrebbero essere irrigate. A titolo opzionale è possibile fare ipotesi sulle variazioni delle superfici coltive nel futuro (cfr. cap. 4.2).

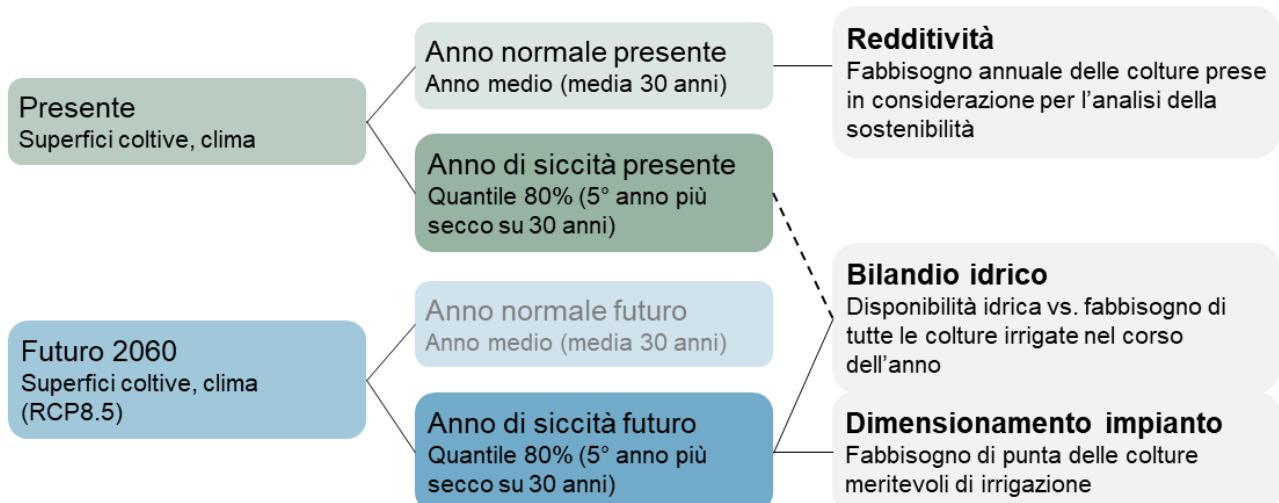


Figura 6 Schema delle superfici coltive da indicare; i dati in grassetto sono richiesti per tutti i progetti, gli altri a seconda della situazione.

Oltre ai dati sulle superfici l'analisi della situazione relativa all'agricoltura contempla i seguenti elementi.

Ulteriori elementi dell'analisi della situazione

- Struttura aziendale: struttura attuale ed evoluzione prevista.
- Condizioni climatiche: precipitazioni, temperature e tassi di evaporazione per i vari scenari.
- Infrastrutture rilevanti: infrastrutture di irrigazione esistenti e caratterizzazione della tecnica di irrigazione nel comprensorio, infrastrutture con potenziale sinergico (p.es. serbatoi d'acqua di terzi).
- Sviluppo regionale: strategie di sviluppo territoriale, progetti regionali in programma con potenziali interfacce.

## 2.3

### Impatto sull'ambiente e potenziali conflitti

L'analisi della fattibilità dell'infrastruttura di irrigazione comprende anche la valutazione dell'impatto sull'ambiente e dei conflitti tra protezione e utilizzo.

L'obbligo dell'esame dell'impatto sull'ambiente (EIA) vige soltanto per le migliori fondiarie integrali con irrigazione di terre agricole superiori a 20 ettari<sup>4</sup>. Tuttavia vanno identificati e valutati gli effetti ambientali della fase di costruzione e di gestione del progetto. Le esigenze relative al rapporto concernente l'impatto sull'ambiente o ad altri documenti pertinenti vanno chiarite e documentate tempestivamente d'intesa con le autorità cantonali.

Obbligo EIA

All'allegato A2.2 sono elencati i potenziali conflitti che possono complicare o limitare un progetto nonché le soluzioni per gestirli.

Quadro generale dei conflitti tra protezione e utilizzo

<sup>4</sup> Ordinanza concernente l'esame dell'impatto sull'ambiente (OEIA)

### 3. Caratteristiche del suolo e idoneità all'irrigazione

L'irrigazione deve essere adeguata alle caratteristiche prevalenti del suolo. Solo così può essere gestita in modo sostenibile a lungo termine. Per adeguata s'intende che non sia dannosa per il suolo o l'ambiente (cfr. cap. 2.3) né inefficiente a causa di perdite d'acqua. La fertilità del suolo deve essere garantita a lungo termine anche nelle superfici irrigate.

In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Non è richiesta alcuna informazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Valutare a grandi linee le caratteristiche del suolo per zona</li> <li>— Stimare i rischi principali e illustrare le possibili soluzioni</li> <li>— Eventualmente escludere le zone a rischio elevato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Verificare le zone ed ev. rettificarle</li> <li>— Delimitare le zone dove esistono rischi correlati al suolo e documentarle</li> <li>— Definire la gestione dei rischi con l'ausilio di una strategia sul suolo</li> </ul>

Sia nello studio preliminare sia nella progettazione l'obiettivo è rilevare le caratteristiche del suolo, farne una ripartizione approssimativa in zone e identificare quelle con rischi e limitazioni (cfr. fig. 7). Ciò consente di determinare il fabbisogno idrico ma anche di scegliere e impiegare la tecnica di irrigazione più opportuna nonché di mettere a punto un'adeguata gestione dei rischi. Nello **studio preliminare** ci si concentra sulle zone per la stima del fabbisogno idrico, nella **progettazione** sull'individuazione e sulla riduzione dei rischi. Questo approccio permette al promotore del progetto di stimare fin dalla fase dello studio preliminare l'idoneità di base del suolo e l'autorizzazione del progetto, senza dover sostenere costi elevati.

Priorità nel processo

Durante tutte le fasi di studio preliminare e progettazione, per effettuare la valutazione del suolo occorre consultare un esperto che sia in grado di raccogliere e interpretare le informazioni esistenti sul suolo. Non si tratta della supervisione pedologica dei lavori edili (SPLE) peraltro richiesta in una fase successiva per la costruzione delle condotte, bensì di un accompagnamento durante i lavori di pianificazione. La portata di questo accompagnamento può variare notevolmente a seconda delle dimensioni e dell'eterogeneità del comprensorio.

Accompagnamento professionale

La figura 7 riassume tutti i prodotti possibili e le fasi necessarie di studio preliminare e progettazione con o senza carte pedologiche dettagliate, che successivamente vengono spiegate in dettaglio. Inoltre, l'allegato A4.1 contiene ulteriori informazioni sulle basi e sui valori standard che possono essere utilizzati per questi prodotti. Il loro formato dipende dalle informazioni di base esistenti e deve essere concordato con l'autorità cantonale competente.



Figura 7 Elenco delle fasi e dei prodotti necessari per la valutazione dell'incidenza delle attitudini del suolo sull'idoneità all'irrigazione. Si distinguono due casi: con (beige) o senza (blu) carte pedologiche nella regione e in base a attività specifiche nello studio preliminare (verde chiaro) o nella progettazione (verde scuro).

### 3.1 Ripartizione in zone sulla base delle caratteristiche prevalenti del suolo

Le caratteristiche del suolo nel comprensorio, specialmente la capacità di ritenzione idrica, costituiscono un elemento basilare per una corretta stima del fabbisogno idrico e per la pianificazione dell'impianto. L'approccio varia a seconda della base di dati. Se non sono disponibili informazioni pedologiche per il comprensorio ci si affida maggiormente a valori empirici e le stime sono più approssimative.

Per la stima del fabbisogno (cfr. cap. 4) nello **studio preliminare** è necessario tracciare un quadro generale delle classi di tessitura e della profondità fisiologica del terreno (PFT) (cfr. all. A3.1). A seconda delle dimensioni del comprensorio, vengono delimitate e caratterizzate una o più zone rappresentative. Si utilizzano approcci diversi a seconda della base di dati.

- Con carte pedologiche ( $\geq 1:25'000$ ): allestire le zone basandosi sulle classi di tessitura e sulla PFT. Una valutazione da parte di un esperto in pedologia può essere utile per verificare la plausibilità dei dati delle carte. Gli esperti possono creare modelli per la stima del fabbisogno anche utilizzando carte della capacità di ritenzione idrica del suolo.
- Senza carte pedologiche: effettuare una stima approssimativa delle classi di tessitura nel comprensorio, ad esempio avvalendosi di campioni di suolo per la PER (questi contengono soltanto informazioni sullo strato superficiale del

Zone principali in base alle caratteristiche del suolo

suolo), di valori empirici delle aziende o delle carte indicative delle caratteristiche del suolo del CCSuolo<sup>5</sup>. Con le carte delle attitudini dei suoli (CAS<sup>6</sup>) è possibile stimare approssimativamente la profondità, ma le informazioni sono troppo poco precise per la progettazione. Anche in questo caso può essere utile una valutazione da parte di un esperto. Queste informazioni sono documentate ad esempio in semplici carte, liste o descrizioni elaborate manualmente.

- Senza carte pedologiche: creare e descrivere profili del suolo (p.es. 1 profilo per zona) per comprendere e documentare bene le caratteristiche di zone rappresentative. In zone molto eterogenee o se ci sono grandi incertezze riguardo ai rischi o alla stima del fabbisogno, è consigliabile descrivere più profili del suolo.

Descrizione del profilo del suolo tipico

Onde poter approntare le basi necessarie per la progettazione, durante lo **studio preliminare** vanno descritte le lacune a livello di disponibilità dei dati (p.es. mancanza di informazioni sul suolo, campioni di suoli per la PER, lacune nella carta del rischio di erosione, ecc.); i costi di progettazione devono includere anche quelli per l'acquisizione delle basi necessarie.

Gestione delle lacune

Nella **progettazione** si tratta di precisare, ed eventualmente di rettificare, la ripartizione in zone effettuata nello studio preliminare. Se non è stata eseguita in quella fase, la ripartizione in zone su base cartografica va effettuata a questo livello. In mancanza di carte pedologiche viene eseguita riportando su una carta almeno le zone stimate, indicandone le principali classi di tessitura, la PFT, la posizione nel comprensorio e la rispettiva quota della superficie. In tal caso si raccomanda di verificare la correttezza della ripartizione effettuando alcune trivellazioni manuali sul campo.

Precisazione delle zone

### 3.2

### Valutazione dei rischi e delle limitazioni

Oltre alle zone con diverse caratteristiche del suolo, vengono indicate quelle con rischi e limitazioni. Si tratta, da un lato, di evitare danni all'ambiente o un'irrigazione inefficiente, dall'altro di preservare la fertilità del suolo durante la fase operativa.

L'idoneità all'irrigazione del suolo è determinata dalle sue caratteristiche. Alcuni suoli presentano limitazioni che fanno sì che l'irrigazione sia opportuna soltanto con una tecnica o una coltivazione adeguata, o non lo sia affatto. Queste limitazioni devono essere identificate nella fase di pianificazione. Possono essere dovute a:

- **profondità del terreno, profondità fisiologica:** determina la porzione di suolo a disposizione delle radici e la riserva idrica disponibile;
- **tessitura e scheletro dello strato superficiale del suolo e del sottosuolo:** determinano riserva idrica, infiltrazione, permeabilità e stabilità strutturale;
- **struttura e porosità del suolo:** determinano permeabilità, infiltrazione e necessità di un drenaggio;
- **stato dello strato superficiale del suolo:** determina infiltrazione, rischio di deflusso e resistenza all'irrigazione a pioggia;

Incidenza delle caratteristiche del suolo sull'idoneità all'irrigazione

<sup>5</sup> [Carte indicative delle caratteristiche dei suoli](#) (disponibili in tedesco).

<sup>6</sup> Ufficio federale di statistica, 2020: [Carta delle attitudini dei suoli svizzeri](#).

- **conformazione del suolo**: incide sul rischio di deflusso (pendenza e lunghezza del pendio), di erosione, di inondazione e di accumulo di acqua sulle strade in pianura e negli avvallamenti;
- **livello della falda freatica**: incide su risalita capillare dell'acqua, asfissia radicale, necessità di un drenaggio e capacità di assorbimento idrico del suolo;
- **caratteristiche chimiche del suolo** p.es. valore pH, salinità, sostanze nutritive, tenore di humus: incidono sulla stabilità strutturale e sul dilavamento delle sostanze nutritive;
- **lavorazione del suolo e avvicendamento delle colture**: incidono sullo stato dello strato superficiale e sulla struttura del suolo nonché sull'infiltrazione.

Nello **studio preliminare** si effettua una stima dei principali rischi nel comprensorio sulla base dell'esperienza del promotore del progetto e delle conoscenze acquisite con la ripartizione in zone. Vi sono rischi se le caratteristiche del suolo descritte alla tabella 17 non sono favorevoli per l'irrigazione. I rischi possibili sono erosione, compattazione, riduzione dell'infiltrazione e della capacità di ritenzione idrica, acque sotterranee o di ristagno, dilavamento e lisciviazione di sostanze nutritive, perdita d'acqua e aumento della salinità, vicinanza ad acque superficiali nonché presenza di pozzetti di raccolta (collegamenti idraulici con le acque superficiali). Sono riportati in dettaglio all'allegato A4.2 dove sono anche indicate le caratteristiche del suolo che li determinano.

Identificazione approssimativa delle principali limitazioni

Nella valutazione dei rischi, va prestata particolare attenzione all'erosione e al dilavamento poiché rappresentano il rischio principale; esistono validi strumenti di analisi come le carte del rischio di erosione (CRE2) e delle superfici collegate ad acque superficiali<sup>7</sup> nonché metodi per la stima diretta dell'erosione<sup>8</sup>.

Particolare attenzione al rischio di erosione

Se sono disponibili carte pedologiche, le zone a rischio possono essere indicate in modo relativamente semplice sulla base dei valori cartografici. In base a questi ultimi si possono ottenere informazioni su tenori elevati di argilla, silt e sabbia, una ridotta PFT dovuta ad acqua di ristagno o alla natura del sottosuolo, nonché sull'elevata permeabilità del suolo, eccetera. Nelle regioni per cui non si dispone di carte pedologiche si può allestire una documentazione scritta.

Documentazione dei rischi con e senza carte pedologiche

Nella **progettazione** si presta maggiore attenzione alle zone a rischio. A tal fine, queste non vengono più presentate a titolo esemplificativo, come nello studio preliminare, bensì vengono definite su una carta. Idealmente, per ogni rischio rilevante e per ogni caratteristica del suolo correlata viene creato e descritto un profilo discusso da un esperto in pedologia e dal promotore del progetto. Come nel caso della ripartizione in zone (cfr. cap. 3.1), anche sulla carta delle zone a rischio vengono indicate la posizione nel comprensorio e la rispettiva quota della superficie.

Ripartizione più precisa delle zone a rischio e stima delle caratteristiche del suolo correlate alla gestione

Vi sono inoltre caratteristiche del suolo correlate alla gestione che possono variare sia da una particella all'altra sia con il passare del tempo (p.es. stato/sensibilità dello strato superficiale del suolo, copertura del suolo, compattazione, tenore di

<sup>7</sup> Gisler S., Liniger H.P. & Prasuhn V., 2010. Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). CDE Università di Berna e ART Zurigo-Reckenholz, 113 pag.

<sup>8</sup> Prasuhn V. & Fischler M., 2007: Wie viel Erde geht verloren? Merkblatt Erosion, UFA-REVUE. Edit.: Agridea.

humus, ecc.). L'allegato A3.1 fornisce informazioni più dettagliate sull'interpretazione di tali caratteristiche e sui possibili metodi di valutazione. Nella **progettazione** è necessaria una stima a livello aziendale, che viene spiegata più dettagliatamente al capitolo 3.4.

### 3.3

#### Idoneità all'irrigazione delle varie zone

Sulla base dei rischi potenziali identificati è eventualmente necessario rettificare la stima del fabbisogno idrico oppure rivedere la scelta della tecnica di irrigazione e l'esecuzione tecnica o adeguare la gestione. Può anche accadere che singole zone debbano essere escluse dal comprensorio.

I rischi riconosciuti vengono interpretati per stabilire l'idoneità all'irrigazione del suolo. Se necessario, vengono formulate disposizioni per la stima del fabbisogno, per l'esecuzione tecnica o per la gestione dell'impianto. Le limitazioni correlate alle caratteristiche del suolo possono talvolta portare il promotore del progetto a decidere di escludere alcune zone dal comprensorio nello **studio preliminare**.

Sulla scorta delle quote della superficie calcolate durante la **progettazione** per le zone con diverse caratteristiche del suolo o per quelle a rischio, è possibile scegliere la tecnica di irrigazione e l'esecuzione tecnica giuste nonché gli adeguamenti da attuare a livello di gestione in ciascuna zona. Poiché nello studio preliminare i rischi sono stati considerati solo a titolo esemplificativo e non in modo generalizzato, talvolta può accadere che durante la fase di progettazione singole superfici debbano essere escluse dal comprensorio.

### 3.4

#### Gestione dei rischi

Per i rischi riconosciuti vengono proposte misure agronomiche o rettifiche della tecnica e della pratica irrigua allo scopo di ridurli. Nella progettazione vengono valutate le caratteristiche del suolo correlate alla gestione e viene elaborata una conseguente strategia per la protezione del suolo.

Nello **studio preliminare** si indicano i rischi principali a titolo esemplificativo e si mettono a punto possibili soluzioni. A ciò si può provvedere fornendo una documentazione scritta. Per misure agronomiche e sulla tecnica di irrigazione si rimanda al capitolo 6.1 Piano di efficienza.

Nella **progettazione** le soluzioni messe a punto nello studio preliminare sono integrate in base ai cambiamenti intervenuti nel frattempo. Per i rischi correlati alla gestione si elabora una strategia per la protezione del suolo procedendo come illustrato nella figura 8. A destra sono indicati esempi concreti di possibili analisi, metodi e approcci per ciascuna fase. Questa lista non è esaustiva. L'allegato A3.1 fornisce spiegazioni più dettagliate sulle possibilità di analisi.

Strategia per la protezione del suolo per tener conto dei rischi correlati alla gestione

Va tenuto presente che l'installazione di un impianto di irrigazione crea condizioni che corrispondono a uno scenario di intensificazione delle precipitazioni. Per questo motivo, la strategia per la protezione del suolo assicura che la capacità di assorbimento idrico del suolo sia garantita e preservata anche durante la fase operativa dell'impianto di irrigazione. Ciò richiede, ad esempio, una buona struttura del suolo. Questa può essere raggiunta grazie a un tenore sufficientemente elevato di sostanza organica e se i processi biologici e chimici di aggregazione assicurano una stabilità dei pori grossolani a medio-lungo termine.

Con la strategia per la protezione del suolo vengono proposti adeguamenti della tecnica di coltivazione e di irrigazione nonché un monitoraggio. Ciò assicura che durante la fase operativa si possa osservare, da un lato, se l'impianto è gestito in modo efficiente (cfr. cap. 6.1 Piano di efficienza), dall'altro se la fertilità del suolo continua a essere preservata a lungo termine.

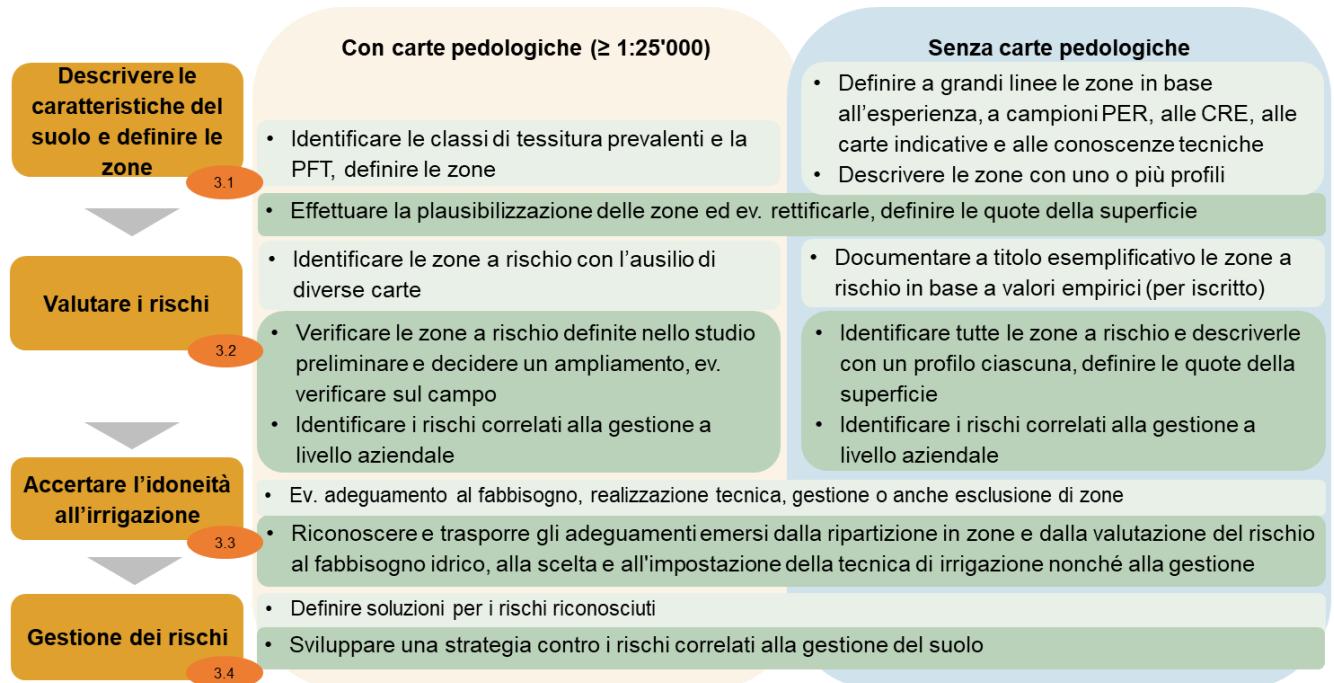


Figura 8 Procedura (sin., arancione), esempi e possibili metodi (ds., verde chiaro) per una strategia per la protezione del suolo. L'allegato A3.1 fornisce spiegazioni più dettagliate sui metodi indicati.

Il monitoraggio e gli adeguamenti devono poter essere integrati anche nelle fasi successive (p.es. durante quella operativa) se emergono nuovi elementi rilevanti non considerati tali in precedenza. Ad esempio, l'erosione può colpire anche particelle classificate come non a rischio sulla carta del rischio di erosione (CRE2<sup>9</sup>). La carta delle vie di deflusso (parte della CRE2) può fornire maggiori informazioni in merito. Si può verificare anche il dilavamento di nitrati e prodotti fitosanitari a causa, ad esempio, dell'aumento delle colture orticole, delle colture secondarie, degli affitti autunnali, della concimazione azotata supplementare, dei nidi di ghiaia, delle vie di deflusso preferenziali.

Attuazione concreta e adeguamenti durante la fase operativa

<sup>9</sup> Gisler S., Liniger H.P. & Prasuhn V., 2010. Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). CDE Università di Berna e ART Zurigo-Reckenholz, 113 pag.

## 4. Fabbisogno idrico e dimensionamento

Nel fascicolo del progetto occorre stimare il fabbisogno idrico annuale nel presente e nel futuro nonché illustrare la portata e le dimensioni dell'impianto e del serbatoio. Al di là del metodo di riferimento sono possibili adeguamenti motivati, specifici del progetto.

In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stimare a grandi linee il fabbisogno idrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stimare il fabbisogno idrico e il fabbisogno di punta</li> <li>— Eseguire a grandi linee il dimensionamento dell'impianto</li> <li>— Eseguire a grandi linee il dimensionamento del serbatoio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stimare accuratamente il fabbisogno idrico e il fabbisogno di punta</li> <li>— Definire il dimensionamento dell'impianto</li> <li>— Definire il dimensionamento del serbatoio</li> </ul>

La figura 9 fornisce un quadro generale della procedura per la stima del fabbisogno idrico e per il dimensionamento dell'impianto. Quest'ultimo dipende fortemente dalla grandezza del comprensorio, dalla futura quota delle colture irrigate e dalla sicurezza auspicata negli anni secchi. Questi parametri possono cambiare nel corso della pianificazione del progetto. La sostenibilità finanziaria del progetto deve essere garantita attraverso una gestione consapevole dei rischi.

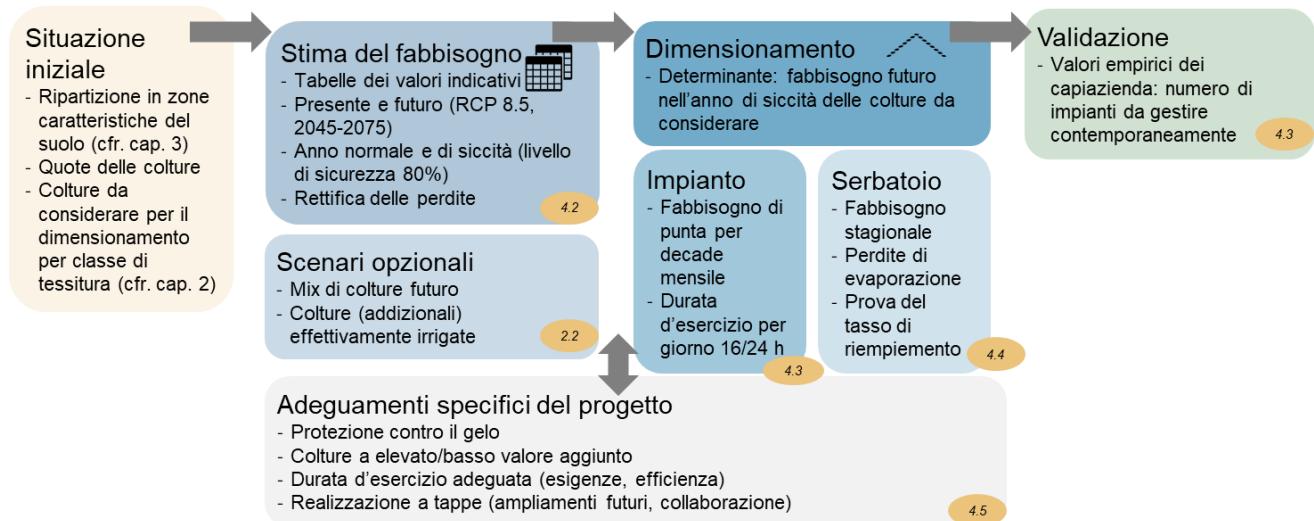


Figura 9 Quadro generale della procedura e dei contenuti incl. la stima del fabbisogno idrico e il dimensionamento.

### 4.1

#### Stima approssimativa del fabbisogno irriguo

I valori indicativi sul fabbisogno annuale e sulle differenze di resa previste forniscono una prima indicazione sul fabbisogno irriguo nel comprensorio.

Durante l'**inizializzazione** si effettua una stima approssimativa del fabbisogno irriguo e della redditività dell'impianto di irrigazione. La tabella 2 riassume i valori indicativi sull'attuale fabbisogno irriguo annuale e sulla perdita di resa prevista

Valori indicativi sul fabbisogno annuale

senza irrigazione. I valori indicativi rappresentano una stima approssimativa che può variare sensibilmente in base alla regione e al progetto. Anche i dati dei Paesi vicini possono essere applicati alla Svizzera solo in misura limitata.

Coltura	Fabbisogno irriguo annuale [mm]	Perdita di resa prevista [%]
Verdura*	50-300 (Geisenheim, DLR RLP) <sup>10</sup>	15-100% (Geisenheim, DLR RLP, TLL Jena) <sup>10</sup>
Bacche, pieno campo*	60-160 (DWA <sup>12</sup> , Agroscope, stima di esperti)	15-25% (Geisenheim, Agroscope)
Bacche, sub-strato*	500-700 (stima di esperti)	100% (stima di esperti)
Frutta a granelli	80-180 (Agroscope)	10-25% (Agroscope)
Prugne	35-65 (DWA) <sup>10</sup>	10-30% (Agroscope)
Ciliegie	20-60 (DWA, LWK RLP) <sup>10</sup> 100-150 (impianti coperti, Liebegg, Agroscope)	10-30% (Agroscope, LWK RLP) <sup>10</sup> 70-100% (impianti coperti*)
Patate	80-140 (ALB-Bayern, DWA) <sup>10</sup>	20-40% (LWK Niedersachsen) <sup>10</sup>
Mais da granella	30-120 (LWK Niedersachsen) <sup>10</sup>	15-35% (LWK Niedersachsen) <sup>10</sup>
Barbabietola da zucchero	30-160 (LWK Niedersachsen) <sup>10</sup>	0-20% (LWK Niedersachsen) <sup>10</sup>

Tabella 2 Valori indicativi approssimativi sull'attuale fabbisogno irriguo annuale di colture normalmente irrigate e perdita di resa media prevista (resa commerciabile) senza irrigazione. (\*) colture la cui produzione non è in grado di coprire i costi senza irrigazione).

## 4.2 Stima del fabbisogno irriguo

Il fabbisogno idrico nel comprensorio serve per procedere al dimensionamento dell'impianto, per assicurare la disponibilità idrica e per valutare la redditività. Viene stimato in base a una tabella contenente valori indicativi.

Ogni progetto deve includere una stima di base, che tenga conto di un numero minimo di parametri (cfr. tabella 3). A seconda della complessità del progetto, si consigliano integrazioni opzionali o un confronto tra diverse varianti del progetto. La stima del fabbisogno viene effettuata nello **studio preliminare** e può essere adattata e perfezionata durante la fase di **progettazione** se nel corso del progetto singoli fattori hanno subito variazioni o sono disponibili ulteriori informazioni.

Esigenze minime e integrazioni opzionali

Parametro	Esigenze minime relative alla stima di base	Integrazioni opzionali
Scenari (cfr. cap. 1.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Anno normale nel presente (1991-2020)</li> <li>— Anno di siccità nel futuro (2045-2070, RCP 8.5, 5° anno più secco, equivalente a un livello di sicurezza dell'80 %)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Anno di siccità modificato (cfr. cap. 4.5)</li> <li>— Anno di siccità nel presente (d'intesa con l'autorità concedente, cfr. cap. 5.2)</li> </ul>
Risoluzione temporale	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Entrambi gli scenari: fabbisogno annuale</li> <li>— Anno di siccità nel futuro: decade mensile (cfr. cap. 4.3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fabbisogno mensile (a seconda delle risorse idriche, cfr. cap. 5.2)</li> </ul>

<sup>10</sup> DLR RLP = Centro servizi per lo spazio rurale Rheinland-Pfalz, TLL Jena = Ente per l'agricoltura e lo spazio rurale della Turingia, DWA = Associazione tedesca per l'acqua, le acque di scarico e i rifiuti, ALB = Gruppo di lavoro Tecnica agricola e costruzioni della Baviera.

Parametro	Esigenze minime relative alla stima di base	Integrazioni opzionali
Colture	— Colture da considerare per il dimensionamento (cfr. cap. 2.1)	— Mix di colture previsto nel futuro <sup>1)</sup> — Per il fabbisogno annuale: tutte le colture presumibilmente irrigate (cfr. cap. 2.2)
Caratteristiche del suolo	— Ripartizione in zone in base alla classe di tessitura e alla PFT (cfr. cap. 3.1)	— Inclusione delle zone a rischio significative a livello territoriale

Tabella 3 Parametri da considerare per la stima di base (esigenze minime) e per integrazioni opzionali <sup>1)</sup> cfr. paragrafo seguente.

Per stimare il fabbisogno si procede nella seguente maniera.

- Scegliere la(e) stazione(i) climatica(che) con i valori rappresentativi, in particolare quelli relativi alle precipitazioni.
- Scegliere le superfici coltive con le colture da considerare per il dimensionamento suddivise in base alle classi di tessitura rilevanti (cfr. cap. 2.2 e 3.1).
- Calcolare il fabbisogno irriguo nel presente ( $m^3$ ) in base alla tabella dei valori indicativi per coltura e classe di tessitura (cfr. tab. 2, all. A4.1):

$$\text{Fabbisogno } [m^3] = v. \text{indicativo } [mm] \times \text{sup. coltiva } [ha] \times 10 \times \text{fatt. perdita}$$

*Fattore di perdita:* irrigazione dall'alto<sup>11</sup> (1.25, equivalente a una perdita del 25% (1.05, equivalente a una perdita del 5%)

Attualmente non esistono valori indicativi esaustivi e sufficientemente validati per il fabbisogno irriguo delle colture. Le lacune riguardano in particolare gli scenari climatici e le colture speciali. L'allegato A4.1 fornisce una sintesi dei dati disponibili con i rispettivi pro e contro. All'allegato A8 è formulata una raccomandazione per i valori da elaborare nel futuro.

Base di dati

Se nel comprensorio esistono già superfici irrigate, i valori indicativi possono essere validati con la prassi attuale (fabbisogno annuale per coltura) discutendo eventuali variazioni.

I valori indicativi possono essere modificati specificatamente per il progetto se esiste una motivazione plausibile.

- Riferimento alla descrizione del metodo dei valori indicativi: spiegare quali ipotesi non sono valide per il comprensorio.
- Spiegare la validità dei valori adeguati: con i risultati di misurazioni e di ricerche, con una modellizzazione (cfr. all. A4.1) o con altri dati spiegare quali ipotesi concrete sono valide per il comprensorio e proporre valori indicativi adeguati.

Oltre alla stima basata su valori indicativi qui descritta, si può procedere a una stima basata su modelli (cfr. all. A4.1). Un'analisi di sensibilità esemplificativa mostra l'incidenza dei diversi parametri (cfr. processo e risultati all. A4.2). Oltre alle ipotesi sul mix di colture, ad avere la maggiore incidenza nell'esempio analizzato sono la scelta della soglia di irrigazione, la classe di tessitura, la scelta del livello

Alternativa:  
stima basata su  
modelli

<sup>11</sup> Rotoloni con irrigatore a getto ad alta pressione, rotoloni con barra irrigatrice, sprinkler.

di sicurezza per l'anno di siccità e la definizione dei parametri per il dimensionamento (giorni con irrigazione e durata d'esercizio dell'impianto). Le ipotesi relative a questi parametri vanno dunque descritte in modo trasparente e plausibile.

Se per il futuro si prevedono variazioni della superficie delle singole colture o si stima che anche altre colture saranno considerate meritevoli di irrigazione, è possibile determinare uno scenario con un mix di colture. Secondo l'analisi di sensibilità documentata all'allegato A4.2 la superficie da irrigare è il parametro che incide in misura maggiore sulla stima del fabbisogno idrico. Se il dimensionamento dell'impianto è impostato su uno scenario di questo tipo, le ipotesi devono essere giustificate in modo plausibile. Si devono prendere in considerazione i seguenti punti.

- Situazione del mercato: illustrare l'evoluzione dei prezzi e quella della superficie coltiva a livello regionale e nazionale nonché le possibilità di calo nella regione.
- Dati sulle colture: illustrare l'evoluzione delle superfici coltive nel comprensorio, possibilmente facendo riferimento all'evoluzione delle colture in un progetto comparabile.
- Idoneità del suolo alla coltivazione e avvicendamento delle colture: dimostrare che il comprensorio è adatto per coltivare le colture indicate e che le regole di avvicendamento<sup>12</sup> delle colture possono essere rispettate con le modifiche ipotizzate.
- Colture meritevoli di irrigazione nel futuro (cfr. cap. 2.1).

Scenario futuro con mix di colture

#### 4.3 Dimensionamento dell'impianto

Il dimensionamento dell'impianto si effettua in base al fabbisogno di punta delle colture da considerare per l'anno di siccità. Vanno calcolati e documentati la portata massima richiesta e l'andamento annuale.

Per il dimensionamento dell'impianto è determinante il **fabbisogno di punta delle colture da considerare per l'anno di siccità** (cfr. tab. 3). Si calcola la portata richiesta per la stima di base e per scenari opzionali nonché gli eventuali adeguamenti specifici del progetto (cfr. cap. 2.2 e 4.5).

Valori per il dimensionamento

La portata richiesta è calcolata in base alla seguente formula. Se vi è un motivo plausibile, la risoluzione temporale (decade mensile) e la durata d'esercizio (16 h) possono essere modificate specificatamente per il progetto.

$$\text{Portata [l/s]} = \frac{F_{10d} [\text{m}^3]}{GI[d] \times TF[h/d] \times 3.6}$$

$F_{10d}$  – fabbisogno di punta per decade mensile [ $\text{m}^3$ ]

$GI$  – giorni con irrigazione, per valori per decade mensile: 10

$TF$  – durata d'esercizio [h/giorno], proposta: 16 h

<sup>12</sup> Unione svizzera dei produttori di verdura USPV, 2012: ÖLN- Anforderungen im Gemüsebau. Gruppo di coordinamento Direttive Ticino e Svizzera tedesca (KIP), 2023: KIP-Richtlinien für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN).

Oltre al calcolo, viene indicato l'andamento annuale della portata richiesta in litri al minuto.

Si raccomanda di validare il dimensionamento calcolato con la stima dei capi-zienda nel comprensorio, tenendo conto del numero di impianti di irrigazione che devono essere gestiti contemporaneamente. La tabella 4 può essere utilizzata per confrontare e discutere la portata richiesta basata sull'esperienza e quella calcolata.

Validazione con valori empirici

Tecnica di irrigazione	Valore indicativo per la portata richiesta	l/s
	$m^3/h$	
Rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione	50 <sup>13</sup>	14
Rotolone con barra irrigatrice	17 <sup>15</sup>	4.7
Sprinkler	1-4 $m^3/h$ e irrigatore <sup>15</sup>	0.3 - 1.1 l/min. e irrigatore
Microsprinkler	25-50 $m^3/h$ e ha	6.6 - 14
Irrigazione a goccia	0.001-0.006 (1-6 l/h) <sup>14</sup>	0.003 - 0.02

Tabella 4 Valori indicativi della portata richiesta per tecnica di irrigazione.

#### 4.4 Dimensionamento del serbatoio

Il dimensionamento di un eventuale serbatoio si effettua in base al fabbisogno delle colture da considerare per l'anno di siccità nel futuro. Va calcolato e documentato il volume utile previsto.

Per il dimensionamento del serbatoio è determinante il fabbisogno stagionale delle colture da considerare per l'anno di siccità nel futuro (cfr. tab. 3).

$$Volume\ utile\ [m^3] = F_{Stagione}[m^3] \times FE$$

$F_{Stagione}$  – fabbisogno per stagione nell'anno di siccità [mm]

$FE$  – fattore di correzione evaporazione

La durata della stagione dipende dalla fonte idrica.

Periodo di osservazione

- Riempimento solo nei periodi in cui non si effettua l'irrigazione: è determinante il fabbisogno per l'intera stagione irrigua (fabbisogno annuale). Occorre verificare e dimostrare che il serbatoio può riempirsi con le precipitazioni e le fonti idriche disponibili nel periodo in cui non si effettua l'irrigazione.
- Riempimento anche durante il periodo di irrigazione: il fabbisogno determinante deve essere calcolato per un arco di tempo più breve, a seconda del tasso di riempimento e del fabbisogno idrico stagionale.

<sup>13</sup> Kocher, H. (2019). A7-VII Gemüsekulturen beregenen. Edition-Imz.

<sup>14</sup> Michel, R., & Sourell, H. (Eds.). (2014). Bewässerung in der Landwirtschaft. Erling.

L'evaporazione è stimata al 5-15 per cento, pertanto il fattore di correzione è 1.05-1.15<sup>15</sup>. Per una stima più accurata delle perdite possono essere considerati i valori indicativi dell'evaporazione standard (ET0), se disponibili per il comprensorio<sup>16</sup>, oppure i dati dell'atlante idrologico. Per mantenere bassa l'evaporazione, la superficie deve essere possibilmente piccola.

Fattore di evaporazione

Il calcolo dà il volume utile massimo. Ovviamente è possibile optare per un dimensionamento minore per ragioni economiche (cfr. cap. 7.1) o aziendali. Se è possibile raccogliere l'acqua piovana nel serbatoio o utilizzare l'acqua di un'altra fonte idrica oltre a quella del serbatoio, questa quantità deve essere dedotta dal fabbisogno stagionale.

Adeguamenti

#### 4.5 Adeguamenti specifici per il progetto

In progetti con condizioni quadro specifiche può essere opportuno adeguare la stima del fabbisogno e il dimensionamento. In tal caso il fascicolo è integrato con un altro scenario e si fornisce una motivazione plausibile per gli adeguamenti.

In via opzionale il metodo di riferimento descritto può essere modificato specificamente per il progetto. Nella tabella 5 sono elencati le possibili motivazioni e prove. Nel fascicolo del progetto, i risultati corrispondenti (fabbisogno e/o dimensionamento) sono integrati con un altro scenario e riportati separatamente. In questo modo è ancora possibile un confronto con il valore di base.

<sup>15</sup> Ebenrain und Amt für Umwelt und Energie BL. Wasserspeicher für die Bewässerung.

<sup>16</sup> Fonti possibili: MeteoSvizzera, Agrometeo.

Motivazione	Fabbiso- gno an- nuale	Dimen- siona- mento	Spiegazioni e prove possibili
Protezione dal gelo	+	+	Nelle colture con irrigazione antigelo, la portata richiesta a tale scopo è spesso determinante per il dimensionamento. A seconda della temperatura servono 25-50 m <sup>3</sup> /h e ha <sup>17</sup> , che corrispondono a una portata di circa <b>6.6– 4 l/s e ha</b> . In base all'area del comprensorio, si stima la portata richiesta e la si confronta con quella richiesta per il fabbisogno irriguo (cfr. cap. 4.3 e 4.4). Il valore più alto è determinante per il dimensionamento. La disponibilità della portata richiesta per l'irrigazione antigelo anche durante il resto della stagione deve essere appurata con l'autorità concedente.
Adeguamento del livello di sicurezza nell'anno di siccità	+	+	Per le colture con un valore aggiunto particolarmente alto o basso può essere consigliabile, per motivi economici, aumentare (>80%) o ridurre (<80%) il livello di sicurezza nell'anno di siccità. In questo caso i valori indicativi devono essere adeguati e giustificati come spiegato nei capitoli 4.2 e 7.4.
Adeguamento della durata d'esercizio		+	A fronte di determinati requisiti di legge (p.es. divieti in determinati periodi) o per ragioni di efficienza (irrigazione solo in periodi in cui le perdite sono basse), potrebbe essere necessario adeguare la durata d'esercizio. In questo caso, va chiaramente dimostrato il numero di impianti che devono essere gestiti contemporaneamente e come cambia la durata d'esercizio.
Esecuzione a tappe		+	Se si sa che l'impianto sarà utilizzato anche per una regione limitrofa nel prossimo futuro, può essere opportuno calcolare un dimensionamento maggiore. Si tratta di documentare chiaramente lo stato della cooperazione e di integrare la stima del fabbisogno di questa regione.

Tabella 5 Possibili motivazioni e prove per un adeguamento specifico per il progetto.

## 5. Disponibilità idrica

Un presupposto basilare per i progetti di irrigazione è che l'acqua necessaria sia disponibile a lungo termine in quantità e qualità sufficienti.

In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Esaminare le possibili fonti idriche</li> <li>— Chiarire le condizioni quadro con i servizi cantonali o gli enti comunali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Descrivere le fonti idriche considerate e i volumi utili</li> <li>— Stimare a grandi linee il bilancio idrico, ev. adeguare il progetto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Definire il volume utile e chiedere l'autorizzazione</li> <li>— Stimare accuratamente il bilancio idrico</li> <li>— Descrivere come vengono gestiti i deficit idrici</li> </ul>

### 5.1 Quadro generale delle fonti idriche e chiarimento delle basi

La fattibilità di un progetto di irrigazione dipende sostanzialmente dalle risorse idriche disponibili nel bacino idrografico e da quelle che potrebbero essere impiegate

<sup>17</sup> Immik, E. (2019). Wenn das Nass von oben nicht vertragen wird – Frostschutz mit Unterkronenberegnung im Steinobst. Obstbau, 1, 2019.

Stima di esperti.

a scopo irriguo. Nella pianificazione del progetto si deve tenere conto dei pro e dei contro delle differenti fonti idriche.

Il prelievo d'acqua da fonti pubbliche richiede un'autorizzazione o una concessione. L'utilizzo delle acque rientra nella sovranità dei Cantoni ed è disciplinata da leggi cantonali. La legge federale sulla protezione delle acque (LPAc) stabilisce le condizioni quadro. Ciascun Cantone ha la propria gestione e le proprie basi per l'autorizzazione o la concessione dei prelievi d'acqua; in alcuni casi queste sono delegate ai Comuni.

Sovranità delle acque dei Cantoni

È consigliabile che il promotore del progetto stabilisca tempestivamente un primo contatto con l'autorità cantonale responsabile della gestione delle acque (autorità concedente)<sup>18</sup>. È necessario chiarire le seguenti questioni.

- Quali sono le fonti idriche disponibili a livello cantonale per l'utilizzazione delle acque a scopo irriguo e quali sono le condizioni quadro?
- Quali sono le esigenze per l'inoltro di una richiesta per l'utilizzazione delle acque (autorizzazione o concessione)?
- Come viene determinata l'offerta d'acqua disponibile per il progetto e quali sono le basi che devono essere fornite dal promotore del progetto?

Contatto tempestivo con le autorità concedente

L'allegato A5 riporta un elenco, a titolo indicativo, dei pro e dei contro delle varie fonti idriche nonché un quadro generale delle basi di dati idrologici disponibili a livello nazionale.

Caratterizzazione delle fonti idriche

## 5.2 Stima dell'offerta d'acqua

È importante stabilire il volume d'acqua utile per il progetto e indicare eventuali limitazioni dell'approvvigionamento idrico in periodi di siccità. Si raccomanda di documentare gli accordi, le ipotesi e i calcoli basilari.

Come base per l'autorizzazione o la concessione normalmente servono rispettivamente il **volume massimo del prelievo per il fabbisogno di punta** e, a seconda del Cantone, il **volume massimo annuale**. Per una soluzione di irrigazione affidabile a lungo termine è importante conoscere la disponibilità idrica in caso di siccità. Si raccomanda pertanto di stabilire i volumi d'acqua utili per un **anno di siccità nel futuro con una risoluzione temporale mensile**<sup>19</sup>. Per i progetti più semplici, con un orizzonte temporale più breve o in mancanza delle basi di dati, si può utilizzare anche un anno di siccità nel presente. La scelta degli scenari da rappresentare effettivamente viene stabilita specificatamente per il progetto.

Volumi d'acqua da stabilire: scelta dei parametri e degli scenari

I volumi d'acqua utili per il progetto normalmente sono stabiliti d'intesa con le autorità cantonali preposte alla gestione idrica. I parametri fondamentali sono il volume totale d'acqua utilizzabile in modo sostenibile nell'area considerata e la quota utile per il progetto. L'area di osservazione va definita specificatamente per il progetto. A seconda della portata delle acque e delle basi disponibili può comprendere il bacino idrologico o un'area parziale. Come base per stabilire i volumi d'acqua utili il promotore del progetto fornisce dati sul fabbisogno idrico (cfr. cap. 4) e sulle

Ripartizione dei compiti Progetto/Cantone

<sup>18</sup> Risp. con il Comune se questo possiede i diritti di utilizzazione delle acque.

<sup>19</sup> Possibili dati: misurazioni, esperienze di precedenti anni di siccità, scenari idrologici secondo l'[atlante interattivo Hydro-CH2018](#).

superfici delle colture nel comprensorio ed eventualmente in un'area di osservazione più estesa (cfr. cap. 2.2). In base a ciò il Cantone di norma valuta la disponibilità di questi volumi e il relativo livello di affidabilità. Il promotore deve procedere ad accertamenti specifici, soprattutto per i progetti di più ampia portata. Di seguito sono elencati, a titolo indicativo, le condizioni quadro e i fattori principali. L'autorità concedente definisce la procedura specifica.

#### Condizioni quadro per la stima del volume d'acqua utilizzabile in modo sostenibile

- Ai sensi della legge sulla protezione delle acque (LPAc), la condizione per l'autorizzazione di prelievi d'acqua da **corsi d'acqua** è che «... insieme agli altri prelievi, dal corso d'acqua vengono tolti al massimo il 20 per cento della portata  $Q_{347}$  e non più di 1000 l/s» (art. 30 lett. b). Per prelievi più grandi devono essere adempiute le disposizioni sul deflusso residuale secondo gli articoli 31-35. Queste si applicano anche per le **falde freatiche** che interagiscono con i corsi d'acqua e per i prelievi d'acqua dai **laghi** (attuati su immissari o su emissari dei laghi).
- Altrimenti, il volume d'**acqua di falda** utilizzabile in modo sostenibile dipende dalla ricostituzione della falda freatica, che deve essere determinata mediante analisi idrogeologiche o modellizzazioni. Spesso sono necessarie trivellazioni di prova con test di pompaggio.
- Nel caso dei **laghi** è necessario prendere in considerazione anche il volume utilizzabile del bacino idrico, che è significativamente più piccolo del volume totale ed è determinato da un bacino di ritenuta massimo e minimo (p.es. a seconda del punto di piena, della sicurezza delle rive, dell'ecologia, della navigazione).
- Per l'utilizzo di **acqua piovana** il volume d'acqua si calcola considerando la superficie disponibile per la raccolta dell'acqua e il volume delle precipitazioni, dedotta l'evaporazione dal serbatoio (superficie del serbatoio, tasso di evaporazione). Le basi sono disponibili, tra l'altro, nell'atlante idrologico della Svizzera.
- Per l'utilizzo di **acqua potabile** i volumi disponibili vanno coordinati con l'approvvigionamento di acqua potabile.

#### Fattori per stabilire la quota del volume d'acqua utile per il progetto

- Volumi d'acqua già impegnati: utilizzo dell'acqua esistente da parte della rete di approvvigionamento pubblica con acqua potabile, delle attività industriali o delle centrali idroelettriche nel bacino idrografico.
- Volumi riservati per la rete di approvvigionamento pubblica con acqua potabile nel futuro.
- Diritti esistenti o potenziali di altri progetti di irrigazione nell'area di osservazione stabilita.

Tabella 6 Indicazioni per stabilire i volumi d'acqua utili per il progetto.

### 5.3

## Bilancio del fabbisogno e dell'offerta d'acqua

Un bilancio idrico mette a confronto il fabbisogno e l'offerta d'acqua in caso di siccità per individuare eventuali deficit. Serve per stabilire se è necessario adeguare la struttura del progetto.

La figura 10 riporta il diagramma del bilancio idrico per tre condizioni climatiche diverse. Con condizioni di siccità crescente (da sinistra a destra), il fabbisogno idrico aumenta e la disponibilità d'acqua diminuisce. Siccome il dimensionamento si basa su un anno di siccità (cfr. cap. 4.3), l'offerta d'acqua supera il fabbisogno in un anno normale. Tuttavia, se vengono irrigate più superfici di quelle incluse nel dimensionamento, il bilancio può cambiare. In un anno estremo, ci si può aspettare comunque un deficit, perché alcune fonti idriche possono esaurirsi e il fabbisogno aumenta. Nell'esempio illustrato, il progetto ha due diverse fonti idriche i cui volumi d'acqua utili diminuiscono o si esauriscono completamente con l'aumentare della siccità.

Diagramma del bilancio idrico

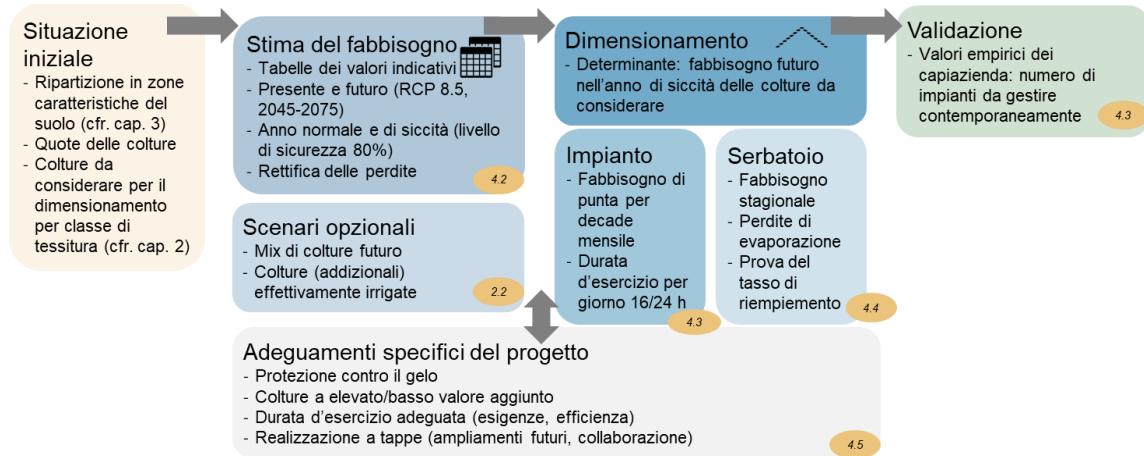


Figura 10 Confronto tra fabbisogno e offerta d'acqua

Nell'ottica di una pianificazione a lungo termine è consigliabile allestire il bilancio idrico per un **anno di siccità nel futuro**. Per i progetti più piccoli o in mancanza delle basi di dati, si può prendere in considerazione anche un anno di siccità nel presente. Se la disponibilità d'acqua della fonte idrica è scarsa o varia nel corso dell'anno, si raccomanda una **risoluzione temporale mensile** per il bilancio. A seconda dell'analisi, come unità di misura si considera il volume d'acqua [ $m^3$  al mese] o il volume del prelievo [ $l/s$ ]. È importante che il fabbisogno idrico includa **tutte le colture irrigue previste** (cfr. cap. 2.2).

Raccomandazione:  
bilancio idrico mensile per un anno di siccità nel futuro

Se vengono individuati deficit idrici insostenibili, è necessario apportare modifiche alla pianificazione per ottenere un progetto realizzabile, ad esempio:

- adeguamento del comprensorio;
- integrazione di altre fonti idriche o di un serbatoio d'acqua;
- aumento dell'efficacia dell'irrigazione (cfr. cap. 6).

La frequenza e la portata dei deficit idrici residui sono basilari al fine di valutare la sostenibilità (cfr. cap. 7).

## 5.4

### Gestione dei deficit idrici: misure preventive

Generalmente determinati rischi di penuria idrica vengono messi in preventivo. Questo capitolo mostra le misure preventive a livello aziendale per gestire i deficit idrici residui.

Nella fase operativa, ci sono fattori che possono incidere sul fabbisogno idrico e quindi sulla portata e sulla frequenza dei deficit idrici. Se l'acqua disponibile viene già abbondantemente utilizzata negli anni normali, in quelli di siccità la riserva utile non è sufficiente, il che significa dover mettere in preventivo danni alle colture dovuti alla mancanza d'acqua con conseguenti cali di resa. Le perdite di resa vanno comunque messe in conto negli anni estremi poiché questi non vengono considerati ai fini del dimensionamento e della progettazione. Tali perdite devono essere parte integrante di una gestione dei rischi a livello aziendale.

Gestione dei rischi a livello aziendale con misure preventive

Si raccomanda di esaminare le **misure preventive per ridurre le perdite di resa** nel quadro della gestione del rischio a livello aziendale. L'esperienza ha dimostrato che in questo modo si può ottenere una riduzione significativamente maggiore rispetto alle misure adottate in caso di evento acuto. È consigliabile considerare il

fabbisogno idrico annuale. Se si verificano picchi marcati del fabbisogno, si deve intervenire per interromperli mediante misure mirate. Nel caso di fasi più lunghe di fabbisogno elevato, ci si deve concentrare su misure con un effetto a lungo termine. Le opzioni possibili sono elencate di seguito; inoltre si rimanda alle misure per aumentare l'efficienza dell'irrigazione di cui al capitolo 6.

- Coltivazione: p.es. riduzione della quota delle colture a elevato fabbisogno idrico, diversificazione del mix di colture (con fabbisogno idrico in fasi diverse), coltivazione di varietà resistenti alla siccità, misure agronomiche per migliorare la struttura del suolo e il bilancio idrico del suolo (cfr. all. A6.1).
- Tecnica: p.es. ottimizzazione della tecnica corrente (cfr. all. A6.1), impiego di una tecnica a basse perdite, ottimizzazione del processo di irrigazione (riduzione dei tempi di conversione).
- Assicurazione: copertura assicurativa dei rischi residui.

Per tutti i progetti di irrigazione si devono prevedere deficit idrici per almeno un anno estremo. Occorre stabilire preventivamente le **regole** da applicare **in caso di deficit idrico acuto**. È possibile applicarle a vari livelli.

Definizione preventiva di regole in caso di evento

- Ripartizione dell'acqua tra le unità di gestione.
- Priorizzazione delle colture all'interno di un'unità di gestione.

La regolamentazione può contemplare i seguenti aspetti.

- Resa aggiuntiva della coltura: fissare il principio (p.es. priorizzazione delle colture in base alla loro idoneità all'irrigazione, lista degli stadi più sensibili per coltura) e applicarlo in base alla situazione (p.es. sospensione dell'irrigazione per le colture con una resa aggiuntiva troppo bassa o con un rischio di perdita troppo elevato).
- Quote d'acqua fisse concordate in anticipo.
- Eventuali parametri di misurazione, nonché mezzi e canali di comunicazione per il processo decisionale riferito alla situazione.

## 6. Efficienza e monitoraggio

Un'irrigazione mirata e a basse perdite d'acqua, adeguata al fabbisogno delle colture e alle caratteristiche del suolo, assicura una gestione responsabile delle risorse idriche. L'efficienza dell'irrigazione può essere migliorata attuando un piano di misure. Per poterla valutare, è necessario registrare e controllare il consumo effettivo di acqua e di energia attraverso un monitoraggio.

In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Non sono richieste informazioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Scegliere le misure opportune per aumentare l'efficienza</li> <li>— Identificare gli indicatori principali dell'efficienza idrica ed energetica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pianificare le misure per aumentare l'efficienza</li> <li>— Pianificare il monitoraggio del consumo idrico effettivo</li> </ul>

— Stabilire gli indicatori principali dell'efficienza idrica ed energetica

## 6.1 Piano di efficienza

Misure mirate e specifiche per il progetto, finalizzate a un utilizzo efficiente dell'acqua garantiscono un'irrigazione responsabile e redditizia. È importante scegliere misure idonee e pianificare l'attuazione.

Nello **studio preliminare** vengono elaborati ed elencati i seguenti contenuti.

- Valutare gli assi di intervento e scegliere le misure opportune attuabili nel progetto (cfr. tab. 7). Oltre a quelle elencate, se ne possono proporre altre ad hoc. Si possono indicare anche le misure già attuate dai capi azienda nel comprensorio prima della realizzazione del progetto.
- Spiegare perché le misure scelte sono particolarmente efficaci nell'ambito del progetto. Per essere soddisfacente la motivazione deve:
  - essere fondata dal profilo tecnico;
  - mettere l'efficacia delle misure in relazione diretta con le condizioni quadro del progetto;
  - fondarsi sulle basi attuali (cfr. all. A6.1).
- Descrivere le prime di idee su come potrebbero essere attuate le misure.

Assi di intervento e scelta delle misure

Nella **progettazione** viene pianificata e descritta l'attuazione concreta delle misure scelte nello studio preliminare. Per ogni misura viene fornita una spiegazione attendibile e comprensibile di come verrà attuata in modo concreto e vincolante e di chi, in seno all'ente promotore del progetto, è responsabile della sua attuazione. Di seguito alcuni esempi.

Pianificazione dell'attuazione

- Fissare il piano d'attuazione e la scelta finale delle misure in un workshop con tutti i capi azienda del comprensorio.
- Mettere per iscritto in una carta, sottoscritta dai gestori, le direttive per le tecniche di coltivazione e l'irrigazione e, a seconda della forma di organizzazione, sancirle negli statuti (cfr. cap. 8.2).
- Definire nel fascicolo del progetto l'acquisto di strumenti tecnici e descriverne l'applicazione prevista nonché stabilire chi, in seno all'ente promotore del progetto, è responsabile dell'applicazione.

La tabella 7 fornisce un quadro generale degli assi di intervento per un utilizzo dell'acqua il più efficiente possibile (tecnica di coltivazione, ritenzione idrica, tecnica di irrigazione, regolazione mirata dell'irrigazione, organizzazione e gestione, formazione professionale e continua). Per maggiori informazioni sulle misure si rimanda all'allegato A6.1. Tutti i progetti presuppongono l'ispezione, la manutenzione e l'autocontrollo regolari dell'impianto di irrigazione, comprese le condotte (tenuta).

Asse di intervento	Misure possibili	Approcci concreti
Tecnica di coltivazione	Bilancio equilibrato dell'humus	Apportare concimi organici a basso tenore di azoto, trinciare la paglia anziché portarla via dai campi, coltivare colture intercalari
	Lavorazione rispettosa del suolo	Pacciamatura, impiego mirato e puntuale dell'aratro e di dispositivi rotanti, passaggi soltanto su terreno asciutto
	Incorporazione di additivi in grado di trattenere l'acqua	In frutticoltura: incorporare preparati in impianti giovani
	Protezione dall'erosione	Strisce inerbite ai bordi del campo, inerbimento di strisce trasversali e corsie, rincalzatore trasversale (Dyker)
	Pacciamatura o altre misure per ridurre l'evaporazione (teli)	Pacciamatura di paglia, telo pacciamante, trasferimento di pacciamante, pacciamatura spray
	Adeguamento del periodo di coltivazione	Colture autunnali anziché primaverili, semina/piantagione anticipata o ritardata
	Adeguamento dell'avvicendamento delle colture	Minore quota di colture ad alto consumo idrico e maggiore quota di colture tolleranti alla siccità
	Adeguamento della densità d'impianto	Maggiore distanza tra le file
	Scelta di varietà tolleranti o di varietà con periodo di coltivazione più breve	Varietà con sistema radicale più grande o con migliore tolleranza, varietà precoci
	In frutticoltura: diradamento coerente e precoce	Cfr. indicazioni di cui all'allegato A6.1
	Ombreggiatura nei periodi di canicola	Protezione antigrandine o reti ombreggianti speciali, agrifotovoltaico
Immagazzinamento dell'acqua	Ritenzione dell'acqua piovana	Stagni di ritenzione, canali filtranti, siepi lungo curve di livello
Tecnica di irrigazione	Impiego di una tecnica a basse perdite ed elevata efficienza energetica (barre irroranti, irrigazione a goccia)	Barre irroranti o irrigazione a goccia anziché getto ad alta pressione o sprinkler, annaffiatura delle piantine direttamente alla messa a dimora
	Miglioramento della precisione di distribuzione della tecnica esistente	Non irrigare con vento forte ( $> 5 \text{ m/s}$ ), per l'irrigazione a goccia spessore della parete adatto al terreno, raindancer
	Riduzione al minimo delle perdite con la tecnica esistente	Non irrigare con vento forte ( $> 5 \text{ m/s}$ ) e a temperature elevate ( $> 25^\circ\text{C}$ ), manutenzione regolare, sprinkler antivento
	Rinnovo tecniche obsolete	
Regolazione mirata dell'irrigazione	Sensori	Misurare l'umidità nella rizosfera
	Bilancio o modello idrico	Modellizzare l'umidità del suolo (informazioni su clima, suolo e colture)
	Regolazione più mirata sulla scorta delle informazioni sul suolo	Adeguare la quantità d'acqua, l'intensità e l'intervallo di irrigazione in base alle caratteristiche del suolo
	Adeguamento della quantità d'acqua di irrigazione in base allo stadio della coltura	Consultare schede tecniche e raccomandazioni

Asse di intervento	Misure possibili	Approcci concreti
Organizzazione e gestione	Dimensionamento efficace che assicura la flessibilità a livello operativo	Dimensionamento adeguato ai requisiti tecnici (cfr. cap. 4.3), meccanizzazione a livello di singola azienda adeguata alla superficie irrigata.
	Sequenza flessibile delle particelle irrigate grazie a un valido coordinamento	Ausili tecnici per una regolazione mirata dell'irrigazione (cfr. all. A6.1), strumenti tecnici per una panoramica del comprensorio
	Incentivi finanziari	Tramite il prezzo dell'acqua creare incentivi per un utilizzo dell'acqua più efficiente
	Documentazione dell'utilizzo dell'acqua	Dati sull'utilizzo stagionale dell'acqua, valutare gli indicatori di efficienza almeno annualmente (cfr. cap. 6.2 e all. A6.2)
	Piano di priorizzazione in situazioni di carenza idrica (cfr. cap. 5.4)	Priorizzazione dell'idoneità all'irrigazione delle colture nel comprensorio, regolamentazione della pratica irrigua in periodi di carenza idrica
Formazione professionale e continua	Partecipazione regolare a corsi di formazione continua, conferenze e workshop sull'irrigazione	Scambio con professionisti esperti, collaborazione a progetti in corso sull'argomento
	Formazione mirata e corsi di aggiornamento annuali per i collaboratori che si occupano di irrigazione	Creare semplici panoramiche con i principali valori indicativi e illustrazioni utili, regolare scambio di informazioni durante la stagione

Tabella 7 Asse di intervento per un utilizzo ottimale dell'acqua con misure possibili e approcci concreti.

## 6.2 Monitoraggio e indicatori di efficienza dell'acqua

Una volta realizzato un progetto, è importante documentare e analizzare l'irrigazione e la gestione. Ciò consente di avere una buona visione d'insieme dell'intero comprensorio e, se necessario, di riconoscere i punti di miglioramento della pratica irrigua.

Durante la fase operativa, il consumo effettivo di acqua deve essere registrato con contatori dell'acqua. Ciò consente di effettuare un confronto con i valori indicativi e ottimizzare l'efficienza dell'utilizzo dell'acqua<sup>20</sup>.

Monitoraggio del consumo effettivo

I promotori del progetto possono registrare anche altri dati sull'irrigazione, ad esempio nel quadro del piano di efficienza (cfr. cap. 6.1). Alcuni parametri interessanti sono:

Valori indicativi semplici

- superficie irrigata per coltura e anno;
- rese ottenute e stima della resa commerciabile (media, superiore alla media o inferiore alla media), con commenti sulle cause se la resa è inferiore alla media;
- tecniche d'irrigazione utilizzate e rispettive quote della superficie per coltura.

Su tali basi si possono effettuare valutazioni e ottenere i valori indicativi seguenti:

- quantità media d'acqua (in mm) per l'irrigazione nel comprensorio per tutte le colture;
- quota delle colture irrigate (cfr. cap. 4.1) nel comprensorio;

<sup>20</sup> L'Ufficio federale dell'ambiente redige raccomandazioni per la registrazione e l'utilizzo dei dati futuri.

- quota delle tecniche a basse perdite (irrigazione a goccia, barre irroranti) nel comprensorio;
- variazione annuale della quantità d'acqua di irrigazione nel comprensorio, delle quote delle colture meritevoli di irrigazione e non, delle quote della superfici irrigate e delle tecniche di irrigazione.

L'allegato A6.2 contiene esempi di analisi e strumenti di interpretazione per valutazioni semplici, utili alle aziende che vogliono ottimizzare la loro infrastruttura di irrigazione.

Più dettagliati sono i dati raccolti, più facile è analizzare e migliorare le attuali pratiche irrigue. Ulteriori analisi interessanti possono essere effettuate con i dati seguenti:

- registrazione della quantità d'acqua di irrigazione per coltura e anno in mm o  $m^3/ha$ ;
- registrazione della durata d'esercizio della pompa: ore d'esercizio senza irrigamento solare intenso (p.es. dalle 19.00 alle 11.00) e ore d'esercizio con irraggiamento solare potenzialmente intenso (p.es. dalle 12.00 alle 18.00) oppure ore d'esercizio in condizioni meteo con elevato rischio di perdite (temperatura  $> 25^\circ C$ , vento  $> 5 m/s$ );
- registrazione delle precipitazioni o confronto con dati meteo.

Su tali basi si possono effettuare valutazioni e ottenere i valori indicativi seguenti:

- mm/anno e coltura rispetto al volume delle precipitazioni o all'indice stagionale della siccità ([indicatori di siccità](#));
- quota delle ore d'esercizio tra le 12.00 e le 18.00 (fase critica per perdite) rispetto alle ore d'esercizio complessive. Alternativa: quota delle ore d'esercizio in condizioni meteo con elevato rischio di perdite (temperatura  $> 25^\circ C$ , vento  $> 5 m/s$ );
- produttività dell'acqua (rapporto tra la resa commerciabile e la somma dei volumi delle precipitazioni e dell'irrigazione durante il periodo vegetativo).

## 6.3

### Efficienza energetica

I nuovi impianti sono costruiti secondo lo stato della tecnica e dovrebbero quindi soddisfare i requisiti a livello di efficienza energetica. Nel fascicolo del progetto occorre riportare gli indicatori più importanti dal profilo dell'efficienza energetica.

Nello **studio preliminare** si deve:

Aspetti rilevanti

- indicare il consumo energetico previsto per un anno normale (cfr. cap. 4.1) in  $kWh/m^3$ , suddiviso per la fornitura e l'adduzione dell'acqua. Nei progetti di ampia portata va indicato il consumo energetico per settore in funzione della distanza e del dislivello come base per la scelta del comprensorio definitivo;
- fornire la prova dell'efficienza della pompa scelta per la fornitura dell'acqua, indicare il livello di efficacia e motivare la scelta della portata della pompa; indicare se è disponibile la regolazione automatica del numero di giri;
- fornire la prova dell'efficienza del sistema di adduzione dell'acqua: motivare la scelta del diametro delle tubature;

— descrivere le fonti energetiche, in particolare se vengono utilizzate energie rinnovabili e se il loro utilizzo è stato chiarito.

Nella **progettazione** gli aspetti succitati vengono eventualmente adeguati e approfonditi.

## 7. Costi e redditività

Le stime dei costi sono basilari per il finanziamento del progetto (investimenti), per l'analisi della redditività (sostenibilità finanziaria) e per il calcolo delle tariffe dell'acqua.

In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fare una stima approssimativa dei costi e della redditività sulla scorta di valori empirici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stimare i costi annuali e di investimento</li> <li>— Monetizzare i benefici per coltura e valutare la redditività (sostenibilità finanziaria) del progetto generale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fare un preventivo dei costi di investimento e una stima accurata dei costi annuali</li> <li>— Descrivere il finanziamento</li> <li>— Stabilire la ripartizione dei costi e le tariffe dell'acqua</li> <li>— Fare una stima accurata della redditività del progetto generale</li> <li>— Eseguire l'analisi di sensibilità della redditività</li> </ul>

### 7.1 Stima dei costi di investimento

La stima dei costi di investimento è un elemento basilare per tutti i progetti. Il livello di dettaglio aumenta man mano che il progetto procede. Al termine della progettazione si dispone di un preventivo dei costi il cui livello di accuratezza è sufficiente per poter decidere se procedere o meno all'attuazione (si conosce l'impatto dei costi).

Il preventivo dei costi (PC) di un progetto contempla tutti i costi di investimento, ossia quelli per la pianificazione, per l'assegnazione dell'incarico e per la realizzazione del progetto di irrigazione. Il livello di dettaglio del PC dipende largamente dallo stadio di progettazione e dalla portata del progetto. La struttura del PC deve corrispondere allo stato della tecnica dei progetti nel settore del genio civile<sup>21</sup> per la gara d'appalto e il controllo dei costi di costruzione. Tuttavia, essa può essere adattata se necessario, ad esempio come base per una chiave di riparto dei costi per infrastrutture collettive e proprie dell'azienda o per la fornitura, l'adduzione e la distribuzione dell'acqua.

Allestire un preventivo dei costi adeguato alla fase del progetto

Fase del progetto	Scopo della stima dei costi	Accuratezza della stima dei costi	Esigenze per la stima dei costi	Basi per la stima dei costi
Inizializzazione	Prima stima dei costi di investimento	> ±30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stime approssimative per la fornitura, l'adduzione e la distribuzione dell'acqua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Valori empirici (cfr. all. A7.1)</li> </ul>
Studio preliminare (SIA fase 2)	Fattibilità	Secondo la norma SIA 406 (raccomandazione: ±30%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Planimetrie</li> <li>— Dimensionamento approssimativo degli impianti: p.es. altezza di pompaggio, volume utile, n. di trivellazioni,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pubblicazioni, progetti simili, stime di esperti (p.es. studi di ingegneri)</li> </ul>

<sup>21</sup> Soprattutto per i progetti di portata più ampia secondo il piano dei costi di costruzione nel genio civile: [www.crb.ch](http://www.crb.ch)

Fase del progetto	Scopo della stima dei costi	Accuratezza della stima dei costi	Esigenze per la stima dei costi	Basi per la stima dei costi
			<ul style="list-style-type: none"> <li>— lunghezza delle condotte, ecc.</li> <li>— Ev. varianti per lo studio delle varianti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Plausibilizzazione delle voci dei costi rilevanti con fornitori/imprese</li> </ul>
Progettazione (SIA Fase 3)	Preventivo dei costi	<p>Secondo la norma 406 (raccomandazione: min. <math>\pm 20\%</math>)</p> <p>Per progetti di ampia portata, raccomandazione: fino a <math>\pm 10\%</math> a livello di progetto di costruzione</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Piani, schemi</li> <li>— Dimensionamento: lunghezza e diametro delle condotte, ev. calcolo della rete idraulica, profondità di posa, tipo di pompa, ecc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Richiesta di offerte indicative per le voci di costo rilevanti</li> </ul>

Tabella 8 Obiettivi, accuratezza, esigenze e basi per stime dei costi di investimento adeguate al livello.

Il PC viene modificato in modo mirato e precisato a più riprese nel corso del progetto, poiché i fattori di costo (comprensorio, dimensionamento, ecc.) possono cambiare e la precisione dei costi aumenta parallelamente all'avanzamento della pianificazione.

Affinché il progetto di irrigazione possa essere realizzato, il finanziamento dei costi di investimento deve essere assicurato al più tardi prima dell'inizio della realizzazione (cfr. fig. 1). Le fonti di finanziamento sono molteplici.

- Capitale proprio: una parte dei costi di investimento e, in particolare, i costi di pianificazione devono spesso essere sostenuti dall'azienda stessa.
- Capitale di terzi privati: contributi, prestiti o crediti di fondazioni private.
- Capitale di terzi pubblici: sovvenzioni o crediti della Confederazione e del Cantone.

A titolo indicativo, per la fase di **inizializzazione** l'allegato A7.1 fornisce una gamma approssimativa dei costi di investimento. Per le fasi successive i costi devono essere stimati specificatamente per il progetto, se necessario con il supporto di uno studio di ingegneria.

## 7.2 Stima dei costi annuali

I costi annuali totali (costi del capitale e di esercizio) per la gestione e la manutenzione dell'infrastruttura di irrigazione sono basilari per valutare la redditività (sostenibilità finanziaria) e per definire il modello di tariffe e prezzi.

I costi annuali possono essere suddivisi nelle seguenti voci ed essere ulteriormente precisati parallelamente all'avanzamento del progetto.

Adeguare il preventivo dei costi parallelamente all'avanzamento del progetto

Finanziamento dei costi di investimento

Calcolare i costi di gestione e manutenzione

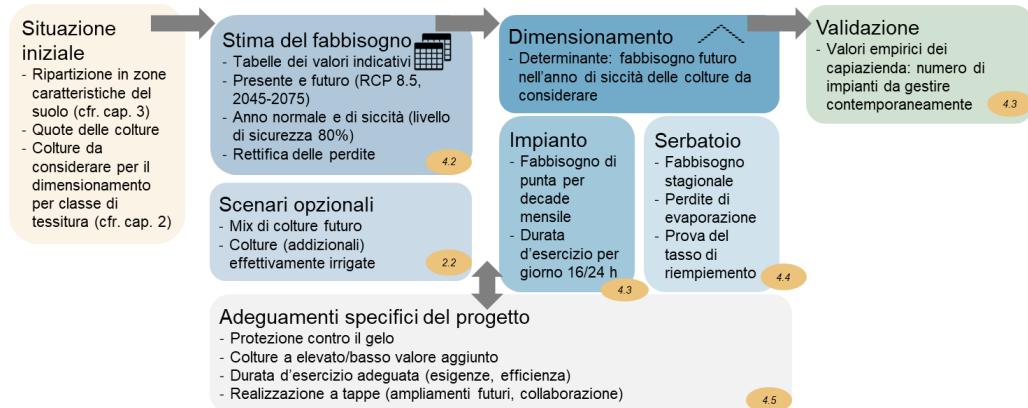


Figura 11 Componenti dei costi annuali, dei costi del capitale e dei costi di esercizio.

La struttura approssimativa dei costi nella figura 11 può essere eventualmente affinata come segue.

- Distinzione tra spese proprie dell'azienda (p.es. per la costruzione e lo smantellamento dell'irrigazione nei campi) e spese collettive (p.es. per la captazione delle acque sotterranee, i bacini di accumulo, le condotte principali).
- Suddivisione in costi fissi e costi variabili affinché nel regolamento delle tariffe sia possibile determinare il rapporto tra tariffa di base e tariffa proporzionale alla quantità (cfr. cap. 7.3).

All'allegato A7.2 è disponibile uno strumento di calcolo dei costi annuali.

### 7.3 Ripartizione dei costi e tariffe dell'acqua

Il modello delle tariffe e dei prezzi assicura che i costi annuali totali possano essere coperti dagli utenti secondo il principio di causalità.

La ripartizione dei costi secondo il principio di causalità per l'infrastruttura di irrigazione collettiva richiede una distinzione tra costi fissi e costi variabili.

- I costi fissi sorgono indipendentemente dall'utilizzo dell'infrastruttura di irrigazione. Sono composti dai costi del capitale (costi di ammortamento e degli interessi), dai costi dell'assicurazione e da una parte dei costi del personale. I costi fissi possono essere conteggiati alle aziende su base proporzionale (p.es. in base alla superficie allacciata) applicando una tariffa di base (contributo di base annuale). Inoltre possono essere conteggiati in base al prezzo al metro cubo.
- I costi variabili dipendono dai volumi d'acqua utilizzati e sono composti dai costi dell'energia, da una parte dei costi del personale, dai costi variabili di servizio e riparazione nonché dai prezzi per il prelievo dell'acqua. I costi variabili vengono conteggiati preferibilmente in base alla quantità d'acqua consumata applicando la tariffa proporzionale alla quantità (prezzo al metro cubo).

Nel caso di investimenti più ingenti il finanziamento va concordato anticipatamente, ad esempio sulla base della ripartizione dei costi fissi.

L'organizzazione che gestisce l'impianto di irrigazione è libera di decidere come ripartire i costi e quali tariffe stabilire, ovvero può definire sistemi tariffari diversi o supplementari nonché la vendita di contingenti per determinate quantità e periodi. In tal caso si tratta di garantire a tutte le aziende un accesso equo a volumi minimi d'acqua.

Struttura dei costi adeguata per il calcolo delle tariffe

Ripartizione dei costi secondo il principio di causalità

Costi fissi e tariffa di base

Costi variabili e tariffa proporzionale alla quantità

Convenzioni speciali

## 7.4

## Redditività dell’irrigazione

Il calcolo della redditività è un’importante base decisionale per valutare la sostenibilità finanziaria di un progetto di irrigazione. Inoltre, la redditività di una singola coltura può essere considerata per valutare se è meritevole di irrigazione.

L’analisi della redditività mette a confronto i benefici e i costi annuali di un progetto di irrigazione (cfr. cap. 7.2). Affinché siano garantite la redditività dell’irrigazione e la copertura dei costi annuali, i benefici devono superare chiaramente i costi nella media su diversi anni.

La prova della redditività va fornita per l’anno normale nel presente (cfr. cap. 1.4). Ciò garantisce che il progetto di irrigazione non debba essere gestito in modo non redditizio nei primi anni. Se la redditività dell’irrigazione è assicurata per l’anno normale nel presente si può presumere possa essere garantita anche negli altri casi (anno di siccità nel presente, anno normale e di siccità nel futuro, cfr. cap. 1.4).

Il calcolo della redditività non deve basarsi sullo stesso utilizzo delle superfici e sullo stesso mix di colture ipotizzati per il dimensionamento secondo il capitolo 4. Considerando l’avvicendamento delle colture o le colture secondarie, le infrastrutture di irrigazione solitamente coprono una superficie più ampia di quella che può essere irrigata in un anno di siccità nel futuro durante il picco del fabbisogno irriguo (cfr. cap. 2.2). Siccome la redditività dell’infrastruttura di irrigazione deve essere garantita anche nell’anno normale, ai fini del calcolo può dunque essere opportuno considerare superfici e colture irrigate supplementari se è disponibile la quantità d’acqua necessaria a tale scopo (cfr. bilancio idrico cap. 5.3).

I capitoli seguenti descrivono la metodologia proposta per il calcolo della redditività.

## 7.4.1

## Monetizzazione dei benefici per coltura

In una prima fase si fanno ipotesi motivate sulle colture coltivate e sulle rispettive superfici coltive all’interno del comprensorio per le quali vanno calcolati i benefici finanziari (cfr. cap. 2.2). Oltre alle colture principali si considerano l’avvicendamento delle colture previsto ed eventuali colture secondarie. Per tutte le superfici si fa una stima del ricavo previsto per ettaro e anno nel presente (cfr. tab. 9 colonna 3). Il calcolo può essere effettuato sulla base di:

- valori empirici degli ultimi anni senza l’irrigazione prevista;
- entrate previste per una resa media nella pianificazione finanziaria;
- dati sulle superfici secondo i sistemi cantonali di geoinformazione;
- catalogo del contributo di copertura di [Agridea](#);
- ProfiCost Gemüse - dati della Centrale svizzera dell’orticoltura e delle colture speciali ([CSO](#));
- valori di resa della coltura secondo l’assicurazione [Grandine Svizzera](#).

In una seconda fase vengono stimati e motivati i benefici finanziari dell’irrigazione. Questi derivano principalmente dalle perdite evitate (p.es. qualità, quantità, disponibilità, prezzo). Ai fini del calcolo si utilizzano le basi di dati esistenti o si enunciano ipotesi per poter effettuare una stima quantitativa delle perdite medie previste

Confronto tra costi e benefici

Ipotesi semplificate: anno normale nel presente

Ipotesi semplificate: mix di colture e utilizzo delle superfici nel presente

Fase 1: calcolare il ricavo per le colture principali e secondarie

Fase 2: stimare le perdite senza irrigazione

senza irrigazione attraverso valori percentuali rispetto al ricavo previsto. Dato che le precipitazioni annuali sono soggette a fluttuazioni marcate, la perdita prevista va stimata come valore mediano sull'arco di più anni.

Dal ricavo previsto e dalle perdite previste senza irrigazione si può infine stimare il ricavo assicurato dall'irrigazione. I risultati di queste tre fasi possono essere riasunti come illustrato nella seguente tabella esemplificativa.

Fase 3: ricavo assicurato dall'irrigazione

Colture principali e secondarie	Superficie coltiva nel comprensorio (ha/anno)	Ricavo (fr./ha/anno)	Perdita prevista* <u>senza irrigazione</u> (%)	Ricavo assicurato* <u>con irrigazione</u> (fr./ha/anno)
A	2	5'000	50%	2'500
B	5	3'000	30%	900
C	1	6'000	80%	4'800
D	3	5'000	30%	1'500

Tabella 9 Esempio integrato con la perdita prevista senza irrigazione in % e con il ricavo assicurato,

\* nell'anno normale secondo la figura 5.

All'allegato A7.3 sono illustrati altri strumenti di calcolo dei benefici. La stima e la motivazione delle perdite previste rimangono comunque un compito impegnativo date le notevoli incertezze legate alle precipitazioni e la mancanza di basi di dati (cfr. cap. 9).

## 7.4.2 Calcolo della redditività

Il ricavo assicurato dall'irrigazione viene calcolato come media delle colture considerate e di eventuali colture secondarie, tenendo conto dell'avvicendamento delle colture (cfr. tab. 10).

Ricavo medio della superficie

Colture principali e secondarie	Superficie coltiva nel comprensorio (ha/anno)	Ricavo assicurato* per coltura e superficie (fr./ha/anno)	Ricavo assicurato* totale per coltura (fr./anno)
A	2	2'500	5'000
B	5	900	4'500
C	1	4'800	4'800
D	3	1'500	4'500
<b>Totale</b>	<b>11 ha</b>		<b>18'800 fr./anno</b>
<b>Ricavo ass. medio della superficie*</b>		<b>1'709 fr./ha/anno</b>	

Tabella 10 Esempio di stima del ricavo assicurato dall'irrigazione per un anno medio; \* nell'anno normale secondo la figura 5.

Il ricavo assicurato per ettaro viene infine comparato con i costi annuali (cfr. cap. 7.2) per calcolare la redditività come illustrato nella seguente tabella esemplificativa.

Calcolo della redditività

	Calcolo <u>senza</u> sovvenzioni	Calcolo <u>con</u> sovvenzioni
Ricavo assicurato (fr./ha/anno)	1'709	1'709
Costi annuali (fr./ha/anno)	2'000	1'500
<b>Redditività (fr./ha/anno)</b>	<b>-291</b>	<b>209</b>

Tabella 11 Esempio di calcolo della redditività dell'irrigazione con e senza sovvenzioni.

Il calcolo della redditività va eseguito con e senza sovvenzioni. Le due varianti servono per finalità diverse.

Redditività con e senza sovvenzioni

- La variante di calcolo senza sovvenzioni funge da base per stabilire se le colture sono meritevoli di irrigazione.
- La variante di calcolo con sovvenzioni serve per analizzare la redditività del progetto di irrigazione. Quest'ultimo viene realizzato soltanto se può essere gestito in modo redditizio.

Tutte le ipotesi vanno motivate. Una motivazione valida contiene in particolare una descrizione delle basi utilizzate e delle ipotesi enunciate.

Motivare le ipotesi

## 7.5

### Analisi di sensibilità – Gestione delle incertezze

L'analisi di sensibilità indica ai partecipanti al progetto quanto è solida la valutazione della redditività tenendo conto dell'influenza esercitata da variazioni imprevedibili dei singoli parametri.

Quanto è solida la valutazione?

Le incertezze relative alle fluttuazioni future o stagionali che non si riflettono nei calcoli del valore aggiunto e dei costi possono essere prese in considerazione nell'ambito di un'analisi di sensibilità. Si modifica un singolo parametro (p.es. con un aumento del 30% dei costi di investimento, con e senza sovvenzioni, con un aumento del 30% dei costi dell'elettricità o del carburante, ecc.) per poi rieseguire il calcolo della redditività. Di conseguenza, è possibile riconoscere il grado di sensibilità con cui la redditività reagisce ai singoli fattori di incertezza. Quelli più importanti vanno discussi, per poi adottare misure tese a ridurre al minimo le incertezze nelle ulteriori fasi di progettazione.

## 8. Organizzazione

Per la costruzione nonché la gestione e la manutenzione a lungo termine dell'infrastruttura di irrigazione va scelta una forma organizzativa idonea. La presente guida si concentra sull'organizzazione che assicura la gestione e la manutenzione a lungo termine.

In questo capitolo viene descritto come procedere per elaborare i contenuti seguenti.

Inizializzazione	Studio preliminare	Progettazione
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Cercare partner di progetto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Creare una planimetria con il comprensorio provvisorio</li> <li>— Descrivere i rapporti di proprietà</li> <li>— Chiarire l'ente promotore del progetto</li> <li>— Chiarire la forma organizzativa per la gestione dell'impianto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Riportare il comprensorio definitivo nella planimetria</li> <li>— Descrivere i rapporti di proprietà</li> <li>— Costituire l'ente promotore del progetto</li> <li>— Descrivere l'organizzazione prevista incaricata della gestione e redigere una bozza degli atti costitutivi (statuti, regolamenti, ecc.)</li> </ul>

### 8.1 Scelta della forma organizzativa

La scelta della forma organizzativa deve basarsi sulla portata e sulla complessità del progetto nonché sulle strutture esistenti e sulle basi legali vigenti a livello cantonale.

Onde regolamentare adeguatamente la pianificazione, la costruzione, i rapporti di proprietà e la gestione dell'infrastruttura di irrigazione si devono prendere in considerazione le strutture esistenti con i rispettivi proprietari dei fondi e gestori. Ciò consente di sfruttare le sinergie, di ripartire i rischi finanziari e di garantire la gestione a lungo termine. L'organizzazione che gestisce l'infrastruttura non deve necessariamente corrispondere al promotore del progetto, che è responsabile dell'attuazione del progetto e la finanza. L'ente promotore deve essere già costituito al più tardi al momento della presentazione della domanda di costruzione mentre il futuro gestore dell'infrastruttura va coinvolto fin dalle prime fasi della pianificazione (cfr. cap. 1.2).

Regolamentazione adeguata della pianificazione, della costruzione, della proprietà e della gestione

Poiché i costi di pianificazione devono spesso essere finanziati in anticipo dai partecipanti al progetto, per importi più elevati può essere opportuno concludere una convenzione scritta o anticipare la costituzione dell'ente promotore del progetto, regolando eventuali pagamenti di compensazione una volta disponibile il dimensionamento definitivo o il comprensorio definitivo. Quando si anticipa la costituzione dell'ente promotore del progetto occorre tenere presente che sono disponibili basi decisionali meno dettagliate (p.es. sui costi e sulla redditività) e che il comprensorio e il numero di partecipanti possono ancora cambiare. È quindi particolarmente importante prevedere una sufficiente flessibilità a livello di ammissione e di uscita dei membri nonché rispettive norme finanziarie.

Regolamentazione tempestiva dei costi di pianificazione

La seguente tabella contiene una sintesi delle possibili forme organizzative.

Forma organizzativa	Breve descrizione	Ausili decisionali
Singola azienda (ditta individuale)	La singola azienda investe e gestisce l'infrastruttura di irrigazione	Per l'infrastruttura di irrigazione non serve una nuova forma organizzativa Non raccomandata per gli impianti collettivi Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: FR
Società semplice	Raggruppamento di più persone fisiche (2 o più) per la realizzazione e/o la gestione di un'infrastruttura di irrigazione (CO art. 530 segg.)	Esclusa per le persone giuridiche Costituzione rapida e semplice (nessuna prescrizione formale) Responsabilità personale, illimitata e solidale Ev. si devono acquisire i diritti di passaggio dai proprietari dei fondi Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: VS (come consorzio = unione di gestori), TG, FR
Società in nome collettivo	Raggruppamento di più persone fisiche (2 o più) per la progettazione e la costruzione di un'infrastruttura di irrigazione (CO art. 552 segg.)	Esclusa per le persone giuridiche Costituzione con iscrizione nel registro di commercio Responsabilità personale, illimitata e solidale Ev. si devono acquisire i diritti di passaggio dai proprietari dei fondi Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: ancora nessuna esperienza
Comune	Il Comune è proprietario e gestore dell'infrastruttura collettiva per la fornitura e l'adduzione dell'acqua	Serve la decisione del Comune Non serve una nuova forma organizzativa Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: VS
Società cooperativa	La società cooperativa ai sensi degli articoli 828-926 CO (min. 7 persone fisiche o giuridiche) garantisce la realizzazione e/o la gestione dell'infrastruttura di irrigazione	Costituzione più dispendiosa con iscrizione nel registro di commercio Se non disciplinato altrimenti, nessuna responsabilità personale o solidale, persona giuridica Ev. si devono acquisire i diritti di passaggio dai proprietari dei fondi Il capitale non è richiesto ma possibile, nel qual caso ogni socio della cooperativa ha delle quote, il pagamento degli utili è possibile solo se esplicitamente previsto dagli statuti (assemblea generale, amministrazione, organo di controllo) Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: BE, FR, TG
Consorzio per migliorie fondiarie	Il consorzio esistente composto da proprietari dei fondi si riferisce a opere di miglioramento del suolo (migliorie) ai sensi dell'articolo 703 CC e delle legislazioni cantonali	Applicabile solo per l'irrigazione, se la maggioranza dei proprietari dei fondi vuole un'infrastruttura di irrigazione (i gestori non hanno diritto di voto) Può essere preso in considerazione per la gestione dell'infrastruttura di irrigazione solo se i proprietari dei fondi vogliono occuparsene Se non disciplinato altrimenti, nessuna responsabilità personale o solidale, persona giuridica Riferito al suolo, ovvero i diritti di passaggio sono garantiti automaticamente Il comprensorio è stabilito tramite decisione a maggioranza, nessuna lacuna Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: VS
Società anonima (SA)	La società anonima ai sensi degli articoli 620-763 CO (min. 1 persona fisica o giuridica) garantisce la realizzazione e/o la gestione dell'infrastruttura di irrigazione	Costituzione più dispendiosa con iscrizione nel registro di commercio ai sensi dell'articolo 620 e seguenti del CO Nessuna responsabilità personale o solidale, persona giuridica Ev. si devono acquisire i diritti di passaggio dai proprietari dei fondi Capitale minimo 100'000 fr. (di cui min. 50% versato) Elevate esigenze in materia di contabilità ed elevato onere amministrativo (verbali, assemblee generali, rapporti di gestione, ecc.) I diritti degli azionisti sono definiti in modo chiaro, ossia meno flessibilità nella regolamentazione dell'ammissione/esclusione di membri Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: ancora nessuna esperienza (ora consentita nel Ct. ZH)

Forma organizzativa	Breve descrizione	Ausili decisionali
Società a garanzia limitata (Sagl)	La Sagl ai sensi degli articoli 772-827 CO (min. 1 persona fisica o giuridica) garantisce la realizzazione e/o la gestione dell'infrastruttura di irrigazione	Costituzione più dispendiosa con iscrizione nel registro di commercio ai sensi dell'articolo 772 e seguenti del CO Nessuna responsabilità personale o solidale, persona giuridica Ev. si devono acquisire i diritti di passaggio dai proprietari dei fondi Il capitale minimo di 20'000 fr. è piuttosto basso Onere amministrativo relativamente elevato Diffusione nell'ambito dell'irrigazione: TG (ora consentita nel Ct. ZH)

Tabella 12 Sintesi delle possibili forme organizzative per progetti di irrigazione; la diffusione a livello cantonale è esemplificativa e non si basa su un'indagine in tutti i Cantoni.

La tabella 12 mostra che la società cooperativa per progetti di irrigazione, a partire da sette persone fisiche o giuridiche, è la forma organizzativa più flessibile. Inoltre, è disciplinata nel CO (a livello federale) e quindi è adatta anche per progetti che si estendono oltre i confini cantonali. Per progetti di portata minore sono più adatte le società semplici o in nome collettivo, anche se possono essere composte esclusivamente da persone fisiche. L'esperienza maturata non è sufficiente per valutare quanto sia giustificabile il maggior onere amministrativo previsto da una società anonima o da una società a garanzia limitata per la realizzazione o la gestione di infrastrutture di irrigazione.

Per la costituzione di un'organizzazione, sul portale [PMI](#) della Segreteria di Stato per l'economia SECO è disponibile una lista in cui vengono messe a confronto le forme giuridiche più frequenti fornendo un quadro generale a livello di responsabilità, costituzione, obbligo di tenere una contabilità e di presentare un bilancio nonché di tassazione.

Ulteriori basi legali, supporti decisionali e modelli di contratto per le singole forme organizzative (società semplice e in nome collettivo, SA, Sagl) sono disponibili a pagamento sul sito Internet [Forme di cooperazione](#) di Agridea.

## 8.2 Atti costitutivi e regolamenti

Lo scopo degli statuti e dei regolamenti è assicurare l'operatività finanziaria e organizzativa a lungo termine di un'organizzazione incaricata della gestione. I contenuti vanno messi a punto fin dalle fasi iniziali onde poter sviluppare le basi rilevanti (piano di efficienza, stima dei costi annuali, tariffe dell'acqua, chiave di riparto) in modo mirato durante la fase di pianificazione e metterle a disposizione di chi deve prendere le decisioni.

Per la costituzione di un'organizzazione incaricata della gestione si devono osservare in particolare i seguenti principi.

- **Prima della firma** occorre far appurare gli aspetti legali e l'applicabilità pratica degli atti costitutivi.
- Negli **statuti** vanno inclusi gli obiettivi generali (p.es. sicurezza dell'approvvigionamento, efficienza e protezione del suolo). Le norme specifiche per la gestione, la manutenzione e il finanziamento dell'infrastruttura di irrigazione vanno stabilite in un **regolamento**, onde definire chiaramente i compiti, le competenze

e le responsabilità per la preservazione a lungo termine dell'infrastruttura di irrigazione nonché garantire la copertura dei costi annuali (cfr. cap. 7.2). I regolamenti sono più dettagliati, ma più facili da modificare rispetto agli statuti.

- L'organizzazione deve essere in grado di esistere a lungo termine, almeno per la durata di vita dell'infrastruttura di irrigazione. A tal fine, è essenziale un regolamento scritto. In particolare vanno fissate **norme concernenti l'ammissione, l'uscita e l'esclusione di membri** e le rispettive conseguenze finanziarie in modo tale da garantire la capacità di agire dell'organizzazione.
- Le norme per la destinazione e la ripartizione degli utili possono essere rilevanti per il buon esito della **domanda di contributo**. Inoltre, per i **crediti** vengono richieste garanzie che vanno regolamentate in maniera chiara, soprattutto per le forme organizzative a responsabilità limitata (p.es. società cooperative, SA, Sagl). A tal proposito le condizioni vanno chiarite tempestivamente con l'ufficio cantonale preposto ai miglioramenti strutturali.

La tabella seguente offre una sintesi delle norme specifiche in materia di irrigazione che vanno considerate negli atti costitutivi e nei regolamenti.

Statuti, contratto di società, ecc.	Regolamento di gestione e manutenzione	Regolamento sulle tariffe
— Aspetti finanziari di ammissione/uscita	— Misure per la protezione del suolo e l'efficienza	— Sufficiente copertura dei costi
— Possibilità di esclusione di membri	— Esigenze in materia di formazione continua (protezione del suolo, efficienza, gestione dell'infrastruttura)	— Tariffe secondo il principio di causalità
— Responsabilità dei membri	— Tecnica di irrigazione, p.es. utilizzo di contatori dell'acqua	— Modello di tariffa comprensibile e trasparente (p.es. tariffa di base e tariffa proporzionale alla quantità)
— Erogazione di acqua a terzi	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Diritto a quote d'acqua sulla base della chiave di riparto</li> <li>— Limitazioni se il fabbisogno supera la disponibilità idrica o la portata, ev. con priorizzazione delle colture</li> </ul>	

Tabella 13 Norme specifiche per l'irrigazione negli atti costitutivi e nei regolamenti.

Modelli ed esempi di contratti, statuti, regolamenti sulla gestione, sulla manutenzione e sulle tariffe possono essere richiesti agli uffici cantonali preposti ai miglioramenti strutturali o acquisiti presso i servizi di consulenza esterni (Agridea, Info-rama, ecc.).

## 9. Prospettiva

La presente guida è stata pensata per semplificare la realizzazione di progetti di irrigazione e garantirne la sostenibilità. Per questo, si è cercato di trovare il giusto equilibrio tra strumenti di supporto e requisiti, nonché tra standardizzazione e decisioni individuali. Trattandosi della prima guida di questo tipo a essere pubblicata, sarà necessario sperimentarla nella pratica ed eventualmente rivederla tra qualche anno.

La guida contempla tutte le basi di dati esistenti. Durante l'elaborazione sono state consultate e coinvolte le varie parti interessate allo scopo di trovare un'intesa sui contenuti, affrontando in modo costruttivo le divergenze di opinione o la mancanza di basi. I punti principali sono elencati di seguito.

- Mancanza di informazioni sul suolo su scala nazionale.
- Mancanza di valori indicativi sul fabbisogno idrico (cfr. all. A8) e mancanza di risultati di test sul fabbisogno idrico aggiuntivo delle colture nonché sull'impatto dello stress idrico sulla resa.
- Basi armonizzate relative ai costi e ausili completi per la stima dei costi di esercizio, ad esempio sulla base di valori empirici di progetti realizzati in passato.
- Basi di dati migliori e metodologia coerente per la stima dell'offerta d'acqua utilizzabile in modo sostenibile per l'irrigazione (p.es. nel quadro delle pianificazioni delle risorse idriche cantonali) nonché prescrizioni per le strutture per quanto riguarda il controllo in tempo reale dei prelievi di acqua dalle acque superficiali per il mantenimento dei deflussi residuali.
- Mancanza di una visione d'insieme degli obiettivi e dei contenuti delle strategie o dei piani di irrigazione cantonali e armonizzazione in base alla presente guida.
- Accordo su esigenze semplificate per progetti di piccola portata, eventualmente in combinazione con esempi di buone pratiche o modelli di contenuti standard per il fascicolo.

Si deve valutare come gestire questi punti. Uno scambio regolare e a livello inter-cantonale tra i responsabili delle decisioni e le organizzazioni interessate può essere utile per trattare in modo costruttivo le questioni aperte e appianare le divergenze. Tale scambio può avvenire, ad esempio, in una commissione del forum dedicato alla gestione sostenibile dell'acqua in agricoltura.

## A1 Check list Contenuti del progetto per fase

Le esigenze minime vanno convenute con l'autorità preposta all'assegnazione dei contributi per i miglioramenti strutturali all'inizio del progetto o prima dell'inizio di una nuova fase. Si deve decidere quali temi «non» devono essere trattati e quali devono essere trattati «in modo approssimativo» o «in modo approfondito».

L'elenco delle esigenze stabilito congiuntamente può essere utilizzato anche come check list per verificare la completezza del fascicolo.

### A1.1 Inizializzazione

*Obiettivo: fornire un quadro generale e verificare l'idea di progetto*

Temi	Fasi di lavoro	Rilevanza / accuratezza
Situazione iniziale	— Stabilire il motivo e lo scopo del progetto	
Contenuti generali del progetto	— Definire a grandi linee e descrivere l'idea di progetto — Tracciare a grandi linee il comprensorio del progetto	
Organizzazione del progetto	— Cercare partner di progetto	
Analisi della situazione	— Procedere a una prima scelta delle colture da considerare per il dimensionamento	
Fabbisogno idrico	— Fare una stima approssimativa del fabbisogno idrico	
Disponibilità idrica	— Esaminare le possibili fonti idriche — Chiarire le condizioni quadro per il prelievo d'acqua con i servizi cantonali o i Comuni	
Aspetti finanziari	— Fare una stima approssimativa dei costi e della redditività sulla base di valori empirici	

## A1.2 Studio preliminare

*Obiettivo: accettare la fattibilità, prendere le decisioni di fondo*

Temi	Fasi di lavoro	Rilevanza / accuratezza
Situazione iniziale	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stabilire il motivo e lo scopo del progetto</li> </ul>	
Contenuti generali del progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Secondo la norma SIA 406 (rapporto tecnico e planimetria con comprensorio provvisorio e varianti, ecc.)</li> </ul>	
Organizzazione del progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Descrivere i rapporti di proprietà</li> <li>— Chiarire l'ente promotore del progetto</li> <li>— Chiarire la forma dell'organizzazione incaricata della gestione dell'impianto</li> </ul>	
Analisi della situazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stabilire le colture da considerare per il dimensionamento</li> <li>— Effettuare un'analisi della situazione agronomica</li> <li>— Descrivere l'impatto sull'ambiente e accettare l'obbligo EIA</li> </ul>	
Idoneità all'irrigazione del suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Valutare approssimativamente le caratteristiche del suolo per zona</li> <li>— Stimare i rischi principali e indicare le possibili soluzioni</li> <li>— Escludere le eventuali zone a rischio elevato</li> </ul>	
Fabbisogno idrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stimare il fabbisogno idrico e il fabbisogno di punta</li> <li>— Fissare a grandi linee le dimensioni dell'impianto</li> <li>— Fissare a grandi linee le dimensioni del serbatoio</li> </ul>	
Disponibilità idrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Descrivere le fonti idriche e i volumi utili presi in considerazione</li> <li>— Fare una stima approssimativa del bilancio idrico, ev. adeguamento del progetto</li> </ul>	
Efficienza e monitoraggio	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Scegliere misure adeguate per accrescere l'efficienza</li> <li>— Identificare gli indicatori principali dell'efficienza idrica ed energetica</li> </ul>	
Aspetti finanziari	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stimare i costi di investimento e i costi annuali</li> <li>— Monetizzare i benefici per coltura e valutare la redditività (sostenibilità finanziaria) del progetto generale</li> </ul>	

## A1.3 Progettazione

**Obiettivo: pianificazione dettagliata per la presentazione della «domanda di costruzione»**

Temi	Fasi di lavoro	Rilevanza / accuratezza
Situazione iniziale	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Stabilire il motivo e lo scopo del progetto</li> </ul>	
Contenuti generali del progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Secondo la norma SIA 406 (rapporto tecnico, scelta della variante migliore, planimetrie, ecc.)</li> </ul>	
Organizzazione del progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Descrivere i rapporti di proprietà</li> <li>— Costituire l'ente promotore del progetto</li> <li>— Descrivere l'organizzazione prevista incaricata della gestione e redigere una bozza degli atti costitutivi (statuti, regolamenti, ecc.)</li> </ul>	
Analisi della situazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Verificare la scelta delle colture da considerare per il dimensionamento</li> <li>— Verificare l'analisi della situazione agronomica</li> <li>— Illustrare come vengono gestiti i conflitti tra protezione e utilizzo</li> </ul>	
Idoneità all'irrigazione del suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Verificare le zone ed ev. rettificarle</li> <li>— Delimitare le zone dove esistono rischi correlati al suolo e documentarle</li> <li>— Definire la gestione dei rischi con l'ausilio di una strategia sul suolo</li> </ul>	
Fabbrisogno idrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fare una stima accurata del fabbrisogno idrico e del fabbrisogno di punta</li> <li>— Definire le dimensioni dell'impianto</li> <li>— Definire le dimensioni del serbatoio</li> </ul>	
Disponibilità idrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Definire il volume utile e chiedere l'autorizzazione</li> <li>— Fare una stima accurata del bilancio idrico</li> <li>— Descrivere come vengono gestiti i deficit idrici</li> </ul>	
Efficienza e monitoraggio	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pianificare le misure per accrescere l'efficienza</li> <li>— Pianificare il monitoraggio del consumo idrico effettivo</li> <li>— Stabilire gli indicatori principali dell'efficienza idrica ed energetica</li> </ul>	
Aspetti finanziari	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fare un preventivo dei costi di investimento e una stima accurata dei costi annuali</li> <li>— Descrivere il finanziamento</li> <li>— Stabilire la ripartizione dei costi e le tariffe dell'acqua</li> <li>— Fare una stima accurata della redditività del progetto generale</li> <li>— Eseguire l'analisi di sensibilità della redditività</li> </ul>	

## A2 Analisi della situazione (cap. 2)

### A2.1 Motivazione della considerazione delle colture

Motivazione	Spiegazione	Possibili prove
Redditività	Il valore aggiunto generato dall'irrigazione supera i costi dell'irrigazione nel comprensorio	Cfr. cap. 7.4.1
Creazione di valore aggiunto e importanza economica della coltura a livello regionale	Ruolo fondamentale per la creazione di valore aggiunto nella regione (anche lungo l'intera catena del valore), valore economico per la garanzia dell'esistenza dell'azienda	Illustrare la situazione e la quota del mercato, descrivere la catena del valore, presentare la quota del valore aggiunto della coltura rispetto al reddito totale
Rapporto favorevole tra fabbisogno irriguo e ricavo assicurato	Con una quantità di acqua irrigua contenuta e mirata si può assicurare gran parte della resa di una coltura	Illustrare il fabbisogno previsto e il ricavo assicurato, risultati dei test sulle fasi critiche della coltura per lo stress da siccità, fabbisogno irriguo e ricavo assicurato  Dimostrare che parallelamente al fabbisogno irriguo è anche disponibile una quantità d'acqua sufficiente
Condizioni climatiche nella regione del progetto	Siccità durante le fasi critiche della coltura nel comprensorio	Risultati dei test sulle fasi critiche per lo stress da siccità della coltura, dati meteo (p.es. Agrometeo, MeteoSvizzera)
Sicurezza alimentare	Grande valenza della coltivazione di una coltura nel comprensorio dal profilo della sicurezza alimentare	Quota della produzione nel comprensorio rispetto alla produzione totale, quote di mercato, quota delle importazioni della coltura

Tabella 14 Possibili motivi e prove se per il dimensionamento si utilizza una coltura di categoria II (considerazione caso per caso).

## A2.2 Conflitti potenziali

I conflitti di utilizzo e i conflitti con gli interessi di protezione possono limitare od ostacolare i progetti dal profilo territoriale. La tabella seguente elenca i possibili conflitti con gli interessi di protezione e li classifica in base alla loro gravità. I Cantoni possono aggiungere altri potenziali conflitti o cambiare la classificazione.

Gravità del conflitto	Interessi di protezione	Altri conflitti
Esclusione	Inventari federali delle torbiere alte e di transizione, delle paludi e delle zone goleinali (biotopi d'importanza nazionale) Zone palustri d'importanza nazionale Zona di protezione delle acque S1 Zone di protezione delle acque S2 <sup>22</sup> , Sh <sup>23</sup>	
Status di protezione o conflitto elevato, necessità di ponderare gli interessi	Inventari federali dei siti di riproduzione degli anfibi nonché dei prati e dei pascoli secchi (biotopi d'importanza nazionale) Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali (IFP) Paludi, zone goleinali, siti di riproduzione degli anfibi d'importanza regionale o cantonale Rete Smeraldo Bosco di protezione Zone archeologiche e oggetti della tutela dei monumenti storici Acque in cui sono presenti specie di pesci a rischio di estinzione Settore di protezione delle acque A <sub>o</sub> Zone di protezione delle acque S3, Sm Settore di alimentazione Spazio riservato alle acque	Linee ferroviarie, autostrade, strade cantonali Condotte di servizio Argini di protezione Catasto dei siti inquinati (CSIN)
Status di protezione o conflitto medio	Rivitalizzazioni pianificate o realizzate Corsi d'acqua naturali o seminaturali Settore di protezione delle acque A <sub>u</sub>	Strade agricole, strade comunali

Tabella 15 Sintesi dei conflitti potenziali.

Possibilità generali per gestire i conflitti:

- modificare il comprensorio del progetto di irrigazione;
- modificare l'ubicazione delle infrastrutture e il tracciato delle condotte;
- ponderare gli interessi a seconda del livello di coinvolgimento dal punto di vista territoriale e dell'obiettivo di protezione concreto;
- per le zone di protezione delle acque e i settori di alimentazione: modificare la scelta delle colture e la gestione.

<sup>22</sup> Secondo le istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee (UFAM 2004) nella zona S2 l'irrigazione è vietata. L'autorità competente può tuttavia autorizzare deroghe dopo aver esaminato il singolo caso.

<sup>23</sup> Secondo l'aiuto all'esecuzione «Protezione delle acque sotterranee negli acquiferi in rocce carsiche e fessurate fortemente eterogenei» (UFAM, 2022) l'irrigazione nella zona Sh è vietata. L'autorità competente può tuttavia autorizzare deroghe dopo aver esaminato il singolo caso.

## A3 Idoneità all'irrigazione del suolo (cap. 3)

### A3.1 Basi e valori standard

La tabella seguente contiene le basi e i valori standard per determinare le caratteristiche del suolo allo scopo di stimare l'idoneità all'irrigazione del suolo e i rischi.

Caratteristica	Valore standard	Caratteristiche dei valori standard con potenziale di rischio, misure per le zone a rischio
FAL 24+ carte in scala 1:10'000-1:5'000 (se disponibili)	Profondità fisiologica del terreno: estrema >150 cm molto profonda 100 – 150 cm profonda 70 – 100 cm media 50 – 70 cm abbastanza superficiale 30 – 50 cm superficiale 10 – 30 cm molto superficiale < 10 cm	Suoli a basso spessore = (molto) superficiali (< 30 cm) e abbastanza superficiali (30-50 cm): incremento della frequenza di irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità, apporto di sostanza organica
Carte delle attitudini del suolo in scala 1:200'000 <sup>24</sup>	Profondità Granulometria Scheletro Capacità di ritenzione idrica Capacità di stoccaggio di nutrienti Permeabilità Tendenza alla saturazione Forma di humus Classi di declività	
Capacità di ritenzione idrica	Derivata dalla profondità fisiologica del terreno molto buona = > 100 mm buona = 70-100 mm media = 50-70 mm scarsa < 50 mm	Suoli a scarsa capacità di ritenzione idrica: incremento della frequenza di irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità, apporto di sostanza organica, regolazione della quantità di acqua irrigua in base all'acqua disponibile per le piante (cfr. all. A6)
Descrizioni del profilo (FAL 24+ Standard <sup>25</sup> )	Tipo di suolo, tessitura, profondità, gruppo di bilancio idrico, orizzontalizzazione, sottotipi I e G (influenza dell'acqua di ristagno e delle acque sotterranee), contenuto di pietre	
Suoli sabbiosi	Contenuto medio ponderato di sabbia nei primi 50 cm > 70%, classe di granulometria SS e IS secondo il triangolo granulometrico <sup>26</sup>	Incremento della frequenza di irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità
Suoli argillosi	Contenuto medio ponderato di argilla nei primi 50 cm > 30%, classe di granulometria tL, IT, T tU secondo il triangolo granulometrico	Incremento della frequenza di irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità, misure preventive contro la compattazione del suolo
Suoli siltosi	Contenuto medio ponderato di silt nei primi 50 cm > 50% classe di granulometria sU, U, IU, tU secondo il triangolo granulometrico	Limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità, pianificare misure di protezione contro l'erosione secondo il capitolo 6.1
Suoli con ristagni d'acqua	Suoli con uno strato impermeabile e caratteristiche di imbibizione (macchie di ruggine poco appariscenti, g a più di 40 cm di profondità o macchie di ruggine appariscenti, gg a più di 60 cm di profondità (min. 20 cm di spessore) = sottotipo I3/I4, pseudogley, terra bruna-pseudogley	Incremento della frequenza di irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità

<sup>24</sup> Ufficio federale di statistica, 2020: [Carta delle attitudini dei suoli della Svizzera](#). Download il 21.12.2023

<sup>25</sup> AfU Kt. SO, 2017. Bodenkartierung Kt. SO, Projekthandbuch Teil III, Kartiermethodik (Kartiermethode FAL24+), non pubblicato, 40 pag.

<sup>26</sup> Brunner J, Jäggli F, Nievergelt J, Peyer K, 1997. Kartieranleitung. Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Stazione federale di ricerche in agroecologia e agricoltura di Zurigo-Reckenholz (FAL), Zurigo Reckenholz, 175 pag.

Caratteristica	Valore standard	Caratteristiche dei valori standard con potenziale di rischio, misure per le zone a rischio
Suoli influenzati dalle acque sotterranee	Suoli influenzati dalle acque sotterranee e con caratteristiche di imbibizione (macchie di ruggine poco appariscenti, g a più di 40 cm di profondità o macchie di ruggine appariscenti e condizioni riduenti, gg o r al di sopra di 60 cm di profondità (min. 20 cm di spessore) = sottotipo G4, G5, G6, gley, gley-terre brune	Incremento della frequenza di irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità, accertamento dei rischi di dilavamento
Suoli con notevole differenza granulometrica tra strato superficiale e sottosuolo	Differenza del contenuto di argilla superiore al 20% a 25 e 75 cm di profondità	Suoli con capacità limitata di infiltrazione e di ritenzione idrica: incremento della frequenza d'irrigazione, limitazione della quantità d'acqua/dell'intensità
Osservazione dell'erosione <sup>27</sup> sul campo	bassa = 2-4 t /ha media 4-10 t / ha alta = > 10 t / ha	Pianificare misure di protezione contro l'erosione (cfr. cap. 6.1) se la perdita è superiore a 4 t/ha/anno, pianificare un adeguamento dell'intensità di irrigazione
Carta del rischio di erosione (CRE2 <sup>28</sup> )		Pianificare misure di protezione contro l'erosione (cfr. cap. 6.1) se il rischio di perdita di suolo media in t/ha*anno è > 30, pianificare un adeguamento dell'intensità di irrigazione
Rapporto humus/argilla <sup>29</sup> (indicato soltanto se basato su misurazioni di laboratorio e non su stime)	Rapporto humus/argilla < 12 = insufficiente, formazione di humus necessaria Rapporto humus/argilla tra 12 e 16.9 = mediocre, miglioramento previsto Rapporto humus/argilla tra 17 e 23,9 = buone condizioni Rapporto humus/argilla > 24 = molto elevato, mineralizzazione eccessiva possibile	<12-16.9: pianificare una strategia per la formazione di humus ≥ 17: pianificare una strategia per la preservazione dell'humus
Analisi del pH (pH H <sub>2</sub> O) <sup>30</sup>	< 5,3 molto acido 5,3-5,8 acido 5,9-6,7 leggermente acido 6,8-7,2 neutro 7,3-7,6 leggermente alcalino > 7,6 alcalino	Definire le particelle con pH problematico, pH < 5.9: calcitazione necessaria, pH 5.9-7.2: calcitazione di mantenimento
Caratteristiche dello strato superficiale del suolo e presenza di compattazione secondo BodenDok ( <a href="https://spaten-probe.ch/">https://spaten-probe.ch/</a> )	Aggregati intatti, ben riconoscibili, strato superficiale permeabile Aggregati in parte dilavati, strato superficiale comunque ruvido/irregolare Aggregati dilavati, strato superficiale con incrostazioni e fangoso, poco permeabile Incrostazione, sedimenti depositati, compattato, molto poco permeabile  Osservazioni durante gli scavi	Aggregati intatti, ben riconoscibili, strato superficiale permeabile: misure non necessarie Tutte le altre classi: verificare l'intensità di lavorazione, verificare il rapporto humus/argilla, verificare la granulometria (favorisce l'erosione?), pianificare misure di protezione contro l'erosione (cap. 5.1) Presenza di una suola d'aratro o compattazione: pianificare un adeguamento della frequenza di irrigazione e della quantità d'acqua/dell'intensità, pianificare misure per evitare/eliminare la compattazione
Dati disponibili insufficienti		P.es. per il tenore di humus: pianificare analisi del suolo per i prossimi 5 anni sulla superficie campicola

<sup>27</sup> Prasuhn V. & Fischler M., 2007: Wie viel Erde geht verloren? Scheda sull'erosione, UFA-REVUE. Edit.: Agridea.

<sup>28</sup> Gisler S., Liniger H.P. & Prasuhn V., 2010. Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). CDE Università di Berna e ART Zurigo-Reckenholz, 113 pag.

<sup>29</sup> Johannes A., Matter A., Schulin R., Weisskopf P., Baveye P.C., Boivin P., 2017: Optimal organic carbon values for soil structure quality of arable soils. Does clay content matter? Geoderma 302, 14-21, doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.04.021.

<sup>30</sup> Richner W. & Sinaj S., 2017: Concimazione e ambiente: Principi di concimazione delle colture agricole in Svizzera (PRIC 2017). Agrarforschung Schweiz 8 (6), pubblicazione speciale, 276 pag., capitolo 2.

**Tabella 16** Basi e valori standard per osservare le attitudini del suolo e le loro peculiarità principali per stimare l'idoneità all'irrigazione. Le righe in azzurro si riferiscono alle caratteristiche del suolo che dipendono dalla lavorazione la cui osservazione è rilevante soprattutto nella progettazione a livello aziendale.

## A3.2 Descrizione dei rischi possibili

Rischi	Descrizione
<b>Rischio di erosione e di dilavamento</b>	Con tutta probabilità si tratta del rischio principale nelle nostre zone climatiche. L'intensità di un'irrigazione eccessiva equivale a piogge intense ed è quindi leggermente maggiore delle intensità medie utilizzate nel calcolo del rischio di erosione nella carta del rischio di erosione. Il rischio aumenta ulteriormente se le colture irrigate (p.es. patate o carote) sono coltivate in file, poiché ciò favorisce il deflusso dell'acqua. Il rischio di erosione derivante dalla scelta della coltura e dalla gestione può essere stimato con il calcolatore del fattore CP <sup>31</sup> della CRE2. Un altro fattore importante dal profilo dell'erosione è la capacità di infiltrazione del suolo. Essa è influenzata dalle condizioni della struttura dello strato superficiale. Se non è stabile, l'impatto delle gocce d'acqua causa la formazione di incrostazioni o il distacco e il trasporto di particelle di terreno. Più l'intensità dell'irrigazione supera la capacità di infiltrazione del suolo, maggiore è il rischio di erosione (cfr. A5) e più sensibile è la particella ai sensi della carta del rischio di erosione.
<b>Rischio di compattazione</b>	Il rischio di compattazione dei suoli umidi è maggiore. La compattazione riduce la quota dei pori grossolani e quindi l'infiltrazione dell'acqua. Ciò comporta condizioni inadatte per lo sviluppo dell'apparato radicale, un deflusso maggiore e un aumento del rischio di erosione. L'irrigazione può accrescere il rischio di compattazione, poiché i suoli irrigati sono più spesso in uno stato umido. Questo aspetto deve essere tenuto in considerazione quando su terreni del genere transitano mezzi pesanti. L'irrigazione di suoli compattati comporta ulteriori rischi.
<b>Rischio di riduzione dell'infiltrazione e della capacità di ritenzione idrica</b>	Su suoli danneggiati (compattati, incrostanti) o impermeabili (p.es. argillosi) l'acqua non può infiltrarsi. L'irrigazione è meno efficiente e causa un'erosione maggiore. I suoli molto superficiali (a causa di pietre, acque sotterranee e ristagni d'acqua) o quelli con danni strutturali (p.es. compattazione) possono immagazzinare solo una piccola quantità d'acqua. Dopo un breve periodo di irrigazione, il suolo è saturo e non assorbe più acqua (infiltrazione inibita).
<b>Rischio di acque sotterranee e ristagni d'acqua</b>	Sebbene i suoli con un livello della falda freatica alto siano alimentati da quest'acqua, nella pratica vengono spesso irrigati. Va notato che la porzione di suolo a disposizione delle radici è limitata dall'acqua stagnante. Di conseguenza, gli apparati radicali si sviluppano più difficilmente rispetto ai suoli permeabili. C'è anche il rischio di una ridotta ritenzione dell'acqua e, di conseguenza, di un deflusso superficiale più rapido. Esiste altresì il rischio di lisciviazione di sostanze nutritive e prodotti fitosanitari nelle acque sotterranee.
<b>Rischio di lisciviazione</b>	L'infiltrazione nel suolo di una grande quantità d'acqua può comportare un aumento della lisciviazione di ioni alcalini e alcalino-terrosi come Ca, Mg e K, oltre che la lisciviazione di nitrati e solfati. Ciò è particolarmente problematico nei suoli permeabili. Oltre alla carenza di sostanze nutritive e alla potenziale acidificazione di questi suoli, può verificarsi anche una contaminazione delle acque sotterranee. Esiste altresì il rischio di dilavamento di prodotti fitosanitari se l'irrigazione viene effettuata in un periodo inadatto.
<b>Rischio di perdita d'acqua</b>	Nei suoli molto permeabili a bassa ritenzione idrica, c'è il rischio che l'acqua irrigata non possa essere immagazzinata in modo ottimale nel suolo e venga dispersa negli strati più profondi. Questo comporta costi inutili.
<b>Rischio di salinizzazione</b>	Un'irrigazione inadeguata o l'uso di acqua altamente salina (p.es. NaCl) può causare la salinizzazione del suolo. Questo effetto non è ancora molto accentuato, ma potrebbe diventare più marcato durante i periodi siccitosi più intensi.

Tabella 17 Descrizione dei rischi.

<sup>31</sup> Agroscope: [calcolatore del fattore CP](#)

## A4 Fabbisogno idrico e dimensionamento (cap. 4)

### A4.1 Quadro generale dei valori indicativi e dei modelli attualmente disponibili

#### Valori indicativi del fabbisogno irriguo

La tabella 18 riassume le basi di dati attualmente disponibili e più comunemente utilizzate per stimare il fabbisogno irriguo e indica le lacune che presentano. Sono costantemente sviluppate e integrate. In alternativa si possono usare le seguenti basi di dati:

- Zinkernagel (2022)<sup>32</sup>: valori indicativi per le colture orticole e diversi scenari climatici in Germania;
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen, D<sup>33</sup>: condizioni parzialmente comparabili a quelle svizzere (precipitazioni annue 622 mm, sabbia siltosa).

Fonte	Validità e validazione	Colture disponibili	Scenari disponibili
Führer e Smith, 2015 <sup>34</sup>	Non completamente validata con valori empirici	Pochi dati sulle colture speciali	Numero insufficiente di stazioni meteorologiche, scenari climatici obsoleti
Valori empirici acquisiti dalla pratica	Nessuna comparabilità tra i progetti		Nessuna proiezione, spesso disponibili soltanto valori annuali
Eisenring, 2021 <sup>35</sup>	Non completamente validata con valori di riferimento e valori empirici	Lacune nei dati per tutti i gruppi di colture	Numero insufficiente di stazioni meteorologiche
DWA-M 590 <sup>36</sup>	Sulla base di stazioni meteorologiche tedesche, validata in gruppi di lavoro		Nessuna proiezione

Tabella 18 Basi di dati attualmente disponibili per stimare il fabbisogno irriguo, inclusa la valutazione del loro livello di validazione, delle colture che coprono e della disponibilità degli scenari fondamentali per la stima del fabbisogno (in verde – basi di dati buone; in giallo – lacune nei dati; in arancione – basi di dati insufficienti).

Tabella dei valori indicativi modellizzati sul fabbisogno irriguo nel presente e nel futuro di una selezione di colture campicole e orticole nonché di frutta e bacche.

- 12 colture (fragole, cipolle, barbabietole, mele, prugne, ciliegie, vite, barbabietole da zucchero, patate, mais da granella, frumento autunnale, superficie inerbita);

Führer e Smith, 2015

<sup>32</sup> Zinkernagel, Jana, et al. "Der Bewässerungsbedarf von Freilandgemüse steigt." Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft (2022).

<sup>33</sup> Landwirtschaftskammer Niedersachsen, D: Beregnungsversuche in Hamersdorf. Langzeitversuche seit 2006 in Ackerkulturen mit und ohne Beregnung.

<sup>34</sup> Führer, Jürg; Smith, Pascale (2015): Grundlagen für die Abschätzung des Bewässerungsbedarfs im Kanton Basel-Landschaft.

<sup>35</sup> Eisenring, Sebastián, Annelie Holzkämper, Pierluigi Calanca. "Berechnung der Bewässerungsbedürfnisse unter aktuellen und zukünftigen Bedingungen in der Schweiz." Agroscope Science 107 (2021): 55.

<sup>36</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (2019): Merkblatt DWA-M 590 Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung. Juni 2019. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA-Regelwerk, 590).

- 11 stazioni meteorologiche (Basilea, Aigle, Berna, Ginevra, Magadino, Payerne, Zurigo Affoltern, Sion, Wynau, San Gallo; superficie inerbita anche per Altdorf e Samedan);
- Tre tipologie di suolo (limo argilloso, profondo; limo sabbioso, profondo; limo sabbioso, superficiale);
- Periodo di riferimento dei dati climatici 1981-2010; catene di modellizzazione cambiamento climatico CH2011.

Mancano valori indicativi per le principali colture orticole e per i suoli organici, inoltre alcune regioni non sono coperte, ad esempio alcune importanti regioni irrigate nei Cantoni BE e FR.

Pro	Contro
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Semplici e chiari</li> <li>— Elaborati e validati nel quadro di un progetto di ricerca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Catene di modellizzazione sul cambiamento climatico (CH2011) obsolete</li> <li>— Mancanza di dati per le principali colture orticole</li> <li>— Mancanza di dati per i suoli organici</li> <li>— Copertura regionale insufficiente (p.es. nei Cantoni BE e FR)</li> <li>— In campicoltura valori alti rispetto ai valori empirici</li> </ul>

Tabella 19 Pro e contro dei valori indicativi di Fuhrer e Smith per la stima del fabbisogno.

Acquisire valori indicativi documentati o basati sull'esperienza per il fabbisogno irriguo annuale e, se possibile, per la distribuzione annuale. L'esperienza dimostra che questi dati sono poco documentati o incompleti.

Valori empirici acquisiti dalla pratica

Fonti possibili:

- Progetto sulle risorse «Efficiency Irrigation Vaud»: documentazione della quantità d'acqua d'irrigazione dei gestori in campicoltura e ortofrutticoltura dal 2018;
- Manuale Verdura, USPV;
- Indagine tra i promotori del progetto.

Pro	Contro
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Semplici e chiari</li> <li>— Adeguati alle condizioni regionali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Nessuna proiezione</li> <li>— Nessuna comparabilità tra progetti</li> <li>— Dati spesso poco documentati e spesso disponibili su base annuale</li> </ul>

Tabella 20 Pro e contro dei valori empirici acquisiti dalla pratica per la stima del fabbisogno.

Tabella dei valori indicativi modellizzati sul fabbisogno irriguo futuro di una selezione di colture campicole e orticole nonché di frutta e bacche.

Eisenring et al., 2021

- 9 colture (patate, insalata iceberg, superficie inerbita, carote, mais dolce, mele, fragole, trifoglio, pascolo);
- 7 stazioni meteorologiche (Changins, Payerne, Aigle, Berna, Basilea, Zurigo, Göttingen);
- Pubblicati per un suolo medio in Svizzera (dati grezzi disponibili su richiesta per 9 tipologie di suolo);

- Catene di modellizzazione sul cambiamento climatico (CH2018; 12 catene di modellizzazione RCP2.6; 30 catene di modellizzazione RCP8.5).

Pro	Contro
— Semplici e chiari	— Validazione incompleta dei risultati con esperti e valori indicativi acquisiti dalla pratica
— Catena di modellizzazione sul cambiamento climatico attuale (CH2018)	— Lacune nei dati per tutti i gruppi di colture
	— Bassa risoluzione spaziale

Tabella 21 Pro e contro dei valori indicativi di Eisenring et al. per la stima del fabbisogno.

Tabella dei valori indicativi sul fabbisogno irriguo nel presente di colture campicole e orticole nonché di frutta e bacche, elaborati da un comitato di esperti tedesco. Questi valori sono utilizzati come base per la concessione dei diritti d'utilizzo e sono attualmente in fase di revisione.

DWA-M 590

- Disponibile per numerose colture (colture campicole e orticole, frutta e bacche, ortoflorovivaismo);
- Adattabile in modo flessibile a tutta la Germania in base al bilancio idrico climatico;
- Adattabile in modo flessibile a diverse tipologie di suolo in base alla capacità di campo utile;
- Periodo di riferimento dei dati climatici 1981-2010.

### Modelli per la stima del fabbisogno irriguo

La tabella 22 riassume i modelli pubblicamente disponibili per la stima del fabbisogno irriguo. Anche diversi studi di ingegneria hanno sviluppato modelli basati su approcci metodologici simili.

Modello	Validità e validazione	Colture disponibili	Scenari disponibili
CropWat, FAO 56 <sup>39</sup>	I parametri standard provengono spesso da regioni aride		
App di irrigazione (ALB-Bayern) <sup>37</sup>		Lacune nei dati per le colture di frutta e bacche	Nessuna proiezione
Modelli meccanicistici della crescita delle piante (p.es. CropSyst, SWAP <sup>38</sup> )	Validi in settori validati per colture e siti	Parzialmente applicabile per le colture speciali	

Tabella 22 Modelli pubblicamente disponibili per stimare il fabbisogno irriguo, inclusa la valutazione del loro livello di validazione, delle colture che coprono e della disponibilità degli scenari fondamentali per la stima del fabbisogno (in verde – basi di dati buone; in giallo – lacune nei dati; in arancione – basi di dati insufficienti).

<sup>37</sup> Müller, Martin, Demmel, Markus, Sander Gerd (2020): Bewässerungs-App - ein webbasiertes Entscheidungssystem für bedarfsgerechtes Bewässern. Beratungsblatt. Hg. v. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB).

<sup>38</sup> Kroes, J.G., J.C. van Dam, R.P. Bartholomeus, P. Groenendijk, M. Heinen, R.F.A. Hendriks, H.M. Mulder, I. Supit, P.E.V. van Walsum, 2017. SWAP version 4; Theory description and user manual. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Report 2780. Available at: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/416321>.

Software gratuito della FAO per calcolare il fabbisogno irriguo per numerose colture e tipologie di suolo<sup>39</sup>. Per la stima del fabbisogno di un comprensorio, nel software può essere rappresentato il fabbisogno di più colture.

CropWat, FAO

Pro	Contro
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gratuito</li> <li>— Possibilità di effettuare proiezioni climatiche (se si dispone dei dati grezzi)</li> <li>— Disponibile per numerose colture</li> <li>— Possibilità di una stima a livello regionale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Software che richiede molte registrazioni manuali e ripetitive</li> <li>— I parametri standard provengono spesso da regioni aride e non sono validati per la Svizzera</li> </ul>

Tabella 23 Pro e contro della modellizzazione con il software CropWat (FAO) per la stima del fabbisogno.

Applicazione online gratuita per calcolare il fabbisogno irriguo per numerose colture e tipologie di suolo, con la possibilità di modificare specificatamente numerosi parametri della modellizzazione. Un confronto dei risultati degli ultimi 25 anni consente una stima del fabbisogno basata sul rischio.

Applicazione di irrigazione, ALB-Bayern

- Disponibile per 50 colture;
- Disponibile per 50 siti dell'Altipiano svizzero;
- Utile per considerazioni a livello di singola azienda e per la consulenza.

Pro	Contro
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gratuita</li> <li>— Determinati parametri sono prestabiliti (semplificazione e standardizzazione tra progetti)</li> <li>— Validata con misurazioni dell'umidità del suolo e valori empirici in Svizzera</li> <li>— Possibilità di valutare dati storici (per la Germania)</li> <li>— Disponibile per numerose colture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Nessuna proiezione dal profilo climatico</li> <li>— Copertura regionale in Svizzera insufficiente (in part. VS, BE)</li> </ul>

Tabella 24 Pro e contro della modellizzazione con l'applicazione di irrigazione (ALB-Bayern) per la stima del fabbisogno.

<sup>39</sup> Smith, Martin. CROPWAT: A computer program for irrigation planning and management. No. 46. Food & Agriculture Org., 1992.

## A4.2 Analisi di sensibilità del dimensionamento

Con l'applicazione di irrigazione ALB-Bayern<sup>40</sup> è stata effettuata un'analisi di sensibilità della stima del fabbisogno e del dimensionamento per due scenari (presente e futuro). La tabella 25 riassume i fattori analizzati, i rispettivi livelli e gli impatti sul fabbisogno totale e sul dimensionamento.

Fattore	Livelli del fattore analizzati	Riferimento	Variazione rispetto al riferimento	
			Fabbisogno annuale	Dimensionamento
Classe di tessitura	9 classi di tessitura <sup>40</sup>	Limo sabbioso	Da -25 a +50%	Da -50 a 0%
Tecnica di irrigazione	Irrigazione dall'alto e a goccia	Dall'alto	-10%	-20%
Soglia di irrigazione	40, 50 e 60% della capacità di campo utile (CCu)	50% CCu	Da -50 a +25%	Da -50 a 0%
Precipitazioni	Riferimento, -10%, -20%	2020	Da 0 a +25%	0%
Scelta anno di siccità	Fino a 5 anni con lo stesso fabbisogno irriguo annuale	2020	0%	0%
Scelta livello di sicurezza anno di siccità	21, 25 e 27 anni su 30 con irrigazione adeguata al fabbisogno	25 anni su 30	Da -25 a +25%	Da -50 a 0%
Mix di colture	Riferimento, aumento delle colture meritevoli di irrigazione del 25, 50, 75 e 100%		Da +25 a +100%	Da +25 a +100%
Giorni con irrigazione	6-10 giorni su 10	10 giorni su 10	Nessun fattore	Da 0 a +67%
Durata d'esercizio dell'impianto	15, 18, 21, 24 ore su 24	18 ore su 24	Nessun fattore	Da -25 a +20%

Tabella 25 Fattori dell'analisi di sensibilità e rispettivo impatto massimo sul fabbisogno complessivo nonché sul calcolo del dimensionamento prendendo come esempio le patate. Nel caso delle precipitazioni, tutte le quantità d'acqua per l'irrigazione sono state ridotte dello stesso fattore e la durata dei periodi di siccità non è stata modificata. Per l'anno di siccità, sono stati confrontati diversi anni con lo stesso fabbisogno irriguo annuale ma con diversa distribuzione delle precipitazioni.

Per il calcolo sono stati scelti i seguenti parametri:

- Stazione meteorologica di Costanza
- Anno estremo 25 su 30 anni in funzione del fabbisogno (patate 2020)
- Superficie: 1 ha
- Suolo: medio, limo sabbioso
- Tecnica: irrigazione dall'alto
- Soglia: 50% CCu (suoli organici 60% CCu)
- Durata di irrigazione: 16 h/giorno
- Colture: patate, cipolle e mele

Per l'analisi di sensibilità sono state enunciate le seguenti ipotesi:

- Superficie del comprensorio: 400 ha
- 2 tipologie di suolo
  - i. limo sabbioso, 60% della superficie
  - ii. limo argilloso, 40% della superficie
- Mix di colture per tipologia di suolo:
  - i. 15% patate, 10% cipolle, 5% mele

<sup>40</sup> Classi di tessitura in Germania secondo LUFA, valori indicativi analoghi a quelli di ALB Bayern, [www.alb-bayern.de/app](http://www.alb-bayern.de/app).

## ii. 10% patate, 5% cipolle, 5% mele

- Come anno di riferimento per la distribuzione mensile del fabbisogno attuale sono stati scelti rispettivamente il 2019 (patate, cipolle) e il 2008 (mele).
- Il fabbisogno futuro è stato stimato in base all'anno di riferimento 2020 perché nell'applicazione non sono disponibili proiezioni.

Coltura	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
<i>Limo sabbioso, fabbisogno attuale</i>								
Patate			30	60			90	
Cipolle		20			60		80	
Mele			20	20			40	
<i>Limo argilloso, fabbisogno futuro</i>								
Patate			30	60			90	
Cipolle		20			60		80	
Mele			20	20			40	
<i>Limo sabbioso, fabbisogno attuale</i>								
Patate			30	90			120	
Cipolle	30	20		120	30		200	
Mele				80	20		100	
<i>Limo argilloso, fabbisogno futuro</i>								
Patate			30	90			120	
Cipolle	25	20	30	120			195	
Mele				20	60	40		120

Tabella 26 Stima del fabbisogno delle tre colture patate, cipolle e mele per classi di tessitura e scenari diversi. Sono indicati il fabbisogno mensile e quello annuale in mm.

### Influenza dei singoli parametri

L'influenza maggiore è esercitata dal futuro mix di colture, dalla scelta della soglia di irrigazione, dalla tipologia di suolo, dalla scelta del livello di sicurezza e dalla definizione dei parametri per il calcolo del dimensionamento (giorni con irrigazione e durata d'esercizio dell'impianto). Tutti questi parametri sono definiti nella guida o riportati nella tabella dei valori indicativi (suolo).

A seconda della classe di tessitura del suolo i valori per il fabbisogno totale in mm e per la portata necessaria in l/s possono arrivare a subire una variazione del 50 per cento rispetto al valore massimo.

Classe di tessitura

Classe di tessitura	CCu/vol.%	Fabbisogno totale [mm]	l/s per 1 ha patate
Leggero, sabbia (S)	9	175	1.05
Leggero, sabbia debolmente limosa (IS)	13	150	0.52

Classe di tessitura	CCu/vol.%	Fabbisogno totale [mm]	I/s per 1 ha patate
Medio, sabbia fortemente limosa (IIS)	16	120	1.05
Medio, limo sabbioso (sL)	19	120	1.05
Medio, limo siltoso (uL)	22	90	0.52
Pesante, limo argilloso (tl)	17	120	1.05
Pesante, argilla limosa (IT)	14	120	1.05
Pesante, argilla (T)	10	180	1.05
Organico, palude (M)	30	120	0.52

Tabella 27 Influenza della classe di tessitura (secondo LUFA) sul fabbisogno irriguo annuale in mm e sulla portata necessaria in l/s prendendo come esempio le patate.

A seconda della tecnica di irrigazione impiegata i valori per il fabbisogno totale in mm e per la portata necessaria in l/s. possono arrivare a subire una variazione rispettivamente del 10 e del 20 per cento rispetto al valore massimo.

Tecnica di irrigazione

Tecnica di irrigazione	Fabbisogno totale [mm]	I/s per 1 ha patate
Dall'alto (rotolone, sprinkler)	120	1.05
A goccia	110	0.87
Dall'alto (rotolone, sprinkler)	120	1.05

Tabella 28 Influenza della tecnica di irrigazione sul fabbisogno irriguo annuale e sulla portata necessaria in l/s prendendo come esempio le patate.

A seconda della soglia di irrigazione fissata (40-60% della capacità di campo utile) i valori per il fabbisogno totale in mm e per la portata necessaria in l/s possono arrivare a subire una variazione rispettivamente del 60 e del 50 per cento rispetto al valore massimo.

Soglia di irrigazione

Soglia di irrigazione	Fabbisogno totale [mm]	I/s per 1 ha di patate
40% CCu	60	0.52
50% CCu	120	1.05
60% CCu	150	1.05

Tabella 29 Influenza della soglia di irrigazione fissata nel modello sul fabbisogno irriguo annuale e sulla portata necessaria in l/s prendendo come esempio le patate.

A seconda delle precipitazioni annuali i valori per il fabbisogno totale in mm possono arrivare a subire una variazione del 20 per cento rispetto al valore massimo. I livelli del fattore analizzati non hanno alcuna influenza sulla portata necessaria in l/s.

Precipitazioni

Precipitazioni	Fabbisogno totale [mm]	I/s per 1 ha patate
Stazione meteo Costanza	120	1.05
-10%	120	1.05

Precipitazioni	Fabbisogno totale [mm]	I/s per 1 ha patate
-20%	150	1.05

Tabella 30 Influenza delle precipitazioni sul fabbisogno irriguo in mm e sulla portata necessaria in I/s prendendo come esempio le patate.

In anni con lo stesso fabbisogno irriguo in mm, ma con una diversa distribuzione delle precipitazioni, la portata necessaria non cambia per gli anni analizzati, ma varia il momento in cui si registra il picco del fabbisogno.

Distribuzione delle precipitazioni

Anno	Fabbisogno totale [mm]	I/s per 1 ha patate	Momento di picco del fabbisogno
2020	120	1.05	Luglio III
2013	120	1.05	Luglio II
2008	120	1.05	Giugno III
1994	120	1.05	Luglio II

Tabella 31 Influenza della diversa distribuzione delle precipitazioni in anni con lo stesso fabbisogno irriguo (5° anno più secco nell'arco di 30 anni, livello di sicurezza dell'80%) sul fabbisogno irriguo annuale in mm, sulla portata necessaria in I/s e sul momento (dalla I – prima alla III – terza decade mensile) in cui si registra il picco del fabbisogno prendendo come esempio le patate.

Per i livelli di sicurezza analizzati (9°, 5° e 3° anno di siccità) sono stati valutati da due a cinque anni con lo stesso fabbisogno irriguo. Ai fini della valutazione sono stati utilizzati i valori mediani del fabbisogno e del dimensionamento. A seconda del livello di sicurezza i valori per il fabbisogno irriguo annuale e per il dimensionamento possono arrivare a subire una variazione rispettivamente del 40 e del 50 per cento rispetto al valore massimo. Gli scenari e i livelli del fattore analizzati non hanno alcuna influenza sul momento in cui si registra il picco del fabbisogno.

Definizione di anno di siccità

Livello di sicurezza	Fabbisogno [mm]	totale I/s per 1 ha di patate	Momento di picco del fabbisogno
70% (21 von 30 a)	90	0.52	Luglio II
83% (25 von 30 a)	120	1.05	Luglio II
90% (27 von 30 a)	150	1.05	Luglio II

Tabella 32 Influenza dei diversi anni di siccità (dal 9° al 3° anno più siccioso nell'arco di 30 anni, sicurezza dal 70 al 90%) sul fabbisogno irriguo annuale in mm, sulla portata necessaria in I/s e sul momento (dalla I – prima alla III – terza decade mensile) in cui si registra il picco del fabbisogno.

Il mix di colture si ripercuote in modo lineare sul fabbisogno totale e sul dimensionamento. L'estensione di una coltura già irrigata del 25 o del 100 per cento comporta anche un aumento del fabbisogno totale e della portata necessaria per il dimensionamento rispettivamente del 25 e del 100 per cento.

Mix di colture

Per il calcolo del dimensionamento sulla base del fabbisogno di punta per decade mensile si considerano i due fattori seguenti.

Giorni con irrigazione e durata d'esercizio

- *Numero di giorni con irrigazione nella decade mensile*: come standard, si ipotizza che l'irrigazione sia effettuata 10 giorni su 10. Una riduzione del numero di giorni di irrigazione comporta un aumento lineare della capacità utile.
- *Durata d'esercizio giornaliera*: come standard, si ipotizza che l'irrigazione sia effettuata 16 ore al giorno ma non quando il rischio di evaporazione è maggiore (tra le 11.00 e le 19.00). Una riduzione della durata d'esercizio giornaliera comporta un aumento lineare della portata necessaria per il dimensionamento, mentre un aumento della durata d'esercizio comporta una riduzione lineare della portata necessaria.

## A5 Disponibilità idrica (cap. 5)

La tabella seguente fornisce un quadro generale delle basi svizzere. I Cantoni dispongono di ulteriori carte e dati dettagliati che possono essere consultati sui geoportal cantonali.

Fonti delle basi	Descrizione
<a href="#">Portate e livelli di fiumi e laghi</a> UFAM	Pagine delle stazioni di misurazione della Confederazione con dati attuali, dati storici e statistiche incl. statistica sulle magre.
<a href="#">Scenari idrologici</a> <a href="#">Atlante interattivo Hydro-CH2018</a>	L'atlante interattivo fornisce l'accesso a grafici e dati del progetto Hydro-CH2018 per tutte le stazioni di misurazione dei deflussi, tutte le stagioni, tutti i periodi di tempo futuri e tutti gli scenari di emissione per i quali sono stati effettuati i calcoli.
<a href="#">Portale dei geodati della Confederazione</a>	<p><a href="#">Mappa falde acquifere 500</a>: panoramica della portata delle falde acquifere.</p> <p><a href="#">Rete idrografica 1:2 mio.</a>: panoramica dei principali corsi d'acqua (su base cartografica, non idrologica; nessuna informazione in merito alla concreta fruibilità).</p> <p><a href="#">Deflussi medi (m³/s) e regime</a> per la rete idrografica svizzera.</p> <p><a href="#">Deflussi medi in futuro</a>: Variazioni percentuali dei deflussi estivi verso la fine del secolo (2070-2099) rispetto al periodo di riferimento (1981-2010) per uno scenario senza protezione del clima (RCP 8.5).</p>
<a href="#">Atlante idrologico della Svizzera</a>	Piattaforma di dati e analisi con diverse basi di dati sulle acque superficiali e sotterranee nonché sulle precipitazioni e l'evaporazione.

Tabella 33 Basi di dati sull'idrologia.

La tabella seguente fornisce informazioni generali più dettagliate sulle diverse fonti idriche.

Fonte idrica	Caratterizzazione
<b>Falda freatica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La falda freatica in genere è una fonte affidabile di acqua di buona qualità. Le basse temperature dell'acqua e l'eventuale materiale in sospensione possono costituire un elemento negativo. A seconda della prassi cantonale e del tipo di falda freatica, l'utilizzo per scopi irrigui può essere consentito o meno. Il prelievo delle acque sotterranee può essere limitato se il livello della falda freatica si abbassa troppo e ci sono conflitti d'utilizzo con l'approvvigionamento di acqua potabile, o se i corsi d'acqua sono influenzati negativamente (disposizioni sul deflusso residuale).</li> <li>Stagionalità e resilienza in situazione di siccità: negli acquiferi alimentati dalle precipitazioni, la siccità causa un abbassamento ritardato del livello delle acque sotterranee, ma anche il recupero è lento. Gli acquiferi alimentati dai fiumi seguono maggiormente l'andamento annuale delle acque superficiali. A seconda della situazione, brevi picchi di deflusso possono innalzare a breve termine il livello delle acque sotterranee. Tuttavia, le falde freatiche alimentano anche le acque superficiali durante la siccità. In questo caso, il livello delle acque sotterranee non deve abbassarsi a tal punto che i torrenti si prosciughino o il deflusso sia troppo scarso.</li> <li>Evoluzione con il cambiamento climatico: in futuro, la costituzione della falda sarà tendenzialmente maggiore in inverno e primavera e minore in estate e autunno, a causa delle previste variazioni sul piano delle precipitazioni.</li> <li>Qualità e accesso: in Svizzera le acque sotterranee sono generalmente di buona qualità e per questo motivo sono destinate prioritariamente all'approvvigionamento con acqua potabile. Alcuni Cantoni consentono solo questo utilizzo o sono molto restrittivi per quanto riguarda lo scopo irriguo.</li> </ul>
<b>Corsi d'acqua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In genere solo i grandi corsi d'acqua sono una fonte affidabile di acqua di qualità variabile. Per quanto riguarda quelli di medie e piccole dimensioni, si devono mettere in conto possibili limitazioni durante i periodi di forte siccità. In caso di rischio di compromissione degli habitat acquatici, i Cantoni ordinano una riduzione del prelievo o addirittura lo vietano.</li> <li>Stagionalità e resilienza in situazione di siccità: l'andamento annuale dei deflussi (regime) è determinante per stabilire se la fase di magra avviene durante la stagione irrigua. I corsi d'acqua di <i>piccole e medie</i> dimensioni</li> </ul>

Fonte idrica	Caratterizzazione
	<p>sono molto sensibili a periodi di siccità prolungati. In caso di siccità, va preventivata una riduzione del prelievo o addirittura un divieto. Per i <i>grandi</i> corsi d'acqua è raro che si disponga una riduzione del prelievo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Evoluzione con il cambiamento climatico: la tendenza generale è che il deflusso diminuirà in estate e aumenterà in inverno. I corsi d'acqua stagionalmente alimentati dalle acque dei ghiacciai subiranno forti variazioni a causa del ritiro dei ghiacciai.</li> <li>— Qualità dell'acqua: tende a essere peggiore di quella delle acque sotterranee, a seconda degli influssi nel bacino idrografico. I problemi di qualità possono riguardare sia gli inquinanti sia le particelle organiche e il materiale in sospensione, che compromettono in particolare l'irrigazione a goccia.</li> </ul>
<b>Laghi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— In genere solo i grandi laghi sono una fonte idrica affidabile. Per quanto riguarda quelli di medie e piccole dimensioni la fruibilità dipende da vari fattori ed è particolarmente incerta nei periodi di siccità. Ad eccezione dei grandi laghi, la qualità dell'acqua tende a essere inferiore a quella delle altre fonti idriche e dipende dalla profondità dei punti di prelievo.</li> <li>— Stagionalità e resilienza in situazione di siccità: nel caso dei laghi regolati, la stagionalità dipende dalla regolazione. Nel caso dei laghi non regolati, invece, corrisponde a quella del deflusso del lago (cfr. descrizione corsi d'acqua). I laghi di <i>piccole</i> e <i>medie</i> dimensioni sono molto sensibili a periodi di siccità prolungati. In caso di siccità, va preventivata una riduzione del prelievo o addirittura un divieto. Per i <i>grandi</i> laghi è raro che si disponga una riduzione del prelievo.</li> <li>— Evoluzione con il cambiamento climatico: i livelli delle acque dei laghi non regolati seguiranno le variazioni dei regimi di deflusso degli affluenti.</li> <li>— Qualità dell'acqua: tende a essere peggiore di quella delle altre fonti idriche, eccezion fatta per i grandi laghi, e dipende dalla profondità del punto di prelievo (in profondità carenza di ossigeno, in superficie presenza di alghe e batteri, nel livello intermedio qualità buona).</li> <li>— Particolarmente problematiche possono essere le alghe e le cozze quagga, che possono colonizzare o intasare le condotte di prelievo.</li> </ul>
<b>Sorgenti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— La maggior parte delle sorgenti ha una portata troppo bassa per l'irrigazione e non rappresenta una fonte idrica affidabile durante i periodi di siccità prolungata.</li> <li>— Stagionalità e resilienza in situazione di siccità: la presisposizione delle sorgenti alla siccità dipende dalla situazione specifica.</li> <li>— Evoluzione con il cambiamento climatico: con l'aumentare dei periodi di siccità l'affidabilità delle sorgenti diminuisce ulteriormente.</li> <li>— Qualità dell'acqua: in genere buona.</li> <li>— Accesso: a seconda della legislazione cantonale. Poiché le sorgenti sono importanti per l'alimentazione dei torrenti e sono spesso utilizzate per l'approvvigionamento con acqua potabile, il loro utilizzo è parzialmente limitato.</li> </ul>
<b>Acqua piovana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— L'acqua piovana raccolta è una fonte idrica disponibile fondamentalmente ovunque. Risulta una fonte particolarmente interessante nel caso dei nuovi edifici con grandi tetti dove si può raccoglierla. Deve essere combinata con un serbatoio per superare lunghi periodi di siccità.</li> <li>— Stagionalità e resilienza in situazione di siccità: la stagionalità delle precipitazioni varia da regione a regione. Questa fonte idrica non è affidabile durante i periodi di siccità e la sua resilienza dipende dalle dimensioni del serbatoio e dalla quantità d'acqua necessaria.</li> <li>— Evoluzione con il cambiamento climatico: nei mesi invernali e primaverili le precipitazioni aumenteranno tendenzialmente mentre diminuiranno in estate e autunno. L'evaporazione sarà maggiore nei mesi estivi.</li> <li>— Qualità e accesso: la qualità dell'acqua dipende dal tipo di captazione (tetto, superfici consolidate). A seconda del progetto, può essere necessaria un'autorizzazione edilizia. L'acqua piovana non è calcarea, il che ha un effetto positivo sull'irrigazione a goccia, ad esempio.</li> </ul>
<b>Approvvigionamento con acqua potabile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gli impianti di approvvigionamento di acqua potabile servono a rifornire il comprensorio insediativo di acqua potabile e industriale e non sono stati progettati per il fabbisogno idrico per l'irrigazione. L'utilizzo solo periodico di grandi quantità d'acqua (come nel caso dell'irrigazione) comporterebbe un sovrardimensionamento degli impianti. Ciò può causare ristagni nelle condotte e quindi problemi di qualità, con conseguenti costi elevati. In caso di sovraccapacità o in situazioni di emergenza a breve termine, si può prendere in considerazione l'utilizzo dell'acqua potabile.</li> <li>— Stagionalità e resilienza in situazione di siccità: nei periodi di canicola e siccità, la domanda di acqua potabile aumenta, mentre gli enti di erogazione dell'acqua ne hanno a disposizione una minore quantità a seconda delle fonti idriche. Questo può comportare limitazioni nell'utilizzo.</li> </ul>

<b>Fonte idrica</b>	<b>Caratterizzazione</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>— Qualità: acqua potabile.</li><li>— Accesso: convenzione con gli enti di erogazione dell'acqua.</li></ul>

Tabella 34 Caratterizzazione delle fonti idriche.

## A6 Efficienza e monitoraggio (cap. 6)

### A6.1 Assi strategici per un utilizzo efficiente dell'acqua

#### Tecnica di coltivazione

- FAO, [Optimizing Soil Moisture for Plant Production](#)
- [Bilancio dell'humus](#) per determinate particelle
- Scheda informativa Agridea, 2019: Humus in campicoltura aumento invece che consumo
- Scheda tecnica Campicoltura, Agridea: Il test dei cinque franchi
- Scheda informativa Agridea, 2014: Come evitare la compattazione del suolo – consigli pratici
- Stima dell'agibilità del terreno con i dati della [rete di misurazione dell'umidità del suolo](#)
- Modello per la previsione del rischio di compattamento del suolo causato dal traffico dei mezzi agricoli [Terranimo](#)
- Osservazione e valutazione della struttura del suolo con il test della vanga: [www.spatenprobe.ch](#)
- Progetto di frutticoltura Interreg V: Gestione idrica preventiva nella frutticoltura, KOB e Agroscope Wädenswil
- Set di schede tecniche sull'erosione a cura dell'[UFAG](#)
- Pacciamatura con la paglia: distribuire 2-5 t/ha con un soffiatore di paglia, maggiori informazioni sul sito Internet di [Agroscope](#)
- Teli pacciamatura biodegradabili, maggiori informazioni nell'[articolo della rivista die Grüne](#)
- [Pacciamatura spray](#), TFZ, Straubing
- Risultati di test effettuati in Germania sull'influsso del periodo di semina del frumento sulla resa e sulla sensibilità allo stress idrico
- Test a lungo termine con diverse colture in una regione secca della Bassa Sassonia a cura di [LWK Niedersachsen](#). Nella regione si coltiva prevalentemente segale in quanto coltura particolarmente tollerante alla siccità
- Risultati di test effettuati in Germania sull'influsso della densità di semina del frumento sulla resa e sulla sensibilità allo stress idrico
- Progetto [Varietà resistenti di patate](#), Agroscope
- [Test su diverse varietà di patate](#) per studiarne la tolleranza alla siccità
- [Finestre per il raccolto di varietà di frutta](#), KOB Bavendorf
- Kuster Thomas, 2020. Behangsregulierung im Obstbau. Schweizer Obst 02/2020.
- Ombra per le colture in serra, [scheda tecnica FIBL](#)
- [Impianto sperimentale agrofotovoltaico](#) di Agroscope

Bilancio equilibrato dell'humus

Lavorazione rispettosa del suolo

Aumento della capacità di ritenzione idrica

Protezione contro l'erosione

Riduzione dell'evaporazione

Periodo di coltivazione

Avvicendamento delle colture

Densità d'impianto

Scelta della varietà

Diradamento degli alberi da frutto

Ombreggiamento contro la canicola

## Tecnica di irrigazione

La tabella 35 fornisce un quadro generale delle principali tecniche di irrigazione e dei rispettivi indicatori. Per ulteriori informazioni si rimanda alle seguenti fonti:

Quadro generale delle tecniche

- Kocher, A07-VII Gemüsekulturen beregnen. Edition LMZ.
- Boivin, C. et coll. 2018. Gestion raisonnée de l'irrigation - Guide technique. Centre de référence an agriculture et agroalimentaire du Québec.
- Rickmann, M. und Sourell, H. (Hrsg.) 2014. Bewässerung in der Landwirtschaft. Erling Verlag.

Indicatore	Rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione	Rotolone con barra irrigatrice	Sprinkler	Irrigazione a goccia
Lavoro [h/(ha x quantità]	0.5	0.5	2	10
Pressione all'idrante [bar]	8	5	5	2
Fabbisogno energetico [kWh/m <sup>3</sup> ]	0.5-0.7	0.4	0.4	0.2
Intensità di irrigazione [mm/h]	15-25	7-12	5-8	2
Precisione di distribuzione	+	++	+	+++
Perdite d'acqua	30-50% <sup>41</sup>	20-23% <sup>42</sup>	25-40% <sup>42</sup>	5-10% <sup>42</sup>

Tabella 35 Indicatori relativi alle tecniche di irrigazione più frequenti<sup>43</sup>.

Per ogni tecnica di irrigazione esistono accorgimenti per migliorare la precisione di distribuzione.

Precisione di distribuzione

Rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione:

- Raindancer: nessuna sovrapposizione e migliore irrigazione degli angoli grazie a sensori GPS;
- Niente irrigazione con vento forte (> 5 m/s).

Rotolone con barra irrigatrice:

- Non impiegare su superfici in forte pendenza e su particelle non rettangolari.

Sprinkler:

- Ugelli dotati di protezione antivento (p.es. wind fighter, cfr. fig. 12);
- Niente irrigazione con vento forte (> 5 m/s).

Irrigazione a goccia:

- In particelle con una pendenza > 10 m: scegliere tubi flessibili a compensazione di pressione con uno spessore della parete maggiore;
- In particelle in pendenza: stazione di testa e alimentazione nel punto più alto;
- In particelle lunghe più di 350 m verificare l'alimentazione al centro;

<sup>41</sup> van der Gulik, T.W. 1989. B.C: Sprinkler Irrigation Manual. Irrigation Industry Association of British Columbia.

<sup>42</sup> Stark, J.C. und S.L. Love (Hrsg.). 2003. Potato Production Systems. The University of Idaho Agricultural Communications.

<sup>43</sup> Michel, R., & Sourell, H. (Eds.). (2014). Bewässerung in der Landwirtschaft. Erling.

- Sistema di filtraggio adeguato alla qualità dell'acqua per evitare intasamenti;
- Controllo regolare ed eventuale riparazione delle falle.



Figura 12 Protezione antivento per sprinkler (modello wind fighter).

Per ogni tecnica di irrigazione esistono accorgimenti per ridurre al minimo le perdite d'acqua.

Ridurre al minimo le perdite d'acqua

- Rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione: [Raindancer](#) (nessuna sovrapposizione in caso di più cicli di irrigazione per particella, niente irrigazione oltre i bordi del campo, sistema di allarme in caso di guasto).
- Sprinkler: ugelli dotati di protezione antivento (p.es. wind fighter, cfr. fig. 12).
- Irrigazione a goccia: controllo regolare ed eventuale riparazione delle falle.

Per tutte le tecniche di irrigazione dall'alto (rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione, rotolone con barra irrigatrice, sprinkler) le perdite si riducono se l'irrigazione non viene effettuata con vento forte ( $> 5 \text{ m/s}$ ) e temperature elevate ( $> 25^\circ\text{C}$ ).

In orticoltura le piantine possono essere irrigate in modo molto mirato annaffiandole direttamente durante la messa a dimora (cfr. fig. 13).



Figura 13 Seminatrici con serbatoio d'acqua per annaffiare e concimare in modo mirato le piantine durante la messa a dimora.

Per ridurre le perdite d'acqua, al di là della tecnica, è molto importante dosare la quantità d'acqua di irrigazione in funzione delle caratteristiche del suolo (cfr. cap. regolazione mirata dell'irrigazione). Anche una manutenzione regolare dell'impianto contribuisce a una distribuzione dell'acqua efficace e a evitare perdite.

Una tecnica all'avanguardia con un dimensionamento adeguato può migliorare la precisione di distribuzione e, soprattutto, l'efficienza energetica. La tabella 36 fornisce un quadro generale dei valori indicativi per la durata di vita degli impianti e dei dispositivi di irrigazione. Naturalmente, è necessario trovare un compromesso adeguato tra redditività e stato della tecnica tenendo conto delle specificità dell'azienda.

Rinnovare le tecniche obsolete

Tecnica/dispositivo	Valore indicativo durata di vita in anni	Fonte
Rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione	12	KTBL, Agroscope
Rotolone con barra irrigatrice	12	KTBL, Agroscope
Sprinkler con tubi in alluminio	35	Inforama
Irrigazione a goccia, stazione di testa e filtri	10	Inforama
Pompa, diesel	15	Agroscope
Pompa, elettrica	20	Agroscope

Tabella 36 Valore indicativo relativo alla durata di vita degli impianti di irrigazione.

### Regolazione mirata dell'irrigazione

I sensori misurano in modo costante e specifico per ogni particella la forza che deve essere applicata per aspirare l'acqua o il tenore d'acqua del suolo (cfr. tab. 37). Per un utilizzo efficace occorre tenere in considerazione i seguenti aspetti.

Sensori

- Le misurazioni non sostituiscono le osservazioni sulla particella e l'esperienza, ma sono un complemento prezioso.
- I sensori vanno collocati in un punto rappresentativo della particella (nella fila per le piante vitali, nella rizosfera, non in un avallamento o su un dosso, non in una zona con caratteristiche del suolo estreme).
- Un'installazione accurata e conforme alle istruzioni del produttore è essenziale per ottenere risultati attendibili.
- Per l'irrigazione a goccia è importante posizionare il sensore direttamente vicino al punto di gocciolamento.
- In frutticoltura l'indicatore diretto e più mirato per la regolazione è la misurazione del diametro del tronco o dei frutti.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle seguenti fonti:

- Frutticoltura: [articolo Agroscope](#)
- Frutticoltura: [risultati intermedi del progetto sulle risorse «Efficiency Irrigation Vaud»](#)
- Coltivazione di bacche: manuale bacche
- Protezione dal gelo: [regolazione mirata con sensori](#)
- Campicoltura e orticoltura: [forum sull'irrigazione Bayern, scheda tecnica sui sensori](#)
- Campicoltura e orticoltura: [rete irrigazione](#)

Parametro	Pro	Contro
Tensione di aspirazione (p.es. tensiometro, watermark)	Raccomandazione e interpretazione a prescindere dalla classe di tessitura	In alcuni casi è necessaria la lettura manuale nel campo
Valore soglia frequente: 50bar	Valori soglia noti dalle fonti bibliografiche Semplice, vantaggioso	Scarsa precisione in condizioni di siccità Non fornisce indicazioni sul volume di irrigazione Volumi di misurazione ridotti
Contenuto volumetrico d'acqua del suolo (p.es. Plantcare, Sentek, Meter, Stevens, Soili Scout, Campell, Imko, Weenat, Gro Point)	Fornisce indicazioni sul periodo e sul volume di irrigazione Precisione elevata anche in condizioni di siccità Trasmissione automatica	Raccomandazione solo in base alla classe di tessitura Scarsa precisione di misurazione se il contatto con il suolo non è sufficiente (volumi di misurazione ridotti)
Valore soglia frequente: 50% della capacità di campo utile	Misurazione possibile a diverse profondità del suolo	

Tabella 37 Pro e contro dei due metodi di misurazione più comunemente impiegati per l'umidità del suolo ed esempi di sensori. I valori soglia possono variare specificatamente a seconda della coltura e del rispettivo stadio.

Soprattutto nelle colture perenni con irrigazione a goccia, gli impianti sono regolati con computer per l'irrigazione<sup>44</sup>. In questo modo è più facile suddividere l'acqua di irrigazione in quantità più piccole e più frequenti. Ciò aumenta l'efficienza idrica, in particolare per le colture a elevato fabbisogno idrico e per i suoli sabbiosi.

Agroscope ha sviluppato un sistema nei frutteti che è stato testato nel quadro del progetto sulle risorse «Efficiency Irrigation Vaud». L'irrigazione a goccia viene attivata e disattivata automaticamente in correlazione alle misurazioni dell'umidità del suolo.

Sulla base delle informazioni sulle condizioni meteorologiche, sulle colture e sul suolo è possibile calcolare il tenore d'acqua del suolo e regolare l'irrigazione in modo mirato. I risultati del modello sono paragonabili ai grafici delle misurazioni con sensore, con la differenza che i valori sono calcolati anziché misurati. Per un utilizzo efficace occorre tenere in considerazione i seguenti aspetti.

- Le misurazioni non sostituiscono le osservazioni sulla particella e l'esperienza, ma sono un complemento prezioso.
- Quanto più specifici sono i dati inseriti, tanto più la raccomandazione è adeguata alle condizioni locali.
- Il modello presuppone sempre una crescita ottimale della coltura. Se la coltura è indebolita (malattie, parassiti, canicola, ecc.), il fabbisogno idrico è sovrastimato.

Attualmente è disponibile un'ampia gamma di modelli, ad esempio:

- [App di irrigazione](#), ALB Bayern. Il modello è stato testato con misurazioni con sensore e valutato in un progetto triennale (consulenza cantonale BE, FR, ZH, SG, TG, VD e AG nonché SSAFA): [rapporto sul test](#), [guida](#) all'utilizzo dell'applicazione
- [Sencrop](#)

Regolazione automatica dell'irrigazione

Bilancio idrico

<sup>44</sup> P.es. Hunter, des Herstellers Node: <https://www.hunter-bewässerung.ch/steuerung-9v-batterie-2.html>.

— Irré-Lis, Arvalis

A seconda della sua tessitura, il suolo può immagazzinare una quantità d'acqua più o meno elevata e assorbire l'acqua più o meno velocemente (cfr. cap. 3).

Informazioni sul suolo

- Si ipotizza che circa il 50 per cento dell'acqua immagazzinabile sia facilmente disponibile per le piante e possa essere utilizzato senza perdite di resa. I valori indicativi della tabella 38 aiutano a dosare l'acqua d'irrigazione in base alla capacità di ritenzione del suolo. La quantità massima possibile è data dal valore indicativo per l'acqua facilmente disponibile per le piante, moltiplicato per la profondità delle radici della coltura in decimetri. Se disponibile, anche una carta della capacità di ritenzione idrica può fornire informazioni utili.
- Non è sempre opportuno applicare la quantità massima d'acqua di irrigazione. La tecnica di irrigazione va adattata alla capacità di assorbimento idrico del suolo, in modo che l'intensità di irrigazione non superi la capacità di assorbimento idrico. Anche il fabbisogno specifico dello stadio della coltura è determinante.
- La quantità d'acqua e l'intensità di irrigazione possono essere verificate semplicemente con osservazioni sul campo.
- Eventuali ristagni d'acqua, soprattutto sulle vie di passaggio, sono un segnale di un'eccessiva intensità di irrigazione.
- Un test della vanga dopo l'irrigazione mostra quanto in profondità è penetrata l'acqua. Un suolo umido anche molto al di sotto della rizosfera indica una quantità troppo alta o un'intensità di irrigazione eccessiva; se il suolo non risulta umido fino a tutta la rizosfera, la quantità era troppo bassa.

Classe di tessitura	Capacità di campo utile di cui facilmente disponibile [mm/10 cm]	Quantità massima con rizosfera di 30 cm [mm]	Capacità di assorbimento idrico [mm/h]
Sabbia	11	5.5	16.5
Sabbia limosa	18	9	27
Limo sabbioso	21	10.5	31.5
Limo	25	12.5	37.5
Argilla	22	11	33
Suolo organico	30-45	12-18	36-50
			n. i.

Tabella 38 Caratteristiche del suolo e relative raccomandazioni per l'irrigazione adeguate secondo Kocher, Edition LMZ und Achtnich, Ulmer Verlag.

Il fabbisogno idrico delle colture varia a seconda del loro stadio di sviluppo. Volumi di irrigazione adeguati alle esigenze dello stadio attuale della coltura garantiscono un approvvigionamento idrico mirato e basato sul fabbisogno. La tabella 39 fornisce valori indicativi semplificati per quantità opportune in base al tipo di irrigazione.

Stadi della coltura

Per ulteriori informazioni sulle singole colture si rimanda alle seguenti fonti:

- Bacche: [scheda tecnica università Geisenheim](#)
- Orticoltura: Kocher, A07-VII Gemüsekulturen beregenen. Edition LMZ
- Campicoltura: topagrar (Hrsg.), 2019. Ratgeber Bewässerung

- Campicoltura: articolo della Camera dell'agricoltura della Bassa Sassonia (Ansgela Riedel, Ekkehard Fricke)

Stadio/suolo	Quantità indicata [mm]
Produzione di piantine	2
Climatizzare/rinfrescare	3
Semina di insalata	4-6
Popolamenti giovani	10-15
Popolamenti chiusi	20-40
Suoli sabbiosi, leggeri	Fino a 20
Suoli argillosi, pesanti	Fino a 30

Tabella 39 Quantità raccomandata a seconda dello stadio della coltura e della classe di tessitura del suolo (fonte: Kocher, Edition LMZ).

### Organizzazione e gestione

- Il dimensionamento degli impianti deve essere definito in modo da poter irrigare tutte le particelle in periodi con un rischio di perdita basso (cfr. cap. 4.3).
- Per un'irrigazione con irrigatore a getto ad alta pressione o con barra irrigatrice il numero di macchine per azienda deve essere adeguato alla superficie irrigata. Più macchine sono disponibili, più le superfici possono essere irrigate in modo flessibile. Si consiglia di non irrigare più di 12-15 ettari con un rotolone (getto ad alta pressione). È importante trovare il livello ottimale specifico per l'azienda tra redditività ed efficienza idrica.
- Gli strumenti per la registrazione automatica o il monitoraggio automatico dell'irrigazione<sup>45</sup> facilitano la documentazione delle attività di irrigazione.
- La pianificazione dell'irrigazione può essere semplificata utilizzando Doodle, calendari condivisi o altri strumenti digitali di pianificazione.
- Grazie a una meccanizzazione più efficiente nel comprensorio, si riducono i tempi per spostare le macchine, il che consente una maggiore flessibilità nella pianificazione.
- Gli strumenti per una regolazione mirata dell'irrigazione (cfr. in alto) contribuiscono a pianificare nel modo più specifico possibile l'ordine di chi irriga e quando.

Dimensionamento efficiente

Ordine flessibile

### Formazione professionale e continua

Attualmente sono disponibili diversi documenti che illustrano le esperienze acquisite sul lungo periodo e consigli pratici, ad esempio:

Formazione continua

- Campicoltura: topagrar (Hrsg.), 2019. Ratgeber Bewässerung
- Campicoltura e orticoltura: [forum sull'irrigazione Bayern](#)
- Bacche: manuale bacche
- Ciliegie: [articolo Agroscope](#)

<sup>45</sup> P.es. Raindancer: <https://www.raindancer.com/>

Oltre ai documenti sopra citati, gli specialisti dei servizi cantonali di consulenza (servizi di consulenza per la produzione vegetale, centri specializzati per ortaggi, frutta e bacche) o degli istituti di ricerca possono fornire ulteriori informazioni.

— Fornire sintesi facilmente fruibili dei valori indicativi più importanti (fabbisogno per stadio della coltura, volume di irrigazione a seconda del periodo di irrigazione, indicatori tecnici delle macchine).

Formazione dei collaboratori

## A6.2 Esempi di calcolo e interpretazione degli indicatori di efficienza

### Analisi semplici

Il dato interessante è l'andamento annuale della quantità d'acqua irrigata in  $m^3$  e della superficie irrigata annualmente in ha (cfr. fig. 14).

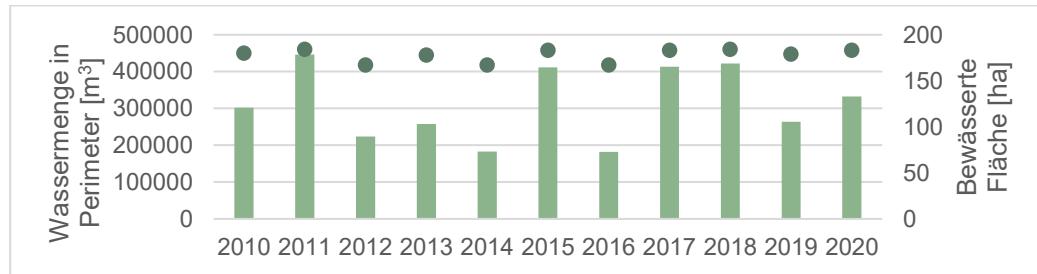


Figura 14 Grafico esemplificativo dell'andamento annuale della quantità d'acqua irrigata in  $m^3$  (colonne) e della superficie irrigata in ha (punti) nel comprensorio.

Registrando i dati in un file, è possibile utilizzarli per calcolare la quantità media irrigata in mm rispetto a tutte le superfici irrigate, per un confronto tra anni diversi (cfr. fig. 15).

Quantità media irrigata

$$\text{Quantità irrigata, media [mm]} = \frac{\text{Consumo d'acqua stagionale} [m^3] * 1'000 \frac{l}{m^3}}{\text{Superficie irrigata [ha]} * 10'000 \frac{m^2}{ha}}$$

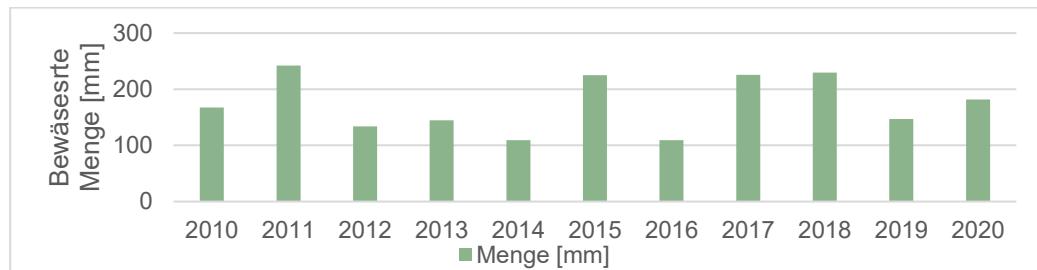


Figura 15 Grafico esemplificativo dell'andamento annuale della quantità d'acqua irrigata (media di tutte le colture nel comprensorio).

Sulla base dei dati sulla superficie per coltura, sono possibili le seguenti analisi e rappresentazioni.

Colture irrigate

- Suddivisione in superficie irrigata con colture da considerare per il dimensionamento e con colture da non considerare (cfr. cap. 4)
- Andamento delle quote delle colture nel comprensorio (cfr. fig. 16).
- Quota della superficie irrigata rispetto alla superficie totale di una coltura nel comprensorio nel corso dell'anno (cfr. fig. 17). I dati della rilevazione supplementare dell'Ufficio federale di statistica sulle superfici irrigate in Svizzera possono essere utilizzati come valori comparativi<sup>46</sup>.

<sup>46</sup> UST (Ufficio federale di statistica), 2022. Rilevazione delle strutture agricole. Aziende agricole, addetti, superficie utile per Cantone 2000 - 2021.

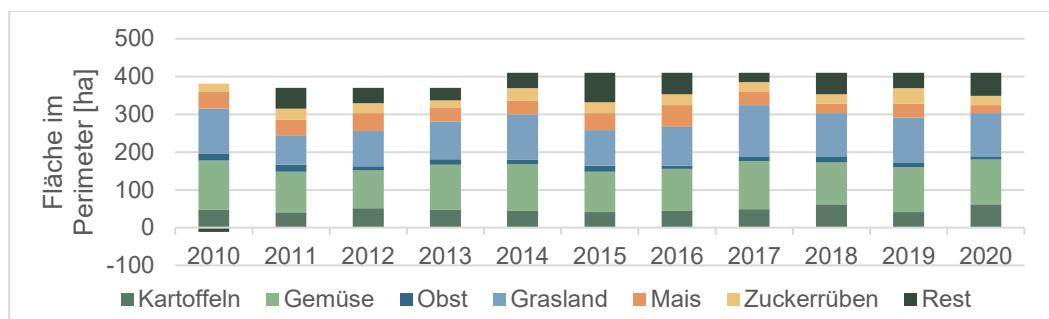


Figura 16 Grafico esemplificativo dell'andamento delle quote delle superfici irrigate nel comprensorio.

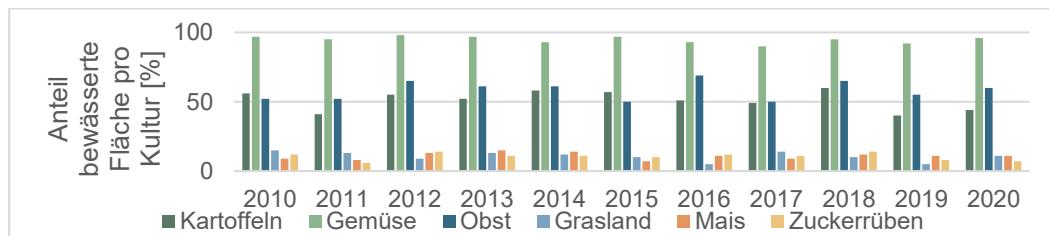


Figura 17 Quota della superficie irrigata rispetto alla superficie totale di una coltura nel comprensorio.

Per quanto riguarda la tecnica di irrigazione è interessante analizzare la quota della superficie irrigata con tecniche a basse perdite (irrigazione a goccia, barra irrigatrice) e la quota irrigata con tecniche a rischio di perdite più elevato.

Tecnica di irrigazione

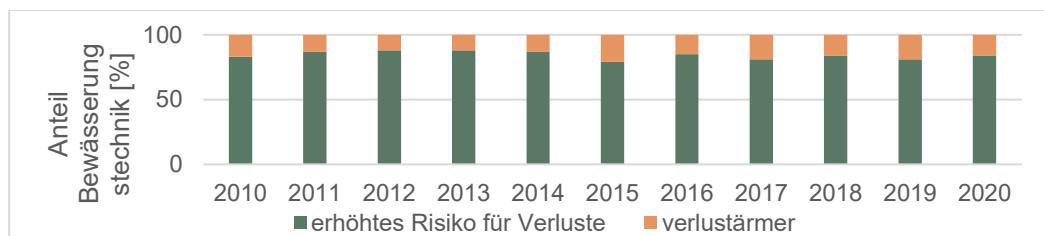


Figura 18 Quota della superficie irrigata con tecniche a basse perdite (irrigazione a goccia, barra irrigatrice) nelle colture campicole nel comprensorio.

### Analisi approfondite

La quantità irrigata per coltura e per anno è uno dei principali valori indicativi per confrontare e calcolare il fabbisogno di diversi anni. Tuttavia, sono necessarie registrazioni specifiche per coltura e, idealmente, per particella. I valori indicativi possono essere utilizzati come supporto interpretativo per la stima del fabbisogno. L'influenza annuale può essere stimata utilizzando l'[indice di siccità](#) di MeteoSvizzera. Per semplificare si possono impiegare anche i dati relativi alle precipitazioni e alle temperature. Le fonti possibili sono MeteoSvizzera o Agrometeo.

Quantità irrigata per coltura

Le ore d'esercizio annuali possono essere analizzate in base ai periodi d'esercizio se sono disponibili le corrispettive registrazioni. Un dato interessante può essere la quota delle ore d'esercizio nei periodi a maggior rischio di perdite con irrigazione dall'alto (irrigazione tra 12.00 e le 18.00 o più precisamente con temperature superiori a 25°C o velocità del vento > 5 m/s).

Quota dell'irrigazione in periodi con perdite ridotte

La produttività idrica indica il rapporto tra la resa commerciabile e l'offerta idrica; serve come strumento per valutare l'efficienza dell'irrigazione. L'indicatore è influenzato da numerosi altri fattori (precipitazioni stagionali, livello di resa del sistema produttivo, pressione dei parassiti, suolo, ecc.).

Produttività idrica

$$\text{Produttività idrica } \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{\text{resa commerciabile } \left[ \frac{\text{q}}{\text{ha}} \right] * 100 \frac{\text{kg}}{\text{q}} * 10^{-5} \text{ ha/m}^2}{(\text{precipitazioni stagionali } [\text{mm}] + \text{irrigazione } [\text{mm}]) * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}}$$

Dati:

- resa commerciabile: 450 q/ha
- precipitazioni stagionali (dalla semina al raccolto): 310 mm
- irrigazione stagionale: 100 mm

Esempio delle pa-  
tate da tavola

Calcolo:

$$\text{Produttività } \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{450 \frac{\text{q}}{\text{ha}} * 100 \frac{\text{kg}}{\text{q}} * 10^{-5} \frac{\text{ha}}{\text{m}^2}}{(310 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}} = \frac{4.5}{0.41} = 11 \text{ kg/m}^3$$

La tabella 40 fornisce valori indicativi per diverse colture irrigate. Nell'interpretare i valori, occorre tenere presente che dipendono da molti fattori e differiscono notevolmente da una regione di coltivazione all'altra.

Coltura	Valore indicativo per la produttività idrica [kg/m <sup>3</sup> ]	Fonti
Patate	10-15	Harris, 1978; Carr, 1983; Ahmadi, 2010 <sup>47</sup>
Mais da grana- nella	1.1-2.7	Zwart, 2004; Lu, 2018 <sup>48</sup>
Mele	10-20	Fonti dei dati: Zenafi, 2016 <sup>49</sup> , Monney, 2022
Fragole	4-15	Lozano, 2016 <sup>50</sup>
Cipolle	6-15	Wakchaure, 2018 <sup>51</sup>

Tabella 40 Valori indicativi per la produttività idrica di diverse colture.

<sup>47</sup> Harris PM, 1978. The Potato Crop: the Scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall, London.  
Carr MKV, 1983. Identifying the need for irrigation.

Ahmadi SH, Andersen MN, Plauborg F, Poulsen RT, Jensen CR, Sepaskhah AR, Hansen S, 2010. Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Yield and water productivity. Agricultural Water Management, 97 (11), 1923–1930.

<sup>48</sup> Lu, Y., Yang, X., & Kueppers, L. (2018). Future crop yields and water productivity changes for Nebraska rainfed and irrigated crops. Water International, 43(6), 785-795.

Zwart, S. J., & Bastiaanssen, W. G. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural water management, 69(2), 115-133.

<sup>49</sup> Chenafi, A., Monney, P., Arrigoni, E., Boudoukha, A., & Carlen, C. (2016). Influence of irrigation strategies on productivity, fruit quality and soil-plant water status of subsurface drip-irrigated apple trees. Fruits, 71(2), 69-78.

<sup>50</sup> Lozano, D., Ruiz, N., & Gavilán, P. (2016). Consumptive water use and irrigation performance of strawberries. Agricultural water management, 169, 44-51.

<sup>51</sup> Wakchaure, G. C., Minhas, P. S., Meena, K. K., Singh, N. P., Hegade, P. M., & Sorty, A. M. (2018). Growth, bulb yield, water productivity and quality of onion (*Allium cepa* L.) as affected by deficit irrigation regimes and exogenous application of plant bio-regulators. Agricultural Water Management, 199, 1-10.

## A7 Costi e redditività (cap. 7)

### A7.1 Valori empirici per i costi di investimento

I valori e le basi seguenti possono essere utilizzati per una prima stima approssimativa dei costi di investimento nella fase di **inizializzazione**. Queste tabelle non sono adatte per le stime dei costi a livello di **studio preliminare** e di **progettazione** per cui occorre rivolgersi a uno studio di ingegneria.

	Fino a 5'000 fr./ha	5'000 - 15'000 fr./ha	Da 15'000 fr./ha
Portata del progetto	piccola	media	grande
Sinergie con l'infrastruttura esistente	grandi	limitate	nessuna
Trattamento dell'acqua (p.es. sedimentazione / filtraggio)	no	no	sì
Condizioni dal profilo edilizio	favorevoli (in pianura, senza ostacoli)	medie	sfavorevoli (alpina, diversi ostacoli)
Distanza dalla fonte idrica	breve	media	grande
Ramificazione della rete di approvvigionamento	esigua	media	forte

Tabella 41 Stime approssimative dei costi di investimento per la fornitura e l'adduzione dell'acqua (senza distribuzione) con i principali fattori di influenza (precisione inferiore a  $\pm 30\%$ , base dei prezzi 2020) in base a stime di esperti e riferimenti bibliografici.<sup>52</sup>

Per una stima più dettagliata a livello di **inizializzazione** si possono considerare i seguenti dati relativi alle basi di costo.

Categoria	Impianto	Basi di costo dell'investimento (precisione inferiore a $\pm 30\%$ )
Fornitura dell'acqua	Prelievo dalle acque superficiali	ca. 30'000 fr. (impianto di pompaggio mobile, incl. generatore diesel per 9 ha) <sup>53</sup>
	Fontane alimentate dalle acque sotterranee	ca. 20'000 fr. (fontane senza pompa, Ø 6 pollici, profondità 16 m) <sup>53</sup> altro: scheda tecnica DWA-M 590 (più supplemento di prezzo CH)
	Captazione di una sorgente	fortemente dipendente dal progetto
	Serbatoio d'acqua	ca. 50-500 fr./m <sup>3</sup> (bacini idrici e stagni ottenuti con rivestimenti impermeabili)
	Trattamento dell'acqua	se necessario; costi fortemente dipendenti dal progetto
Adduzione dell'acqua	Condotte interrate	ca. 100-200 fr./m (DN110-DN250, PE, interrate a una profondità di ca. 1.5 m, superficie non consolidata) scheda tecnica DWA-M 590 (più supplemento di prezzo CH)

<sup>52</sup> SSAFA et al. (Hrsg.) 2023: Datengrundlage und künftige Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz Projekt «Swiss Irrigation Info»: Schlussbericht Modul 1. Scuola superiore di scienze agrarie, forestali e alimentari, Zollikofen (<https://bewaesserungsnetz.ch/blog>)

<sup>53</sup> Wasserverfügbarkeitskarten für das Einzugsgebiet der Oesch Kt. SO, Kosten der Bewässerungsinfrastruktur, Preisbasis 2020

Categoria	Impianto	Basi di costo dell'investimento (precisione inferiore a ±30%)
	Idranti	ca. 100-600 fr. (testa d'idrante, flangia in ghisa) cfr. listini prezzi del fabbricante
Distribuzione dell'acqua	Condotte di trasporto	condotte interrate: come per le condotte interrate per l'adduzione (cfr. in alto) condotte mobili / tubi flessibili secondo i costi del materiale: < 100 fr./m (costi di investimento bassi, posa più dispendiosa) cfr. listini prezzi del fabbricante e prezzi per le colture frutticole <sup>54</sup>
	Rotolone con getto ad alta pressione	ca. 25'000-40'000 fr. incl. 350-450 m di tubo flessibile <sup>55 56</sup> cfr. listini prezzi del fabbricante
	Rotolone con barra irrigatrice	ca. 45'000 fr. incl. 350 m di tubo flessibile, barra irrigatrice lunga 40 m <sup>56</sup> cfr. listini prezzi del fabbricante <sup>56</sup>
	Sprinkler	ca. 13'500-15'500 fr./ha (microsprinkler) <sup>55</sup> ca. 5'000-8'000 fr. (sprinkler: 6 m, 600 m, 37 sprinkler) <sup>56</sup> cfr. listini prezzi del fabbricante e prezzi per le colture frutticole <sup>54</sup>
	Microsprinkler	ca. 10'000-12'000 fr./ha cfr. strumento di calcolo Excel Zentrum Liebegg <sup>55</sup> , cfr. prezzi per le colture frutticole <sup>54</sup>
	Irrigazione a goccia	ca. 11'500-14'000 fr./ ha <sup>55</sup> ca. 4'000-6'000 fr./ha <sup>55</sup> altro: scheda tecnica DWA-M 590 (più supplemento di prezzo CH), cfr. prezzi per le colture frutticole <sup>54</sup> Quote dei costi con filtraggio (pretrattamento del materiale in sospensione): 25% filtraggio, 10% tubi di erogazione, 65% irrigazione a goccia <a href="http://www.ccdsa.ch">www.ccdsa.ch</a>
Attrezzature	Pompe sotterranee	ca. 1'000 (1 kW)-12'000 (22kW) fr. cfr. listini prezzi del fabbricante
	Sistemi di pressurizzazione	ca. 5'000-80'000 fr./pompa (a seconda della portata) cfr. listini prezzi del fabbricante
	Contatori dell'acqua	meccanici: ca. CHF 40 (2.5 m <sup>3</sup> /h, $\frac{3}{4}$ Zoll) a ultrasuoni: ca. CHF 700 (6 m <sup>3</sup> /h) - CHF 3'200 (100 m <sup>3</sup> /h) a induzione magnetica: ca. CHF 7'000 (360 m <sup>3</sup> /h)
	Apparecchiature elettriche, di regolazione, di controllo e di misurazione	5-15% del totale dei costi di investimento fortemente dipendente dal progetto, per le distanze più lunghe a incidere particolarmente è l'allacciamento alla rete elettrica

Tabella 42 Gamma dei costi di investimento medi (precisione inferiore a ±30%; base dei prezzi 2020) o in base a riferimenti bibliografici.

Il Centro Liebegg fornisce anche uno strumento di calcolo (Excel) per la stima dei costi di investimento e di quelli annuali per l'irrigazione a goccia e con microsprinkler per la coltivazione di frutta a nocciolo e a granelli ([FAQ](#)).

<sup>54</sup> [Bewässerung von Obstbäumen](#), 2011. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW

<sup>55</sup> <https://www.liebegg.ch/de/faq-bewaesserung.html>, base di prezzo non chiara

<sup>56</sup> [Brochure di Inforama](#), 2016 (cfr. <https://gvbf.ch/produzenten>)

## A7.2 Strumenti di calcolo dei costi annuali

### Costi del capitale

I costi del capitale sono calcolati nella seguente maniera:

$$\text{Costi del capitale} = \frac{\text{costi di investimento}}{\text{durata di vita utile}} + \text{costi degli interessi}$$

Per il calcolo dei costi di ammortamento si raccomanda un ammortamento lineare dei costi di investimento sulla durata di vita dell'infrastruttura. Nella tabella 43 sono riportate le possibili durate di vita e nella tabella 44 viene fornito un esempio di calcolo.

Infrastruttura	Durata di vita utile
<b>Captazioni</b>	
Acque sotterranee	trivellazioni: 60 anni pompaggio: cfr. «attrezzature»
Acque superficiali	componente captazione: 50 anni mobile: cfr. «attrezzature»
Captazione di una sorgente	componente captazione: 50 anni
<b>Condotte</b>	
Condotte interrate	60 anni
Condotte aeree	fisse: 15 anni tubi flessibili: 3-10 anni
<b>Serbatoi dell'acqua</b>	
Cemento armato	50 anni
Rivestimenti impermeabili di bacini idrici e stagni	15 anni
<b>Attrezzature</b>	
Macchinari (pompe, generatori, ecc.)	15 anni
Apparecchiature elettriche e di misurazione	10 anni
<b>Sistemi di erogazione</b>	
Sprinkler Alu	15 anni
Sprinkler PE	12 anni
Rotolone con irrigatore a getto ad alta pressione	12 anni
Rotolone con barra irrigatrice	12 anni
Irrigazione a goccia	10 anni

Tabella 43 Durate di vita dell'infrastruttura di irrigazione.

Formula	Esempio numerico
$\frac{I - S}{V} = \text{costi di ammortamento}$	$\frac{300'000 \text{ fr.} - 150'000 \text{ fr.}}{15 \text{ anni}} = 10'000 \text{ fr./anno}$
— Prezzo di investimento (I) in fr.	— I = 300'000 fr.
— Sovvenzione (S) in fr.	— S = 150'000 fr.
— Durata di vita (V) in anni	— V = 15 anni

Tabella 44 Calcolo dei costi di ammortamento con un esempio numerico.

Per il tasso di interesse è sufficiente un'ipotesi (p.es. 2%) basata sui valori di mercato correnti per i crediti o i mutui.

Formula	Esempio numerico
$\frac{I - S}{2} \times i = \text{costi degli interessi medi}$	$\frac{300'000 \text{ fr.} - 150'000 \text{ fr.}}{2} \times 2\% = 1'500 \text{ fr./anno}$
— Prezzo di investimento (I) in fr.	— I = 300'000 fr.
— Sovvenzione (S) in fr.	— S = 50'000 fr.
— Tasso di interesse (i) in %	— i = 2%

Tabella 45 Calcolo dei costi degli interessi con un esempio numerico.

### Costi di esercizio

I costi di esercizio sono costituiti da diversi fattori, come ad esempio:

- costi dell'energia (prezzo dell'elettricità, prezzo del diesel, ecc.)
- costi del personale
- costi dei macchinari
- costi del materiale (riparazione, manutenzione)
- assicurazioni
- prezzo dell'acqua: acque superficiali e sotterranee, acqua potabile.

Le aziende devono avvalersi di informazioni sui prezzi attuali e previsti (p.es. per l'elettricità), di informazioni accessibili al pubblico ([catalogo dei costi Agroscope](#)), di valori empirici propri (personale, macchinari, costi dell'assicurazione) o dei regolamenti sulle tariffe per l'approvvigionamento idrico (esempio del Cantone SO sui prezzi delle acque sotterranee e superficiali: [bgs.so.ch](#)).

La [brochure della CSO](#) sui costi dell'irrigazione delle colture orticole in pieno campo indica i costi del capitale, i costi di esercizio e quelli annuali per i vari processi di irrigazione. A seconda della situazione irrigua può essere utilizzata per la plausibilizzazione dei propri calcoli.

### A7.3 Strumento di calcolo dei benefici finanziari

I benefici finanziari di un impianto di irrigazione sono determinati dai seguenti fattori.

- Ricavo assicurato: senza irrigazione, le quantità prodotte diminuiscono. L'irrigazione riduce il rischio di perdite di raccolto.
- Salvaguardia della qualità/del prezzo: l'irrigazione preserva la qualità, riducendo il rischio di ribasso del prezzo.
- Disponibilità: l'irrigazione facilita la pianificazione del raccolto e riduce il rischio di non riuscire ad adempire i termini di consegna.
- Garanzia di smercio: si evita di perdere opportunità di smercio/di fornitura dopo una perdita di raccolto più ingente senza irrigazione.
- Aumento della coltivazione di colture a elevato valore aggiunto.

Se la redditività deve essere calcolata anche per determinati scenari (p.es. nel futuro o per determinati anni di siccità), i benefici finanziari possono essere stimati sulla base delle seguenti basi di dati.

- Sono disponibili valori empirici per un anno molto positivo (in termini di precipitazioni) che potrebbero essere utilizzati per stimare l'aumento di resa? L'irrigazione permetterebbe di ottenere, in parte o completamente, questo aumento di resa? Se sì, in che percentuale?
- Sono disponibili valori empirici per un anno molto negativo (in termini di precipitazioni) che potrebbero essere utilizzati per stimare le perdite (perdite di raccolto, perdite di qualità, inadempimento dei termini di consegna)? L'irrigazione permetterebbe di ridurre, in parte o completamente, queste perdite? Se sì, in che percentuale?
- Esistono aziende che hanno già valori empirici con colture e condizioni locali simili di cui avvalersi? Se sì, in che percentuale si potrebbe aumentare la resa o ridurre le perdite?
- Sono disponibili risultati di lavori di ricerca che quantificano l'aumento di resa o il rischio di perdite di raccolto per determinate colture, condizioni climatiche e suoli? È possibile applicarli alle condizioni locali? Se sì, in che percentuale si potrebbe aumentare la resa o ridurre le perdite?
- Quali sono i prezzi di mercato previsti, ad esempio in base alla qualità o agli sviluppi futuri del mercato? È prevedibile con sufficiente certezza una tendenza all'aumento o alla diminuzione dei prezzi di mercato o del ricavo da tenere in considerazione nell'analisi della redditività?

## A8 Raccomandazione sui valori indicativi per il fabbisogno irriguo

Attualmente non esistono valori indicativi esaustivi e sufficientemente validati per il fabbisogno irriguo delle colture meritevoli di irrigazione in Svizzera. Si raccomanda pertanto di definirli **in un progetto futuro**. La tabella 46 riporta le categorie per le quali potrebbero essere approntati valori indicativi onde dar seguito alla raccomandazione della presente guida. Innanzitutto si potrebbe procedere stabilendo i valori indicativi per le categorie prioritarie (in grassetto nella tabella).

Si ritiene che le seguenti condizioni quadro sono fondamentali a tale scopo.

- I modelli di valori indicativi vanno discussi e validati in un gruppo di lavoro. Deve-  
nono contemplare il maggior numero possibile di esperienze (copiazienda dei  
vari gruppi di colture, consulenti, fornitori di tecniche di irrigazione, ricercatori,  
studi di ingegneria con esperienza nella modellazione).
- I valori indicativi vanno aggiornati a cadenza periodica, ad esempio se suben-  
trano nuovi scenari climatici o se il periodo di riferimento è diventato obsoleto.
- Il modello per l'elaborazione dei valori indicativi futuri e i principali parametri di  
modellizzazione vanno documentati onde poter procedere, se necessario, ad  
adeguamenti ad hoc per un progetto specifico.

Fattore	Numero	Categorie
Stazioni meteorologiche	31	Stazioni CH2018 <sup>57</sup> con tutti i parametri per il calcolo dell'evapotraspirazione in regioni con irrigazione
Orizzonte temporale	2	<b>Anno normale</b> (1991-2020), <b>futuro</b> (2045-2075)
Scenari	4	<b>Presente, anno normale</b> (1991-2020, media), Presente, anno di siccità (1991-2020, 5° anno più secco risp. livello di sicurezza dell'80%), Anno normale 2060 (2045-2075, RCP 8.5), <b>Anno di siccità 2060</b> (2045-2075, RCP 8.5, 5° anno più secco risp. livello di sicurezza dell'80%)
Classi di tessitura <sup>58</sup>	14	Sabbia, sabbia siltosa, sabbia limosa, sabbia fortemente limosa, <b>limo sabbioso</b> , <b>limo</b> , <b>limo argilloso</b> , argilla limosa, argilla, silt argilloso, silt limoso, silt sabbioso, silt, <b>suolo organico</b>
Profondità fisiologica del terreno (PFT)	2	<b>60 cm, 110 cm</b>
Colture	24	<b>Insalata</b> , porri, <b>cipolle</b> , <b>zucchine</b> , <b>carote</b> , <b>finocchio</b> , <b>sedano</b> , <b>cavolo rapa</b> , barbabietole, <b>cavolfiori</b> , cavolo cappuccio (incl. verza), cavolo cinese, cavolo piuma, cavolini di Bruxelles, spinaci, fagiolini, piselli, erbe aromatiche, cicoria, bietole da costa <b>Mele</b> , <b>ciliegie</b> , <b>prugne</b> , <b>fragole</b> , bacche da cespuglio, vite <b>Patate</b> , <b>mais da granella</b> , barbabietole da zucchero, tabacco <b>Prati da sfalcio</b>
Periodo	3	<b>anno, mese, decade mensile</b> (per il dimensionamento)

<sup>57</sup> CH2018 (2018), CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zurigo, ISBN: 978-3-9525031-4-0.

<sup>58</sup> Brunner J, Jäggli F, Nievergelt J, Peyer K, 1997. Kartieranleitung. Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Stazione federale di ricerche in agroecologia e agricoltura di Zurigo-Reckenholz (FAL), Zurigo Reckenholz, 175 pag.

Tabella 46 Fattori, numero di categorie e categorie proposte per i valori indicativi futuri per il fabbisogno irriguo. Le categorie prioritarie sono evidenziate in grassetto.