



VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE ATTRAVERSO IL RIUTILIZZO IRRIGUO DELLE ACQUE REFLUE DEPURATE

Prof. Massimo Iovino

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali
Università degli Studi di Palermo

Associazione Idrotecnica Italiana sez. Sicilia Occ.le

L'IMPORTANZA DEL RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE DEPURATE

La crescente pressione antropica e i cambiamenti climatici in atto stanno erodendo le riserve di acqua dolce.

“Water is the primary medium through which we perceive the effects of climate disruption, from extreme weather events, such as droughts and floods, to glacial melting, saltwater intrusion and sea level rise (...) We must urgently scale up investments in healthy watersheds and water infrastructure, with dramatic improvements in the efficiency of water use. Everyone has a role to play.”

António Guterres, Segretario generale delle Nazioni Unite (ONU)

Il settore agricolo è particolarmente esposto agli impatti della siccità che, insieme ai nubifragi, ha provocato in Italia danni alla produzione agricola, alle strutture e alle infrastrutture per più di 14 miliardi di euro negli ultimi 10 anni.

Gestire la risorsa idrica in modo consapevole per ridurre la vulnerabilità degli approvvigionamenti.

- incremento della capacità di accumulo tramite invasi
- efficientamento nei sistemi di distribuzione irrigua
- **riutilizzo delle acque reflue**

BENEFICI E CRITICITA' DEL RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE

Vantaggi

Il riutilizzo sostenibile sostanzia il concetto di *economia circolare*

- limitazione dei prelievi dai corpi idrici
- risorsa idrica addizionale e meno sensibile alla stagionalità → stabilizzazione delle rese produttive
- miglioramento della qualità dei corpi idrici → riduzione dei carichi inquinanti
- possibilità di scambio con risorse primarie destinabili ad usi più esigenti (es. potabile)
- miglioramento della fertilità del suolo con riduzione dell'uso di fertilizzanti minerali
- contrasto alla riduzione del fenomeno della risalita del cuneo salino nelle aree costiere

Criticità

- Costi non competitivi → divario di prezzo con il prelievo di acqua dolce e scarsi incentivi finanziari
- Disomogeneità degli standard qualitativi
- Necessità di adeguamenti infrastrutturali

Insufficiente conoscenza di specifici aspetti del riutilizzo legati, in particolare, agli effetti a lungo termine per la salute umana, animale e ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

[DECRETO 12 giugno 2003, n.185 \(Decreto 2 maggio 2006\)](#)

Il riutilizzo deve avvenire in condizioni di sicurezza ambientale, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo ed alle colture, nonché rischi igienico-sanitari per la popolazione esposta e comunque nel rispetto delle vigenti disposizioni in materia di sanità e sicurezza e delle regole di buona prassi industriale e agricola (art. 1)

Definizioni

Recupero: riqualificazione di un'acqua reflua, mediante adeguato trattamento depurativo, al fine di renderla adatta alla distribuzione per specifici riutilizzi

Riutilizzo: impiego di acqua reflua recuperata di determinata qualità per specifica destinazione d'uso, per mezzo di una rete di distribuzione, in parziale o totale sostituzione di acqua superficiale o sotterranea

VALORI LIMITE DELLE ACQUE REFLUE ALL'USCITA DELL'IMPIANTO DI RECUPERO

- 55 parametri chimico-fisici e microbiologici

QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

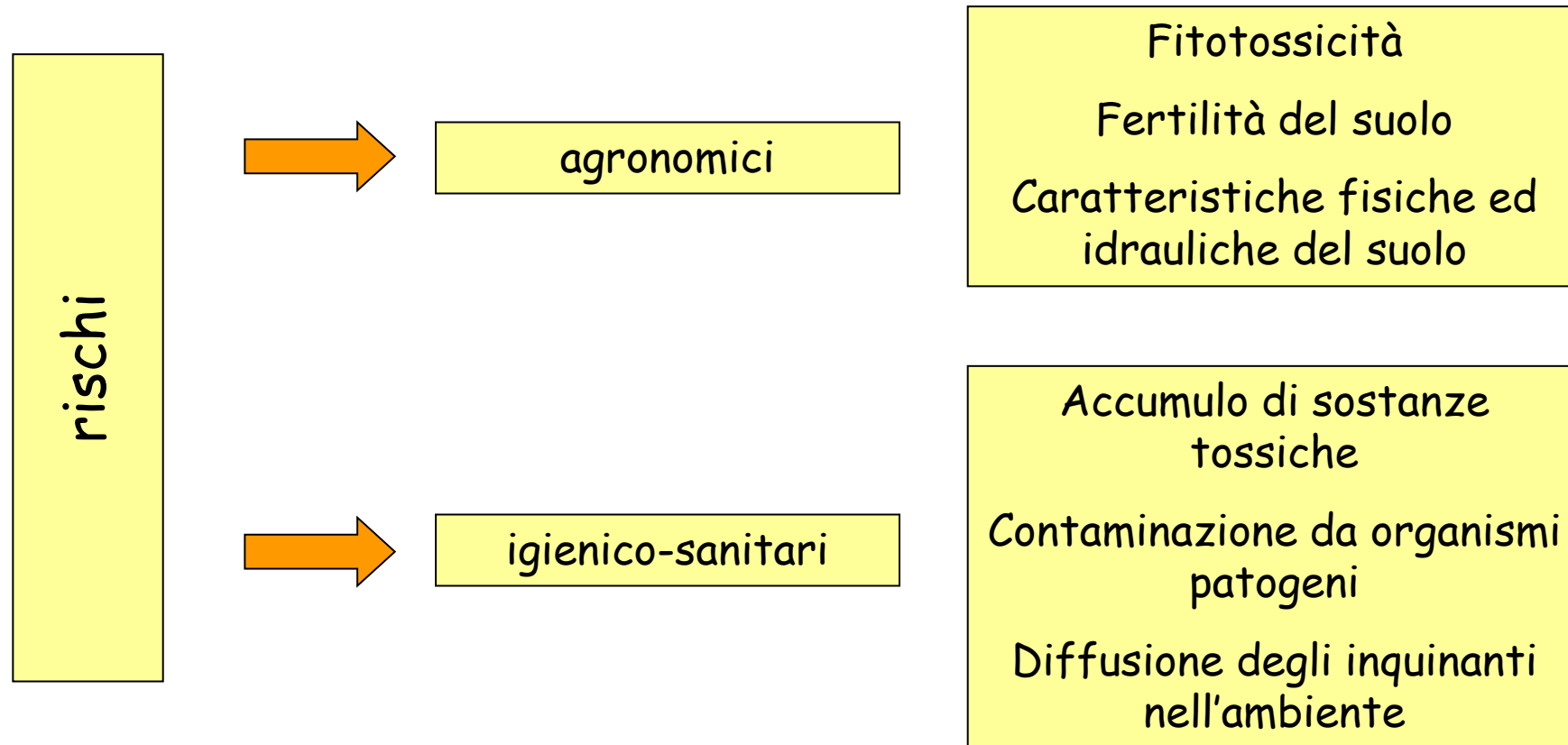
Regolamento EU 2020/741 del 13 maggio 2020

Il Regolamento definisce per la prima volta a livello europeo un quadro di prescrizioni minime applicabili al riutilizzo delle acque reflue destinate a scopi irrigui volto a garantire un loro utilizzo sicuro.

Scopo del regolamento è quello di incentivare la pratica e sopperire alla mancanza di norme armoniche fra i diversi stati UE.

- parametri minimi di qualità dell'acqua (integrabili da eventuali condizioni supplementari stabilite dalle autorità competenti);
- piano di gestione dei rischi finalizzato ad individuare i potenziali pericoli e possibili eventi pericolosi stabilire adeguate misure preventive e/o correttive, individuare le parti coinvolte, i rispettivi ruoli e le responsabilità;
- monitoraggi che devono essere svolti dai gestori e i controlli da parte delle autorità competenti.

RISCHI AMBIENTALI DEL RIUTILIZZO

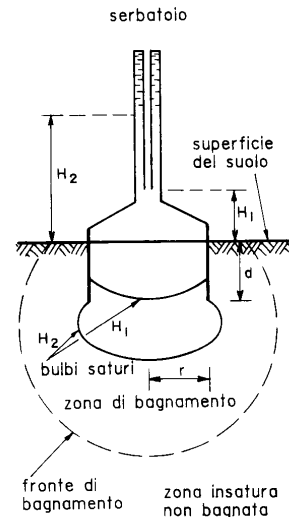


EFFETTI SUL SUOLO

I solidi disciolti e/o sospesi possono determinare, a lungo termine, fenomeni di occlusione dei pori con conseguenti ripercussioni negative sulle caratteristiche idrologiche del suolo.

I processi di infiltrazione dell'acqua possono risultare notevolmente rallentati con conseguente l'aumento del deflusso superficiale e dei fenomeni di erosione idrica.

I fenomeni di occlusione del suolo sono dovuti alla riduzione delle dimensioni dei pori a seguito di processi di tipo chimico e/o fisico.



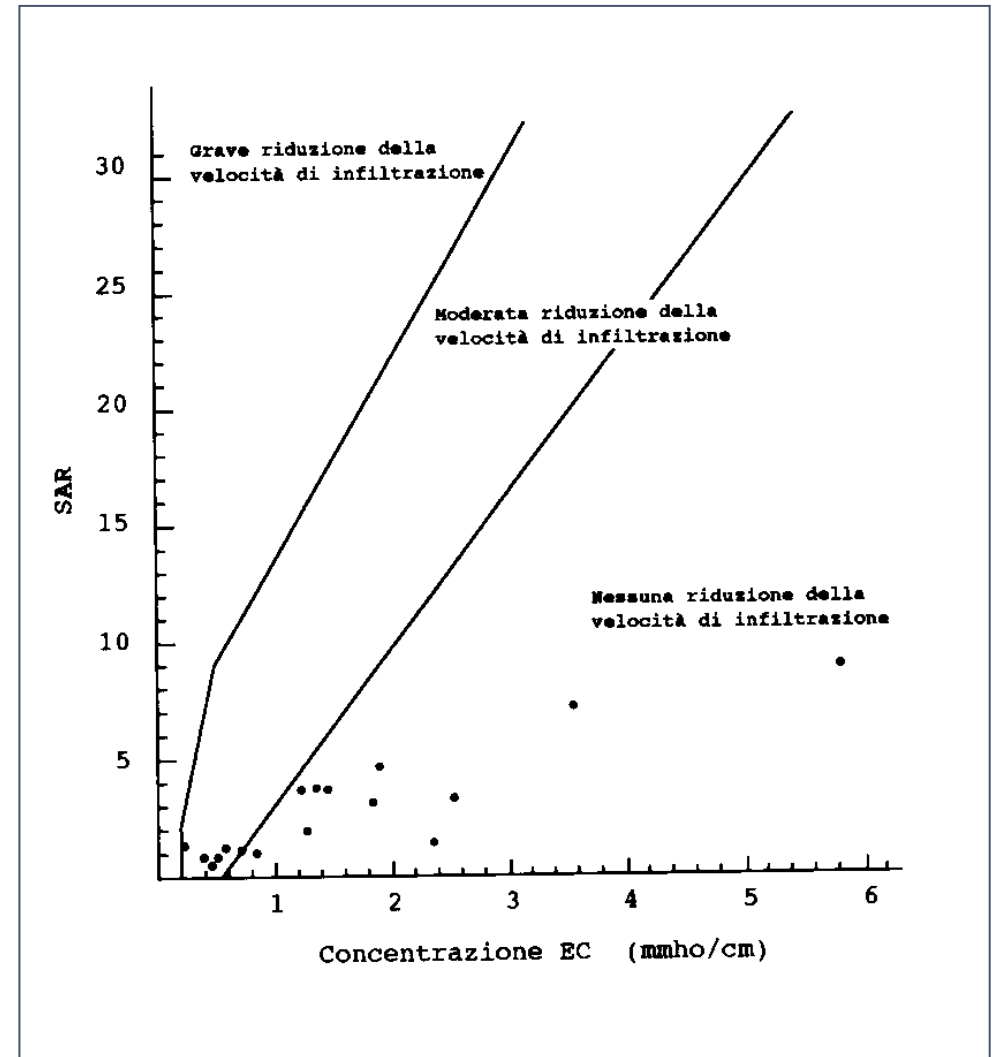
EFFETTI SUL SUOLO

I fenomeni di occlusione **chimica** sono determinati principalmente da fenomeni di rigonfiamento e/o dispersione delle particelle argillose determinati dall'interazione dei solidi disciolti con il complesso di scambio del suolo.

Parametri di qualità delle acque

Conducibilità elettrica, EC (dS/m)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}}}$$



EFFETTI SUL SUOLO

I processi di occlusione *fisica* sono dovuti al deposito dei solidi sospesi (SS) veicolati con le acque di irrigazione e allo sviluppo della biomassa batterica e dei prodotti di scarto del loro metabolismo (cataboliti solidi e gassosi).

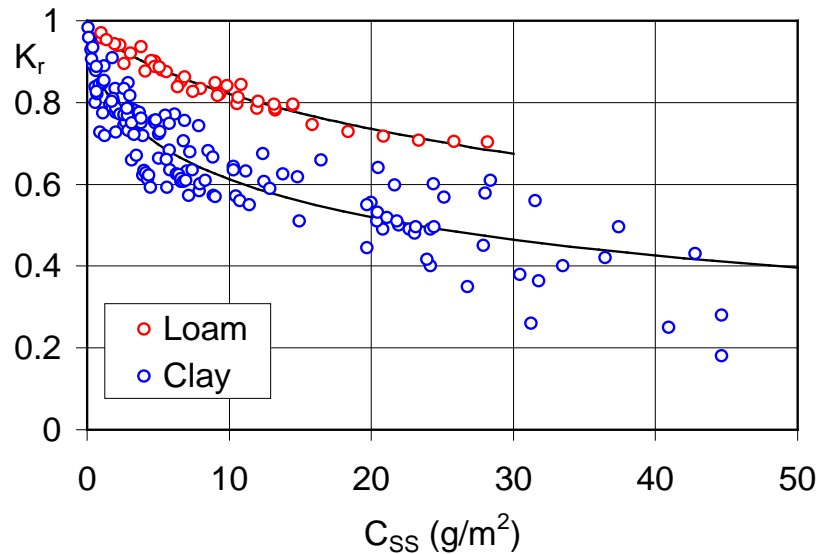
I gas prodotti dal metabolismo batterico che possono rimanere intrappolati all'interno dei pori e determinare la riduzione della conducibilità idraulica del suolo.

E' evidente che il miglioramento delle caratteristiche qualitative del refluo con particolare riferimento alla riduzione del contenuto di solidi sospesi determina minori problemi di intasamento → trattamenti di affinamento (filtrazione)

EFFETTI SUL SUOLO

Indagini sperimentali condotte presso il Dipartimento SAAF

Le riduzioni di conducibilità idrica satura dipendono dal carico totale di solidi sospesi $C_{SS} = SS_t \times V$ (g/m²)



Loam

$$K_r = \frac{1}{1 + 0.041C_{SS}^{0.725}}$$

Clay

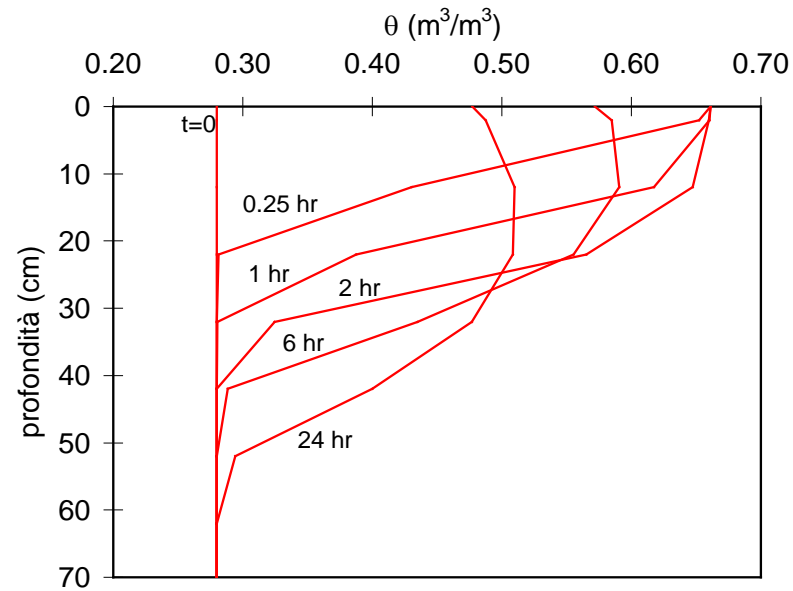
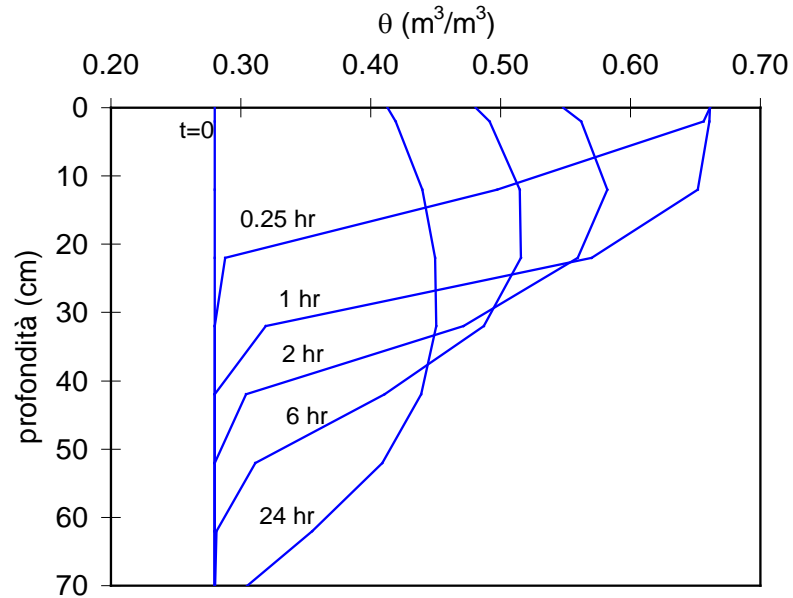
$$K_r = \frac{1}{1 + 0.180C_{SS}^{0.546}}$$

Importanza ai fini della gestione dell'irrigazione con acque reflue

Le relazioni individuate consentono di valutare, per dato volume di adacquamento, il contenuto dei solidi sospesi e quindi il livello depurativo minimo necessario ad evitare riduzioni di K_s superiori ad una soglia critica prefissata in relazione al tipo di terreno e alle modalità irrigue.

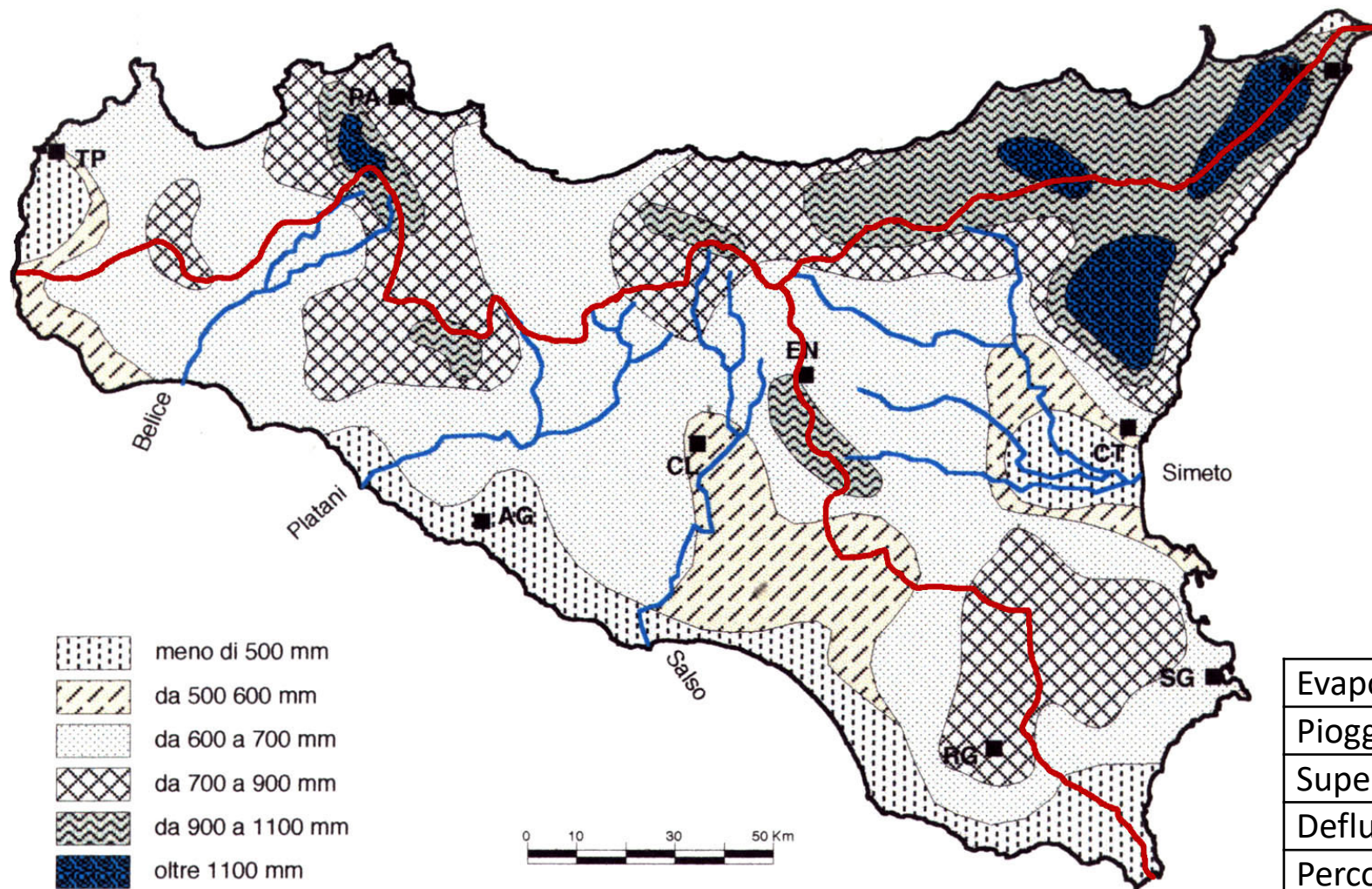
EFFETTI SUL SUOLO

Simulazione numerica di una **irrigazione per sommersione** ($I = 50 \text{ mm}$, $SS_t = 60 \text{ mg L}^{-1}$)



I fenomeni di occlusione interessano prevalentemente lo strato più superficiale del suolo determinando la formazione di una crosta superficiale di bassa conducibilità idraulica che ostacola l'infiltrazione

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA



BILANCIO IDRICO DELLE ACQUE PRIMARIE DISPONIBILI IN SICILIA

Evapotraspirazione annua ET	475	mm
Piogge medie annue P	720	mm
Superficie regionale	25.700	Km ²
Deflussi superficiali (25% P)	4,6	m ³ x 10 ⁹
Percolazione in falda	1,7	m ³ x 10 ⁹

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA



capacità totale	$1.062,4 \times 10^6 \text{ m}^3$
capacità utile	$877,6 \times 10^6 \text{ m}^3$
agricolo	$558,2 \times 10^6 \text{ m}^3$

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA

VOLUMI ANNUI DI ACQUE REFLUE URBANE DISPONIBILI

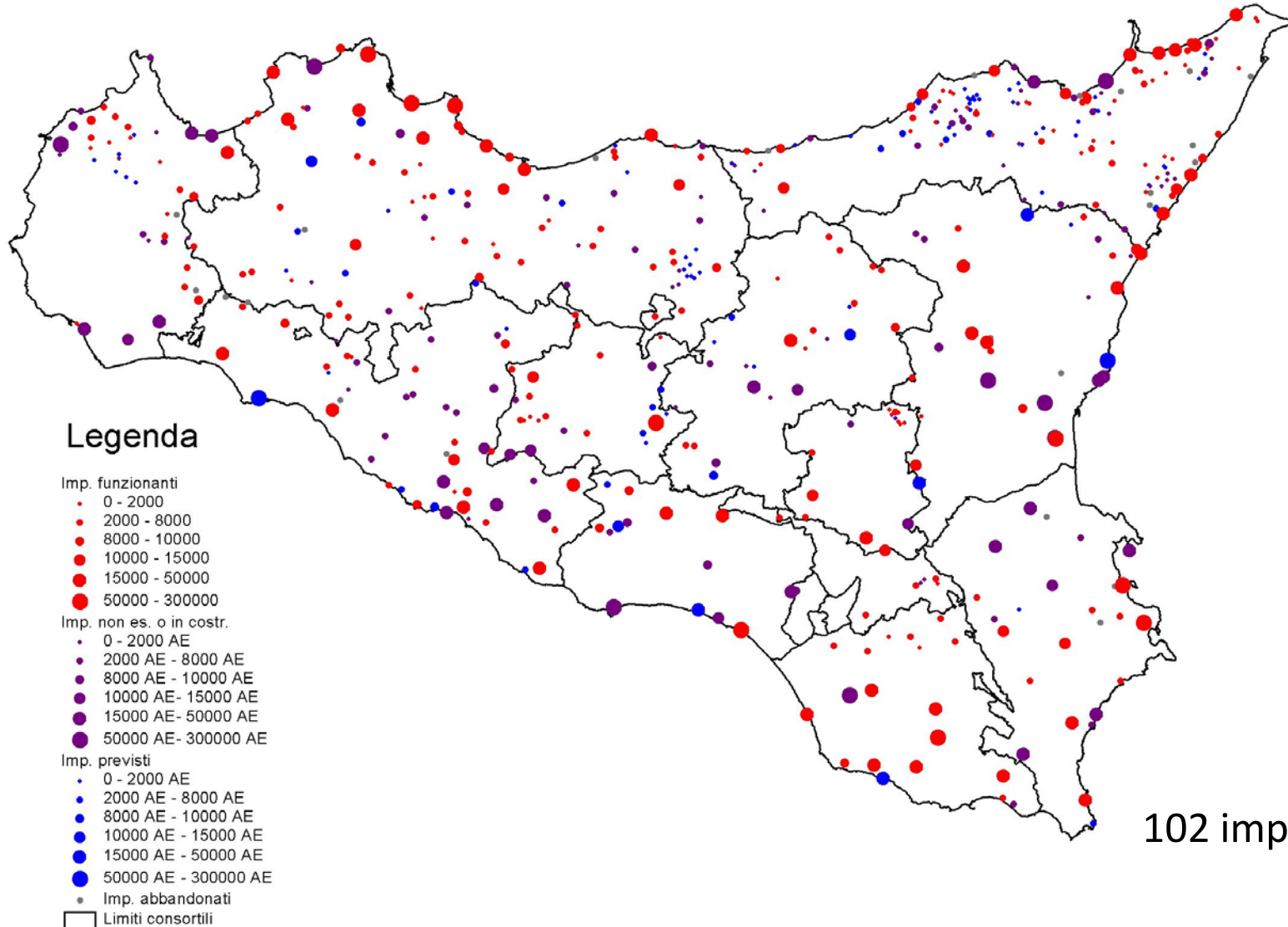
Popolazione Sicilia (2021)	4.800.000	ab
Produzione pro-capite di acque reflue*	164	L/ab/g
Volume annuo di acque reflue	≈ 287	Mm ³

* Monitoraggio e studio finalizzato al riuso delle acque reflue in Sicilia, ARRA 2008

diretto: i reflui sono resi immediatamente disponibili all'utenza (esempi: riuso estivo ad uso irriguo, ricircoli interni industriali);

indiretto: i reflui sono temporaneamente stoccati, prima del riutilizzo, (a) in **serbatoi** (esempio; accumulo invernale di reflui utilizzati a scopo irriguo); (b) in **falda** (esempio: ricarica artificiale)

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA

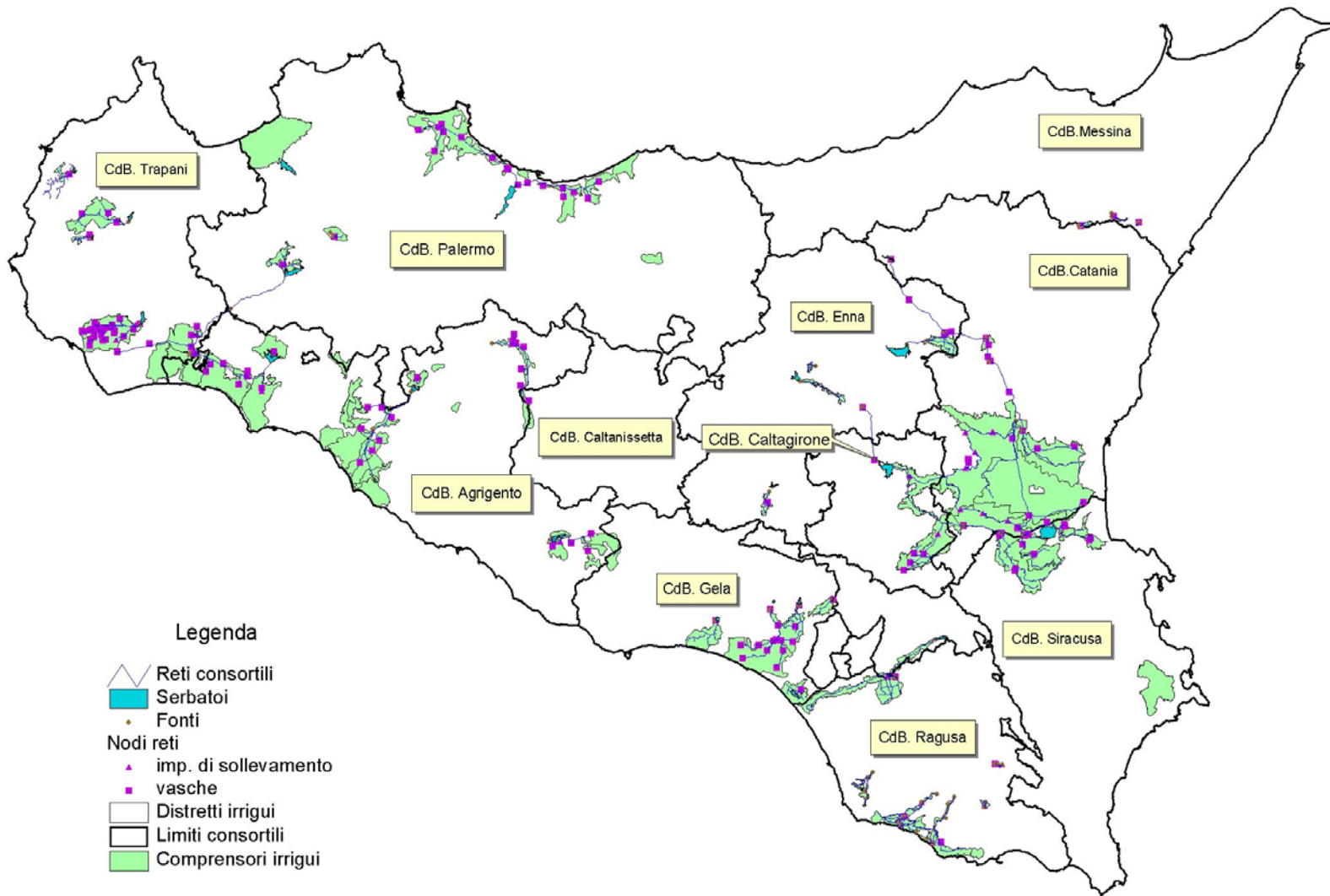


1° criterio di selezione

102 impianti con potenzialità > 10.000 ab. eq.

Volume annuo 184 Mm³

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA



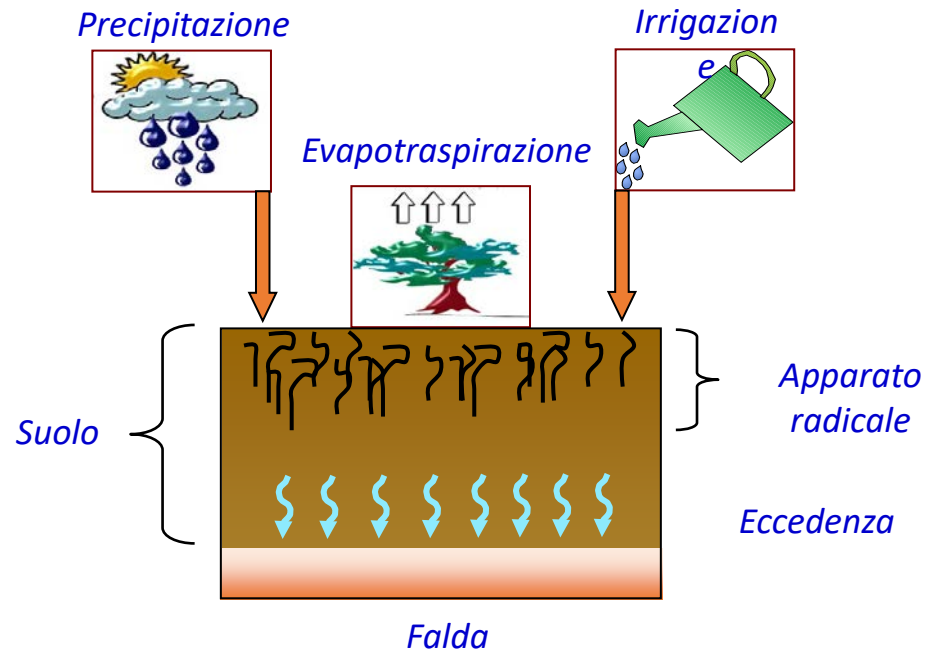
2° criterio di selezione

Distanza < 2 Km

Distanza <10 Km

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA

BILANCIO IDROLOGICO



$$P_i = ET_{ei} + \Delta A_i + S_i$$

Scenari irrigui

- Irrigazione di soccorso
- Irrigazione normale
- Irrigazione ottimale

Coltura	Irrigazione di soccorso	Irrigazione normale	Irrigazione ottimale
Vigneto	800	1200	3500
Uliveto	600	1050	3000
Ortive	3000	3500	6000
Frutteto	1500	1800	3000
Agrumeto	2500	3500	6000
Altro	2000	3000	6000

POTENZIALITA' DEL RIUTILIZZO AGRICOLO IN SICILIA

Distanza < 2 km

Consorzi di Bonifica	Comprensori Irrigui	Impianti (n°)	VOLUME REFLUO ANNO TOTALE (mc)	VOLUME REFLUO STAGIONALE (mc)	SUPERFICIE IRRIGABILE (ha)		
					soccorso (ha)	normale (ha)	ottimale (ha)
AGRIGENTO	Garcia-Arancio	1	1.054.800	527.400	801,4	566,8	260,2
CALTAGIRONE	Ogliastro	2	2.286.332	1.143.166	896,7	653,2	381,1
CATANIA	Piana di Catania	5	17.769.000	8.884.500	7312,3	5433,9	3090,3
RAGUSA	Pedalino	0	0	0	0,0	0,0	0,0
RAGUSA	Valle Acate	0	0	0	0,0	0,0	0,0
SIRACUSA	Ogliastro	1	3.942.000	1.971.000	1579,1	1128,3	657,6
TRAPANI	Magaggiari - S. Nicola	2	3.900.000	1.950.000	3679,2	2644,1	1147,1
TRAPANI	Trinità	0	0	0	0,0	0,0	0,0
TOTALE		11	28.952.132	14.476.066	14.269	10.426	5.536

Distanza < 10 km

Consorzi di Bonifica	Comprensori Irrigui	Impianti (n°)	VOLUME REFLUO ANNO TOTALE (mc)	VOLUME REFLUO STAGIONALE (mc)	SUPERFICIE IRRIGABILE (ha)		
					soccorso (ha)	normale (ha)	ottimale (ha)
AGRIGENTO	Garcia-Arancio	1	1.054.800	527.400	801,4	566,8	260,2
CALTAGIRONE	Ogliastro	3	2.803.931	1.401.966	1099,7	801,1	467,3
CATANIA	Piana di Catania	5	17.769.000	8.884.500	7312,3	5433,9	3090,3
RAGUSA	Pedalino	2	5.107.994	2.553.997	3807,9	2927,1	1422,4
RAGUSA	Valle Acate	1	254.040	127.020	189,4	145,6	70,7
SIRACUSA	Ogliastro	1	3.942.000	1.971.000	1579,1	1128,3	657,6
TRAPANI	Magaggiari - S. Nicola	2	3.900.000	1.950.000	3679,2	2644,1	1147,1
TRAPANI	Trinità	0	0	0	0,0	0,0	0,0
TOTALE		15	34.831.765	17.415.883	18.469	13.647	7.116

ACQUA RISORSA SICURA

“l’accesso all’acqua potabile e sicura è un diritto umano essenziale, fondamentale e universale, perché determina la sopravvivenza delle persone, e per questo è condizione per l’esercizio degli altri diritti umani.”

«Questo mondo ha un grave debito sociale verso i poveri che non hanno accesso all’acqua potabile, perché ciò significa negare ad essi il diritto alla vita radicato nella loro inalienabile dignità. Questo debito si salda in parte con maggiori contributi economici per fornire acqua pulita e servizi di depurazione tra le popolazioni più povere. Però si riscontra uno spreco di acqua non solo nei Paesi sviluppati, ma anche in quelli in via di sviluppo che possiedono grandi riserve. Ciò evidenzia che il problema dell’acqua è in parte una questione educativa e culturale, perché non vi è consapevolezza della gravità di tali comportamenti in un contesto di grande inequità.»

Lettera Enciclica Laudato Sì, Papa Francesco