



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Criteri per la valutazione tecnico-economica della fattibilità del riutilizzo

Giorgio Bertanza

Introduzione

- **2** condizioni devono essere garantite affinché il riutilizzo possa essere considerato idoneo:
 - (1) SICUREZZA (ambientale e dei lavoratori): affinamento terziario-quaternario?
 - (2) provata **FATTIBILITA' tecnico-economica**: trattamenti aggiuntivi, rete di distribuzione dell'acqua, monitoraggio...

Regolamento UE 2020/741: “scopo di ...favorire ... tale riutilizzo laddove opportuno ed **efficiente in termini di costi**” ... “tale riutilizzo ... rimane limitato nell'Unione. Ciò sembra dovuto parzialmente all'elevato costo del sistema di riutilizzo delle acque reflue”

Introduzione

- **Necessari (e utili!) strumenti di valutazione, anche per evitare ingiustificato immobilismo → accettazione da parte della popolazione/utilizzatori**
- Regolamento UE 2020/741: “Al fine di accrescere la fiducia nel riutilizzo dell’acqua dovrebbero essere fornite informazioni al pubblico. La diffusione di informazioni chiare, complete e aggiornate in materia di riutilizzo idrico garantirebbe una maggiore trasparenza e tracciabilità”

Approccio metodologico proposto

Valutazione **sintetica** e **oggettiva** di:

a. Impianto di depurazione:

efficienza di trattamento e affidabilità (dati gestionali)

b. Sistema idraulico di trasporto all'utilizzatore finale:

fattibilità e costi

c. Utilizzatore finale:

disponibilità e qualità dell'acqua, in rapporto alla situazione attuale

3 fasi della valutazione dell'intero sistema

- **Parametri descrittivi**: es., la concentrazione di un dato inquinante in ingresso e uscita dal depuratore
- **Indici (=“voto”)**: confronto con una situazione “desiderata” o con limiti normative, attraverso curve di normalizzazione/valutazione
- **Valutazione (=“voto”) finale**: combinazione (pesata) degli indici

Parametri descrittivi

DEPURATORE

- $x_{i,IN}$: concentrazione in ingresso del parametro i-esimo
- $x_{i,EFF}$: concentrazione in uscita del parametro i-esimo
- $x_{i,LIM}$: standard per il parametro i-esimo

- Per riuso agricolo, almeno: BOD_5 , COD, NH_4^+ , N_{tot} , P_{tot} , TSS, *E. coli*
(Reg. UE 2020/741: BOD_5 , TSS, Torbidità, *E. coli*, *Legionella spp.*,
Nematodi intestinali + rese minime parametri microbiologici per classe A)
- Parametri da scegliere in base a disponibilità dati e significato in relazione al tipo di riutilizzo
- Possono essere aggiunti altri parametri (e.g., SAR, Sodium Adsorption Ratio, Conducibilità ecc.) e possibilmente si valutino serie annuali
- Non considerati i costi di affinamento: si considera l'impianto esistente così com'è. Se serve, si aggiunge al costo del sistema idraulico

Parametri descrittivi

RETE DI TRASPORTO (costi)

- C_I : ammortamento
- $C_{O\&M}$: gestione
- C_C : attuale forma di approvvigionamento

- Possono essere inclusi i costi per l'affinamento dell'effluente e considerati eventuali finanziamenti/agevolazioni
- Possono essere aggiunti altri parametri per una descrizione dettagliata: lunghezza rete, materiale, diametro, altezza geodetica, pendenza, bacini di accumulo
- Regolamento UE 2020/741: “la Commissione europea dovrebbe impegnarsi a utilizzare i programmi dell'Unione, fra cui il programma LIFE, per sostenere le iniziative locali di riutilizzo delle acque reflue adeguatamente trattate”

Parametri descrittivi

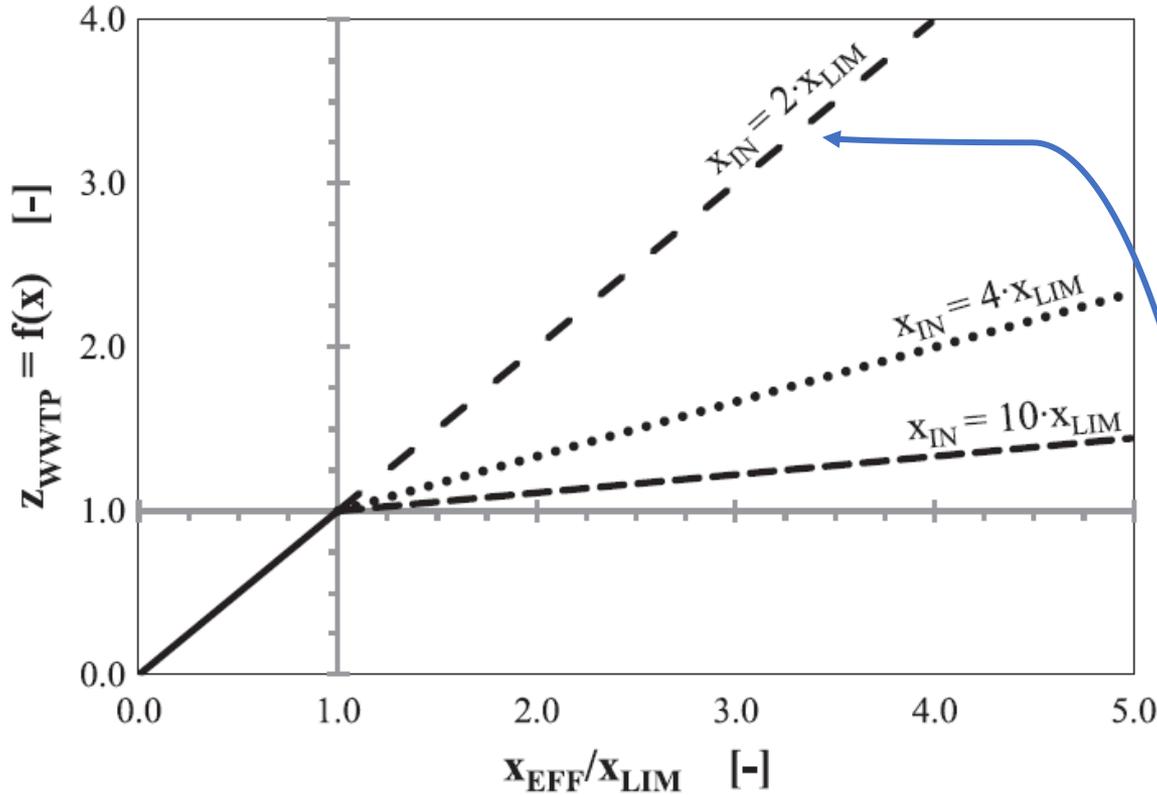
UTILIZZATORE FINALE

- Q_C : disponibilità idrica attuale
- Q_{MIN} : fabbisogno idrico delle colture
- Q_R : portata del depuratore potenzialmente destinabile a riutilizzo
- Q'_C : portata dell'attuale risorsa che continuerebbe comunque a essere usata
- $x_{i,C}$: concentrazione del parametro i-esimo nella risorsa attuale
- $x_{i,R}$: concentrazione del parametro i-esimo nello scenario di riuso
- $x_{i,MAX}$: concentrazione massima tollerabile del parametro i-esimo

Gli Indici

- I valori dei parametri descrittivi (con diverse unità di misura e intervalli di variazione) vanno NORMALIZZATI, attraverso il confronto con un valore di riferimento (es. concentrazione di inquinante rispetto allo standard) calcolando un parametro normalizzato (z)

Gli Indici: *DEPURATORE*



$$z = f(x) = \begin{cases} \frac{x_{EFF}}{x_{LIM}}, & x_{EFF} \leq x_{LIM} \\ \frac{x_{EFF} + x_{IN} - 2 \cdot x_{LIM}}{x_{IN} - x_{LIM}}, & x_{EFF} > x_{LIM} \end{cases}$$

- Per ogni sostanza i-esima si calcola un indice: $I_{WWTP,i} = \tilde{F}(z)$

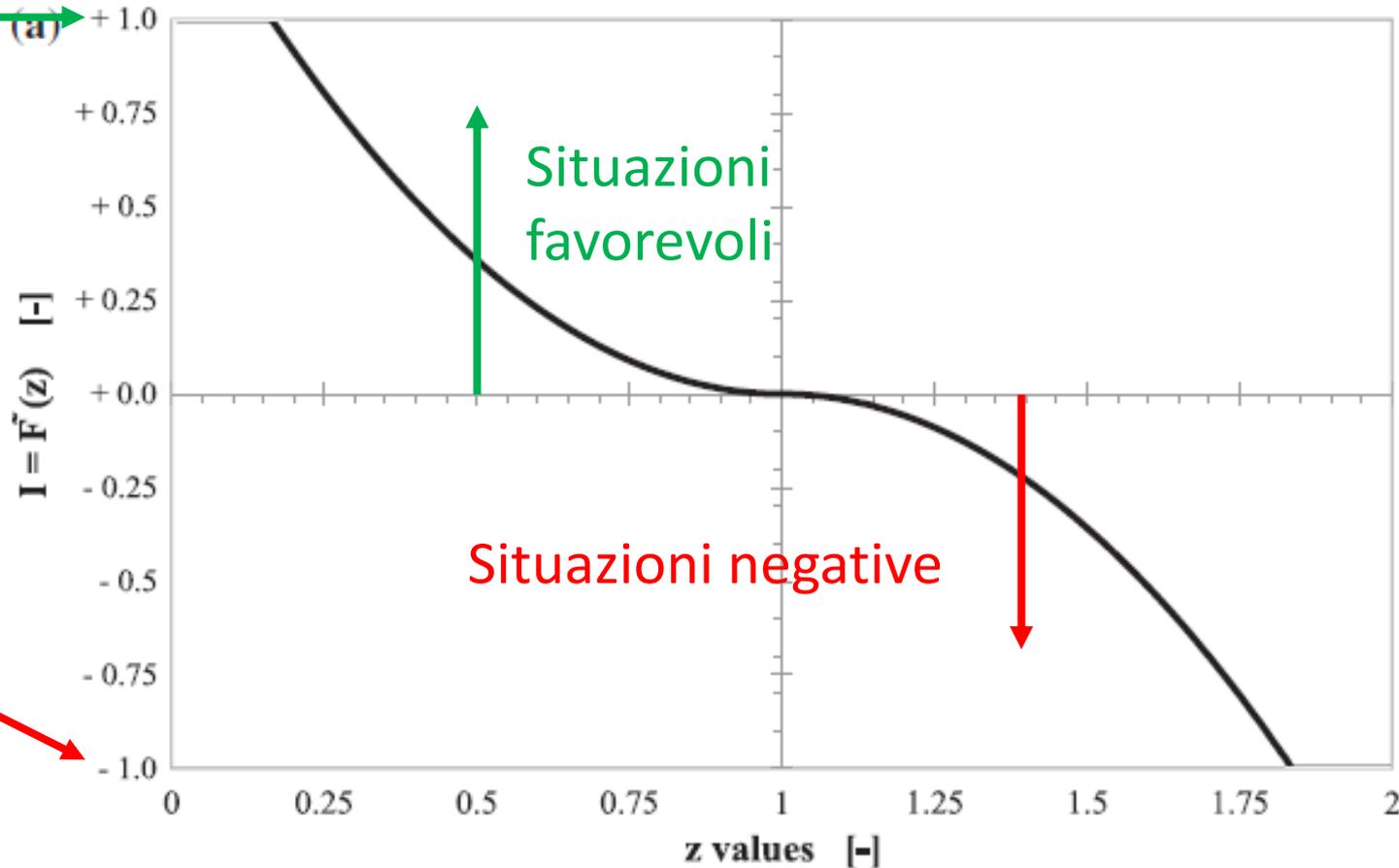
Gli Indici

- Al valore assunto da (z) viene attribuito un punteggio

Best case



(a)



Worst case

$$I = \tilde{F}(z) = \begin{cases} a \cdot (z - 1)^n, & -1 < \tilde{F}(z) < 1 \\ +1, & \tilde{F}(z) \geq 1 \\ -1, & \tilde{F}(z) \leq -1 \end{cases} \quad (a = -1,5; n = 2)$$

Gli Indici

RETE DI TRASPORTO

- Un unico indice (I_{HS}), il costo specifico ($\text{€}/\text{m}^3$)
- ... che considera sia l'ammortamento che i costi operativi (comprendendo l'eventuale affinamento)
- ... e che tiene conto del confronto con il caso base, cioè l'attuale sistema di approvvigionamento

Gli Indici

UTILIZZATORE FINALE

- Devono riflettere gli (auspicabili) benefici derivanti dalla disponibilità della risorsa idrica recuperata
- Due aspetti da considerare: la qualità dell'acqua (Q) e sua disponibilità (A), che vanno valutate rispetto a: situazione attuale (C) e condizioni standard (S)

Gli Indici

UTILIZZATORE FINALE

- Indici di **qualità**
- **Situazione attuale**: normalizzazione della concentrazione nell'acqua di recupero (solo depuratore o miscela depuratore-altre fonti: x_R) rispetto alla concentrazione del parametro i -esimo (x_C) nella fonte attuale di approvvigionamento. Indice $I_{QC,i}$
- **Condizione standard**: normalizzazione rispetto alla concentrazione massima ammissibile x_{MAX} del parametro i -esimo (es. limite DM 185/03). Indice $I_{QS,i}$
- I_{QC} e I_{QS} come media pesata dei rispettivi valori di tutti i parametri e $I_Q = \text{media pesata } (I_{QC} \text{ e } I_{QS})$

Gli Indici

UTILIZZATORE FINALE

- Indici di **quantità**
- **Situazione attuale**: normalizzazione della portata rispetto alla quantità disponibile dalla fonte di approvvigionamento attuale. Indice I_{AC}
- **Condizione standard**: normalizzazione della portata rispetto al fabbisogno della coltura. Indice I_{AS}
- I_A = media pesata (I_{AC} e I_{AS})

VALUTAZIONE FINALE

- **Depuratore** $F_{\text{WWTP}} = \sum I_{\text{WWTP},i} \cdot W_i$
- **utilizzatore finale** $F_u = I_Q \cdot \beta + I_A \cdot (1 - \beta)$
- **Sistema idraulico: "SI/NO"** ($F_{\text{HS}} = +1$ o -1)



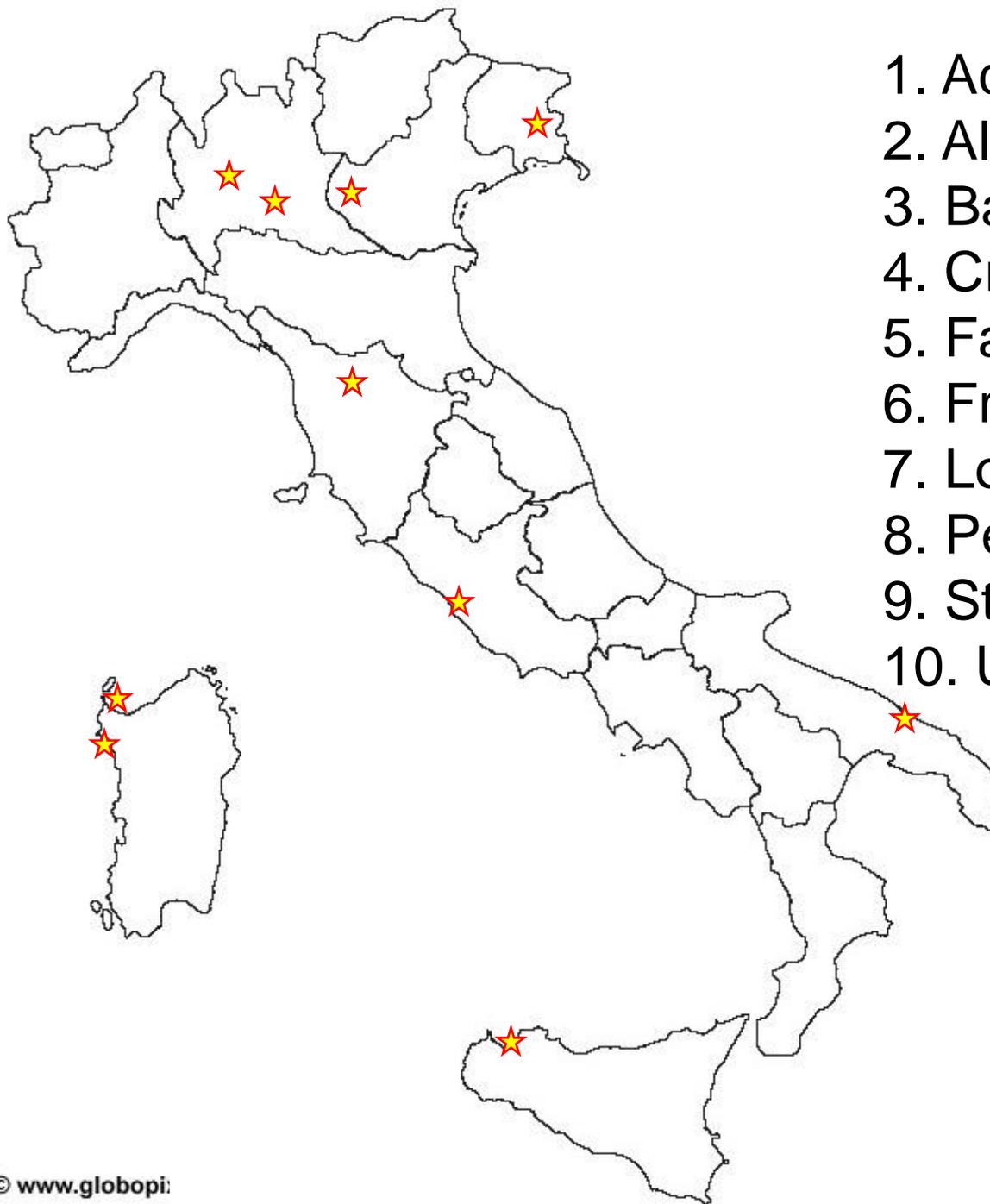
• **Giudizio globale**

Media ($F_{\text{WWTP}}, F_u, F_{\text{HS}}$) $> 0 \rightarrow$ giudizio positivo
Se anche da uno solo dei 3 comparti emerge qualche criticità, il giudizio globale è negativo

PROCEDURA di VALIDAZIONE

10 depuratori, diversi per

- **scenario** di riuso (agricolo – “diretto” o “indiretto”; industriale);
- **dimensione** (portata riutilizzata o riutilizzabile nel range 5.000 – 115.000 m³/d);
- Riutilizzo già praticato o previsto
- **Localizzazione geografica**



1. Acqua dei Corsari (PA)
2. Alghero (SS)
3. Baciacavallo (PO)
4. Cremona
5. Fasano (BR)
6. Fregene (RM)
7. Locate Triulzi (MI)
8. Peschiera del Garda (VR)
9. Stintino (SS)
10. Udine

Analyzed WWTP	FEATURES					INDICES										
	Reuse status	Polishing Treatments	Q _{reuse} [m ³ /d]	Water availability	Reuse scenario	<i>WWTP</i>	<i>Hydr. Syst.</i>	<i>Final user</i>							Overall judgement	
						F _{WWTP}	F _{HS}	I _{QC}	I _{QS}	I _Q	I _{AC}	I _{AS}	I _A	F _u		
# 1	Practiced	filtration + disinfection (UV)	25.000	scarce	Agricultural	+0,52	+1	+0,26	+0,48	+0,37	+1	+1	+1	+0,69	+0,74	↑
# 2	Under study	filtration + disinfection (O ₃)	30.000	good (surface)	Agricultural	+0,19	+1	-0,72	+0,19	-0,27	+0,07	+1	+0,54	+0,14	+0,44	→
# 3	Practiced	filtration + disinfection (UV)	20.000	scarce	Agricultural	+0,5	+1	-0,13	+0,5	+0,19	+0	+0	+0	+0,09	+0,53	↑
# 4	Under study	coagulation/flocculation + filtration + disinfection	30.000	scarce	Agricultural	+0,42	-1	-0,2	+0,19	-0,01	+1	+0,06	+0,53	+0,27	-0,11	↓
# 5	Practiced	filtration + disinfection (O ₃)	6.000	scarce	Industrial	+0,41	+1	n.a.	+0,41	+0,41	+0	+0	+0	+0,21	+0,54	↑
# 6	Under study	filtration + disinfection (UV)	30.000	good (surface)	Agricultural	+0,36	+1	-0,05	+0,13	+0,04	+0	+0	+0	+0,02	+0,46	→
# 7	Practiced	physical-chemical + biological	5.000	scarce	Agricultural	+0,51	+1	+0,5	+0,5	+0,5	+1	+0	+0,5	+0,5	+0,67	↑
# 8	Under study	filtration + disinfection (UV)	120.000	good (surface)	Agricultural	+0,38	+1	-0,01	+0,83	+0,41	+0,01	+0,01	+0,01	+0,22	+0,53	↑
# 9	Practiced	coagulation/flocculation + filtration + disinfection	5.000	scarce	Industrial	+0,48	+1	n.a.	+0,48	+0,48	+1	+0	+0,5	+0,49	+0,66	↑
# 10	Under study	Absent	35.000	scarce	Agricultural	+0,55	-1	-0,86	+0,42	-0,22	+1	+0,08	+0,54	+0,16	-0,1	↓

CONCLUSIONI

- Dal Regolamento UE 2020/741

- La Direttiva 2000/60/CE menziona il riutilizzo dell'acqua tra le misure supplementari ... per conseguire gli obiettivi di tale direttiva
- La direttiva 91/271/CEE dispone che le acque reflue che siano state sottoposte a trattamento **debbono essere riutilizzate** ogniqualvolta ciò risulti appropriato
- Qualsiasi decisione di **NON praticare** il riutilizzo dell'acqua dovrebbe essere **debitamente giustificata**

CONCLUSIONI

- Importante disporre di strumenti per fare valutazioni tecnico-economiche oggettive (e semplici) e quindi superare inerzia/scetticismo/timori
- Fattori «nuovi»
 - Pressioni importanti (siccità)
 - Nuovi inquinanti
 - Nuove normative (nuova DIR 271/91; nuova DIR fanghi)
 - Valutazione del rischio ai sensi del Reg. UE 741/2020