POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Irrigazione di aree verdi private con acqua piovana: criteri di progettazione a confronto

Original
Irrigazione di aree verdi private con acqua piovana: criteri di progettazione a confronto / Carollo, M., Butera, I., Revelli, R.. - ELETTRONICO. - (2022). (XXXVIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche Reggio Calabria 4-7 settembre 2022).

Availability:
This version is available at: 11583/2971769 since: 2022-09-27T09:03:42Z

Publisher:
Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

27 November 2026

IRRIGAZIONE DI AREE VERDI PRIVATE CON ACQUA PIOVANA: CRITERI DI PROGETTAZIONE A CONFRONTO

Matteo Carollo [1*], Ilaria Butera [1] & Roberto Revelli [1]

(1) Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino (Torino)

**email: matteo.carollo@polito.it*

ASPETTI CHIAVE

- *Applicazione dei criteri di massimo risparmio idrico e di massimo ritorno economico.*
- *Il massimo risparmio idrico richiede serbatoi di dimensione e costo elevati.*
- *Il criterio economico richiede serbatoi più piccoli ma porta ad un risparmio idrico inferiore.*

1 INTRODUZIONE

Nell'epoca in cui stiamo vivendo ha trovato progressivamente spazio l'idea dello sviluppo sostenibile, fino a diventare uno dei più importanti temi della politica come testimoniano, a livello internazionale, gli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (*ONU*, 2015), a livello europeo il Green Deal (*Commissione Europea*, 2019) e a livello nazionale provvedimenti quali, ad esempio, i Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia pubblica (*Ministero dell'Ambiente*, 2017). La riduzione dei consumi di acqua usata per le varie attività dell'uomo è uno dei tanti aspetti in cui si declina il tema dello sviluppo sostenibile, poiché le fonti idriche sono attualmente sottoposte a notevoli "pressioni" (prelievo e inquinamento): per l'Italia lo stato di stress idrico è stato definito medio-alto (*Ministero dell'Ambiente*, 2018). Questa memoria esamina l'irrigazione delle aree verdi private, ossia giardini e orti: per questi fini l'acqua potabile può essere sostituita totalmente o in parte dall'acqua piovana raccolta dalle superfici impermeabili dell'abitazione (*Campisano et al.*, 2017; *Lúcio et al.*, 2020) con innegabili benefici ambientali.

Questo studio ha l'obiettivo di indagare la relazione che lega il potenziale risparmio idrico all'estensione dell'area di captazione H e dell'area verde da irrigare C, oltre che alla capienza del serbatoio di compenso tra la portata in ingresso (pioggia) e in uscita (irrigazione). In questo modo si può valutare sia la riduzione del consumo idrico, sia la fattibilità economica del sistema di raccolta dell'acqua piovana (legata alla dimensione del serbatoio).

Sono stati scelti tre criteri per il dimensionamento del serbatoio (*Butera et al.*, 2021): (i) il massimo risparmio idrico, in termini di grado di sostituzione dell'acqua potabile con acqua piovana, anche chiamato *efficienza* (*Palla et al.*, 2011), (ii) il massimo ritorno economico, in termini di *Valore Attuale Netto* (*VAN*), (iii) il metodo speditivo proposto dalla norma UNI 11445. I risultati grafici possono essere usati nella progettazione in località con clima simile a quello del caso di studio.

2 MATERIALI E METODI

Questo studio teorico si avvale di simulazioni sulla base di dati climatici e colturali (altezza di pioggia e temperatura, fasi fenologiche e coefficienti colturali) volte a riprodurre la dinamica del serbatoio di compenso. La quantità d'acqua necessaria per irrigare è quella che serve a compensare il deficit di umidità del suolo a livello delle radici. Il semplice metodo usato per quantificare l'irrigazione si basa sulla differenza giornaliera tra l'apporto di pioggia, che aumenta l'umidità del suolo, e l'entità dell'evapotraspirazione delle piante, che ne diminuisce il contenuto d'acqua in funzione dell'apporto di energia legato alla radiazione solare (*Doorenbos & Pruitt*, 1977; *Allen et al.*, 1998; *Giannini & Bagnoni*, 2000). Riguardo al serbatoio di compenso, in questo studio si fa riferimento ad un tipo chiuso e interrato. Il bilancio idrico giornaliero tra i volumi d'acqua entranti e uscenti dal serbatoio viene effettuato mediante il metodo *Yielding After Spillage* (*Palla et al.*, 2011), usando pluviogrammi forniti dalle stazioni meteorologiche della zona di interesse e calcolando l'afflusso netto proveniente dall'area di captazione mediante un coefficiente di afflusso pari a 0,8. La lunghezza del periodo di simulazione influenza molto i risultati, in quanto i differenti anni sono caratterizzati da una piovosità e da un'energia della radiazione solare diverse, sia giornaliere, sia come valori cumulati annui: un'analisi annuale

mostra infatti sensibili differenze in termini di risparmio idrico tra un anno e l'altro; per tale motivo, si è scelto di basare le simulazioni su un unico periodo di tempo della durata di trent'anni, come consigliato dalla normativa (*UNI*, 2012). La parte di domanda idrica giornaliera che non può essere soddisfatta dall'acqua piovana è acqua potabile che viene prelevata dall'acquedotto.

Le simulazioni sono state svolte per diversi valori di capienza del serbatoio. Per ogni capienza sono stati calcolati: il rapporto tra il volume d'acqua piovana recuperato nei trent'anni considerati e la domanda idrica nello stesso periodo, ossia l'*efficienza E* (0-100%), i volumi annui di acqua risparmiati, quelli prelevati dall'acquedotto e il costo di costruzione dell'impianto, valori, questi ultimi, che permettono di calcolare il *VAN* relativo a un determinato periodo di tempo di vita *N* dell'impianto:

$$VAN = \sum_{t=1}^{N} \frac{F_t}{(1+k)^{t-1}} - F_0 \quad (1)$$

dove F_t è il risparmio monetario annuo, F_0 è il costo iniziale di costruzione del sistema di raccolta, k è il tasso di attualizzazione. Nel caso in esame sono stati scelti N=35 anni e k=3.5%. È noto che l'efficienza cresce sensibilmente con l'aumentare del volume del serbatoio fino al raggiungimento di un plateau (*Lúcio et al.*, 2020), dove aumenta molto debolmente prima di giungere al suo valore massimo; l'efficienza teorica massima si ottiene quindi con serbatoi molto grandi. Per questo motivo nella presente memoria non si fa riferimento alla massima efficienza, ma all'80% del suo valore, chiamando tale valore *efficienza ottimale*. I criteri di dimensionamento adottati hanno approcci diversi e risultati differenti: il criterio (i) fornisce la capienza del serbatoio che porta all'efficienza ottimale, mentre il criterio (ii) fornisce la capacità che porta al massimo *VAN*.

Inoltre, la norma UNI 11445 fornisce, per il caso di consumo d'acqua costante nel tempo (ad esempio l'uso del wc o della lavatrice), un *metodo semplificato* che non necessita di una simulazione giornaliera del bilancio idrico, ma si basa sui valori cumulati annui dell'afflusso di pioggia e del consumo d'acqua (*UNI*, 2012). È evidente che l'irrigazione non prevede un consumo d'acqua costante nel tempo, quindi il metodo semplificato non dovrebbe essere usato. Tuttavia, vista la semplicità del metodo, molto appetibile nelle applicazioni pratiche, si è voluto applicare anche questo per evidenziare le differenze rispetto agli altri due criteri adottati.

Il metodo sinteticamente esposto è stato applicato al caso di studio della cittadina appenninica di Celano (AQ), posta alla quota di 800 m s.l.m. (*Butera et al.*, 2021). Tra i diversi tipi di coltura che sono stati analizzati, è stato riportato nei grafici il caso di un semplice prato.

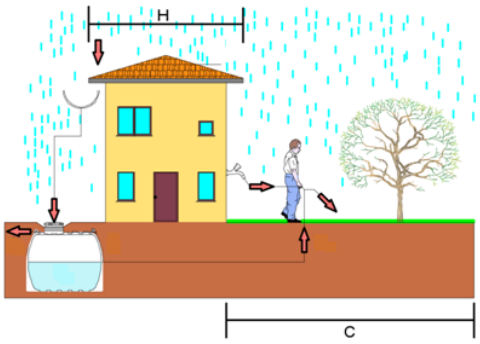

Figura 1. Schema del sistema di raccolta dell'acqua piovana: *H* area di captazione, *C* area irrigata.

3 RISULTATI

La Figura 2a-c riporta le capienze ottimali dei serbatoi, espresse in metri cubi, mediante curve di livello in funzione delle aree di captazione *H* e irrigata *C*, secondo i diversi criteri di progetto adottati; inoltre, (Fig. 2d) per il criterio economico si forniscono i valori del *VAN*, espressi in euro, anch'essi rappresentati mediante curve di livello in funzione di *H* e *C*. La Figura 3 mostra l'efficienza raggiunta in base ai diversi criteri di dimensionamento, in funzione del rapporto *H*/*C*.

Nella Figura 2a (criterio dell'efficienza ottimale) la forma delle curve di livello evidenzia la presenza di due regioni separate dalla retta H=1,3C (linea tratteggiata). La pendenza di tale retta dipende dal regime idrologico e dal tipo di coltura dell'area verde. Confrontando la Figura 2a con la Figura 3, si osserva che nella

regione inferiore (*H/C*>1,3) l'efficienza è pari all'80%, mentre nella regione superiore l'efficienza è inferiore e decresce al diminuire del rapporto *H/C*. La conseguenza è che il volume del serbatoio è proporzionale alla domanda idrica (cioè all'area irrigata *C*) nella regione inferiore ed è invece proporzionale all'afflusso (cioè all'area di captazione *H*) nella regione superiore.

Riguardo ai valori assunti dalle capienze ottimali, i criteri per il dimensionamento adottati producono notevoli differenze nei risultati: mentre l'efficienza ottimale porta a capienze molto grandi (possono comportare notevoli costi e problemi di spazio per l'interramento), il massimo ritorno economico richiede invece serbatoi molto più piccoli (Figura 2b); il metodo semplificato fornito dalla normativa (Figura 2c) fornisce capienze di poco superiori a quelle del criterio economico.

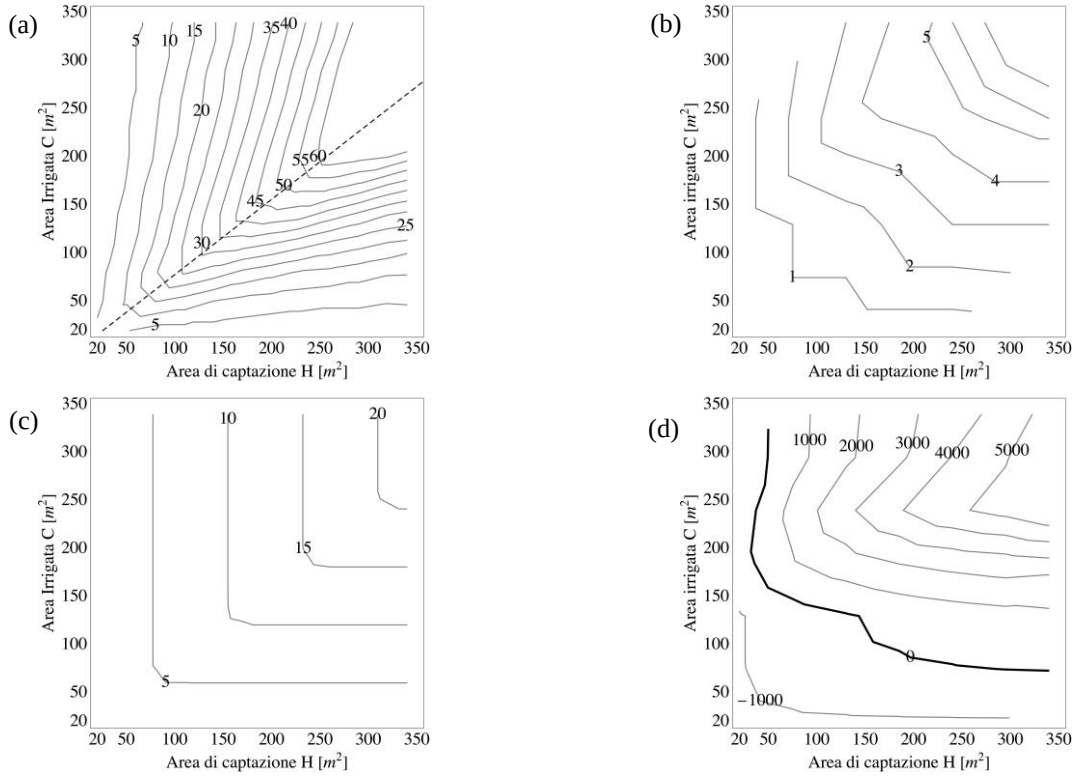

Figura 2. Capacità ottimali (m^3), rappresentate mediante curve di livello in funzione dell'area di captazione e dell'area irrigata: (a) criterio dell'efficienza ottimale; (b) criterio del massimo *VAN*; (c) metodo semplificato delle norme UNI. (d) valori del *VAN* (€) associato al criterio economico.

Riguardo il criterio economico, è bene sottolineare che il *VAN* può essere positivo, ma anche negativo o nullo (Figura 2d). Nel caso in cui *VAN* sia positivo l'irrigazione con acqua piovana è più conveniente rispetto all'uso di acqua potabile prelevata dall'acquedotto, mentre nel caso in cui *VAN* sia negativo l'impianto di recupero dell'acqua piovana è più oneroso rispetto all'uso di acqua potabile.

L'efficienza prodotta dalle capienze ottimali mostrate in Figura 2 (a, b, c) è rappresentata in Figura 3 al variare del rapporto tra l'area di captazione e l'area irrigata. Si può osservare come il criterio dell'efficienza ottimale generi un andamento lineare crescente fino ad *H/C*=1,3 (cioè il caso in cui l'afflusso annuo è pari alla domanda idrica annua) mentre superata tale soglia l'efficienza si attesta sul valore 80%: ciò significa, per come viene definita l'efficienza ottimale, che oltrepassata la soglia l'efficienza massima teorica è 100%.

Nel caso in cui il serbatoio sia progettato per ottenere il massimo ritorno economico, l'efficienza risulta minore, ma comunque notevole, essendo superiore al 40% se *H/C* è almeno pari a 2. L'efficienza che si ottiene usando il metodo semplificato UNI, per valori di *H/C* inferiori a 6 è inferiore a quella del criterio dell'efficienza ottimale, mentre è simile ad essa per valori superiori.

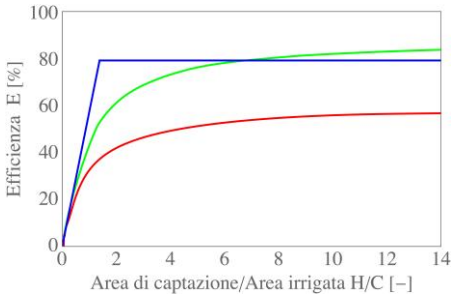

Figura 3. Efficienza, secondo i tre criteri: efficienza ottimale (blu), massimo *VAN* (rosso), metodo semplificato UNI (verde).

4 CONCLUSIONI

I risultati grafici di questo studio riguardano aree verdi coltivate a prato e possono essere usati in località diverse da quella di studio, purché con condizioni climatiche simili. Dal punto di vista della riduzione dei consumi idrici è auspicabile sostituire la maggior parte del fabbisogno d'acqua (criterio dell'efficienza ottimale): ciò richiede però serbatoi di grandi dimensioni, costosi e difficili da installare in aree di dimensioni limitate. Il bilancio costi-benefici suggerisce di adottare serbatoi più piccoli, ma porta anche a un minor risparmio idrico. Una terza possibilità è costituita dal metodo semplificato delle norme UNI che, benché usato fuori dal suo campo di validità e quindi con risultati non precisi, può fornire una prima indicazione di massima relativamente al dimensionamento del serbatoio di compenso.

Sebbene in questa memoria l'obiettivo della riduzione dei consumi d'acqua sia stato analizzato alla scala della singola abitazione, esso dovrebbe coinvolgere anche scale superiori (ad esempio la scala comunale), considerando il volume di acqua risparmiata dalle diverse abitazioni, che, anche a parità di efficienza, hanno una diversa influenza sul consumo idrico totale. Tenendo infine presente che i risultati mostrati sono frutto di numerose approssimazioni (calcolo dell'evapotraspirazione, bilancio idrico del suolo, carenza di dati climatici), l'elevato costo dei serbatoi induce a prendere in considerazione anche altre soluzioni (ad esempio di tipo SUDS o LID), che offrono notevoli vantaggi dal punto di vista della vivibilità dell'ambiente urbano.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. Irrigation and drainage paper No. 56, Crop evapotranspiration, FAO, Roma, 1998.

Butera, I., Carollo, M., Revelli, R. & Vitagliani, G. Rainwater harvesting for home-garden irrigation: a case study in Italy, Geoingegneria Ambientale e Mineraria, 2021, anno LVIII, n. II-III, 81-88.

Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Hiroaki, F. & Mooyoung H. Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives, Water research, 2017, 115, 195-209.

Commissione Europea, Il Green Deal europeo, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, Bruxelles, 2019.

Doorenbos, J. & Pruitt, W.O. Irrigation and drainage paper No. 24, Crop water requirements, FAO, Roma, 1977.

Giannini, A. & Bagnoni, V. Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana, ARSIA, 2000.

Lúcio, C., Silva, C.M. & Sousa, V. A scale-adaptive method for urban rainwater harvesting simulation, Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27, 4557-4570.

Ministero dell'Ambiente, Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, 2018.

Ministero dell'Ambiente, Decreto 11 ottobre 2017, Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

ONU Organizzazione delle Nazioni Unite. Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, Assemblea Generale delle Nazioni Unite, New York, 2015.

Palla, A., Gnecco, I. & Lanza, L.G. Non-dimensional design parameters and performance assessment of rainwater harvesting systems, Journal of Hydrology, 2011, 401, 65-76.

UNI Ente nazionale italiano di unificazione. UNI/TS 11445, Impianti per la raccolta e l'utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano, 2012.