



# INTRUSIONE SALINA

## LE SFIDE DEI TERRITORI DELLA COSTA

*Mezzolara 12 settembre 2023*

Le acque utilizzabili per l'irrigazione devono avere un ridotto contenuto di Sali, oltre a certi valori si verificano sia danni diretti alle colture, che possono arrivare anche la perdita totale del raccolto, sia danni ai terreni che modificando le loro caratteristiche chimico fisiche possono diventare inadatti a qualsiasi tipo di coltivazione.

*Per praticità la concentrazione di Sali nelle acque è spesso misurata, indirettamente, rilevandone la conducibilità elettrica (mS/cm).*

La sensibilità delle colture alle acque salate varia a secondo delle specie, delle fasi fenologiche, dei metodi irrigui, delle caratteristiche dei terreni, ecc. Sulla base dell'esperienza pratica e, relativamente al Comprensorio, si ritiene che valori inferiori a 1,5 / 2,0 mS/cm non determinano problemi particolari, tra 2,0 e 3,0 mS/cm è necessario prestare attenzione al tipo di coltura, alla fase fenologica, al sistema irriguo adottato, nel caso di valori superiori a 3,0 mS/cm è sconsigliato procedere con l'irrigazione.

*A titolo informativo l'acqua del fiume Po ha conducibilità dell'ordine di 0,5 mS/cm, l'acqua di mare > 30-35 mS/cm.*

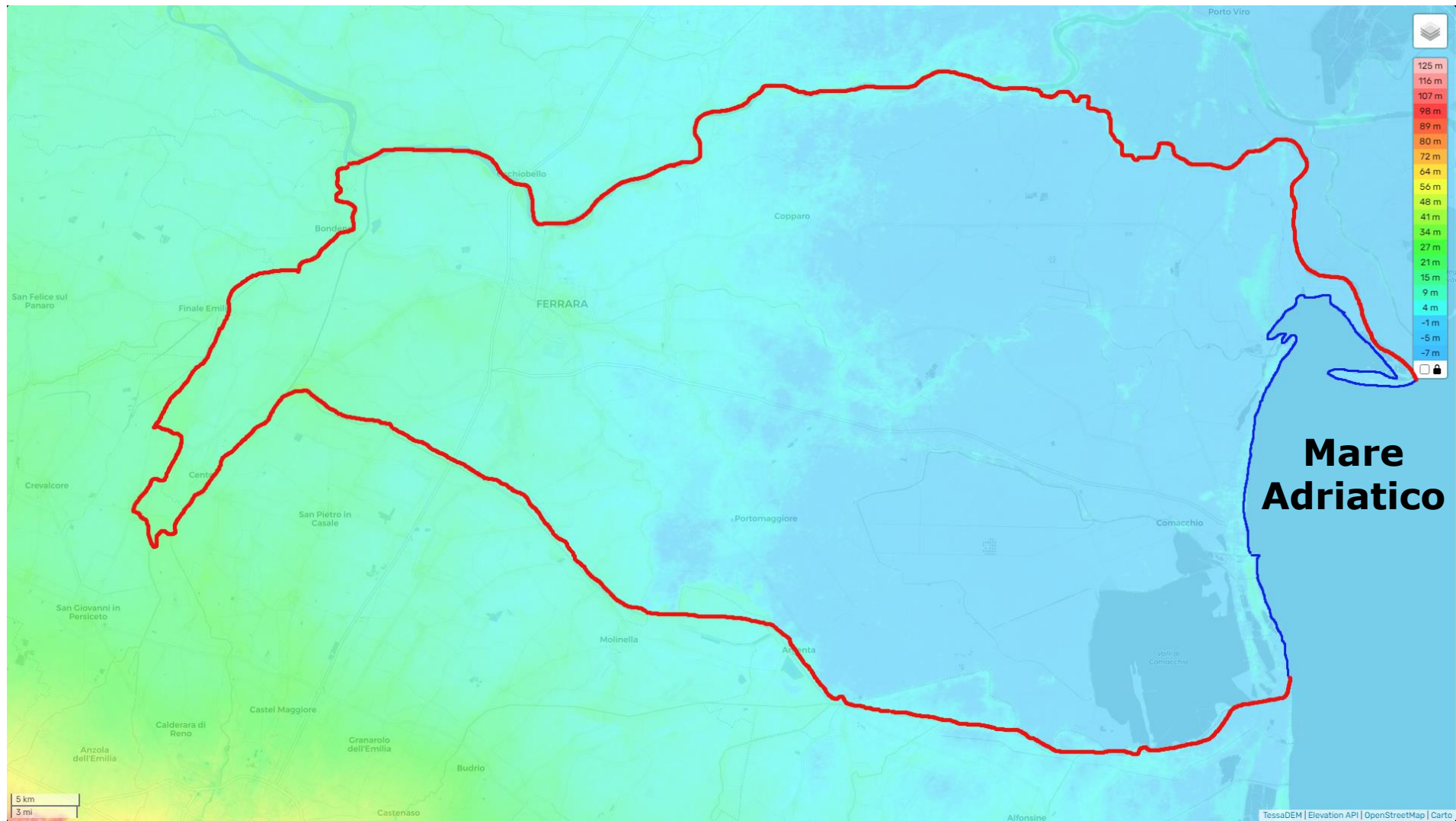


**Lampone**

***Danni***



**Fagiolino**



# Salinità dei suoli

(0-50 cm)

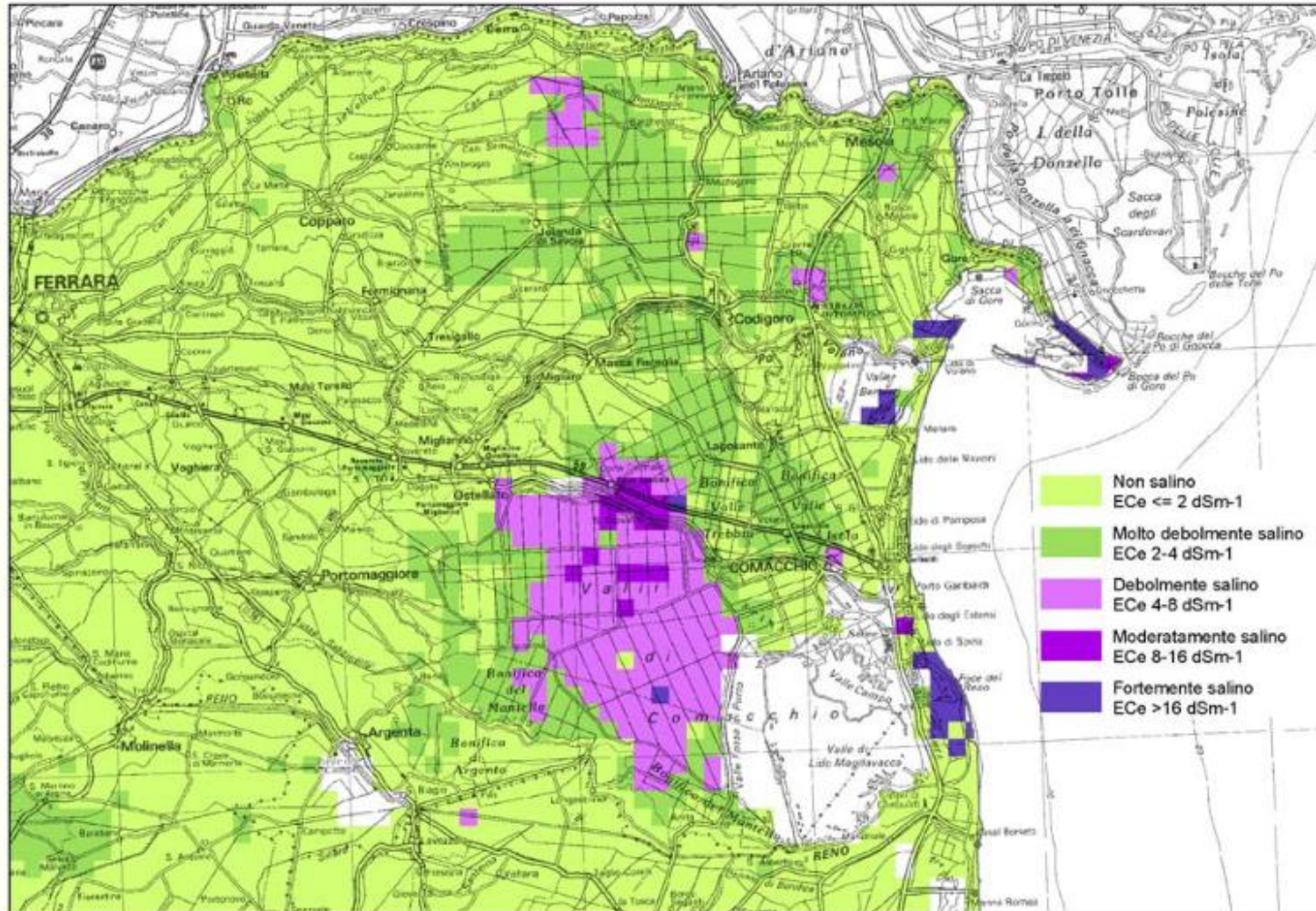


Figura 6 Particolare della Carta della salinità dei suoli della pianura emiliano-romagnola, strato 0-50 cm, di prima approssimazione, nella provincia di Ferrara

# Salinità dei suoli (50-100 cm)

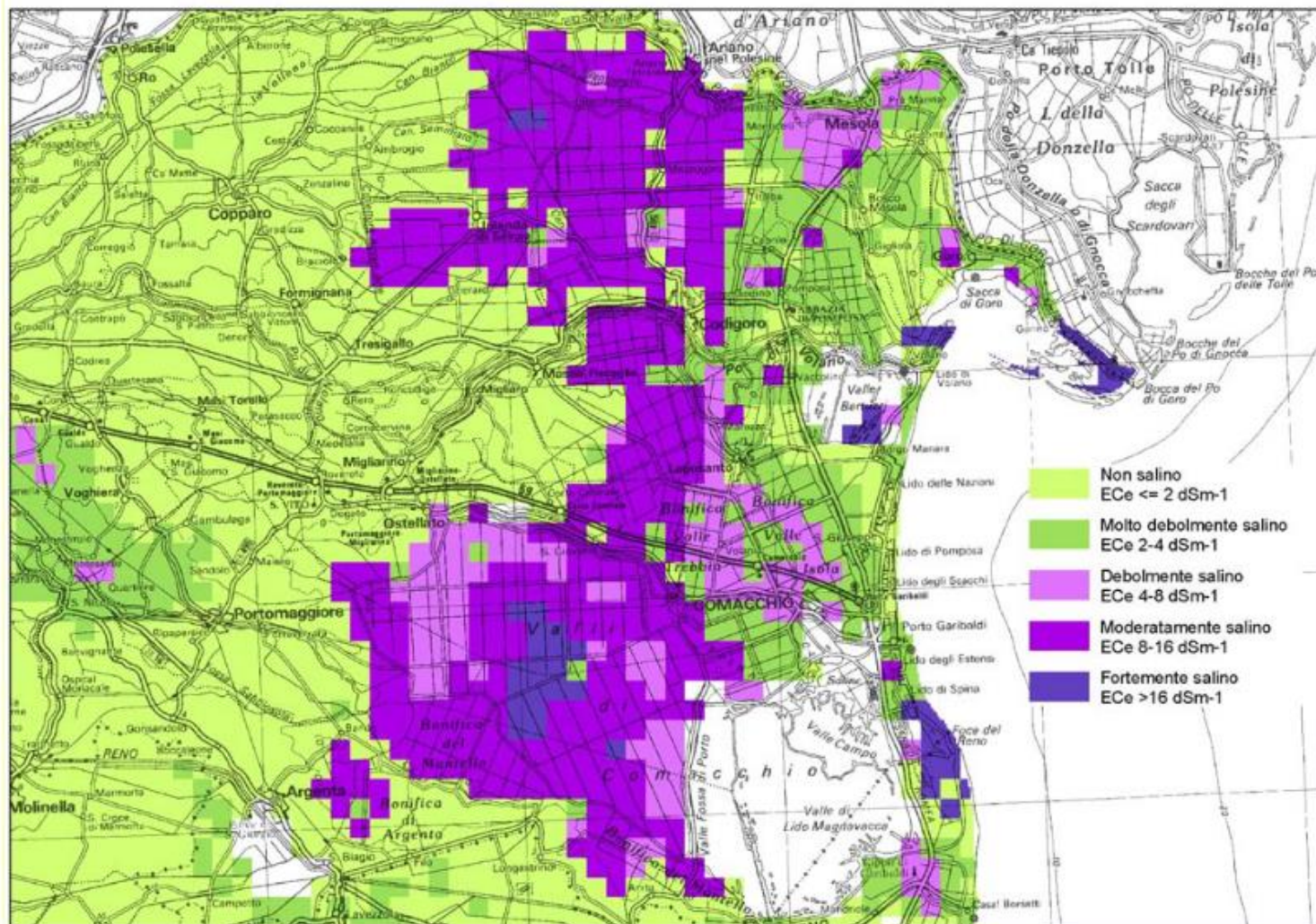
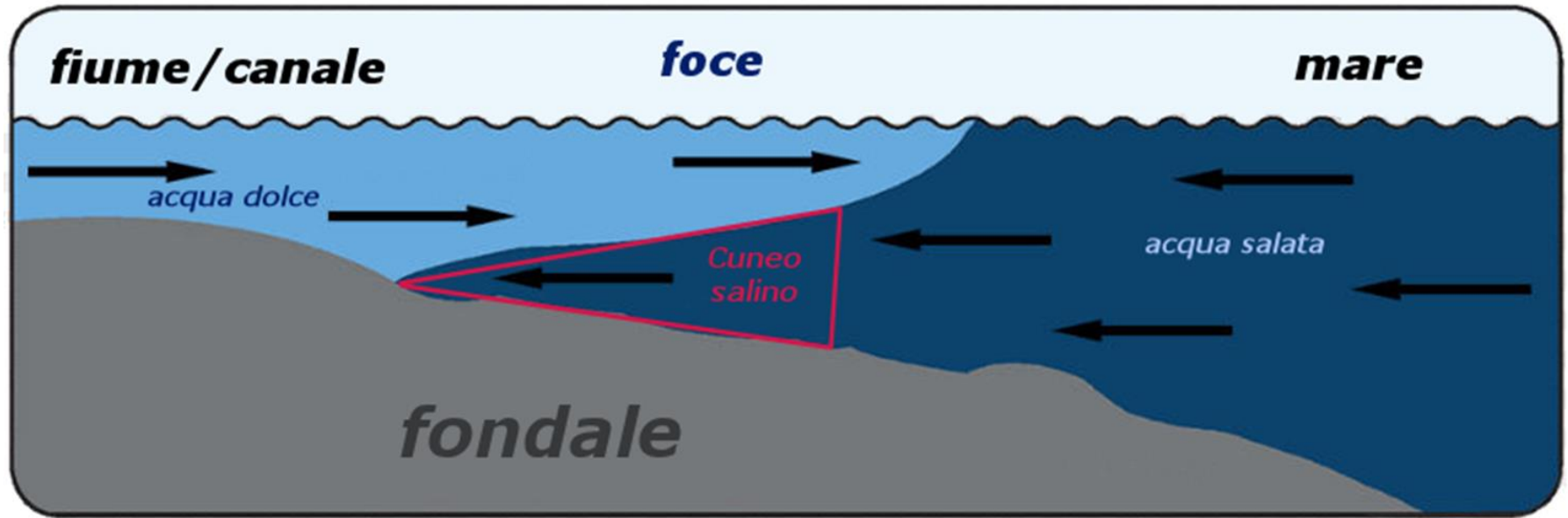


Figura 3 Particolare della Carta della salinità dei suoli della pianura emiliano-romagnola, strato 50-100 cm, di prima approssimazione, nella provincia di Ferrara

Negli sbocchi a mare di fiumi o canali artificiali, in condizioni ordinarie (escludendo pertanto mareggiate o piene), si stratificano acque che differiscono tra di loro per la diversa concentrazione di Sali che le caratterizzano: acque dolci, acque salate.



Le acque salate, più pesanti, tendono ad incunearsi sotto le acque dolci, da qui "cuneo salino".

Dipendentemente dalla portata del fiume e dall'andamento della marea, il fiume entra nel mare o, viceversa il mare risale il fiume. Ovviamente in periodi siccitosi è prevalente il fenomeno di risalita del cuneo salino.



Mississippi River



Canale Destra Reno



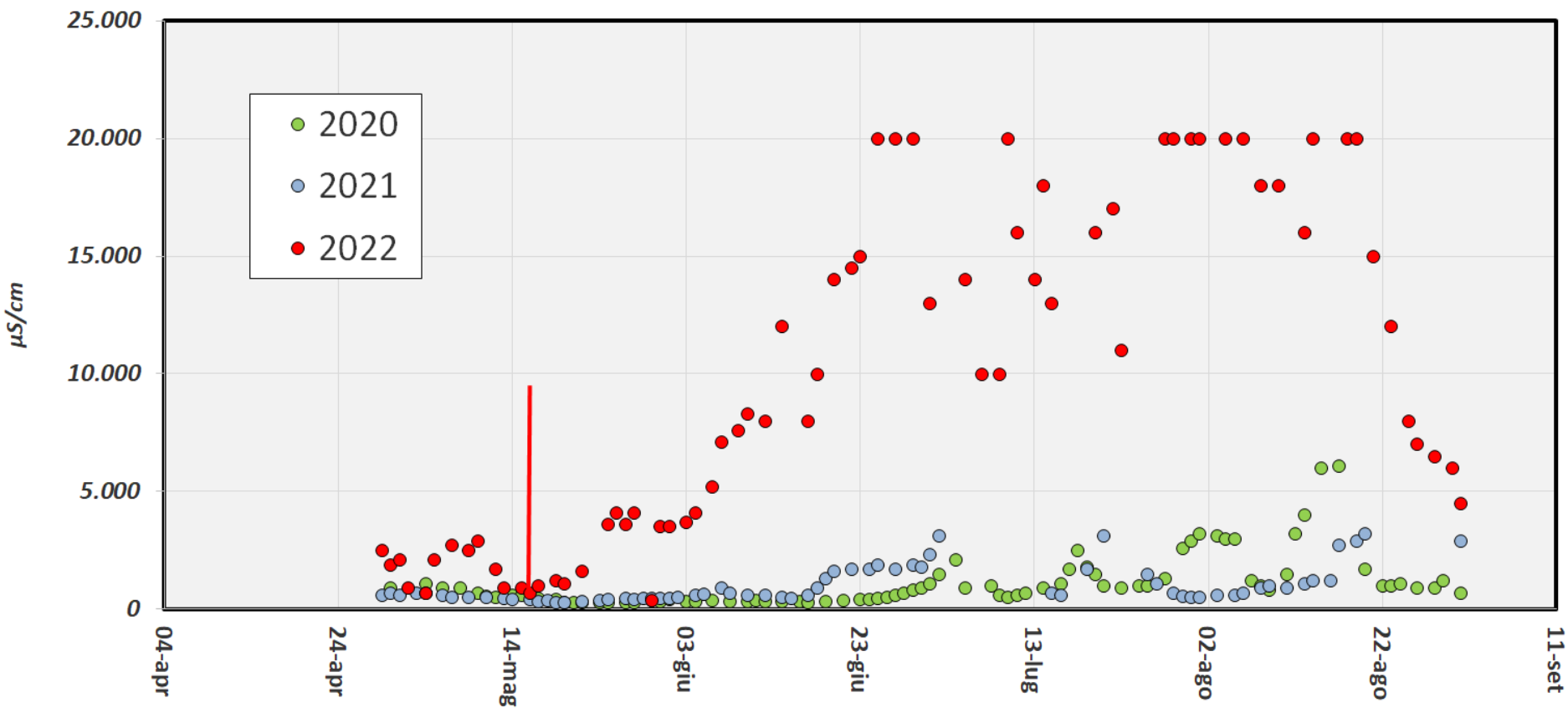
# **Fiumi/Canali** *interessati alla risalita di acque salate*

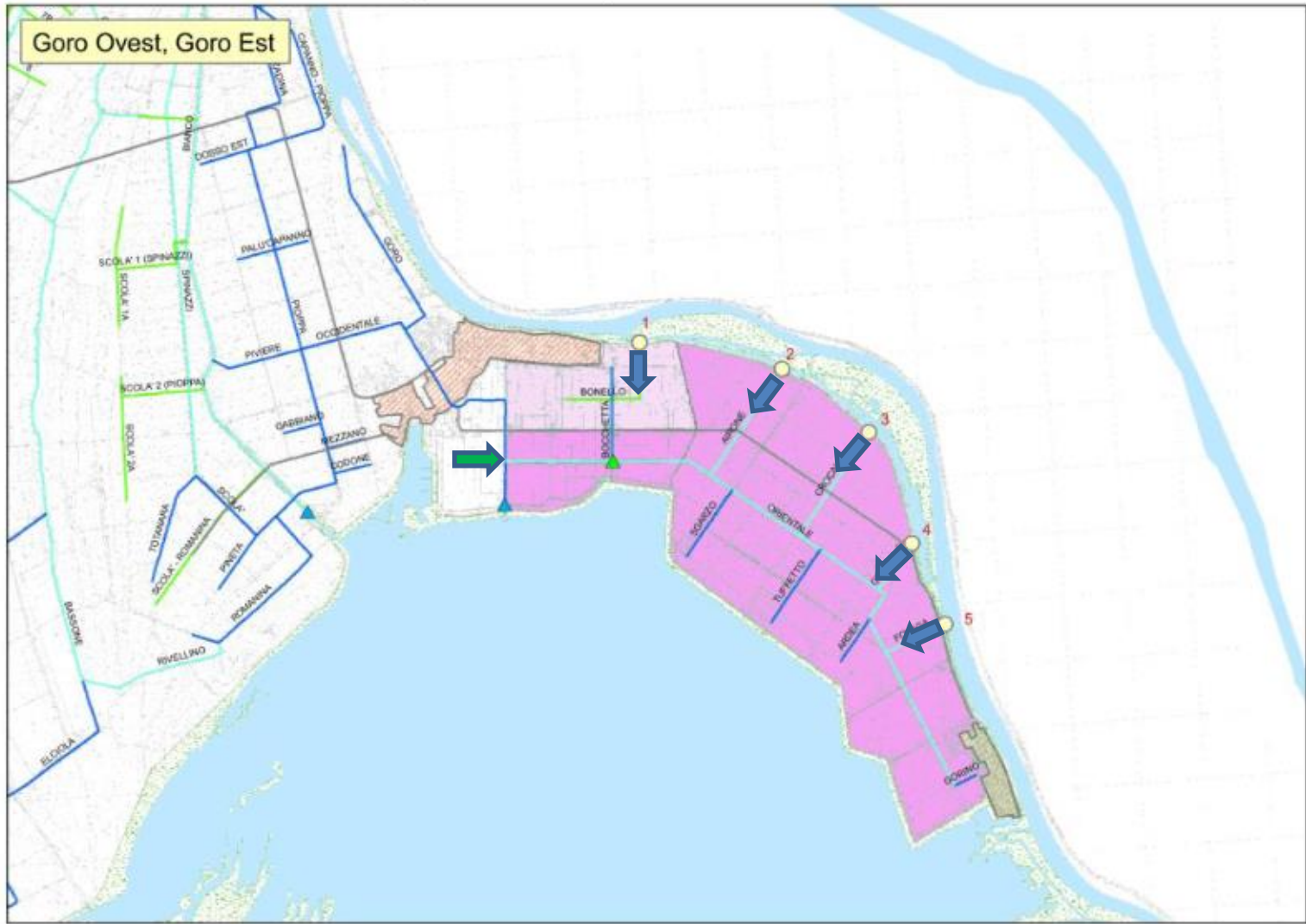


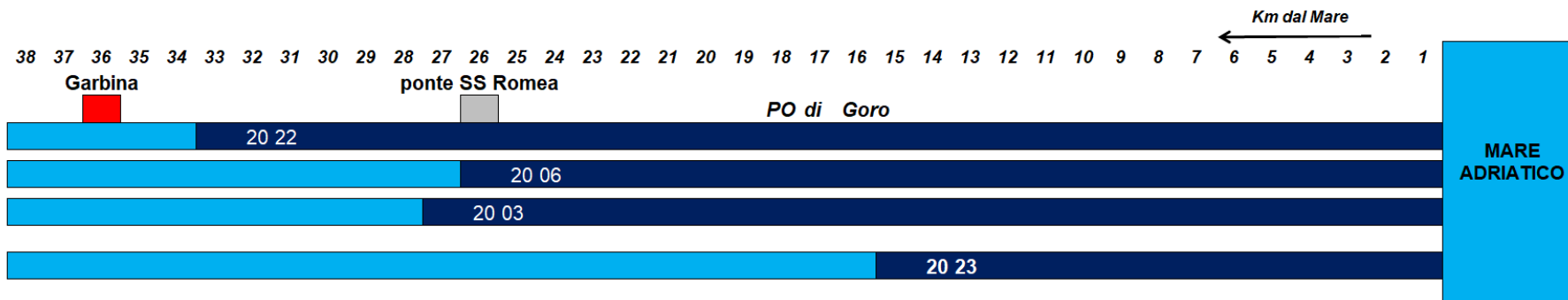
# Po di Goro



# Goro – Sifone 3







# Po di Goro 7 agosto 2023

FOCE PO  
GORO

25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6

Ponte  
SS Romea

Goro

ponte  
barche  
Gorino

0,5	409	418		403		1.471	1.824		3.500
1,0	408	418		415		1.593	2.073		3.564
1,5	408	426		415		1.626	2.102		4.237
2,0	407	426		415		1.774	2.378		4.340
2,5	409	426		416		1.970	3.029		5.322
3,0	415	425		415		5.159	7.479		12.600
3,5	415	424		414		6.523	16.480		21.120
4,0	415	423		416		8.869	19.190		27.580

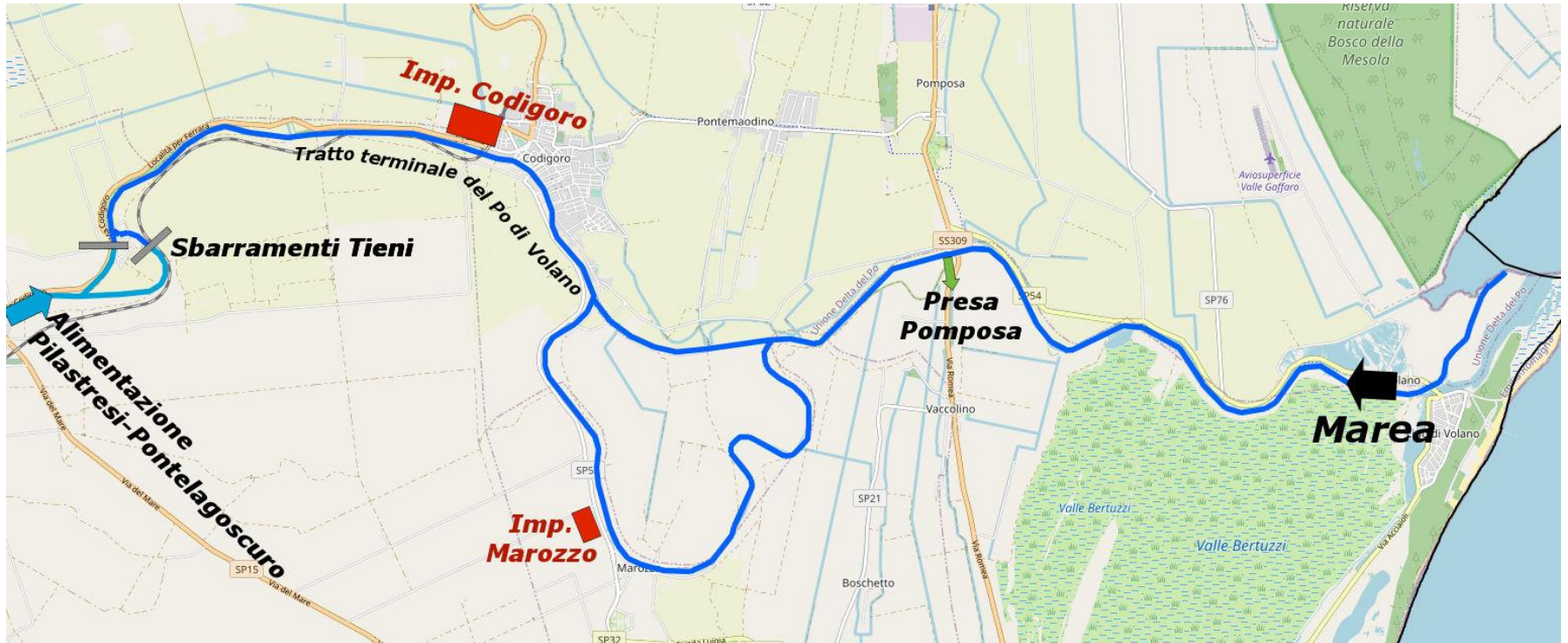
*bassa  
marea*

0,5	410	419		547		2.023	3.571		4.816
1,0	410	420		585		2.222	5.059		7.250
1,5	410	421		867		5.644	12.220		16.380
2,0	409	424		970		9.608	19.540		27.830
2,5	399	426		1.235		17.240	25.260		40.350
3,0	392	426		1.507		20.520	28.550		43.000
3,5	392	426		1.663		23.770	32.150		47.110
4,0	386	425		1.695		28.730	33.600		48.000

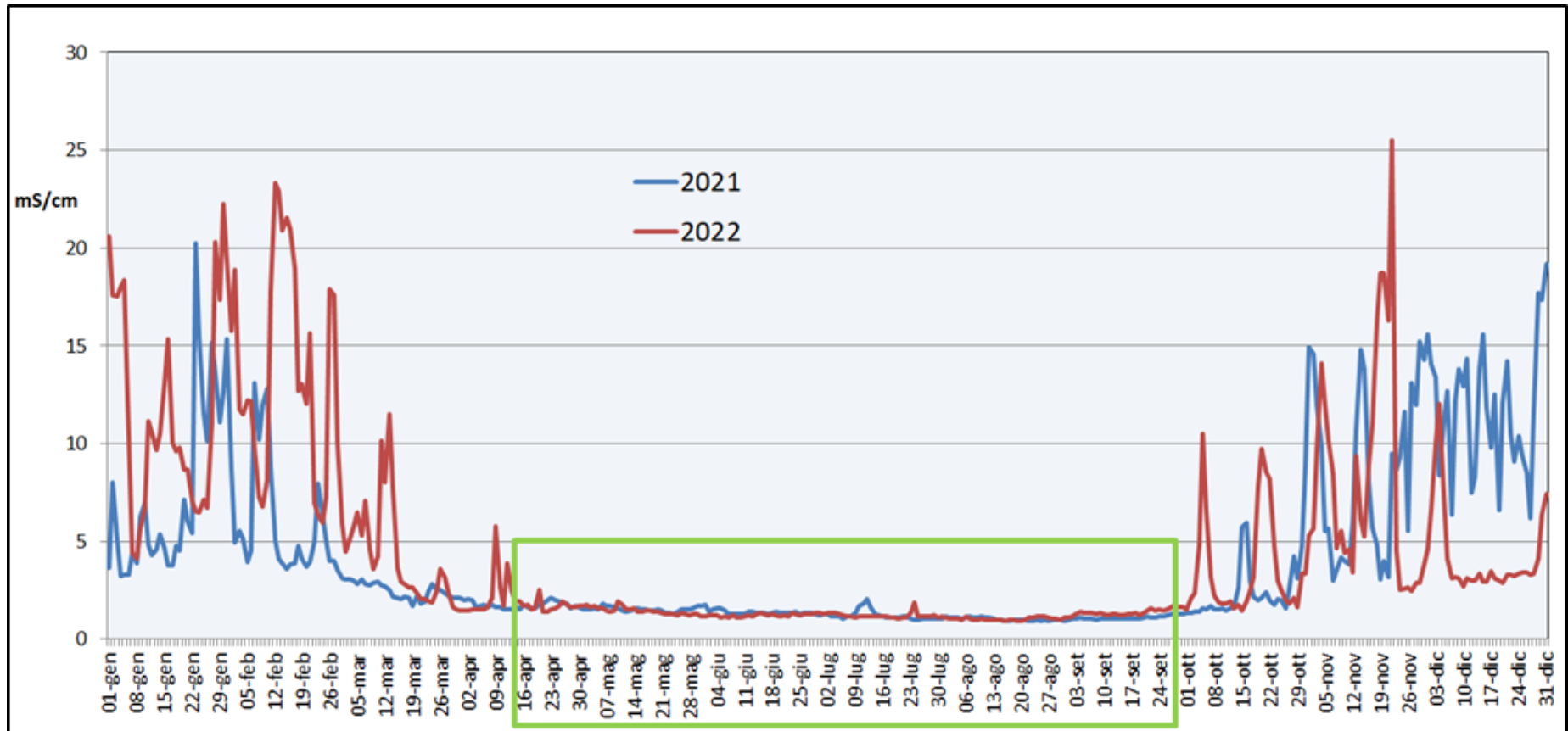
*alta  
marea*

3 km

# Po di Volano

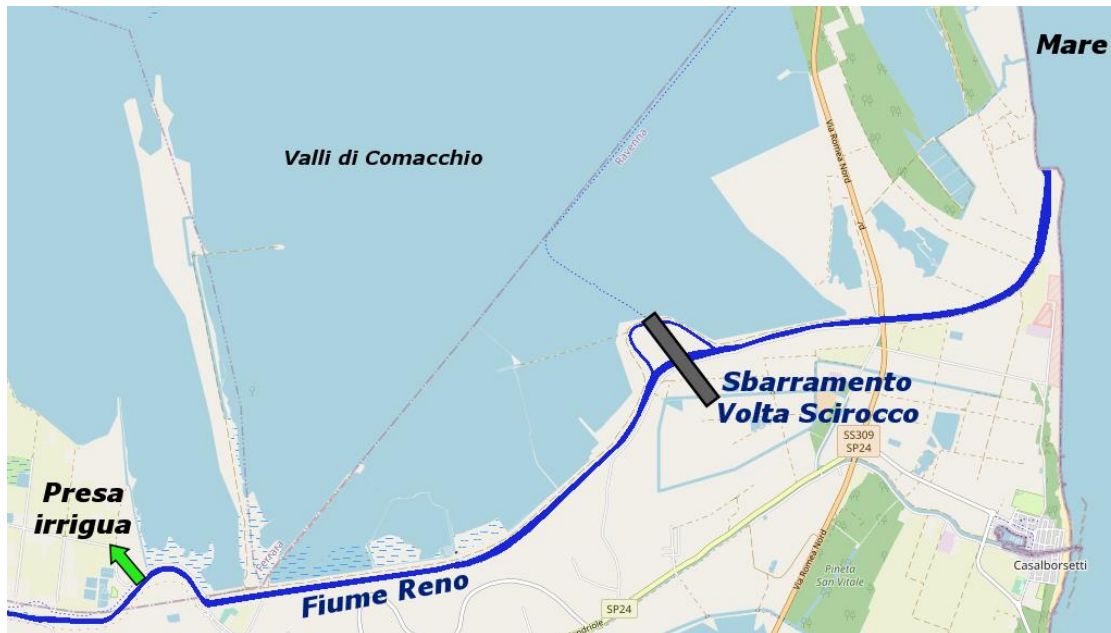


# Conducibilità – Presa Pomposa





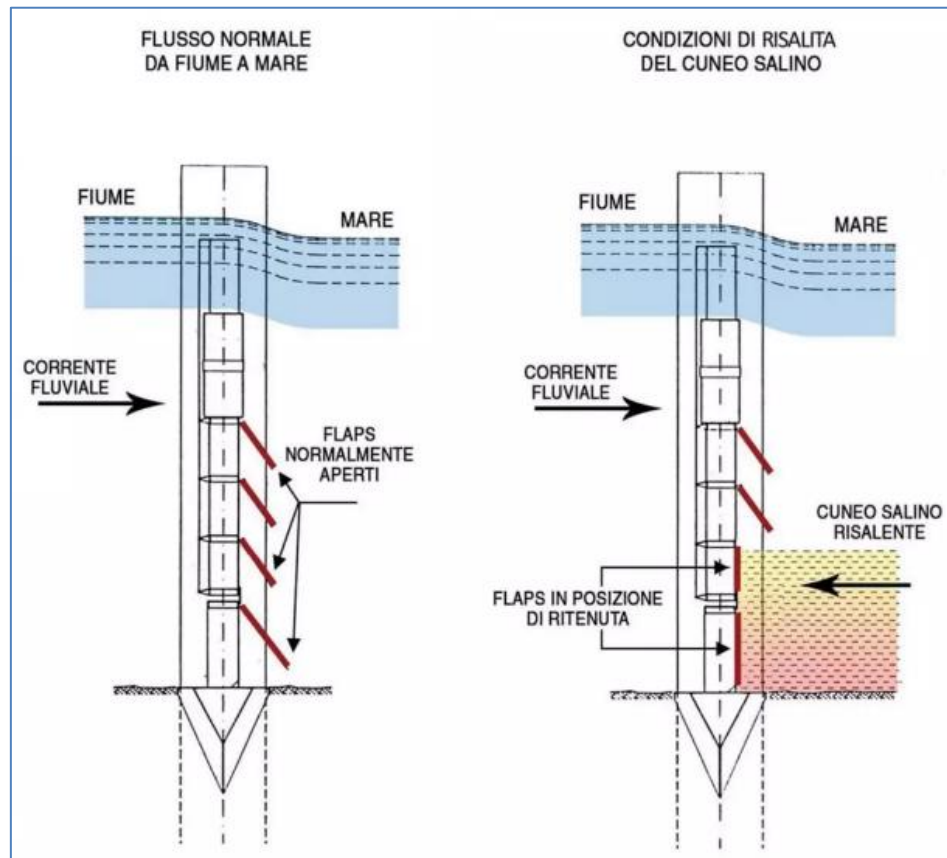
# Canale Navigabile



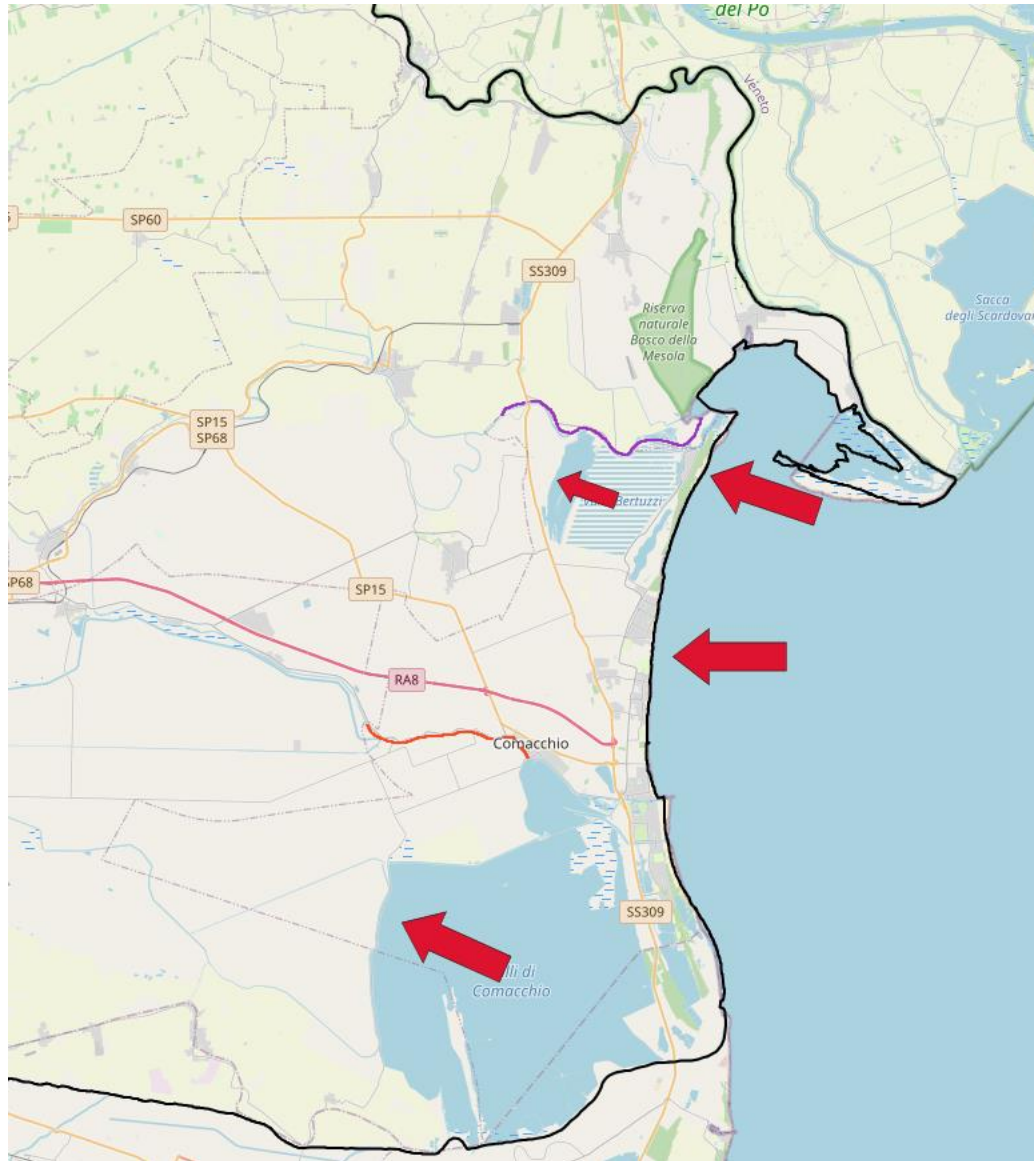
# Fiume Reno

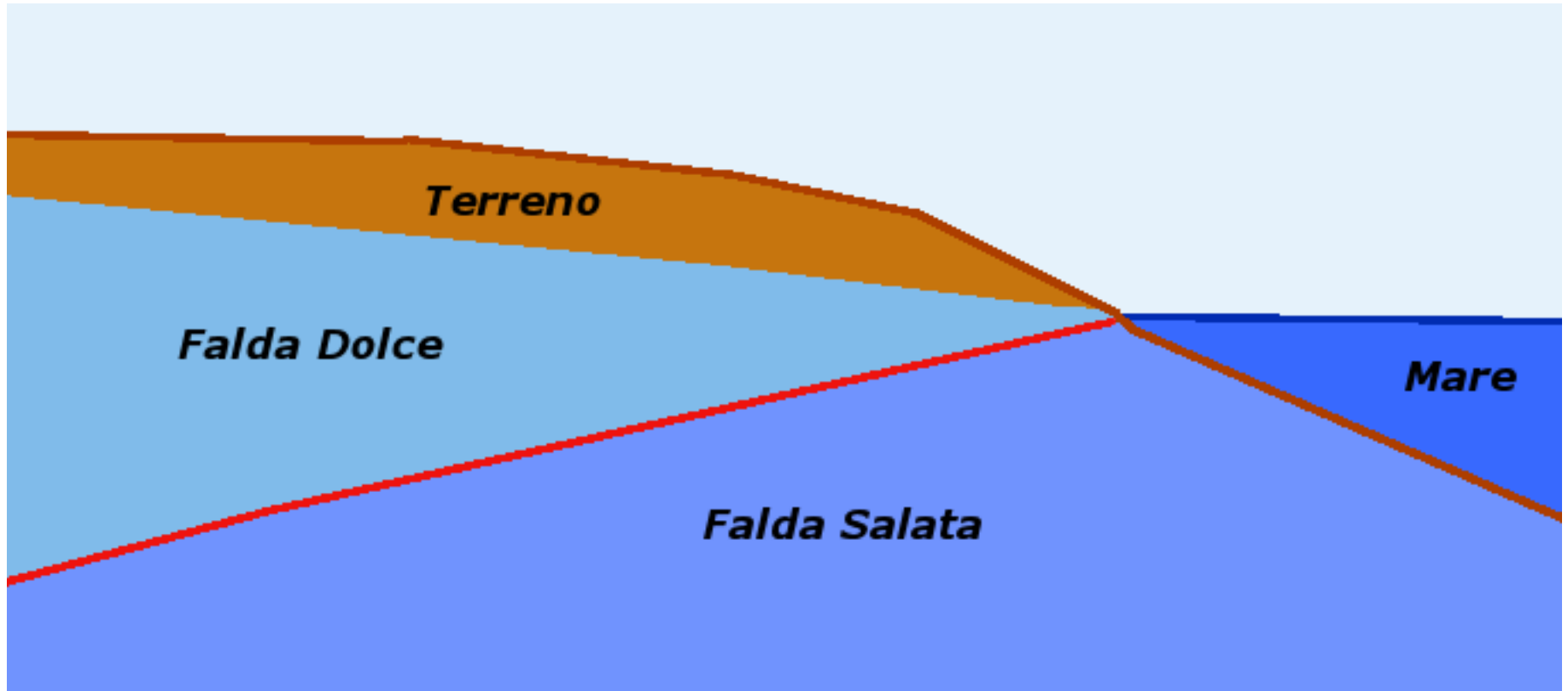
# SOLUZIONI

- Barriere fisiche per impedire la risalita dell'acqua salata
- Prelevare acque irrigue lontano dal mare
- Aumentare le portate di acqua dolce da monte

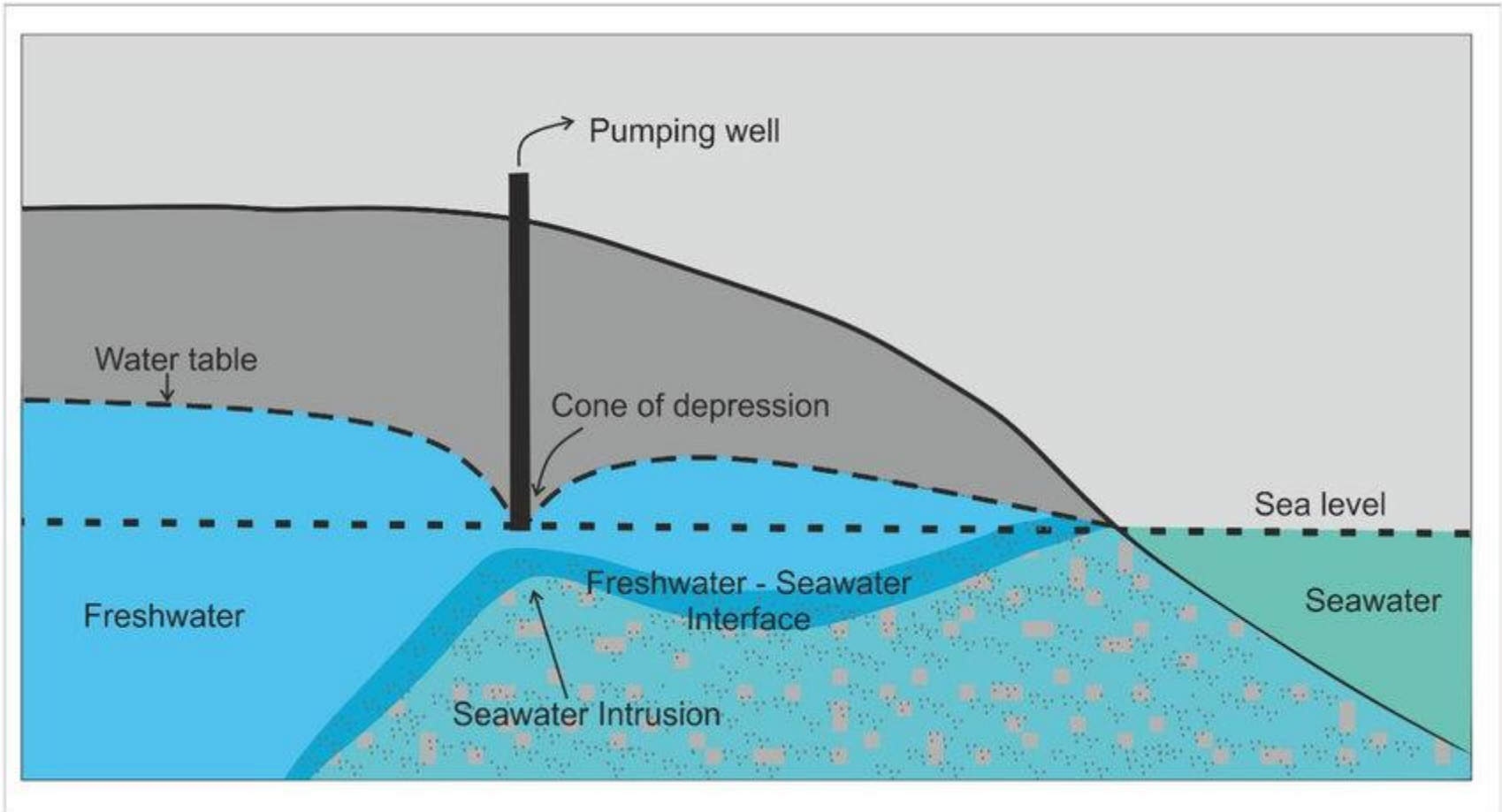


# Terreni soggetti all'intrusione salina

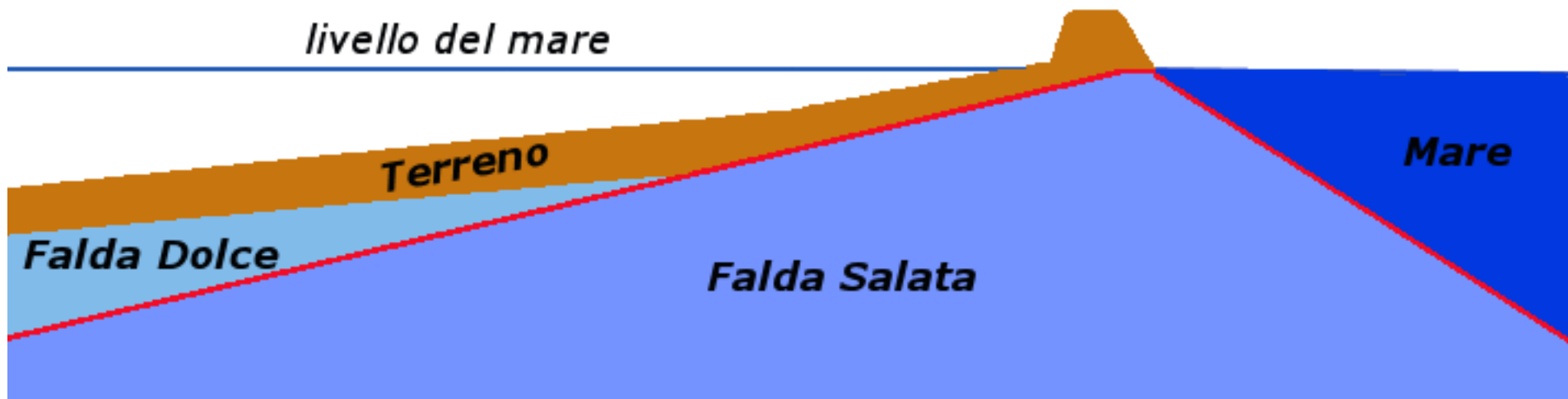


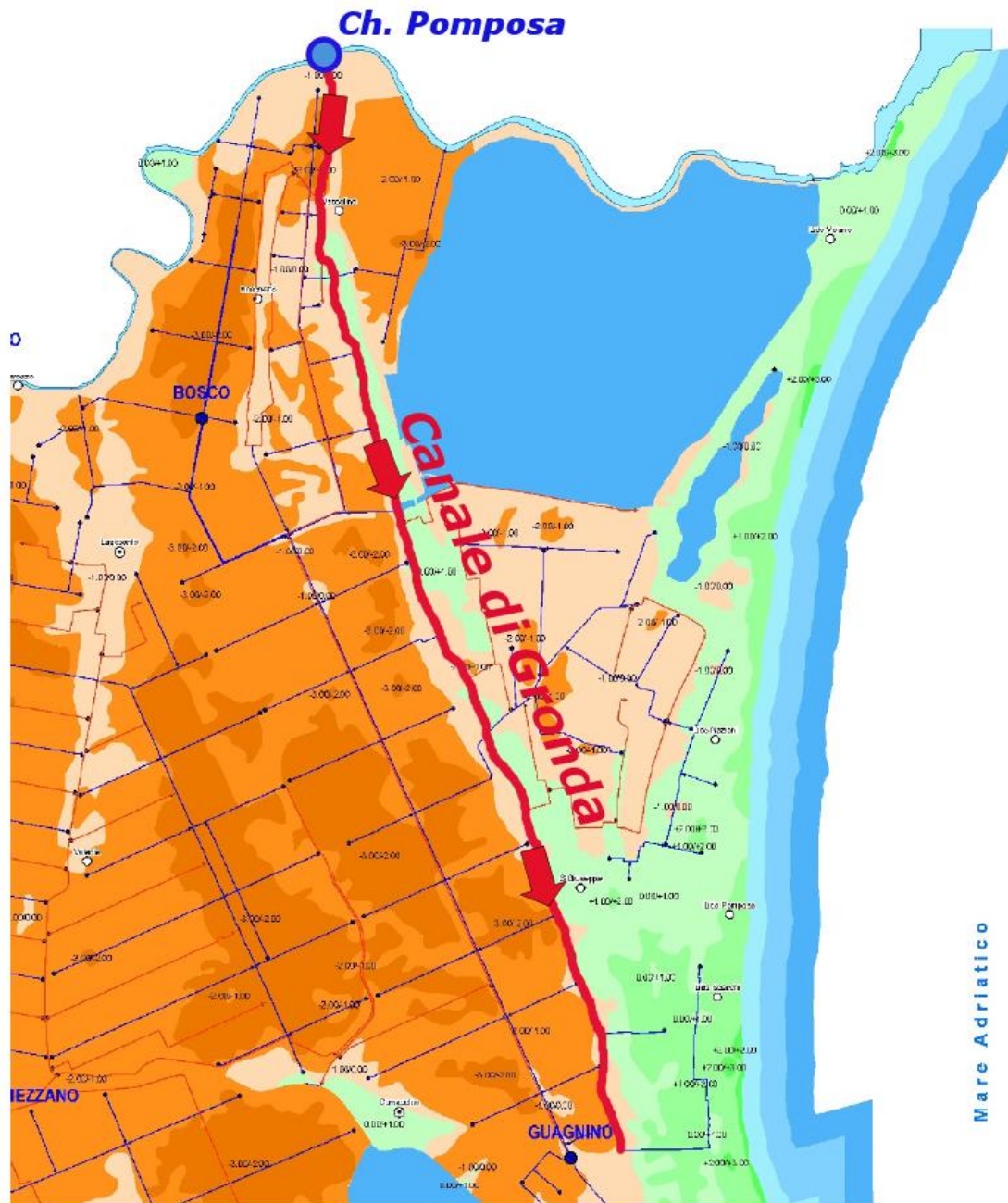


# Cosa non fare

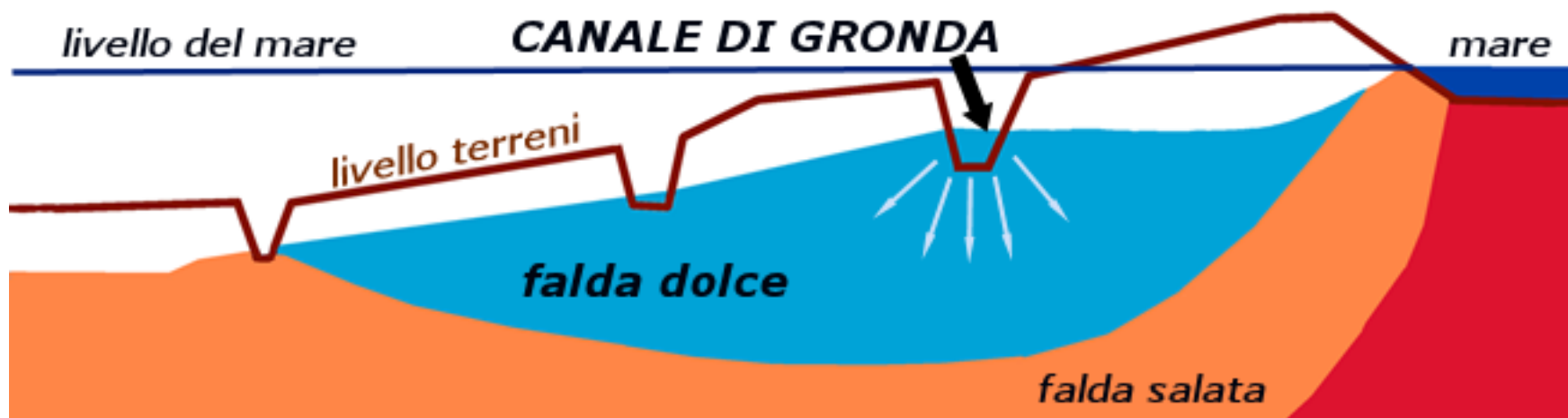


# Aree depresse

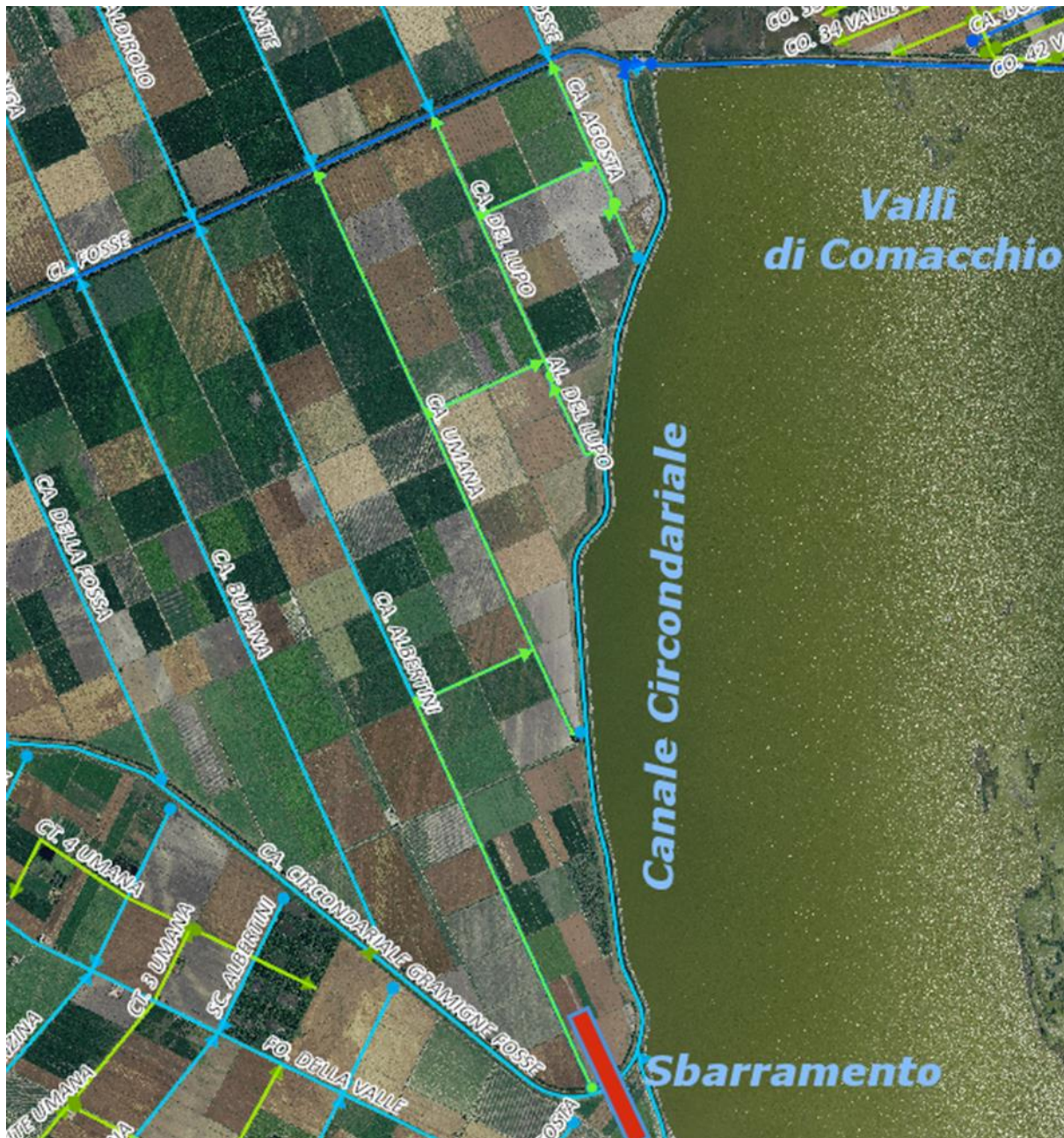




# Canale di gronda Bosco Eliceo







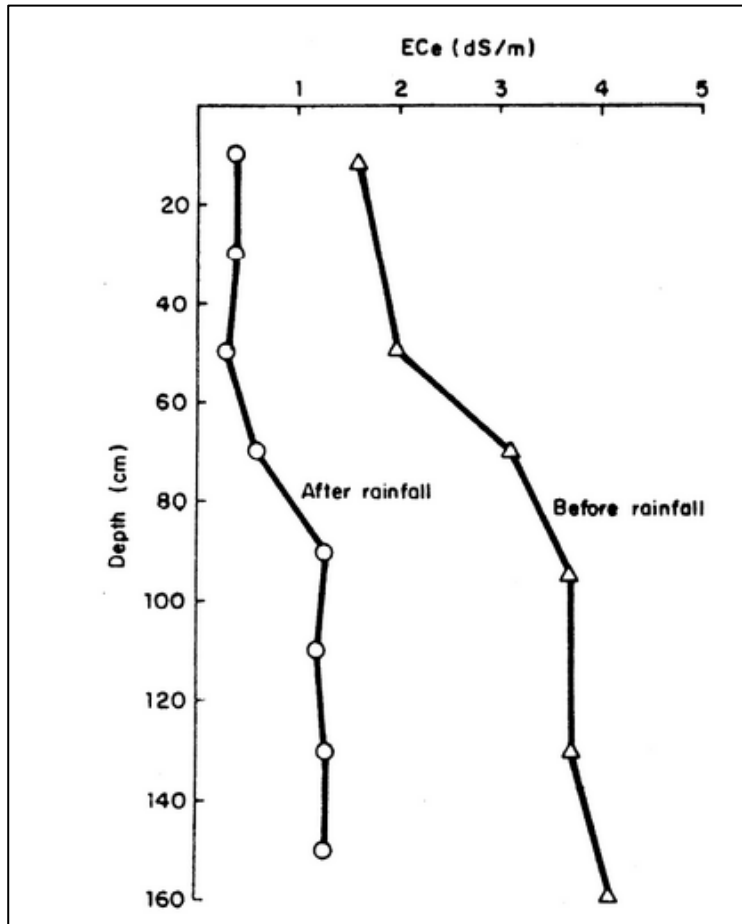
## Mezzano Sud-Est



# ***Cosa fare?***

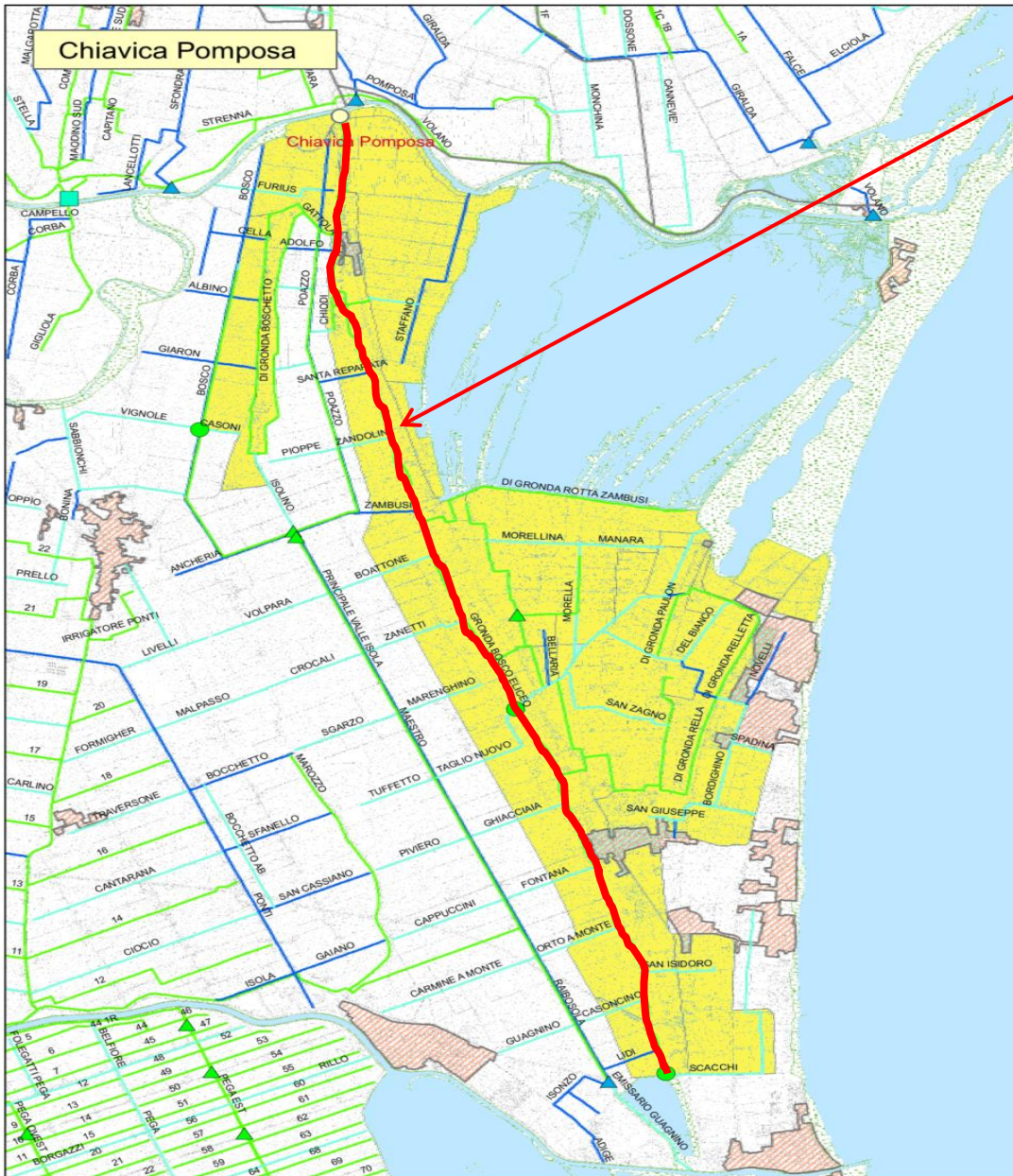
***Aumentare l'apporto di acqua dolce***

***Curare il drenaggio dei terreni***



Salinità di un suolo  
sabbioso dopo una pioggia  
di 150 mm





Canale di Gronda

Alte concentrazioni di sodio portano ad un suo adsorbimento sulle superfici dei colloidi argillosi ed organici al posto di calcio e magnesio. Avendo il Na un'azione deflocculante sulla struttura del terreno favorisce a lungo termine il compattamento. In tal modo si generano problemi di asfissia radicale, causati dalla minor permeabilità e dal peggior drenaggio; di conseguenza la struttura del terreno che ne scaturisce, favorisce a sua volta l'accumulo di sali, conducendo ad un ulteriore aggravamento del problema.



**SUOLO**

L'elevata concentrazione di sodio comporta un incremento del pH, cosicché i diversi macro e microelementi si insolubilizzano restando nella soluzione circolante in concentrazioni molto basse e poco disponibili per le piante.

## COLTURE



La salinizzazione rallenta la crescita delle piante, in quanto **limita la loro capacità di rifornirsi d'acqua**; tale fenomeno è dovuto all'effetto osmotico esercitato dalla fase liquida del suolo, maggiormente concentrata rispetto alla soluzione presente all'interno della pianta.

La crescita peggiora anche per sbilanciamento nutrizionale a causa della competizione di Na e Cl con gli altri ioni, per cui si riducono l'assorbimento ed il trasporto alle foglie.

Lo stress salino può condurre a deficienze di altri elementi per la competizione di Cl con nitrato, solfato, fosfato.

# Danni alle foglie

irrigazione a spruzzo - (1 giorno)

Na o Cl (mmol  $\mu$ /l) che causano lesioni fogliari

<b>&lt;5</b>	<b>5-10</b>	<b>10-20</b>	<b>20</b>
<b>Mandorlo</b>	<b>Uva</b>	<b>Erba Medica</b>	<b>Cavolfiore</b>
<b>Albicocco</b>	<b>Pepe</b>	<b>Orzo</b>	<b>Cotone</b>
<b>Agrumi</b>	<b>Pomodoro</b>	<b>Cetriolo</b>	<b>Barbabietola da zucchero</b>
<b>Susino</b>	<b>Patata</b>	<b>Mais</b>	<b>Girasole</b>

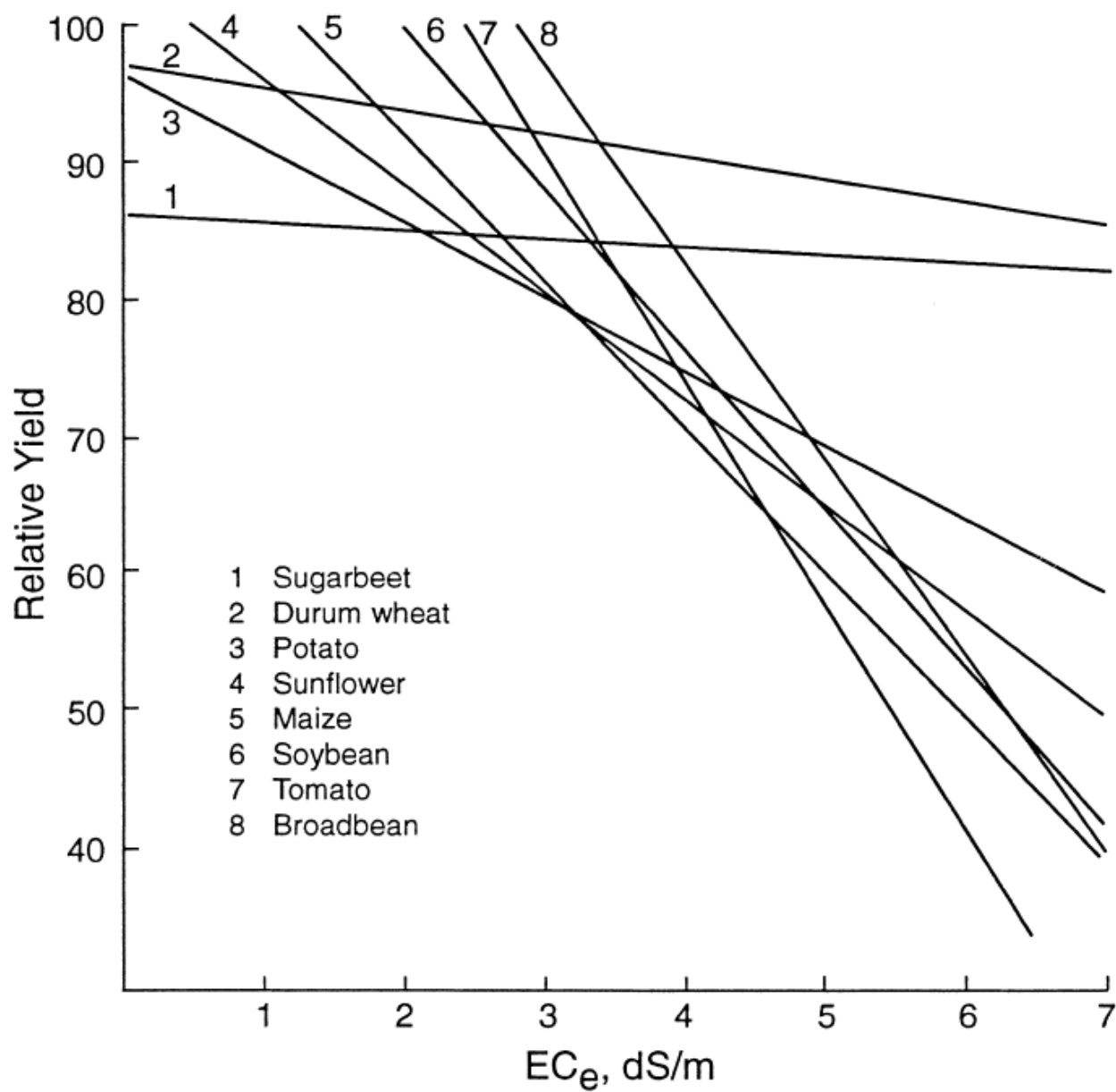


## Limiti di accettabilità per la salinità delle acque secondo la classificazione proposta da Giardini et al, 1993

parametri	Unità di misura	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Conducibilità elettrica	µs/cm	< 750	750 - 2500	2500 - 4000	> 4000
SAR	(numero puro)	< 6	6 - 20	20 - 28	> 28
Valutazione delle acque e criteri di impiego		Acque che permettono l'esercizio irriguo continuo senza limiti di volume stagionale	Acque che permettono l'esercizio irriguo continuo con eventuali limitazioni dei volumi stagionali e con accorgimenti nei confronti della scelta delle colture da irrigare, del metodo irriguo, della pedologia del suolo. Il volume massimo è determinato dalla concentrazione del sale e dalle soglie di tolleranza delle colture. Evitare i fenomeni di accumulo nel suolo dei sali	Acque che permettono un esercizio irriguo saltuario (es. 1 irrigazione ogni 2-3 ANNI) e solo di soccorso, su colture tolleranti e con metodi irrigui ad alta efficienza ed in condizioni di bassa vulnerabilità ambientale. Accetta una perdita di prodotto	Acque da non usare normalmente a fini irrigui, da effettuarsi solo in casi eccezionali, con volumi molto contenuti, dopo una attenta analisi delle caratteristiche dei sali, della coltura, del metodo irriguo e delle condizioni ambientali

<b>Colture da pieno campo</b>	<b>EC<sub>e</sub> (mS/cm)</b>	<b>Colture foraggere</b>	<b>EC<sub>e</sub> (mS/cm)</b>
orzo	8.0	Orzo da foraggio	6.0
Barbabietola	7.0	Loietto	5.6
Sorgo	6.8	Festuca	3.9
Grano duro	5.7	Veccia	3.0
Riso	3.0	Medica	2.0
Mais	1.7	Mais da foraggio	1.8
Fava	1.5	Trifoglio alessandrino	1.5
Fagiolo	1.0	Trifoglio pratense	1.5
<b>Colture orticole</b>	<b>EC<sub>e</sub> (mS/cm)</b>	<b>Colture arboree</b>	<b>EC<sub>e</sub> (mS/cm)</b>
Zucchini	4.7	Olivo	2.7
Bietola da orto	4.0	Pompelmo	1.8
Pomodoro	2.5	Arancio	1.7
Cetriolo	2.5	Limone	1.7
Sedano	1.8	Pesco	1.7
Cavolo	1.8	Pero	1.7
Patata	1.7	Melo	1.7
Peperone	1.5	Noce	1.7
Lattuga	1.3	Albicocco	1.6
Cipolla	1.2	Mandorlo	1.5
Fragola	1.0	Susino	1.5
Carota	1.0	Vite	1.5

Soglia di tolleranza alla salinità del suolo di alcune specie in condizioni di massima produzione potenziale (FAO 1988)



# FAO quaderno 29

Accumulo di Sali nelle  
«creste» dei solchi



Erogatore



# LEACHING REQUIREMENT

(incremento dei volumi d'acqua distribuiti)

$$EC_w = 1.2 \text{ dS/m}$$

$$EC_e = 2.5 \text{ dS/m (Tabella- mais al 90 \% di produzione potenziale)}$$

$$EC_e = 1.7 \text{ dS/m (Tabella – mais al 100 \% di produzione potenziale)}$$

$$ET = 800 \text{ mm}$$

$$LR = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w}$$

$$\text{Volume aumentato} = \frac{ET}{1 - LR}$$

$$LR = \frac{1.2}{5(2.5) - 1.2} = 0.10$$

$$\frac{800}{1 - 0.10} = \mathbf{890 \text{ mm}}$$

$$LR = \frac{1.2}{5(1.7) - 1.2} = 0.16$$

$$\frac{800}{1 - 0.16} = \mathbf{950 \text{ mm}}$$

## A, B, C .....acque salate

- Conoscere/monitorare l'acqua e il terreno;
- Scegliere colture/varietà compatibili;
- Irrigare regolarmente evitando la bagnatura degli apparati fogliari, aumentare i volumi distribuiti;
- Evitare/limitare l'apporto di fertilizzanti salini;
- Aumentare/mantenere la presenza di sostanza organica, garantire un buon drenaggio;