



L'ingressione del cuneo salino nel Delta del Po Veneto,
quali conseguenze per il settore dell'agricoltura e quali soluzioni

Ing. Giancarlo MANTOVANI

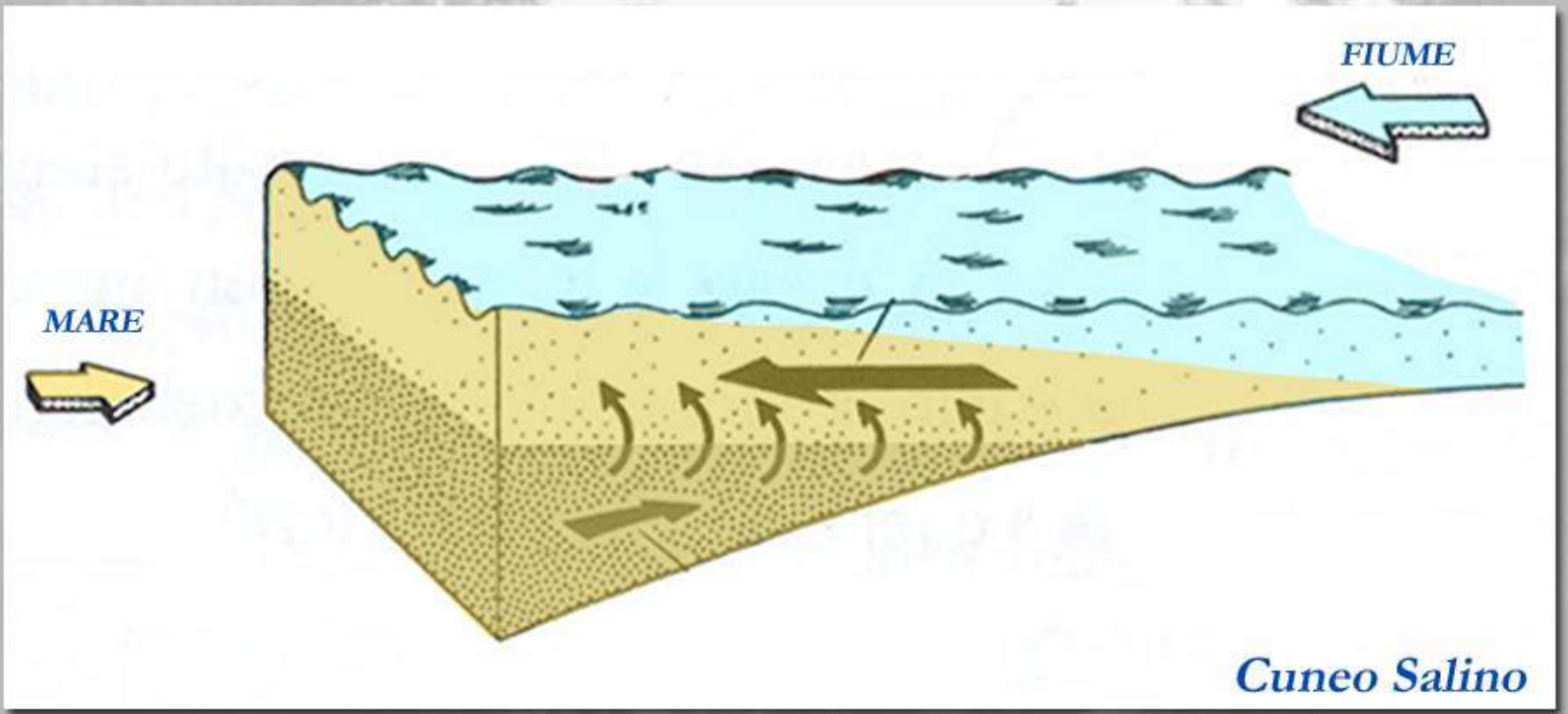
Consorzio di Bonifica **DELTA DEL PO**

RUOLO E PROSPETTIVE DEI CONSORZI DI BONIFICA

18 settembre

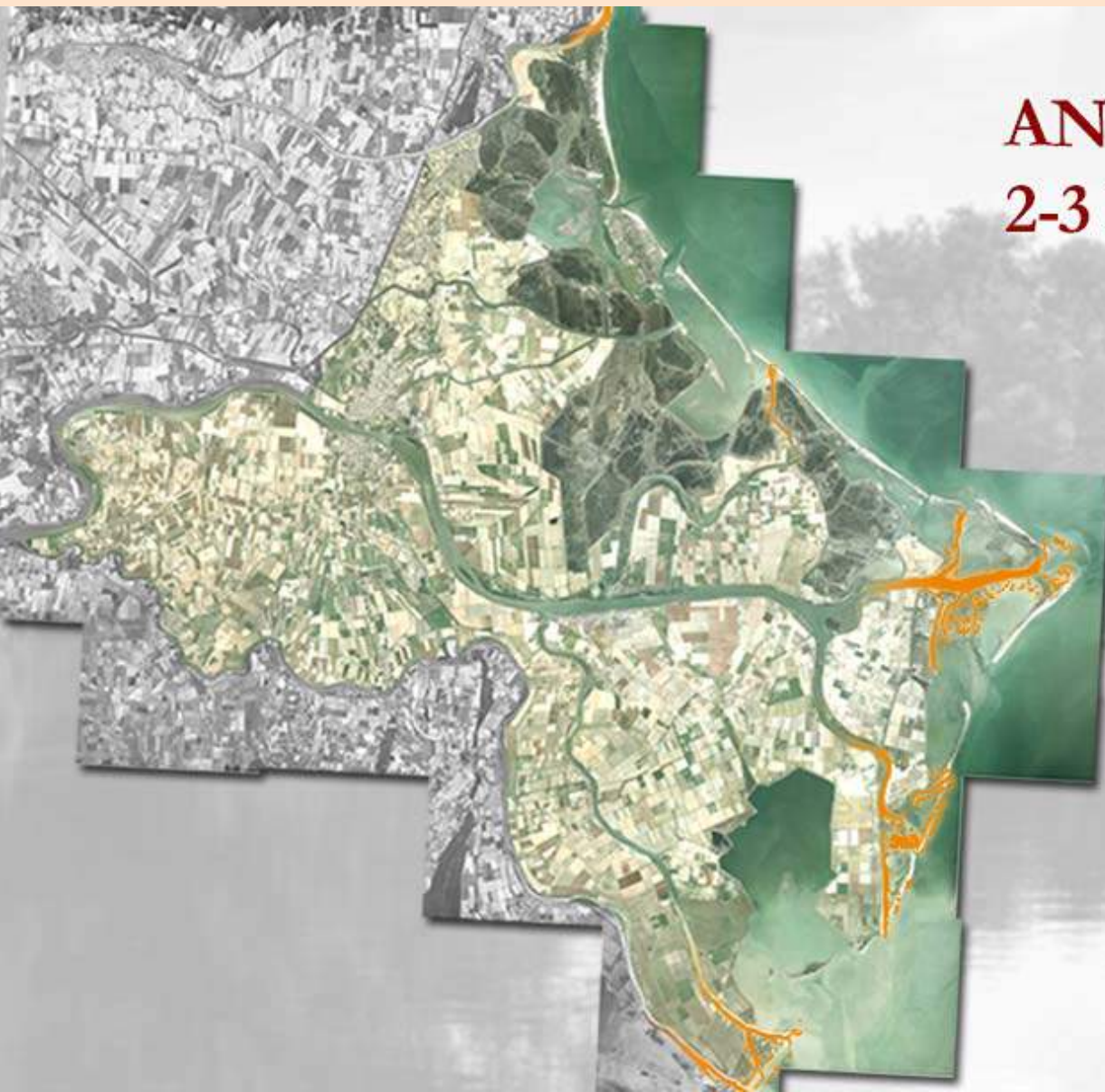
RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere

www.remtechexpo.com

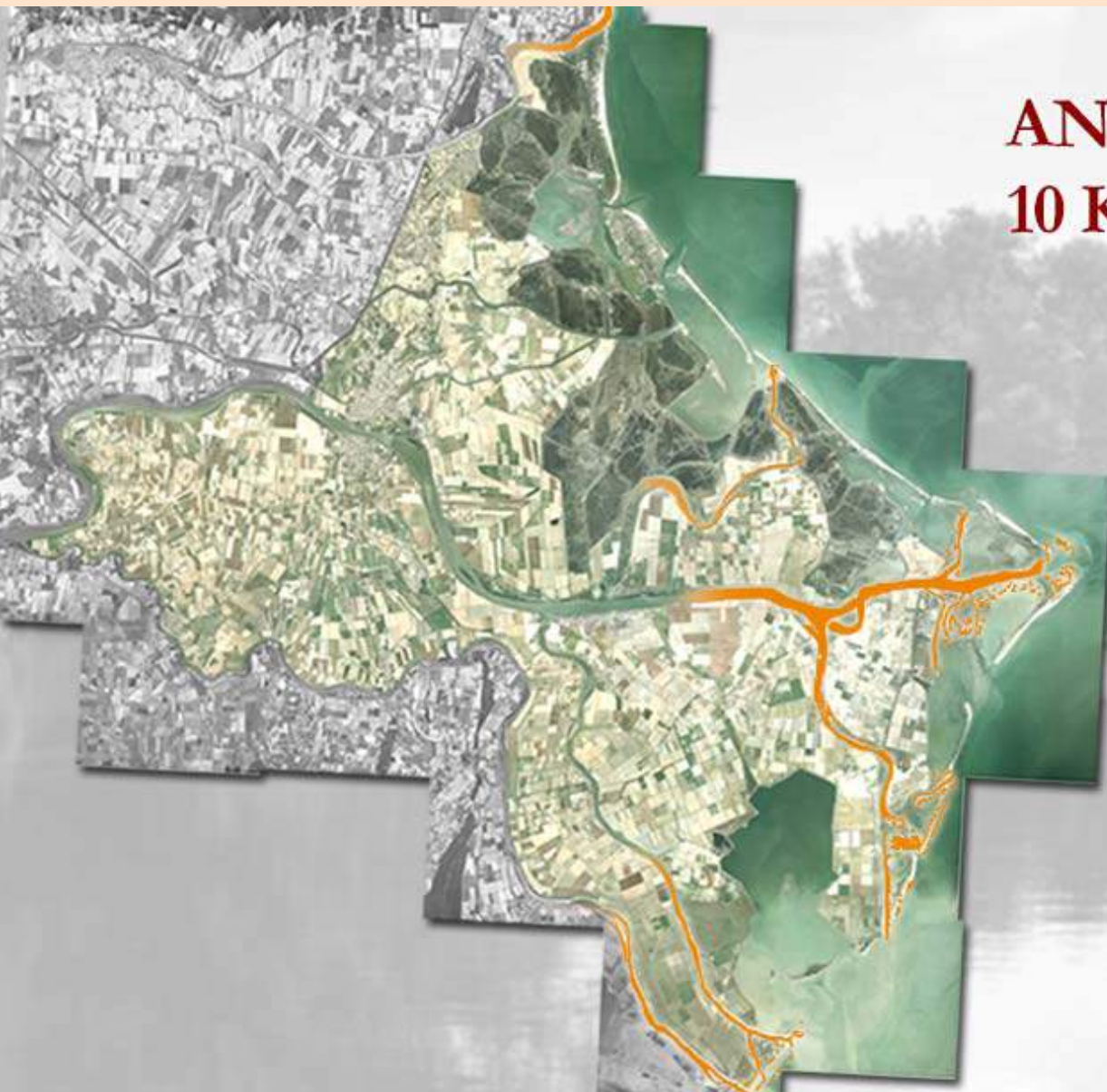


Cuneo Salino

ANNI 50' 60'
2-3 Km dalla foce



ANNI 70' 80'
10 Km dalla foce



ANNI 2000
oltre 30 Km dalla foce



2.3.1. Lo studio del caso di penetrazione ("Salt-wedge")

Il caso di penetrazione del cuneo più pesante d'acqua salina in uno sbocco di fiume nel mare è un importante problema delle correnti di densità, a cui può darsi soluzione con qualche ipotesi semplificatrice.

Ammettendo infatti che sia orizzontale sia il fondo fluviale ($i_f = 0$), sia la superficie libera ($d(V_1 + V_2) = 0$)

la 1° delle (c) si riduce a:

$$-\frac{1}{2g} \frac{\partial V_1^2}{\partial x} = \frac{f}{8g} \frac{|V_1 - V_2| (V_1 + V_2)}{y_1} \quad (d')$$

la quale in partenza afferma che la resistenza d'attrito dà interamente luogo alla variazione dell'energia cinetica,

La 2° delle (c) diventa

$$-\frac{\Delta p}{\rho} \frac{\partial y_1}{\partial x} - \frac{1}{2g} \frac{\partial V_1^2}{\partial x} = \frac{f}{8g} \frac{V_1 |V_2|}{y_1} - \frac{f}{8g} \frac{|V_1 - V_2| (V_1 + V_2)}{y_2}$$

Si osservi ora che $\frac{\partial y_1}{\partial x} = -\frac{\partial y_2}{\partial x}$, e che

$$\frac{1}{2g} \frac{\partial V_1^2}{\partial x} = \frac{V_1}{g} \frac{\partial V_1}{\partial x} = \frac{q_1^2}{g y_1^3} \frac{\partial y_1}{\partial x} = -\frac{1}{2} \frac{q_1^3}{g y_1^3}$$

la precedente diviene quindi:

$$-\frac{\Delta p}{\rho} \frac{\partial y_1}{\partial x} + \frac{q_1^3}{g y_1^3} = \frac{f}{8g} \frac{|V_1| V_2}{y_1} - \frac{f}{8g} \frac{|V_1 - V_2| (V_1 + V_2)}{y_2}$$

2.3.1. Lo studio del caso di penetrazione ("

Il caso di penetrazione del cuneo più pesante in uno sbocco di fiume nel mare è un importo delle correnti di densità, a cui può darsi soluzioni ipotesi semplificatrice.

Ammettendo infatti che sia orizzontale sia

in $(y=0)$, sia la superficie libera $(d(y, z))$

in 1° delle (c) si riduce a:

$$-\frac{1}{2g} \frac{\partial v^2}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{|v_1 - v_2| (v_1 - v_2)}{y_1}$$

la quale in partenza afferma che la resistenza d'amente luogo alla variazione dell'energia cineti

La 2° delle (c) diventa:

$$-\frac{\Delta p}{\rho} \frac{\partial y_1}{\partial x} - \frac{1}{2g} \frac{\partial v^2}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{|v_1 - v_2|}{y_1}$$

Si osservi ora che $\frac{\partial y_1}{\partial x} = -\frac{\partial y_2}{\partial x}$, e che

$$\frac{1}{2g} \frac{\partial v^2}{\partial x} = \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{v^2}{2g} \frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial x}$$

la precedente diventa quindi:

$$-\frac{\Delta p}{\rho} \frac{\partial y_1}{\partial x} + \frac{v^2}{2g} \frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{|v_1 - v_2|}{y_1} - \frac{1}{2g}$$

Dividendo per $\frac{\Delta p}{\rho}$, e notando che $g \frac{\Delta p}{\rho} = g'$ gravità

ridotta) e che $\frac{v^2}{g' y_1} = F_1^2$ (numero di Froude ridotto relativo alla corrente inferiore), si ha infine:

$$\frac{\partial y_2}{\partial x} = \frac{\frac{1}{2g'} \frac{|v_1 - v_2|}{y_1} - \frac{1}{2g'} \frac{|v_1 - v_2| (v_1 - v_2)}{y_1}}{F_1^2 - 1} \quad (d'')$$

Nel caso di cuneo esato ("Salt-wedge") in condizioni stazionarie si ha portata nulla $q_2 = 0$ e quindi $v_2 = 0$, $F_2 = 0$ (figura 3).

La (d') diventa allora:

$$\frac{\partial y_2}{\partial x} = \frac{1}{2g'} \frac{v_1^2}{y_1} = -\frac{\partial y_1}{\partial x} \quad (d''')$$

che può combinarsi con la (d'), ottenendo, per differenza:

$$\frac{\partial y_2}{\partial x} = -\frac{1}{2g'} \frac{\partial v^2}{\partial x} + \frac{1}{2g'} \left(\frac{v_1^2}{y_1} - \frac{v_2^2}{y_2} \right) = \frac{1}{2g'} \frac{v^2}{y_1 y_2} - \frac{1}{2g'} \frac{\partial v^2}{\partial x}$$

dalla quale, essendo:

$$-\frac{1}{2g'} \frac{\partial v^2}{\partial x} = -\frac{v}{g'} \frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{v}{2g'} \frac{1}{v} \frac{\partial v^2}{\partial x} = \frac{v^2}{2g' y_1} - \frac{v^2}{2g' y_2} = F_1^2$$

(numero di Froude ridotto relativo alla corrente inferiore), si ha infine:

$$\frac{\partial y_2}{\partial x} = \frac{1}{2} \frac{F_1^2}{1 - F_1^2} \frac{(2y_1 - y_2)(v_1^2)}{y_1 - y_2} \quad (e) <$$

2.3.1. Lo studio del caso di penetrazione ("

Il caso di penetrazione del cuneo più pesante in uno sbocco di fiume nel mare è un esempio delle correnti di densità, a cui può darsi soluzioni ipotesi semplificatrici.

Ammettendo infatti che sia orizzontale sia in $(y=0)$, sia la superficie libera $(d|y_0|)$ la 1° delle (c) si riduce a:

$$-\frac{1}{2g} \frac{\partial v_0^2}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{|v_0 - v_0'|}{y_0} (v_0 - v_0')$$

la quale in partenza afferma che la resistenza d'attrito lungo alla variazione dell'energia cinetica

La 2° delle (c) diventa:

$$-\frac{\Delta \rho}{\rho} \frac{\partial y_0}{\partial x} - \frac{1}{2g} \frac{\partial v_0^2}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{|v_0 - v_0'|}{y_0}$$

Si osservi ora che $\frac{\partial y_0}{\partial x} = -\frac{\partial y_0'}{\partial x}$, e che

$$\frac{1}{2g} \frac{\partial v_0^2}{\partial x} = \frac{v_0}{g} \frac{\partial v_0}{\partial x} = \frac{v_0^2}{2g y_0} \frac{\partial y_0}{\partial x}$$

la precedente diventa quindi:

$$-\frac{\Delta \rho}{\rho} \frac{\partial y_0}{\partial x} + \frac{v_0^2}{2g y_0} \frac{\partial y_0}{\partial x} = \frac{1}{2g} \frac{|v_0 - v_0'|}{y_0} \frac{\partial y_0}{\partial x}$$

Dividendo per $\frac{\Delta \rho}{\rho}$, e notando che $g \frac{\Delta \rho}{\rho} = g'$

ridotta) e che $\frac{v_0^2}{g' y_0} = F_0^2$ (numero di Froude relativo alla corrente inferiore), si ha infine:

$$\frac{\partial y_0}{\partial x} = \frac{\frac{1}{2g'} \frac{|v_0 - v_0'|}{y_0} - \frac{1}{2g'} \frac{v_0^2}{y_0}}{F_0^2 - 1}$$

Nel caso di cuneo salato ("Salt-wedge") è stazionario si ha portata nulla $q_0 = 0$ e quindi $F_0^2 = 0$ (figura 2).

La (d) diventa allora:

$$\frac{\partial y_0}{\partial x} = \frac{1}{2g'} \frac{v_0^2}{y_0} = -\frac{\partial y_0'}{\partial x}$$

che può combinarsi con la (d'), ottenendo, per

$$\frac{\partial y_0}{\partial x} = -\frac{1}{2g'} \frac{\partial v_0^2}{\partial x} + \frac{1}{2g'} \frac{|v_0 - v_0'|}{y_0} = \frac{v_0}{g}$$

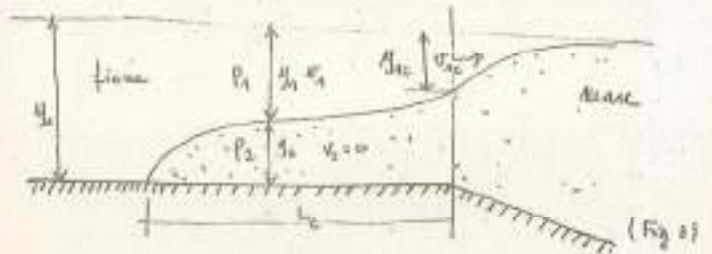
dalla quale, essendo:

$$-\frac{1}{2g'} \frac{\partial v_0^2}{\partial x} = -\frac{v_0}{g} \frac{\partial v_0}{\partial x} = -\frac{v_0^2}{2g y_0} \frac{\partial y_0}{\partial x}$$

(numero di Froude ridotto relativo alla corrente superiore) si ha infine:

$$\frac{\partial y_0}{\partial x} = \frac{1}{8} \frac{F_0'^2}{1 - F_0'^2} \frac{(2g_1 - g_0)}{y_0 - y_0'}$$

dove si è indicato con $y_0 = y_0' + y_0$ la profondità complessiva della corrente stratificata. La (e) è integrabile per separazione delle variabili:



La penetrazione del cuneo salato nel fiume viene a cessare quando la corrente di acqua dolce si riduce, la corrispondenza allo sbocco, al valore della profondità critica, ridotta

$$y_{0c} = \sqrt{\frac{q_0^2}{g}}$$

Con questa profondità la velocità dell'acqua

dolce allo sbocco assume il valore $v_{0c} = \sqrt{g' y_{0c}}$, che coincide

con la celerità di propagazione della perturbazione sulla superficie di separazione (Cray 1851). Oltre tale limite, pertanto, ogni ulteriore tentativo alla penetrazione viene bloccato.

E' questa $y_0 = y_{0c}$ per $x = 0$, una delle condizioni limite nell'integrazione della (e). L'altra condizione, $y_0 = y_0'$, vale a delimitare la lunghezza del cuneo $x = l_0$.

Questa risulta (Schiff e Schönfeld 1923):

$$l_0 = \frac{2}{f} g_0 \left[\frac{1}{f} \frac{g_0}{y_{0c}} - 2 + 2 \sqrt{\frac{y_{0c}}{y_0}} - \frac{5}{f} \sqrt{\left(\frac{y_{0c}}{y_0}\right)^2} \right]$$



LE CAUSE DEL CUNEO SALINO NEL DELTA DEL PO

CAUSE DI CARATTERE GENERALE



CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**
 - Cambiamenti climatici

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**
 - Cambiamenti climatici
 - Notevole aumento della portata derivata a monte del Delta

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**
 - Cambiamenti climatici
 - Notevole aumento della portata derivata a monte del Delta
 - Minore rilascio idrico dai laghi e dagli invasi idroelettrici

CAUSE DI CARATTERE LOCALE



CAUSE DI CARATTERE LOCALE

- **Subsidenza**



CAUSE DI CARATTERE LOCALE

- **Subsidenza**
- **Eustatismo marino**

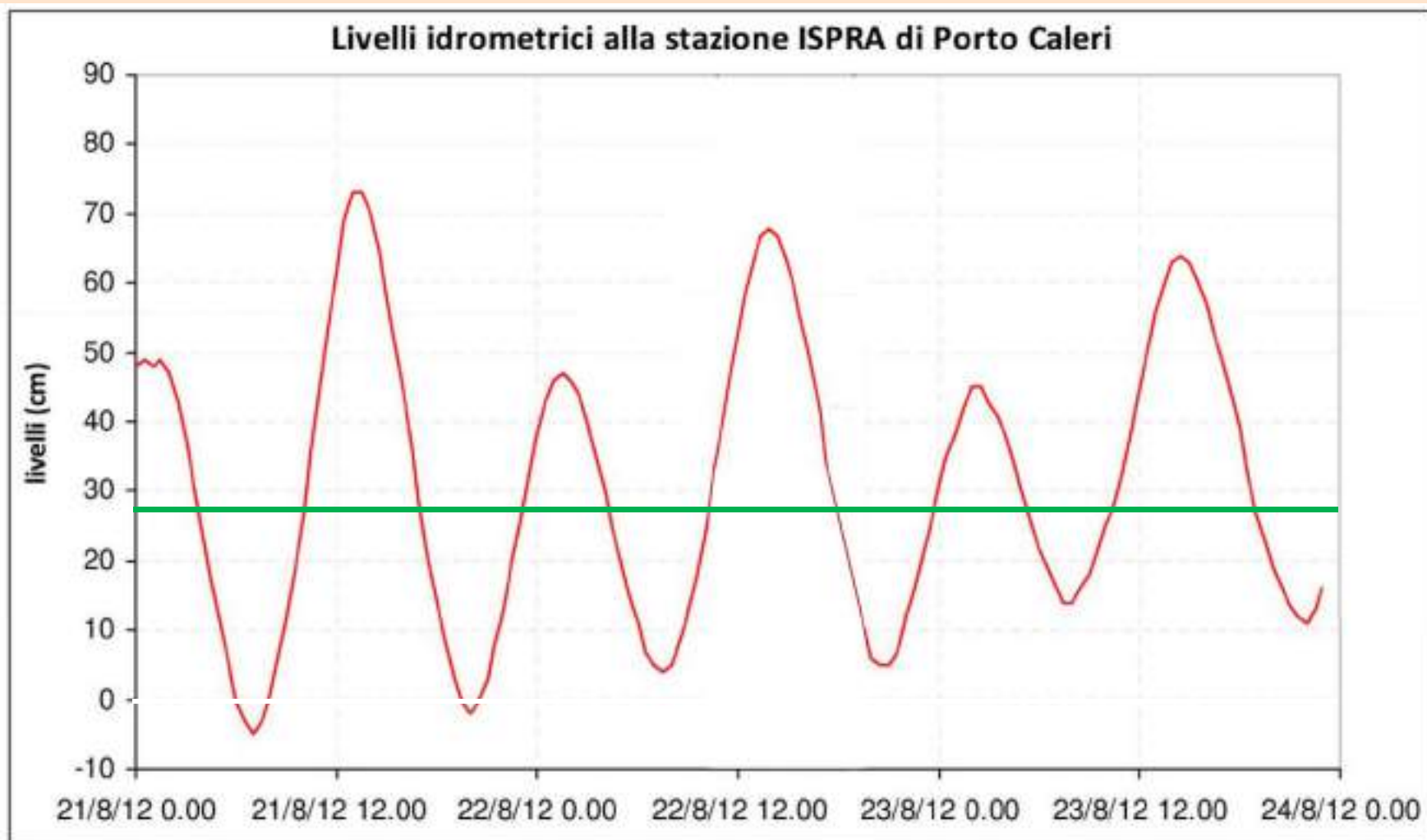
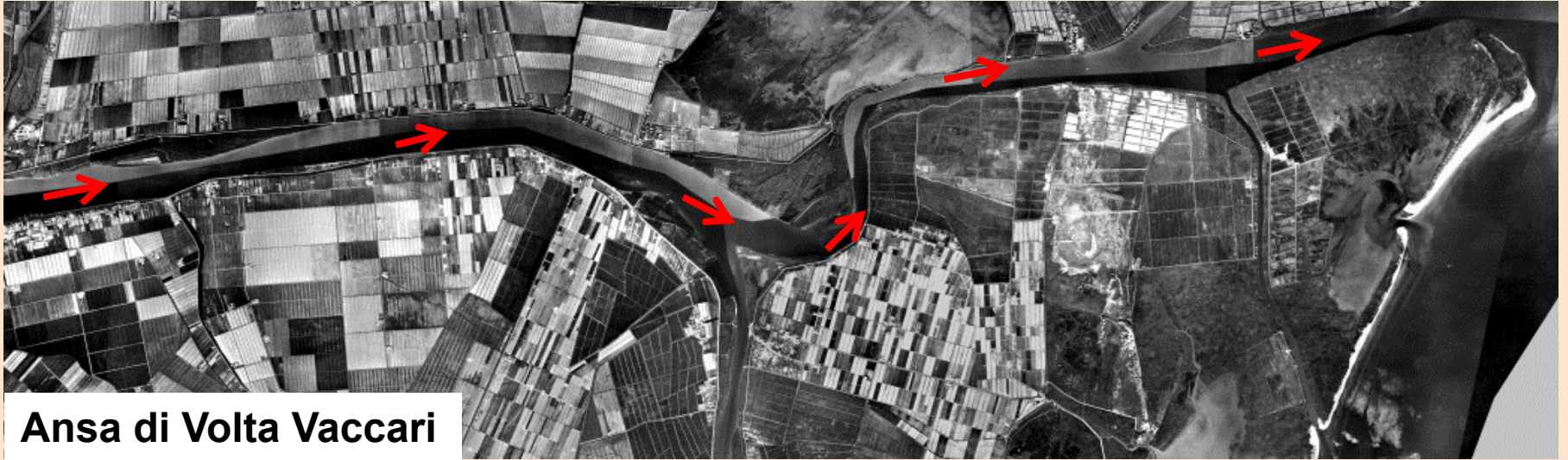


Fig. 3.11 - Andamento dei livelli registrati dal mareografo dell'ISPRA di Porto Caleri con indicazione del periodo in cui sono state eseguite le misure (Rif. Zero mareografico di Venezia Punta della Salute).

CAUSE DI CARATTERE LOCALE

- **Subsidenza**
- **Eustatismo marino**
- **Opere di adeguamento delle foci fluviali**





Busa Storiona



Busa Storiona

Foce Po di Gnocca



Foce Po di Gnocca

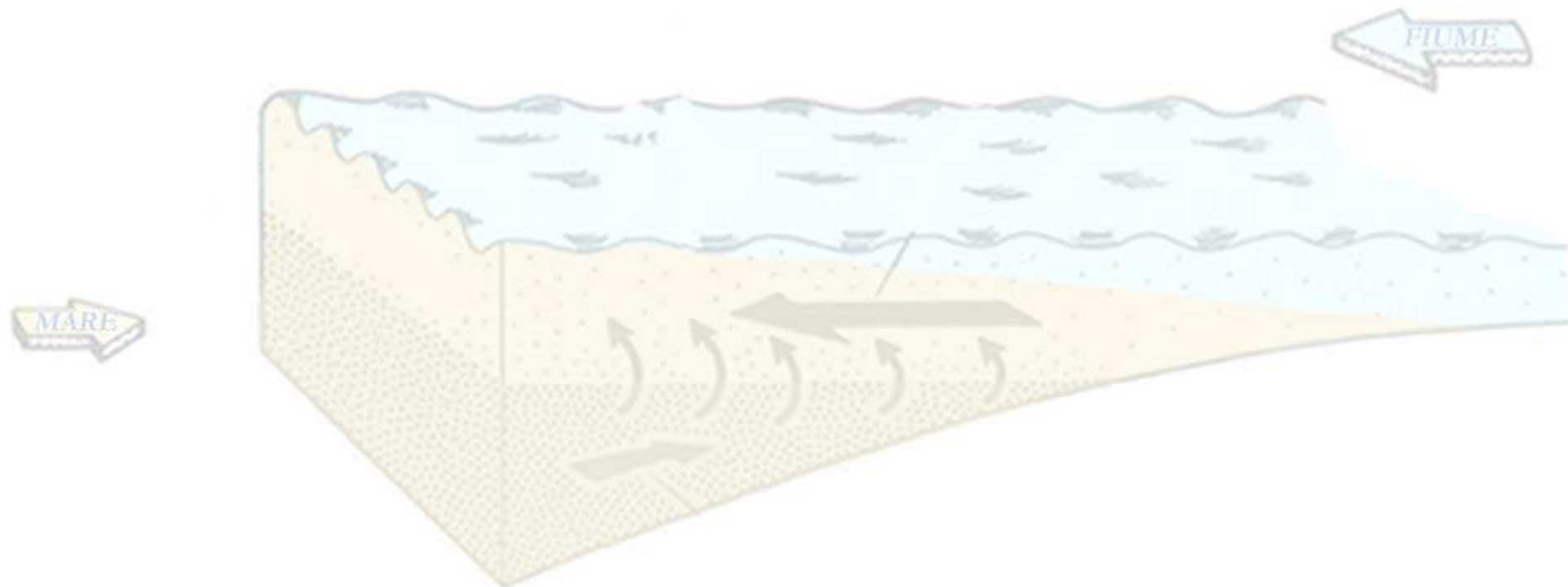


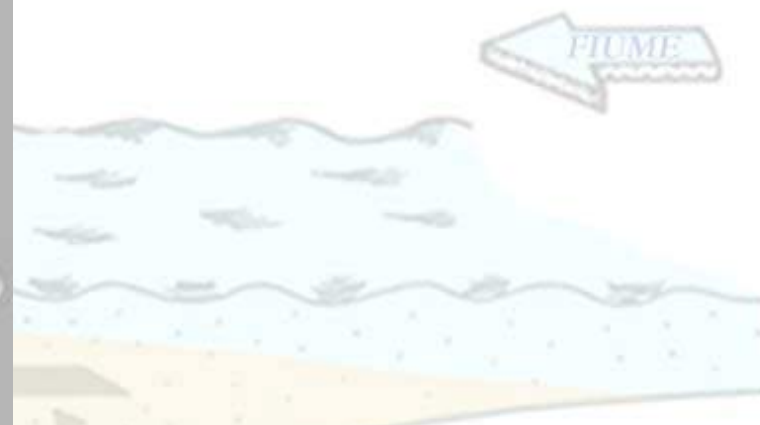
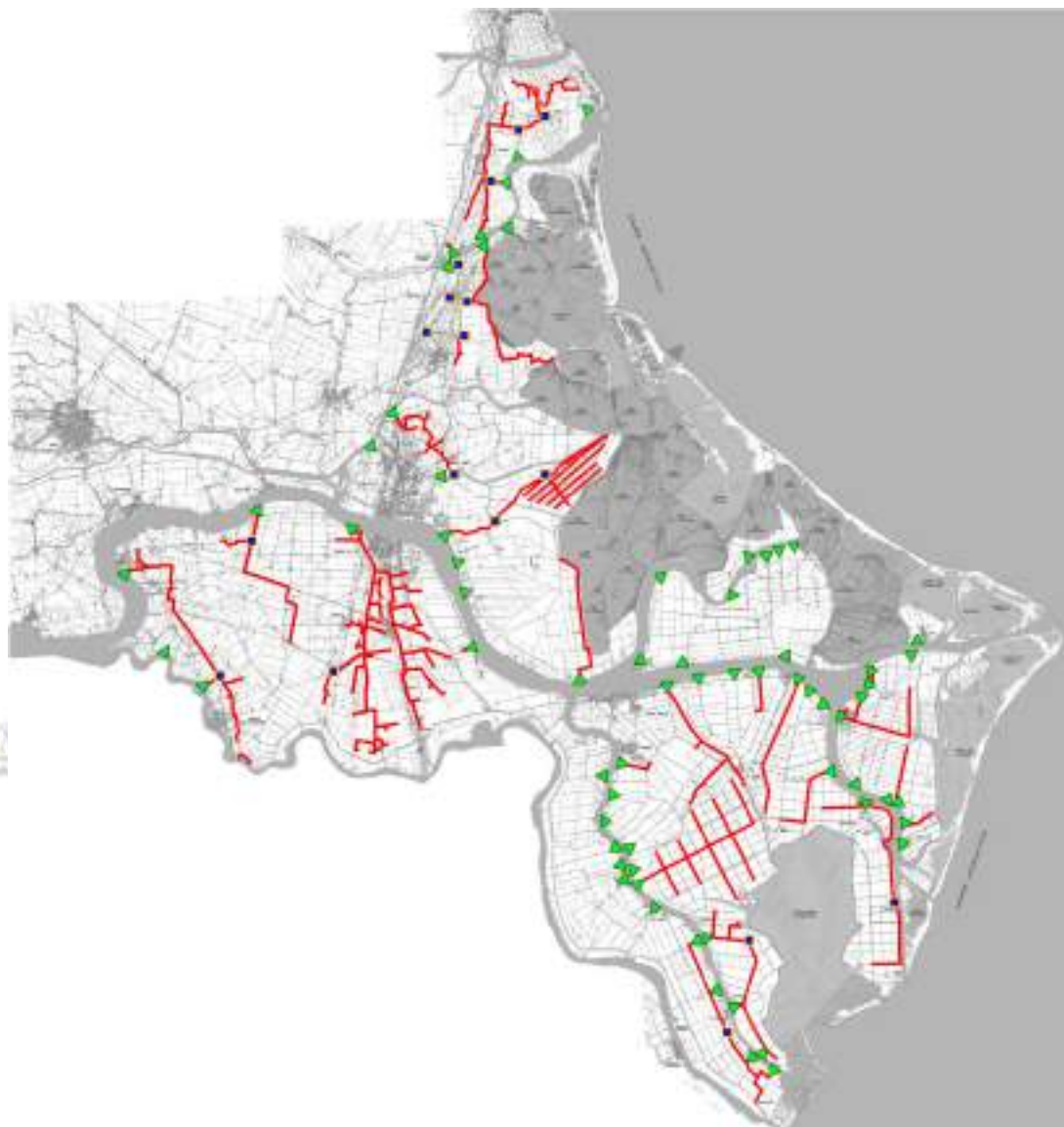



GLI EFFETTI PRODOTTI DAL CUNEO SALINO

EFFETTI DEL CUNEO SALINO

o Interruzione delle derivazioni irrigue





-  CANALI IRRIGUI CONSORZIALI
-  IMPIANTI IRRIGUI CONSORZIALI
-  OPERE DI PRESA CONSORZIALI

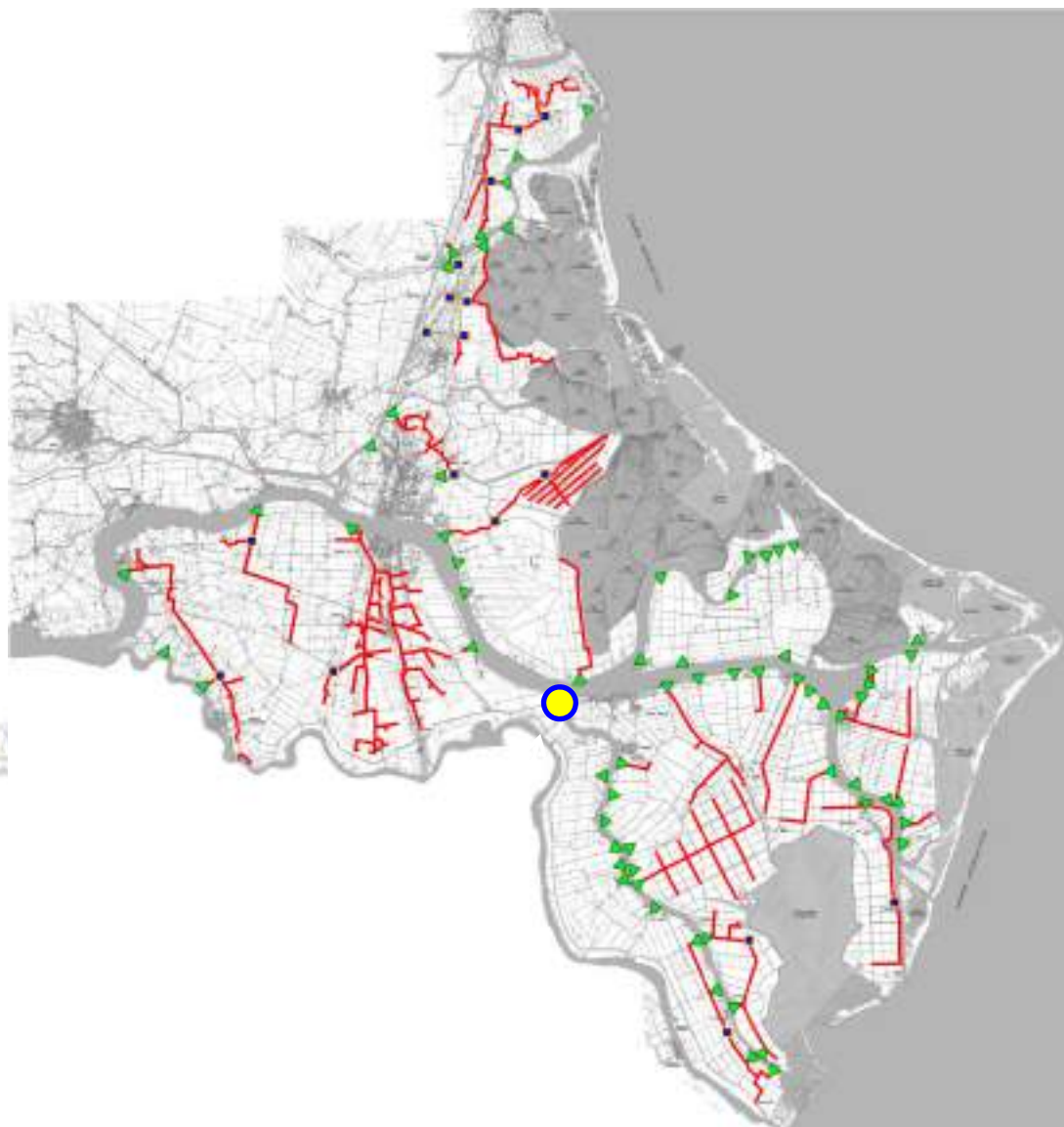
ANNI 2000
oltre 30 Km dalla foce







EFFETTI DEL CUNEO SALINO

- Interruzione delle derivazioni irrigue
- Interruzione degli approvvigionamenti acquedottistici





-  CENTRALE DI POTABILIZZAZIONE 'PONTE MOLO'
-  CANALI IRRIGUI CONSORZIALI
-  IMPIANTI IRRIGUI CONSORZIALI
-  OPERE DI PRESA CONSORZIALI

EFFETTI DEL CUNEO SALINO

- o Interruzione delle derivazioni irrigue
- o Interruzione degli approvvigionamenti acquedottistici
- o Salinizzazione delle falde





BACINO SCARDOVARI



IRRIGUO GIARETTE



CANALE PELLESTRINA

EFFETTI DEL CUNEO SALINO

- Interruzione delle derivazioni irrigue
- Interruzione degli approvvigionamenti acquedottistici
- Salinizzazione delle falde
- Inaridimento delle zone litoranee e microdesertificazioni





EFFETTI DEL CUNEO SALINO

Effetto complessivo:

EMERGENZA AMBIENTALE



RILEVAMENTO DELLE PORTATE DEL FIUME PO A PONTELAGOSCURO

RILEVAMENTO DELLE PORTATE Fiume PO (a Pontelagoscuro)

gg	GIUGNO																				gg										
	2003	2004	2005	2006	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014			2015		2016		2017		2018		2019	
	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s		quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	
1	596	1.186			-4,46	1401	-0,30	4660	-2,66	2300	-3,08	2059	-5,37	863	-4,21	1414	-1,14	4.039	-4,04	1.531	-4,50	1.297	-4,16	1.394	-5,60	758	-1,26	2.134	-2,41	2.383	1
2	663	1.141			-4,88	1156	-0,25	5516	-2,77	2236	-3,10	2047	-5,54	793	-4,45	1595	-1,36	3.120	-4,06	1.526	-4,62	1.238	-3,07		-5,66	735	-1,10	3.243	-3,10	1.974	2
3	691	1.145			-4,96	1112	-0,72	6064	-2,95	2133	-3,33	1919	-5,46	825	-4,62	1214	-1,93	2.752	-4,23	1.433	-4,77	1.166	-2,80		-5,59	762	-0,87	3.403	-3,60	1.696	3
4	669	1.143			-4,24	1637	-0,36	5431	-3,29	1974	-3,65	1798	-4,04	1659	-4,85	1106	-2,24	2.658	-4,36	1.372	-4,94	1.018			-5,60	768	-1,16	3.209	-3,94	1.519	4
5	667	1.185		448	-3,65	1931	-0,33	4874	-3,47	1842	-4,04	1539	-3,64	1694	-4,93	1070	-2,43	2.442	-4,24	1.536	-5,00	985	-2,88	2.079	-5,73	709	-1,69	2.847	-4,19	1.393	5
6	707	1.197		405	-3,91	1752	-0,70	4483	-3,65	1931	-4,13	1492	-3,21	1931	-4,76	1148	-2,67	2.298	-4,31	1.364	-5,07	1.026	-3,09	1.959	-5,74	705	-1,92	2.698	-4,32	1.329	6
7	711	1.163	475	394	-4,24	1536	-1,14	4039	-3,74	1696	-4,39	1361	-2,12	2579	-4,00	1520	-2,87	2.180	-4,42	1.310	-5,16	927	-3,14	1.931	-5,60	758	-2,09	2.590	-4,34	1.319	7
8	703	1.099	484	352	-4,11	1620	-1,22	3961	-3,76	1686	-4,46	1326	-1,58	2924	-3,66	1698	-2,93	2.144	-4,44	1.327	-5,26	886	-3,27	1.859	-5,19	923	-2,11	2.577	-4,17	1.403	8
9	703	1.010	439	330	-3,80	1850	-1,26	3922	-3,41	1875	-4,39	1361	-1,23	3156	-4,04	1499	-3,02	2.039	-4,63	1.233	-5,27	882	-3,46	1.755	-4,42	1.268	-1,71	2.834	-4,14	1.418	9
10	691	911	414	330	-3,21	2205	-1,14	4039	-3,03	2087	-4,24	1536	-1,27	3129	-4,34	1349	-3,05	2.075	-4,81	1.147	-5,18	919	-3,55	1.707	-4,25	1.350	-1,69	2.847	-4,32	1.329	10
11	619	831	403	315	-2,79	2579	-1,21	3970	-3,21	1986	-4,13	1607	-1,55	2977	-4,75	1153	-3,08	2.351	-4,93	1.090	-4,94	1.018			-4,68	1.147	-1,94	2.685	-4,50	1.242	11
12	566	794	378	294	-3,28	2199	-1,33	3854	-3,15	2019	-4,05	1621	-1,63	3892	-4,68	1185	-3,10	2.047	-4,86	1.123	-4,95	1.050	-3,39	1.793	-5,28	886	-2,27	2.477	-4,57	1.209	12
13	540	826	347	288	-3,71	1889	-1,40	3787	-3,03	2087	-3,95	1585	-2,12	2579	-4,24	1399	-3,16	2.014	-4,72	1.247	-4,76	1.133	-3,52	1.723	-5,65	739	-2,65	2.246	-4,46	1.261	13
14	497	959	345	265	-3,74	1868	-1,55	3645	-2,97	2121	-3,76	1686	-2,61	2279	-3,93	1556	-3,20	1.949	-4,34	1.349	-4,82	1.070	-3,47	1.750	-5,93	635	-2,60	2.276	-3,83	1.576	14
15	465	1.056	313	249	-3,78	1841	-1,62	3579	-3,13	2030	-3,73	1701	-3,02	2039	-3,20	1949	-3,21	2205	-4,25	1423	-4,85	1.057	-3,57	1.696	-6,02	603	-2,01	2.640	-3,25	1.890	15
16	465	995	332	236	-3,86	1779	-1,13	4049	-3,25	1963	-3,16	2014	-3,41	1820	-4,00	1520	-3,27	2035	-4,06	1521	-4,26	1.324	-3,45	1.761	-5,80	682	-1,96	2.672	-3,27	1.879	16
17	486	913	328	251	-3,88	1773	-1,54	3654	-3,44	1858	-2,80	2220	-3,75	1636	-4,34	1349	-3,29	1938	-3,54	1.799	-3,18	1.879	-3,15	1.926	-5,73	709	-2,43	2.379	-3,56	1.719	17
18	483	851	509	244	-3,72	1882	-2,01	3225	-3,62	1765	-1,57	2964	-4,20	1457	-4,68	1185	-3,33	1.916	-3,48	1.832	-2,59	2.217			-5,73	709	-2,97	2.059	-3,79	1.597	18
19	497	802	493	226	-2,94	2460	-1,94	3287	-3,64	1750	-1,14	3240	-4,34	1334	-5,21	945	-3,38	1.888	-3,51	1.816	-2,79	2.100	-2,71	2.178	-5,76	697	-3,40	1.817	-4,00	1.488	19
20	515	751	411	255	-3,08	2351	-1,35	3835	-3,64	1750	-0,72	4940	-4,47	1271	-5,49	826	-3,42	1.865	-3,55	1.798	-3,20	1.949	-1,85	2.706	-5,87	657	-3,74	1.634	-4,33	1.329	20
21	516	728	381	244	-3,50	2038	-1,62	3579	-3,62	1765	-1,16	5607	-4,05	1480	-5,65	761	-3,46	1.843	-3,73	1.872	-3,39	1.765	-1,90	2.675	-6,04	595	-3,97	1.515	-4,68	1.158	21
22	526	767	347	224	-3,83	1807	-2,20	3059	-3,46	1847	-1,07	5469	-3,79	1615	-5,80	701	-3,21	1.986	-3,83	1.807	-3,86	1.520	-2,27	2.443	-6,23	544	-4,15	1.424	-4,88	1.067	22
23	483	755	323	236	-4,13	1607	-2,65	2682	-3,32	1924	-0,44	4532	-4,06	1474	-5,95	644	-3,11	2.041	-4,24	1.536	-4,26	1.324	-2,81	2.120	-6,32	514	-4,27	1.365	-4,90	1.058	23
24	455	704	306	236	-4,39	1443	-2,99	2412	-3,25	1963	-0,64	3570	-4,49	1261	-6,04	610	-2,97	2.121	-4,86	1.123	-4,61	1.162	-3,19	1.903	-6,26	534	-4,33	1.335	-4,89	1.062	24
25	424	661	292	238	-4,72	1247	-3,37	2127	-3,53	1809	-1,55	2977	-4,76	1133	-5,99	628	-3,14	2.023	-5,07	1.026	-4,85	1.057			-6,33	511	-4,43	1.287	-4,72	1.190	25
26	388	613	285	232	-4,84	1179	-3,73	1872	-3,97	1575	-1,84	2795	-4,85	1092	-5,96	640	-3,42	1.865	-4,89	1.088	-5,11	947	-3,75	1.601	-6,50	455	-4,55	1.230	-3,96	1.089	26
27	375	594	263	236	-4,99	1096	-4,05	1621	-4,19	1462	-2,93	2144	-4,99	1028	-6,05	606	-3,63	1.750	-4,50	1.256	-5,24	918	-4,03	1.458	-6,43	478	-4,66	1.179	-3,85	911	27
28	382	587	268	244	-5,26	954	-4,24	1537	-4,23	1442	-3,41	1875	-5,24	918	-6,14	572	-3,46	1.843	-4,13	1.454	-5,45	812	-4,18	1.384	-6,16	568	-4,84	1.097	-5,48	812	28
29	414	572	261	236	-5,35	909	-4,46	1403	-4,17	1472	-3,81	1659	-5,48	817	-6,22	544	-3,93	1.556	-3,63	1.750	-5,61	751	-4,12	1.413	-5,99	629	-5,03	1.012	-5,58	772	29
30	486	531	236	234	-5,45	860	-4,56	1344	-4,20	1457	-4,16	1477	-5,63	756	-6,30	495	-4,04	1.531	-3,76	1.679	-5,64	740	-4,52	1.221	-5,65	756	-5,11	978	-5,47	816	30
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31

↑ 5 ↑ 20 ↑ 26

NUMERO DI GIORNI CON PORTATA INFERIORE AI 450 MC/S

RILEVAMENTO DELLE PORTATE DEL FIUME PO A PONTELAGOSCURO

RILEVAMENTO DELLE PORTATE FIUME PO (a Pontelagoscuro)

99	LUGLIO																												99		
	2003	2004	2005	2006	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018			2019	
	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s		quota	mc/s
1	606	495	229	257	-5,77	711	-4,74	1.240	-4,37	1.371	-4,35	1.381	-5,73	716	-6,31	512	-4,14	1.600	-3,83	1.642	-5,79	686	-5,01	1.000	-4,47	1.268	-5,20	939	-5,46	796	1
2	597	498	241	253	-6,09	576	-4,81	1.201	-4,54	1.287	-4,41	1.351	-5,61	764	-6,41	477	-4,52	1.287	-3,42	1.865	-5,81	685	-5,26	894	-3,59	1.714	-5,29	901	-5,49	808	2
3	514	504	229	236	-6,25	514	-4,80	1.206	-4,61	1.253	-4,53	1.380	-5,56	784	-6,48	454	-4,77	1.166	-3,13	2.029	-5,87	679	-5,33	866	-3,56	1.730	-5,29	901	-5,58	772	3
4	472	492	286	246	-6,33	484	-4,78	1.217	-4,53	1.380	-4,54	1.287	-5,64	752	-6,50	447	-4,93	1.090	-3,35	1.905	-6,04	610	-5,46	813	-3,82	1.592	-5,39	860	-5,51	800	4
5	438	483	311	246	-6,33	484	-4,78	1.217	-4,41	1.351	-4,76	1.181	-5,74	712	-6,60	414	-5,06	1.030	-3,73	1.872	-6,05	595	-5,33	866	-4,35	1.326	-5,31	893	-5,37	852	5
6	425	486	284	222	-6,30	495	-4,79	1.212	-4,45	1.331	-4,84	1.143	-5,81	685	-6,26	530	-5,09	1.020	-4,00	1.552	-6,00	612	-5,38	845	-4,94	1.052	-5,03	1.012	-5,27	898	6
7	406	460	279	215	-6,31	491	-4,24	1.537	-4,52	1.297	-4,93	1.101	-5,84	674	-6,22	544	-5,11	1.007	-4,32	1.387	-6,00	612	-5,58	766	-5,50	828	-4,86	1.088	-5,38	852	7
8	374	439	331	257	-6,37	469	-5,05	1.071	-4,40	1.356	-4,87	1.129	-5,89	654	-6,18	558	-5,17	980	-4,38	1.357	-6,02	605	-5,79	686	-5,87	673	-4,65	1.183	-5,61	760	8
9	336	445	387	315	-6,48	430	-5,17	1.008	-4,02	1.549	-5,12	974	-5,89	654	-6,21	548	-5,14	994	-4,31	1.392	-6,14	565	-5,86	660	-6,16	568	-4,76	1.133	-5,70	721	9
10	307	469	506	347	-6,52	416	-4,59	1.326	-4,17	1.472	-5,11	970	-5,92	643	-6,04	610	-5,16	985	-3,29	1.938	-6,15	562	-6,00	610	-6,36	501	-4,98	1.034	-5,75	699	10
11	299	522	518	347	-6,52	416	-4,28	1.513	-4,12	1.498	-5,14	962	-5,96	628	-6,04	610	-5,21	931	-1,79	2.840	-6,23	546	-6,08	581	-6,33	511	-5,20	939	-5,77	706	11
12	286	740	525	325	-6,63	379	-4,46	1.403	-4,15	1.482	-5,21	931	-5,97	624	-6,27	526	-5,24	949	-1,86	2.796	-6,29	517	-6,08	581	-6,47	465	-5,29	902	-5,81	683	12
13	278	896	531	297	-6,60	389	-4,61	1.314	-4,20	1.457	-5,25	914	-5,89	654	-6,33	505	-5,08	1.021	-2,49	2.406	-6,39	486	-6,19	544	-6,45	471	-5,25	918	-5,91	646	13
14	280	931	574	263	-6,56	403	-4,82	1.195	-4,44	1.336	-5,28	901	-5,88	658	-6,26	530	-5,00	1.060	-2,94	2.139	-6,42	476	-6,25	523	-6,29	524	-5,26	914	-5,96	627	14
15	284	840	515	259	-6,64	376	-4,81	1.201	-4,74	1.190	-5,32	884	-5,93	639	-6,16	566	-4,99	1.063	-3,18	2.001	-6,46	464	-5,96	624	-6,15	572	-5,33	885	-6,04	599	15
16	280	708	460	249	-6,75	341	-4,02	1.678	-5,00	1.060	-5,31	929	-5,00	1.060	-6,17	562	-4,95	1.081	-3,46	1.843	-6,52	446	-5,54	782	-6,19	558	-5,45	836	-5,91	646	16
17	271	601	409	226	-6,69	360	-3,23	2.230	-5,25	960	-5,35	909	-4,59	1.213	-6,23	546	-5,08	1.021	-3,77	1.674	-6,55	437	-5,51	793	-6,22	548	-5,37	868	-5,65	745	17
18	264	525	348	238	-6,74	344	-3,34	2.149	-5,25	960	-5,38	859	-4,60	1.208	-6,25	533	-5,17	980	-4,29	1.402	-6,53	436	-5,78	690	-6,21	551	-5,26	914	-5,30	885	18
19	257	487	323	230	-6,81	323	-3,73	1.872	-5,29	930	-5,52	800	-4,86	1.087	-6,31	498	-5,25	944	-4,38	1.357	-6,49	455	-5,96	624	-6,32	514	-5,29	902	-4,71	1.144	19
20	253	456	293	211	-6,84	314	-3,92	1.744	-5,00	1.060	-5,57	780	-4,96	1.042	-6,53	436	-5,14	994	-4,73	1.185	-6,57	431	-6,13	564	-6,49	458	-5,31	893	-4,93	1.045	20
21	263	423	284	189	-6,84	313	-4,91	1.322	-4,91	1.322	-4,91	744	-4,59	1.213	-6,55	430	-4,78	1.161	-4,09	1.104	-6,53	443	-6,26	520	-6,58	430	-5,46	832	-5,30	885	21
22	275	390	293	189	-6,91	322	-4,91	1.322	-4,91	1.322	-4,91	720	-4,59	1.213	-6,58	420	-4,49	1.302	-4,95	1.081	-6,54	382	-6,35	490	-6,60	424	-5,59	780	-5,57	776	22
23	260	374	304	189	-6,93	287	-4,91	1.322	-4,91	1.322	-4,91	716	-4,59	1.213	-6,60	413	-4,68	1.209	-4,78	1.161	-6,57	366	-6,34	494	-6,60	424	-5,27	922	-5,80	687	23
24	255	394	295	193	-6,85	311	-4,68	1.274	-4,61	1.253	-5,74	713	-4,59	1.213	-6,53	436	-4,94	1.086	-4,62	1.238	-6,60	363	-6,36	487	-6,59	426	-4,84	1.110	-5,96	628	24
25	265	498	279	206	-6,86	308	-4,79	1.212	-4,74	1.240	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,53	436	-5,18	976	-4,51	1.292	-6,58	420	-6,35	490	-6,39	490	-4,85	1.106	-6,13	567	25
26	337	698	284	217	-6,92	290	-5,05	1.071	-4,93	1.100	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,56	427	-5,33	908	-4,29	1.402	-6,52	388	-5,94	631	-6,34	507	-6,15	560	-6,13	567	26
27	438	870	268	204	-6,89	299	-5,26	973	-5,22	968	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,62	407	-5,35	909	-4,15	1.469	-6,48	401	-5,81	679	-6,33	510	-5,31	893	-6,12	571	27
28	473	842	257	202	-6,80	326	-5,49	850	-5,31	927	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,65	398	-5,37	891	-3,12	2.035	-6,34	449	-5,96	624	-6,33	510	-5,91	646	-5,91	646	28
29	456	746	241	217	-6,77	335	-5,63	794	-5,46	862	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,68	388	-5,57	805	-2,54	2.376	-6,35	445	-5,97	620	-6,40	487	-5,58	772	-5,58	772	29
30	412	677	237	253	-6,81	323	-5,79	713	-5,58	811	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,68	388	-5,62	784	-2,85	2.191	-6,42	422	-5,77	694	-6,44	474	-5,45	824	-5,45	824	30
31	419	615	233	239	-6,75	341	-5,87	679	-5,67	773	-5,75	709	-4,59	1.213	-6,70	382	-5,62	784	-2,68	2.292	-6,47	405	-5,59	762	-6,47	465	-5,61	764	-5,46	820	31

189m³/s

↑ 25
↑ 6
↑ 23
↑ 31
↑ 23

↑ 14

↑ 15

↑ 4

NUMERO DI GIORNI CON PORTATA INFERIORE AI 450 MC/S

RILEVAMENTO DELLE PORTATE DEL FIUME PO A PONTELAGOSCURO

RILEVAMENTO DELLE PORTATE FIUME PO (a Pontelagoscuro)

99	AGOSTO																				99											
	2003	2004	2005	2006	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014			2015		2016		2017		2018		2019		
	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	mc/s	quota	
1	443	572	325	235	-4,77	335	-5,85	675	-5,65	781	-5,56	784		-6,48	388	-5,40	878	-1,54	3.002	-6,44	413	-5,66	735	-6,22	545	-5,72	712	-5,60	764	1		
2	447	534	249	231	-4,80	326	-5,79	730	-5,65	781	-5,62	760		-6,75	366	-5,36	871	-1,65	2.991	-6,62	422	-5,71	716	-6,20	555	-5,85	680	-5,77	805	2		
3	462	505	244	231	-4,78	320	-5,73	740	-5,70	760	-5,61	764		-6,74	369	-5,32	884	-1,92	2.798	-6,32	456	-5,22	911	-6,23	544	-5,95	643	-5,80	699	3		
4	450	496	253	275	-6,77	335	-5,78	718	-5,67	773	-5,76	705		-6,75	366	-5,33	908	-2,42	2.448	-6,22	490	-5,16	936	-6,23	545	-5,95	643	-5,75	706	4		
5	400	494	294	326	-6,77	335	-5,65	781	-5,66	777	-5,82	681		-6,76	363	-5,48	844	-2,25	2.552	-6,21	494	-5,16	936	-6,27	531	-5,96	630	-5,73	714	5		
6	363	501	496	440	-6,73	347	-5,59	804	-5,60	799	-5,32	884		-6,68	388	-5,56	809	-1,65	2.931	-6,26	476	-5,28	886	-6,30	521	-6,01	612	-5,82	680	6		
7	338	551	540	398	-6,74	344	-5,73	740	-5,59	804	-4,93	1.101		-6,64	401	-5,68	759	-1,66	2.924	-6,33	452	-5,24	903	-6,40	487			-5,97	624	7		
8	319	669	434	356	-6,87	304	-5,78	718	-5,55	822	-4,54	1.237	-6,09	583	-6,68	388	-5,79	714	-2,22	2.571	-6,33	452	-4,92	1.039	-6,39	491			-6,08	585	8	
9	303	724	386	323	-6,78	332	-5,60	799	-5,49	549	-4,68	1.170	-5,85	673	-6,66	394	-5,83	697	-2,87	2.180	-6,40	428	-5,03	992	-6,35	504	-6,05	607	-6,08	585	9	
10	295	686	352	302	-6,79	329	-5,58	808	-5,58	811	-4,97	1.037	-5,75	712	-6,44	467			-3,07	2.010	-6,40	428	-5,35	858	-6,39	491	-5,99	629	-5,67	749	10	
11	307	685	318	277	-6,55	406	-5,68	763	-5,40	888	-5,23	923	-5,48	821	-6,48	554			-3,50	1.821	-6,34	449	-5,54	782	-6,47	465	-5,85	680	-5,70	745	11	
12	324	692	325	318	-5,98	621	-5,71	749	-5,02	1.058	-5,33	880	-5,52	800	-6,52	440			-3,68	1.723	-6,13	522	-5,42	829	-6,33	511	-5,76	697	-5,89	665	12	
13	308	672	360	392	-5,85	676	-5,88	675	-4,89	1.119	-5,44	834	-5,35	909	-6,56	427			-3,83	1.642	-5,64	709	-5,27	890	-6,02	618	-5,67	731	-6,00	610	13	
14	293	717	394	390	-6,02	605	-5,94	650	-4,93	1.100	-4,84	1.143	-5,64	752	-6,54	434			-3,62	1.719	-5,40	808	-5,34	861	-5,95	643	-5,57	770	-6,05	596	14	
15	296	751	408	400	-6,19	537	-5,89	671	-5,00	1.060	-4,28	1.364	-5,67	744	-6,56	427			-3,39	1.882	-5,45	812	-5,48	805	-5,75	718	-5,46	813	-5,91	643	15	
16	327	697	394	423	-6,30	495	-5,75	727	-5,03	1.054	-4,02	1.495	-5,68	740	-6,54	434			-3,10	2.046	-5,66	700	-5,57	769	-5,86	677	-5,40	856	-5,67	737	16	
17	356	631	384	420	-6,36	473	-5,46	865	-5,19	981	-2,63	2.267	-5,71	728	-6,51	444			-3,03	2.087	-5,69	689	-5,66	735	-5,99	629	-5,36	853	-5,62	768	17	
18	365	562	386	472	-6,45	441	-5,25	967	-5,29	930	-1,45	3.010	-5,80	692	-6,52	440			-2,71	2.274	-5,43	795	-5,73	708	-6,19	558	-5,41	833	-5,69	733	18	
19	365	515	363	622	-6,48	430	-4,93	1.135	-5,55	822	-1,93	2.699	-5,91	650	-6,56	427			-2,52	2.388	-4,88	1.036	-5,75	701	-6,18	562	-5,53	804	-5,85	676	19	
20	354	496	352	654	-6,55	406	-5,05	1.071	-5,60	799	-2,74	2.202	-5,91	650	-6,60	414	-5,41	876	-2,84	2.197	-4,71	1.115	-5,69	723	-6,28	527	-5,65	705	-5,89	654	20	
21	364	497	355	721	-6,44	444	-5,27	957	-5,65	781	-3,15	2.019	-5,95	635	-6,58	420	-5,40	878	-2,94	2.139	-4,97	995	-5,66	735	-6,24	541	-5,75	701	-5,98	621	21	
22	403	528	408	753	-6,36	473	-5,47	860	-5,60	799	-3,78	1.620	-6,03	605	-6,58	420	-5,48	844	-2,76	2.244	-5,00	985	-5,64	743	-6,20	555	-5,80	646	-6,02	606	22	
23	406	582	484	714	-6,09	576	-5,49	850	-5,60	799	-4,10	1.454	-6,01	612	-6,57	424	-5,49	839			-5,08	945	-5,53	786	-6,18	562	-5,88	669	-5,95	632	23	
24	440	712	563	662	-5,48	845	-5,55	822	-5,58	811	-4,28	1.364	-6,04	601	-6,54	434	-5,42	870			-5,29	854	-5,60	758	-6,20	555	-5,87	657	-5,77	699	24	
25	457	722	601	629		1.195	-5,57	813	-5,55	823	-4,50	1.256	-6,04	601	-6,51	444	-5,48	844			-5,35	829	-5,67	731	-6,19	558	-5,77	694	-5,52	796	25	
26	457	691	587	608		1.207	-5,57	813	-5,60	799	-4,66	1.180	-6,04	601	-6,42	474	-5,42	870			-5,38	816	-5,76	697	-6,15	572	-5,63	747	-5,42	836	26	
27	456	701	577	640		1.026	-5,69	758	-5,58	811	-4,78	1.124	-5,89	671	-6,35	498	-5,04	1.039			-5,20	893	-5,75	701	-6,16	568	-5,44	844	-5,41	840	27	
28	483	743	570	622		939	-5,75	727	-5,50	850	-4,80	1.206	-5,86	669	-6,26	530	-4,94	1.086			-4,92	1.018	-5,77	694	-6,21	551	-5,08	970	-5,42	788	28	
29	498	761	618	629		788	-5,75	727	-5,19	981	-4,88	1.078	-5,86	669	-6,17	562	-4,78	1.161			-4,95	1.050	-5,83	671	-6,17	565	-5,21	935	-5,40	756	29	
30	502	712	796	626		765	-5,71	749	-5,15	1.000	-4,99	1.028	-5,73	720	-6,05	606	-4,81	1.125			-5,06	955	-5,79	686	-6,23	544	-5,33	885	-5,61	768	30	
31	507	667	963	629		-5,69	747	-5,66	764	-5,04	1.050	-4,97	1.037	-5,73	720	-5,95	644	-4,70	1.200			-5,16	911	-5,72	712	-6,18	562	-5,43	844	-5,38	861	31

↑
23

↑
20

↑
17

↑
15

↑
23

↑
5

NUMERO DI GIORNI CON PORTATA INFERIORE AI 450 MC/S

SITUAZIONE ATTUALE

20.000 ha

**AREA SOFFERENTE PER LA
RISALITA' DEL CUNEO SALINO
PER Q TRA 250 E 350 m³/s**



SITUAZIONE ATTUALE

30.000 ha



**AREA SOFFERENTE PER LA
RISALITA DEL CUNEO SALINO
PER Q TRA 250 E 350 m³/s**



**AREA SOFFERENTE PER LA
RISALITA DEL CUNEO SALINO
PER Q TRA 180 E 200 m³/s**



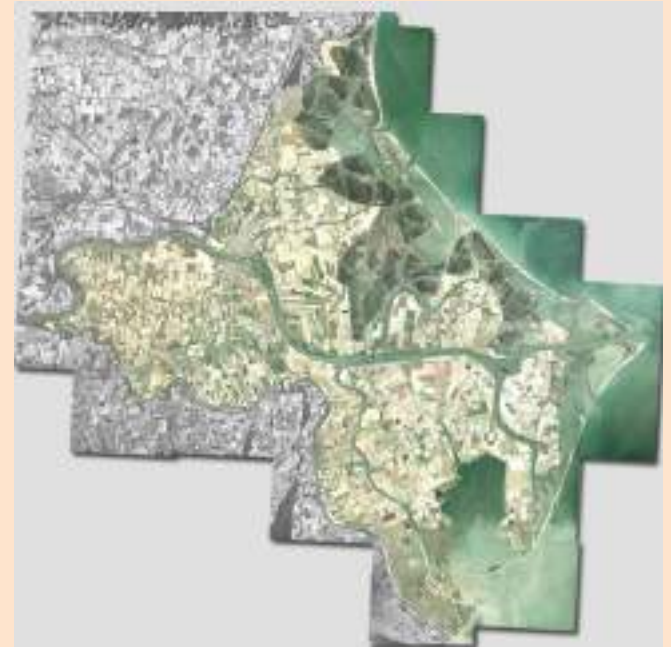


I RIMEDI E LE AZIONI DA ATTUARE

GENERALI



LOCALI



AZIONI DI CARATTERE GENERALE:

AZIONI DI CARATTERE GENERALE:

- **Costruzione di bacini di accumulo montani**

AZIONI DI CARATTERE GENERALE:

- **Costruzione di bacini di accumulo montani**
- **Aumento dei rilasci d'acqua dagli invasi idroelettrici;**

AZIONI DI CARATTERE GENERALE:

- **Costruzione di bacini di accumulo montani**
- **Aumento dei rilasci d'acqua dagli invasi idroelettrici;**
- **Aumento dei rilasci d'acqua dai laghi;**

AZIONI DI CARATTERE GENERALE:

- **Costruzione di bacini di accumulo montani**
- **Aumento dei rilasci d'acqua dagli invasi idroelettrici;**
- **Aumento dei rilasci d'acqua dai laghi;**
- **Riduzione dei prelievi a valle dei laghi e degli invasi;**

***Garantire a Pontelagoscuro
una portata non inferiore a 450 m³/s***



AZIONI DI CARATTERE LOCALE:

AZIONI DI CARATTERE LOCALE:

a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali

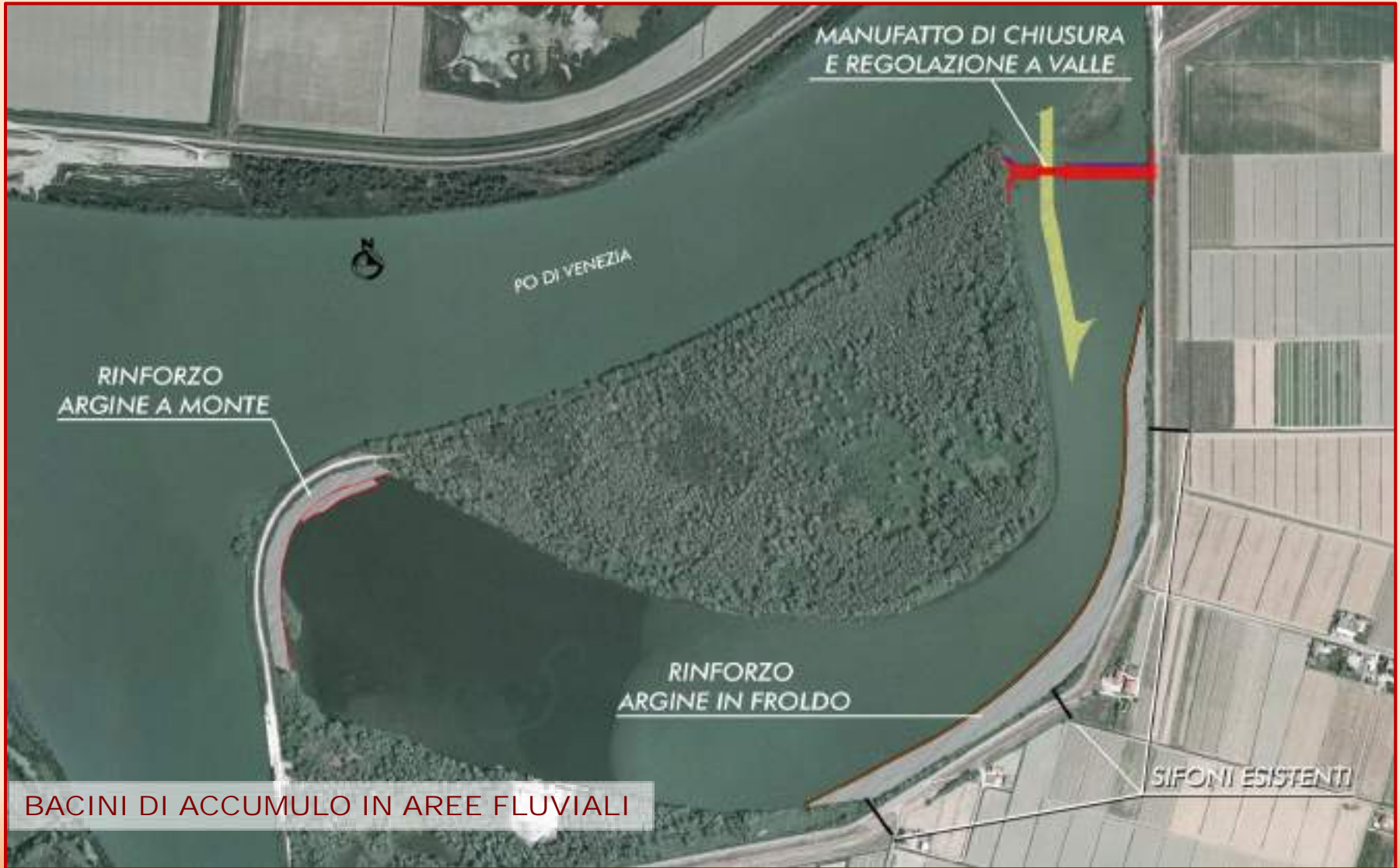


BACINI DI ACCUMULO IN AREE FLUVIALI



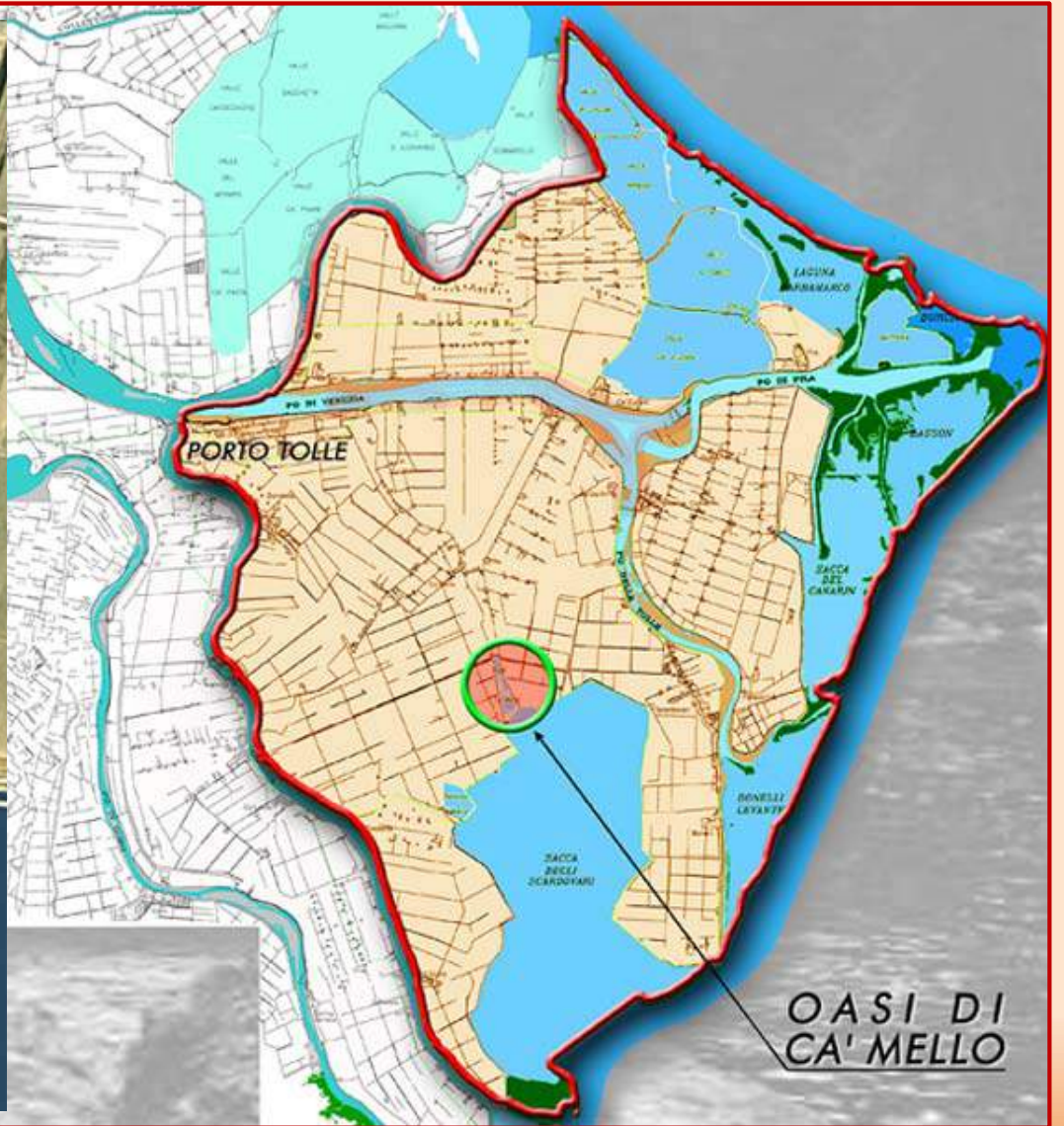
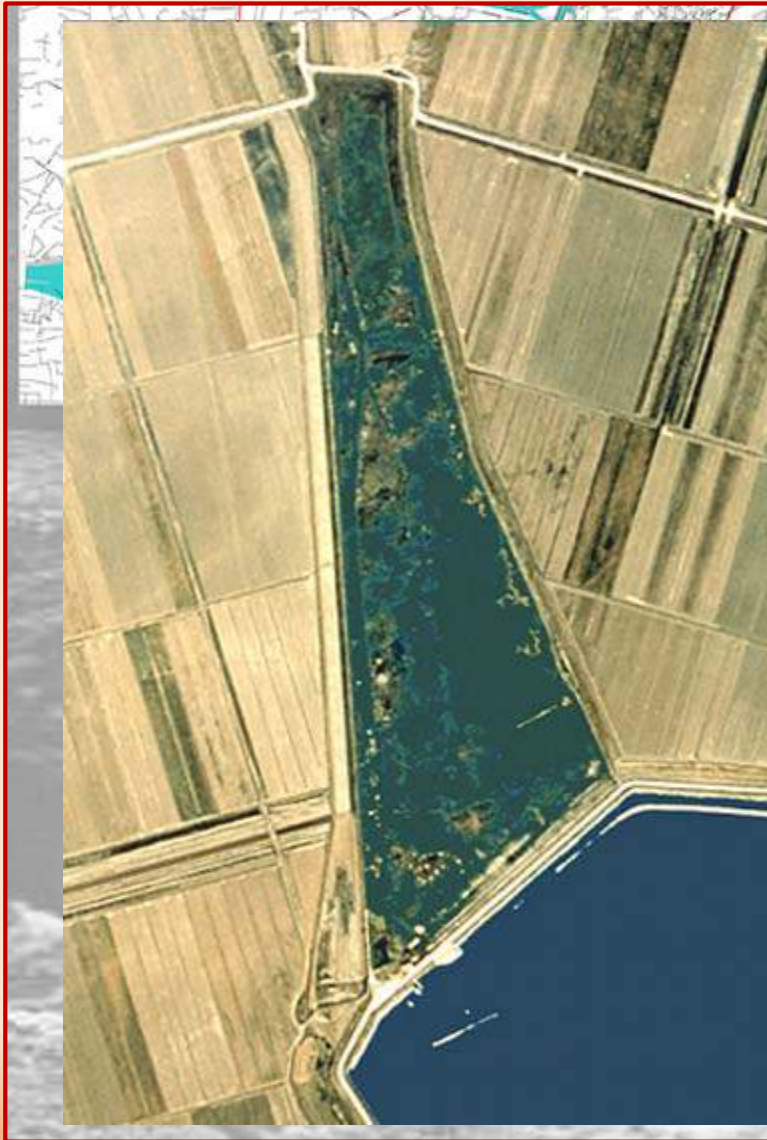
**CAPACITÀ D'INVASO DI
1.000.000 DI M³ D'ACQUA**

BACINI DI ACCUMULO IN AREE FLUVIALI



AZIONI DI CARATTERE LOCALE:

- a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali**
- b) Realizzazione di bacini di accumulo in aree umide residuali**



OASI DI
CA' MELLO





AZIONI DI CARATTERE LOCALE:

- a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali**
- b) Realizzazione di bacini di accumulo in aree umide residuali**
- c) Utilizzo acque di bonifica**





AZIONI DI CARATTERE LOCALE:

- a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali**
- b) Realizzazione di bacini di accumulo in aree umide residuali**
- c) Utilizzo acque di bonifica**
- d) Adeguamento barriere antisale**

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE



REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

GARANZIE

- *IL REGOLARE DEFLUSSO DELLE ACQUE E L'EQUILIBRIO DEL FONDO DEL FIUME*

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

GARANZIE

- *IL REGOLARE DEFLUSSO DELLE ACQUE E L'EQUILIBRIO DEL FONDO DEL FIUME*
- *LA NAVIGAZIONE*

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

GARANZIE

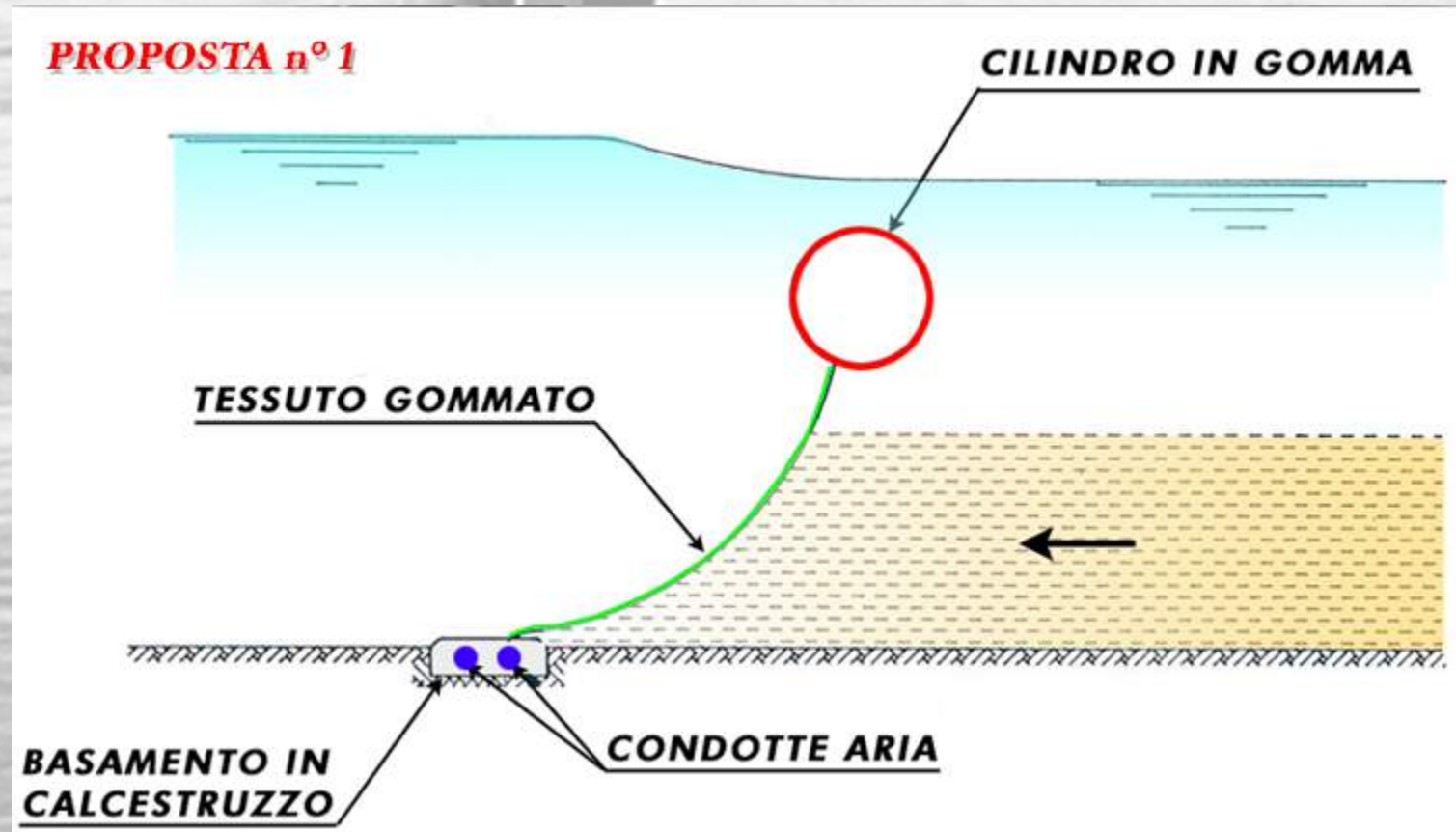
- *IL REGOLARE DEFLUSSO DELLE ACQUE E L'EQUILIBRIO DEL FONDO DEL FIUME*
- *LA NAVIGAZIONE*
- *IL FLUSSO MIGRATORIO DELLE SPECIE ITTICHE*

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

GARANZIE

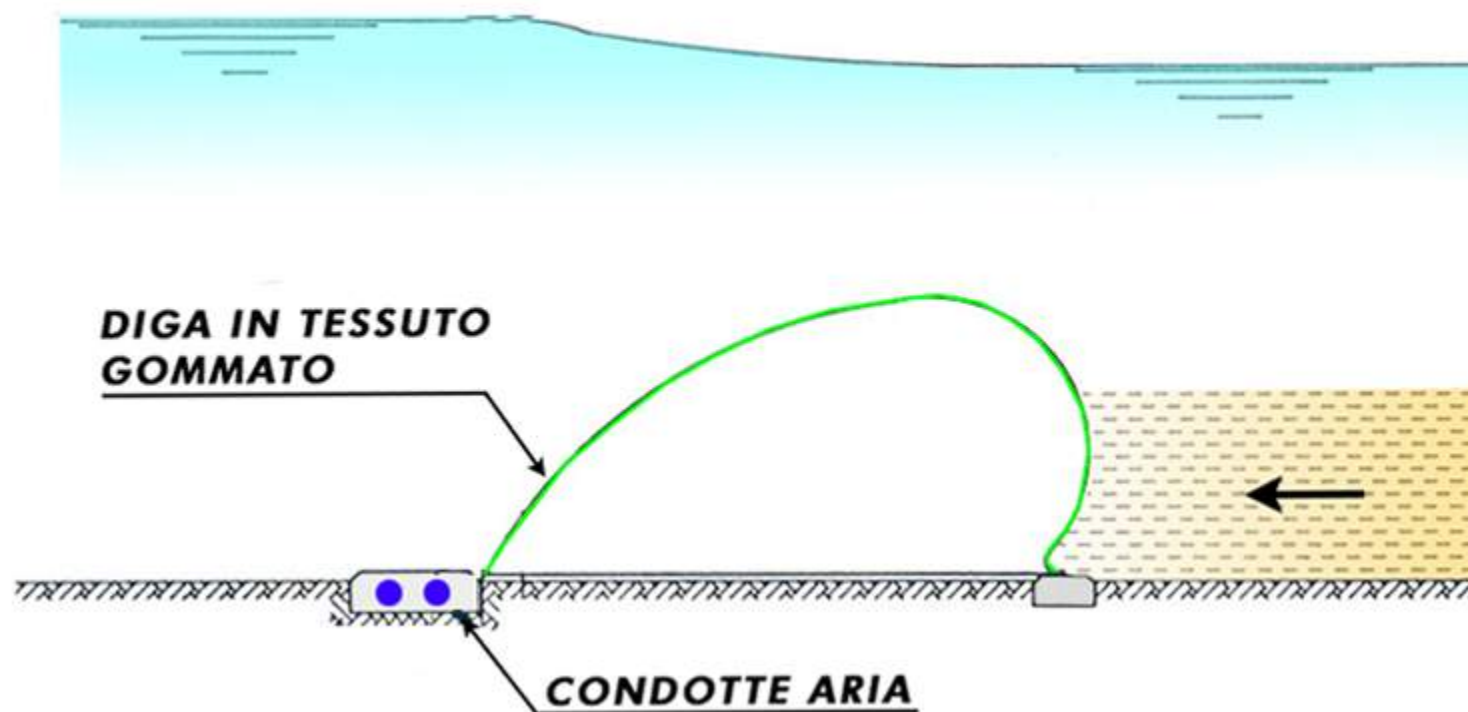
- *IL REGOLARE DEFLUSSO DELLE ACQUE E L'EQUILIBRIO DEL FONDO DEL FIUME*
- *LA NAVIGAZIONE*
- *IL FLUSSO MIGRATORIO DELLE SPECIE ITTICHE*
- *LA TOTALE MOBILITÀ DELLA STRUTTURA*

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE



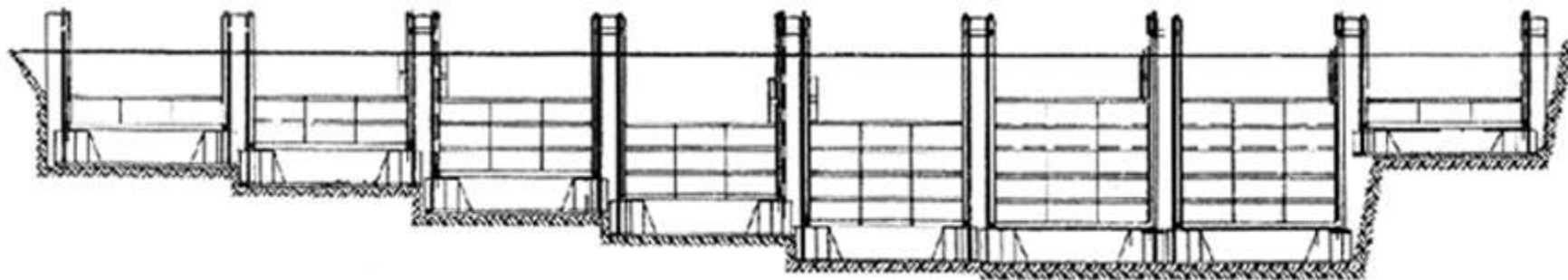
REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

PROPOSTA n° 2

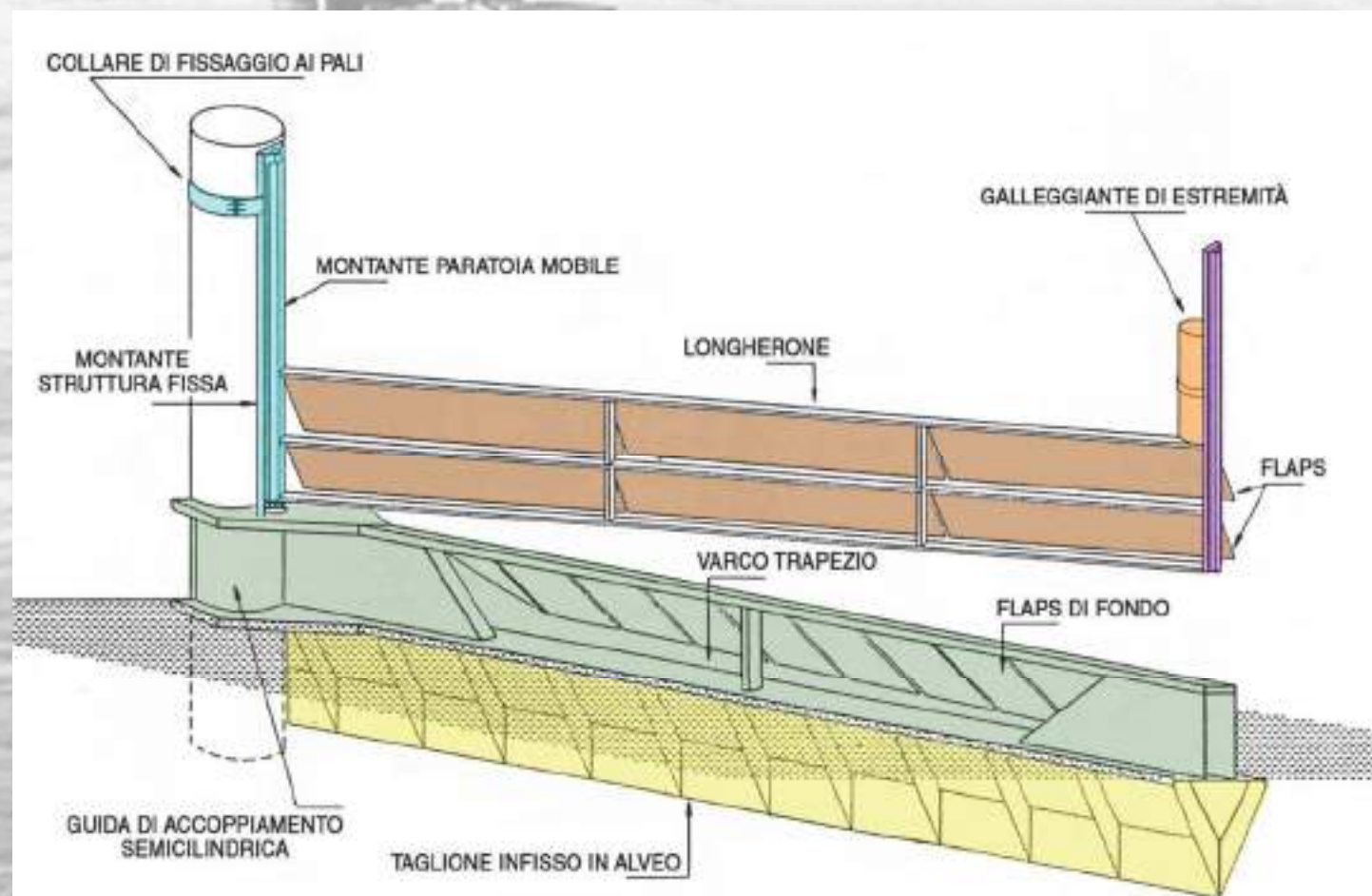


REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

PROPOSTA n° 3

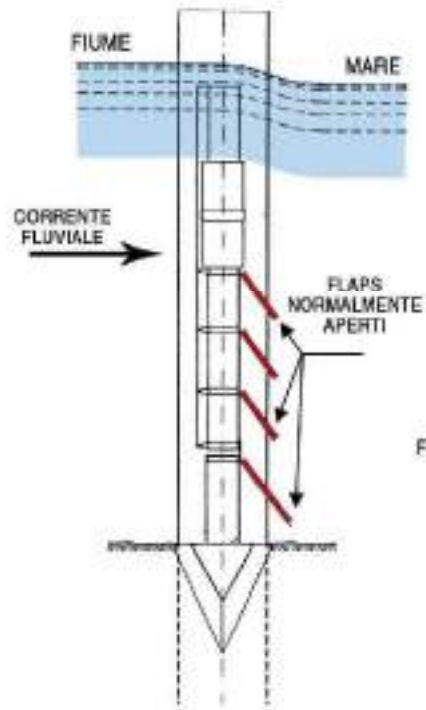


REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

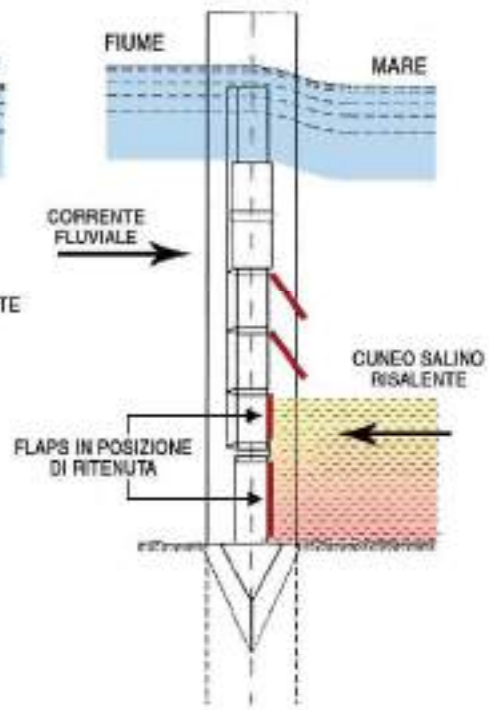


REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

FLUSSO NORMALE
DA FIUME A MARE



CONDIZIONI DI RITNUTA
DEL CUNEO SALINO



REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE



REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

Curve dei valori del cuneo salino



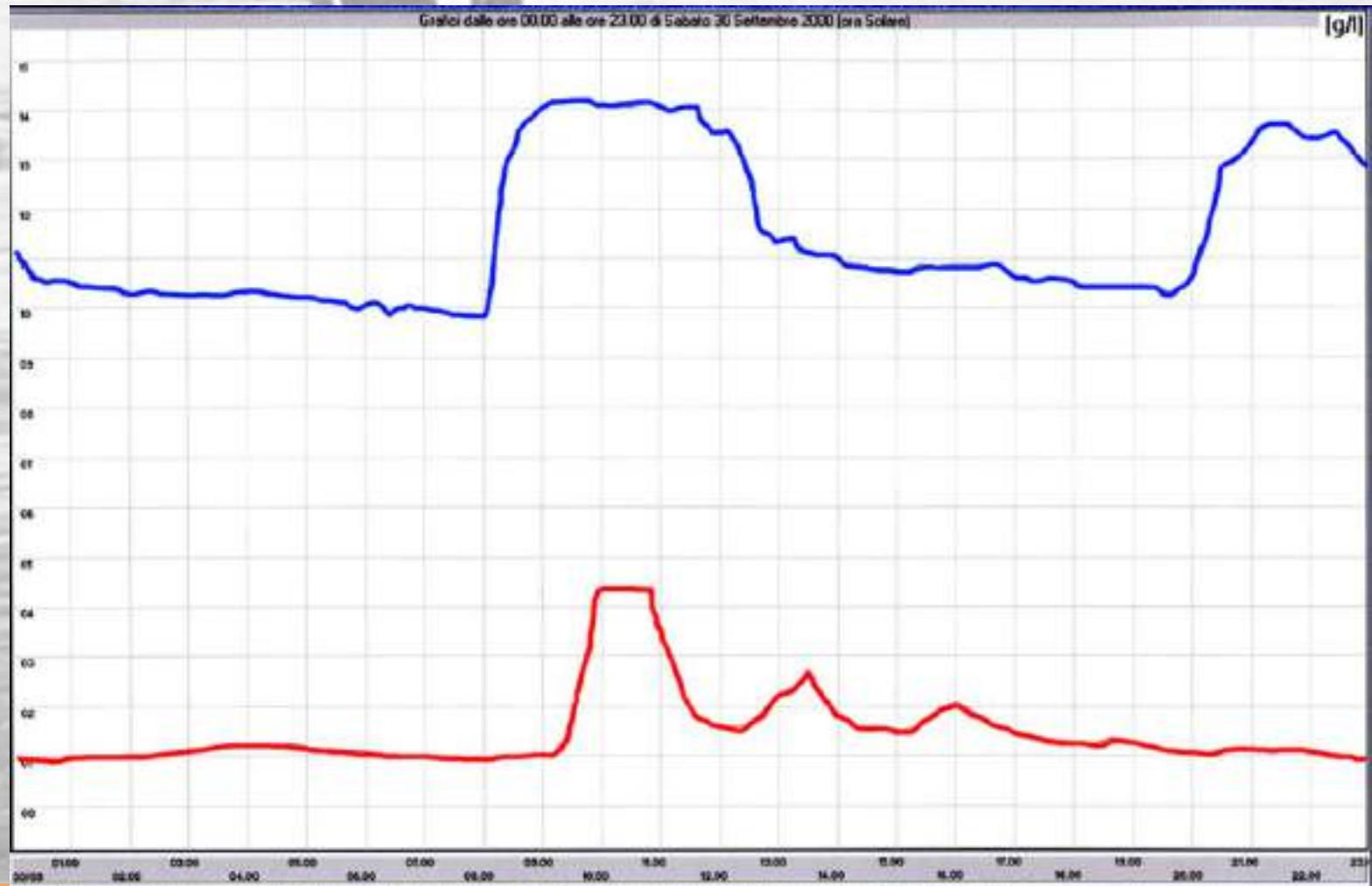
*a monte dello sbarramento
chiuso*

Curve dei valori del cuneo salino

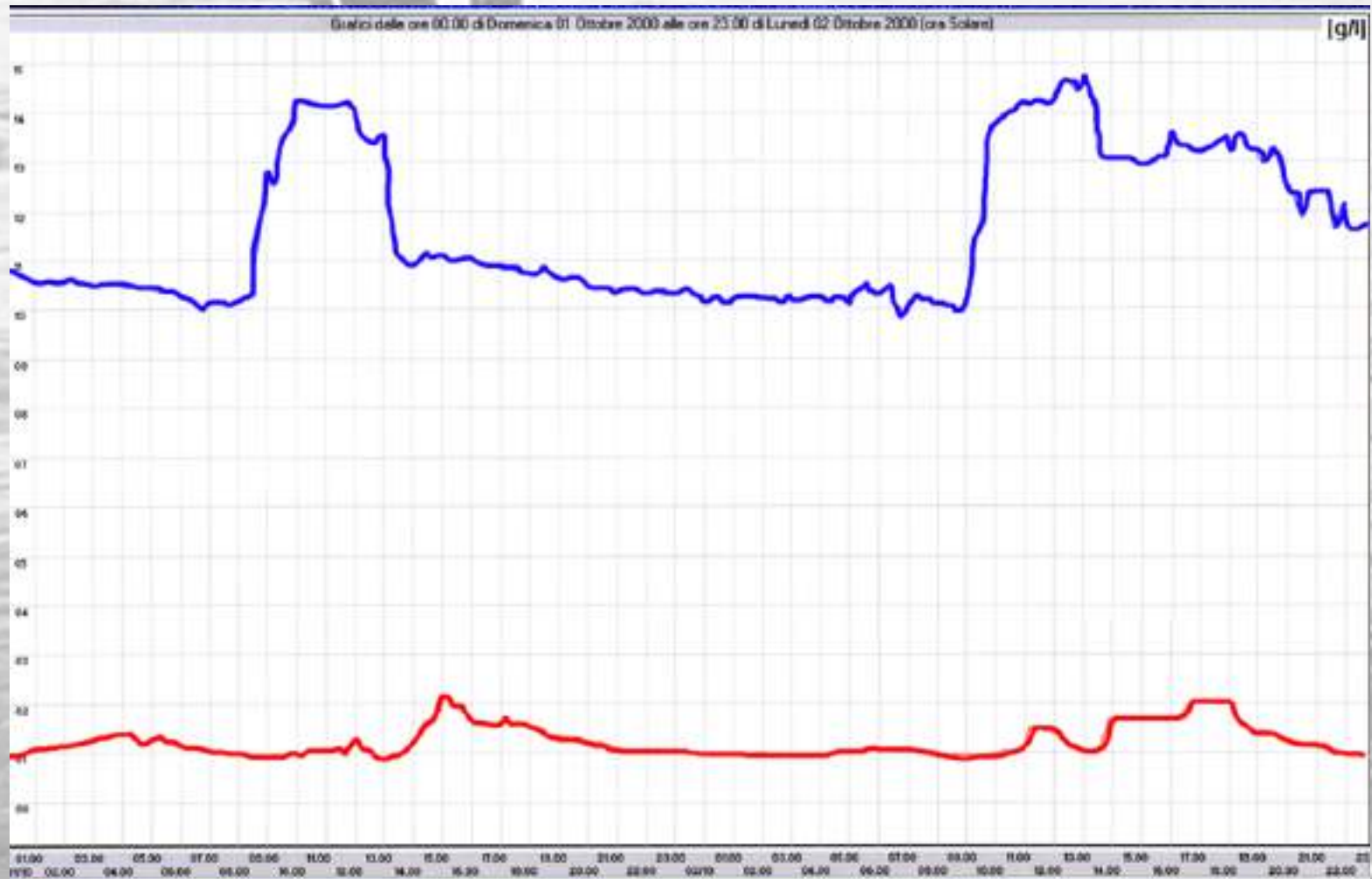


a valle dello sbarramento

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE



REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE





**LA FASE DI GESTIONE DEGLI SBARRAMENTI
“MOBILI” HA DIMOSTRATO CHE :**

PROLIFERAZIONE DI MITILI





ACCUMULO DI MATERIALE GALLEGGIANTE

DANNI CAUSATI DA CORPI SEMIGALLEGGIANTI





DANNI CAUSATI DA NATANTI



**LA FASE DI GESTIONE DEGLI SBARRAMENTI
“MOBILI” HA DIMOSTRATO CHE :**

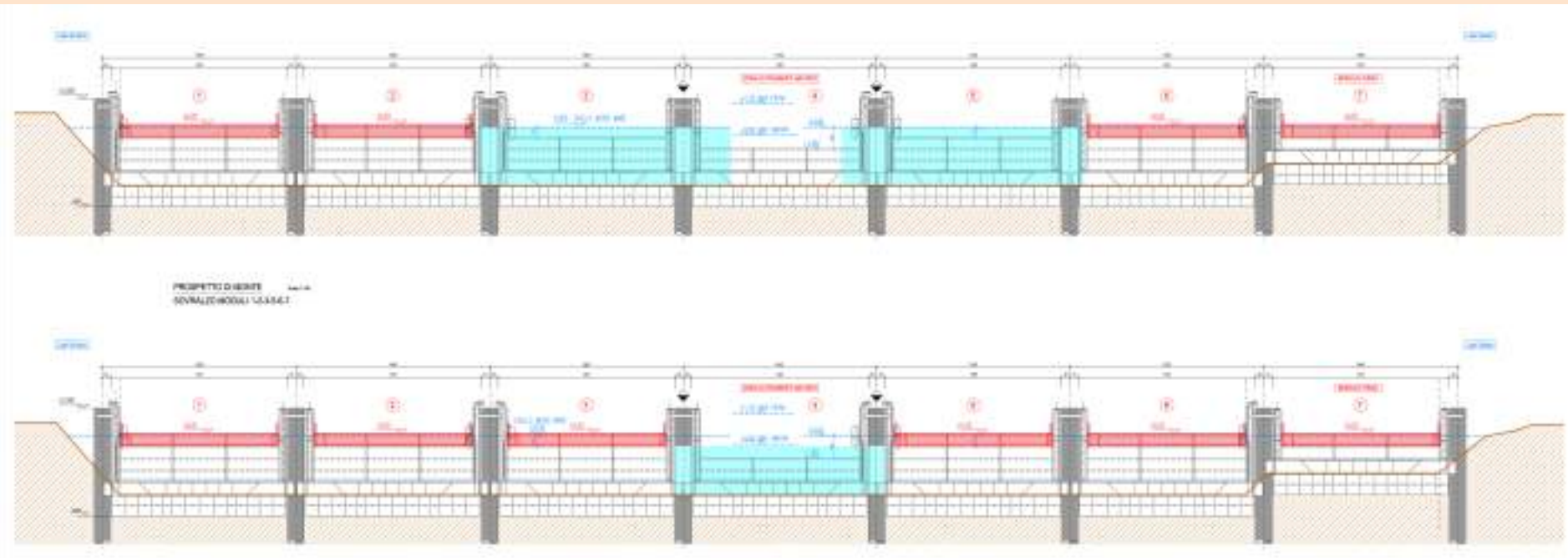
- **IL CONTENIMENTO DEL CUNEO SALINO E’
EFFICACE PER PORTATE NON INFERIORI A
450 m³/s A PONTELAGOSCURO**



MONTE

VALLE

1° RIALZO DELLA STRUTTURA





MONTE

VALLE



MONTE

VALLE

MONTE

VALLE





AZIONI DI CARATTERE LOCALE:

- a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali**
- b) Realizzazione di bacini di accumulo in aree umide residuali**
- c) Utilizzo acque di bonifica**
- d) Adeguamento barriere antisale**
- e) Realizzazione di barriere antisale di nuova concezione**

PROGETTO PER LA
REALIZZAZIONE DI UNA
BARRIERA ANTISALE
INNOVATIVA SUL *PO DI PILA*



Modello 2D dei rami del Delta del Po
8500 nodi - 15000 maglie
aggiornamento 2011

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ATTI DEI CONVEGNI LINCEI
279

XII GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA
IL BACINO DEL PO
(ROMA, 22 marzo 2012)

ESTRATTO



ROMA 2014
SCIENZE E LETTERE
EDITORI COMMERCIALI



**NUOVA BARRIERA ANTISALE
PO DI PILA ?**

NUOVA BARRIERA ANTISALE SUL FIUME PO DI PILA?



Condizioni al contorno:

- Portata costante nel Po a monte dell'incile del Po di Goro
- Livello alla foce di ciascun ramo variabile nel tempo, secondo l'andamento di una marea reale (registrazione del giugno 2010)
- Le simulazioni sono state estese per una durata di 10 giorni estraendo i risultati ogni 0.5 ore

Simulazioni effettuate

- Diverse portate a monte: 200 – 400 - 600 - 800 m³/s
- Scenario 1 – Stato di fatto
- Scenario 2 – Realizzazione di uno sbarramento nel Po di Pila a monte dell'incile della Busa di Scirocco

Ripartizione delle portate tra i rami del Delta del Po

Da «IL DELTA DEL PO E L'OFFICIOSITA' IDRAULICA DI RAMI E BOCCHE A MARE – STATO DELL'ARTE DEGLI STUDI E DELLE CONOSCENZE»
Zasso M., Saccardo I., Mantovani G., Matticchio B., Agnetti A., Pecora S., Settin T.

DATA	Po di Goro (S0)		Po di Venezia (S1)		Po di Gnocca (S2)		Po di Maistra (S3)		Po di Tolle (S4)		Po di Pila (S4b)		Pontelagoscuro
	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s
14 Sept 2002	542	23.5	1782	76.5	338	14.7	77	3.3	390	16.9	954	40.5	2300
30 May 2007	34	5.2	623	94.8	74	11.2	9	1.4	103	15.7	437	66.6	657
27 Nov 2007	282	11.6	2160	88.4	387	15.9	102	4.2	892	20.3	1158	47.8	2422
22 June 2010	668	13.8	4093	84.4	743	15.3	208	4.3	1037	21.4	2193	45.2	4936
6 Nov 2010	655	13.6	4139	86.3	789	16.45	215	4.5	993	20.7	2141	44.7	5102
11 Nov 2011*	748	13.5	4785	86.5									5803
media		13.54		86.08		14.71		3.54		18.675		48.96	

Modello 2D ad elementi finiti - Ripartizione delle portate tra i rami del Delta del Po

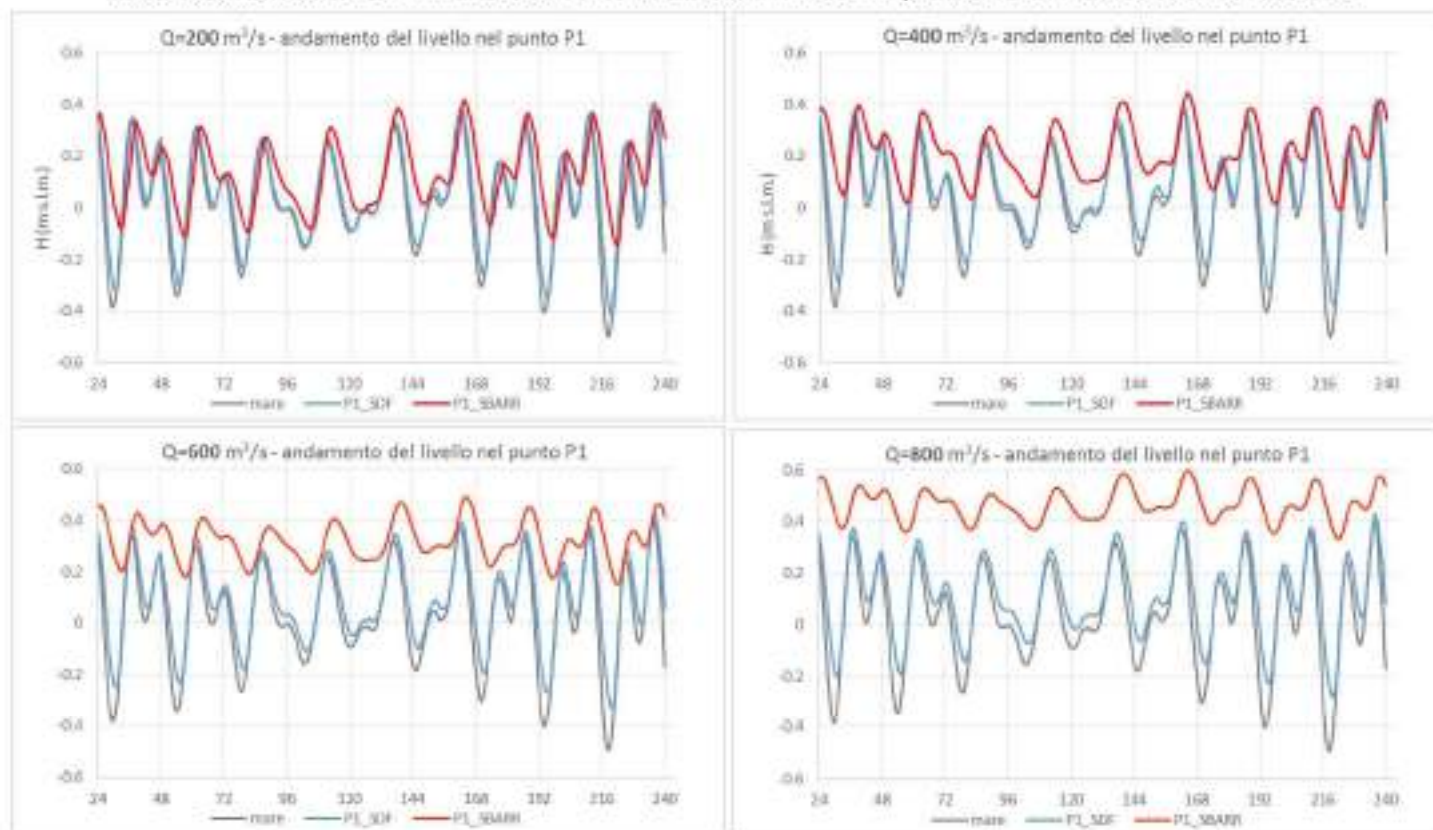
Simulazioni a moto vario con diverse portate a monte e marea reale alla foce. I valori calcolati sono la media di 10 giorni di simulazione

	Po di Goro (S0)		Po di Venezia (S1)		Po di Gnocca (S2)		Po di Maistra (S3)		Po di Tolle (S4)		Po di Pila (S4b)		Pontelagoscuro
	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s
Stato di fatto	95.57	11.95	704.29	88.04	138.45	17.31	26.22	3.28	161.32	20.14	381.61	47.70	800.00
	68.02	11.50	530.80	88.47	102.81	17.14	20.58	3.43	121.35	20.19	290.54	48.42	600.00
	43.20	10.80	356.60	89.15	65.24	16.31	15.28	3.82	79.68	19.92	202.08	50.52	400.00
	19.42	9.71	180.32	90.16	28.94	14.47	9.56	4.78	37.57	18.79	110.55	55.27	200.00
		10.99		88.95		16.31		3.83		19.76		50.48	media
Sbarramento	58.84	12.35	701.06	87.63	262.32	32.79	52.83	6.60	385.98	48.25	-0.01	0.00	800.00
	70.95	11.83	528.93	88.16	199.33	33.22	38.77	6.46	291.39	48.53	-0.01	0.00	600.00
	44.36	11.09	355.42	88.85	135.19	33.80	25.78	6.44	195.09	48.77	0.01	0.00	400.00
	19.83	9.91	179.78	89.89	67.09	33.54	14.32	7.16	99.92	49.96	-0.01	-0.01	200.00
		11.30		88.63		33.34		6.67		48.88		0.00	media

Commenti

- Nello scenario Stato di fatto il modello riproduce abbastanza bene la ripartizione della portata del Po tra i diversi rami, valutata in base ai dati sperimentali nello studio di Zasso e altri. La ripartizione si mantiene sostanzialmente la medesima per tutte le portate considerate
- Nello stato di fatto la portata media che fluisce nel Po di Pila a monte della Busa di Scirocco è pari a circa il 50% di quella totale a Pontelagoscuro
- Nella configurazione con lo sbarramento tale portata non può defluire verso il mare e si distribuisce nei rami di monte (Goro, Gnocca, Maistra e Tolle), incrementandone il contributo sul totale.
- L'incremento maggiore si verifica per il Po di Tolle che vede il suo contributo aumentare da circa 20% a circa 49% del totale a Pontelagoscuro
- L'effetto è molto significativo anche per Po di Tolle e Po di Maistra che vedono quasi raddoppiate le loro portate. E' invece minimo per Po di Goro, che evidentemente è idraulicamente troppo lontano dalla zona di intervento per esserne influenzato in modo rilevante

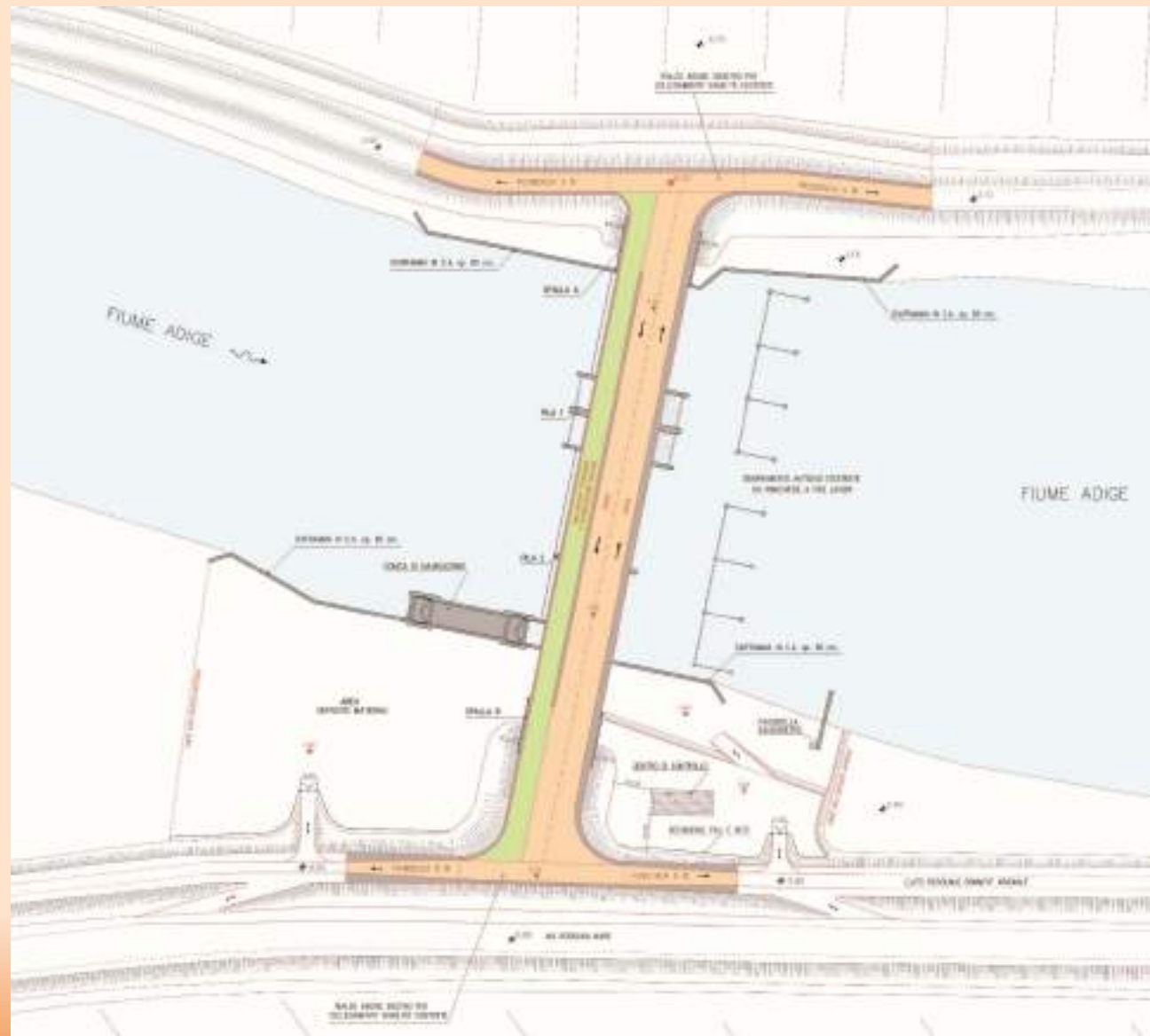
Modello 2D ad elementi finiti - Andamento del livello in mare nel punto P1 a monte dello sbarramento

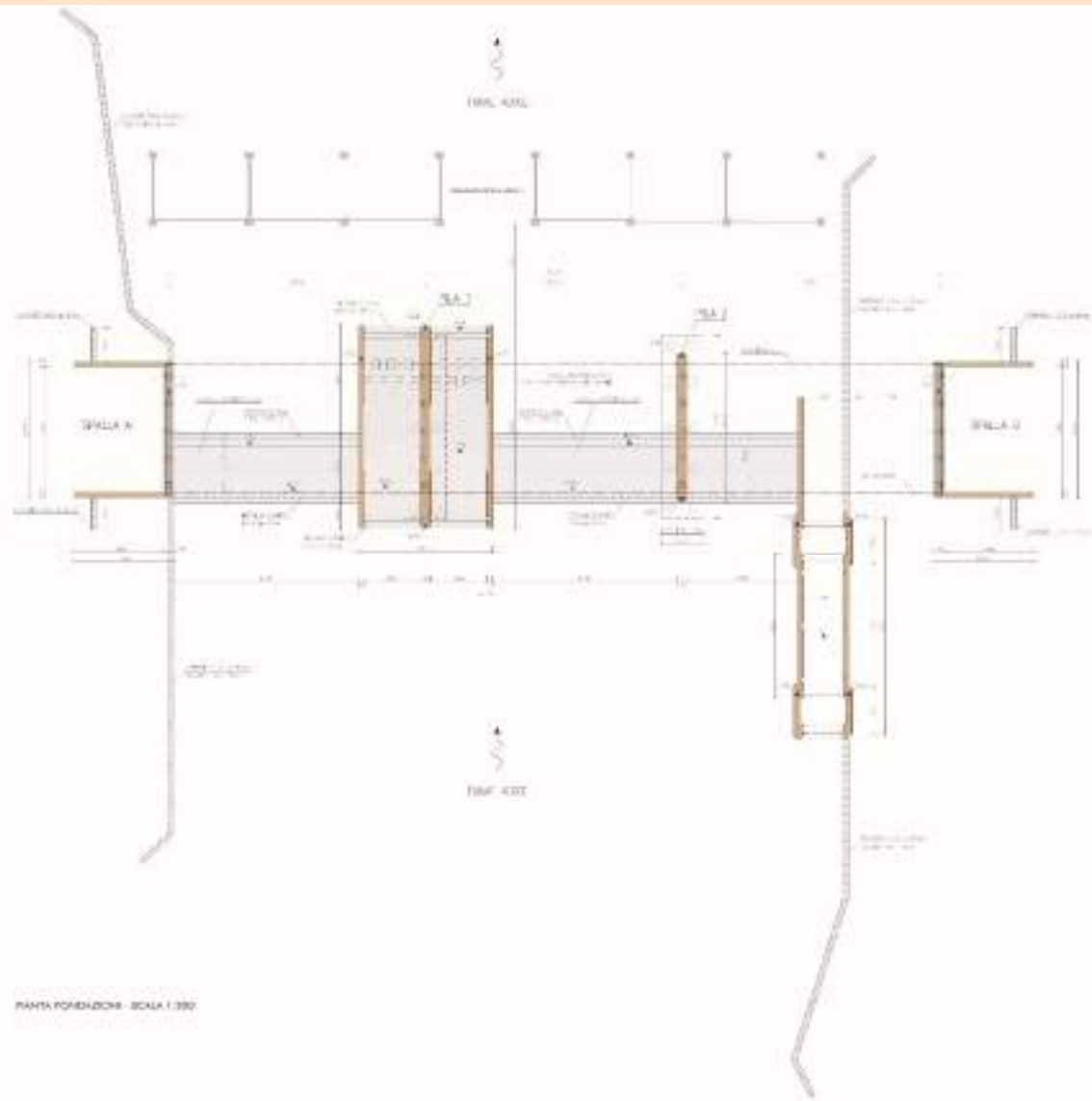


Q Pontelagoscuro m ³ /s	Stato di fatto			Sbarramento			Δ Hmed m
	Hmin	Hmax	Hmed	Hmin	Hmax	Hmed	
200	-0.41	0.41	0.05	-0.15	0.42	0.13	0.08
400	-0.37	0.42	0.07	-0.01	0.45	0.21	0.14
600	-0.33	0.43	0.09	0.15	0.49	0.32	0.23
800	-0.28	0.43	0.11	0.33	0.60	0.47	0.36

Commenti

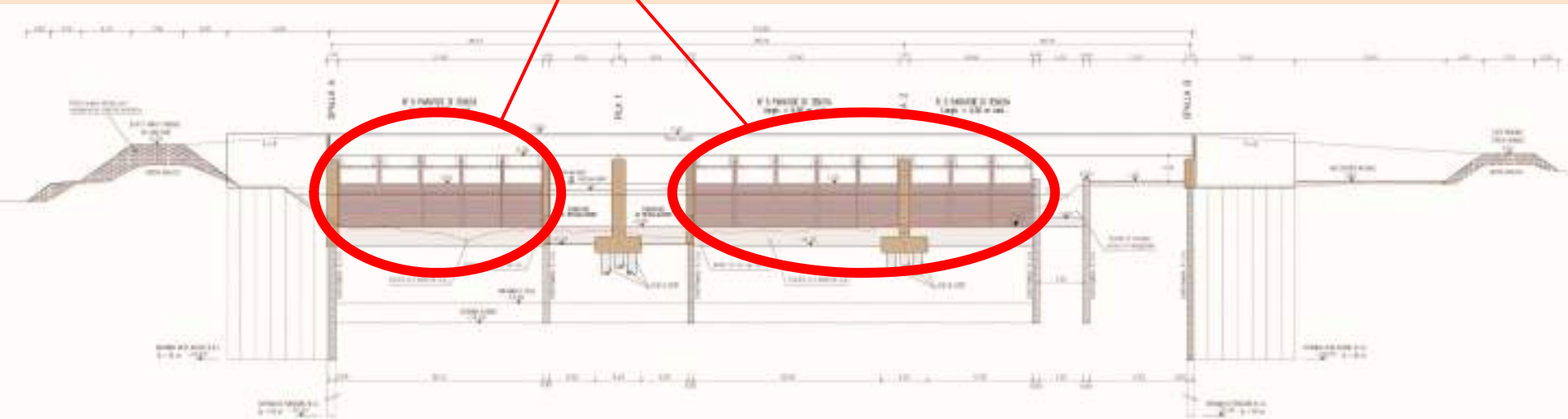
- Nello scenario Stato di fatto il livello di marea a monte della sezione dello sbarramento è quasi coincidente con quello in mare. In particolare per la portata di 800 m³/s il sovrizzo medio nel punto P1 rispetto al mare è di soli 11 cm. Questo significa che, per le portate in gioco, le perdite di carico sono modeste
- Nello scenario con sbarramento le perdite di carico aumentano considerevolmente perché l'intera portata deve transitare per i rami minori, e quindi il livello a monte dello sbarramento si incrementa
- Per la portata di 200 m³/s l'incremento di livello a monte dello sbarramento, rispetto allo stato di fatto, è di 8 cm. Per la portata di 800 m³/s l'incremento è di 36 cm
- L'incremento di livello si attenua progressivamente procedendo verso monte. Nella sezione iniziale del modello, posta a monte dell'incile del Po di Goro, il sovrizzo è praticamente nullo (2-4 cm per la portata di 800 m³/s).



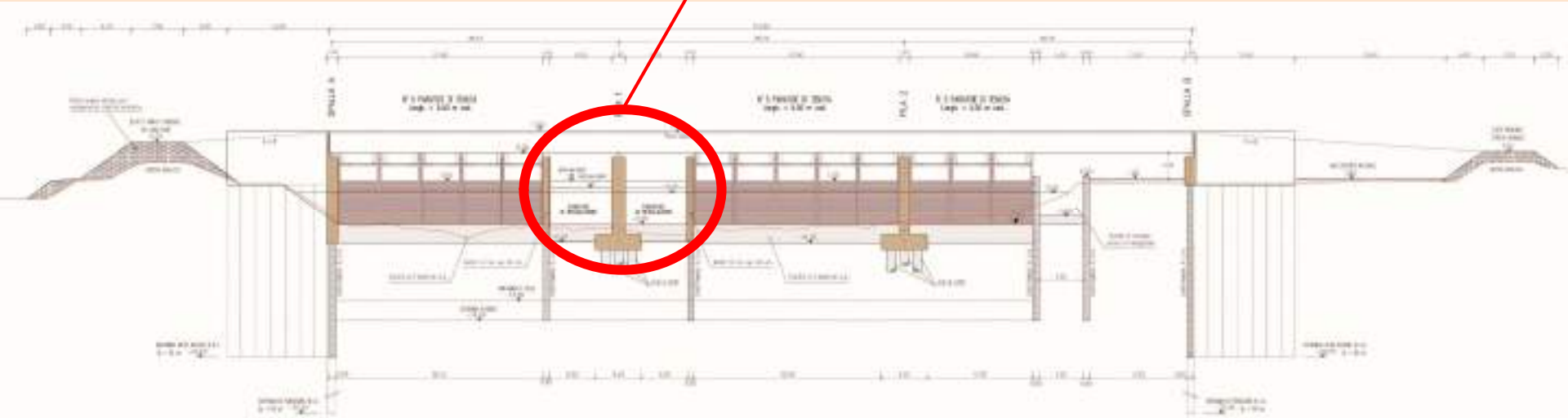


Pianta Fondazione - Scala 1:300

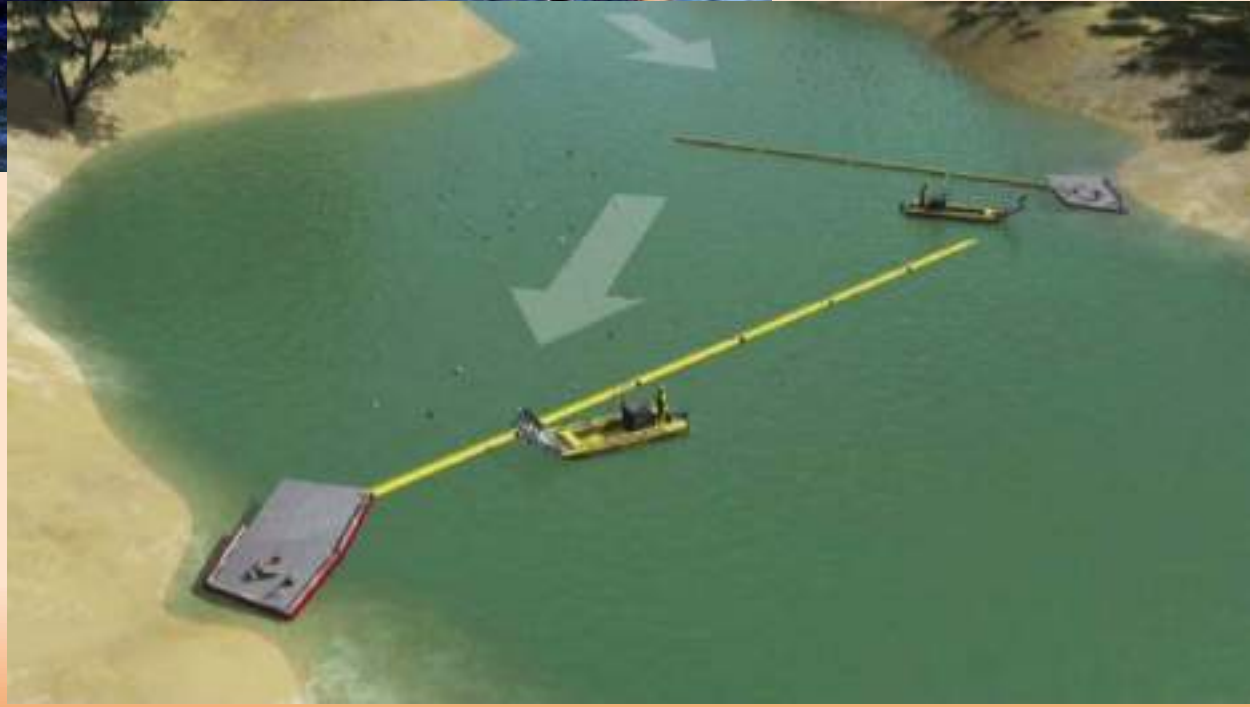
PARATOIE DI TENUTA

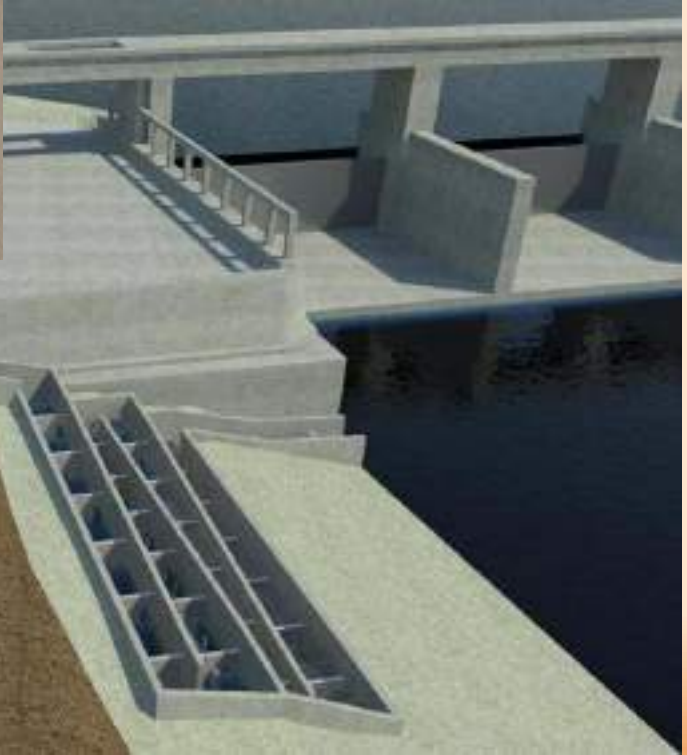


PARATOIE DI REGOLAZIONE















GRAZIE PER L'ATTENZIONE,

Ing. Giancarlo MANTOVANI

Consorzio di Bonifica **DELTA DEL PO** di Taglio di Po (RO)

Telefono 0426 349711

E-mail consorzio@bonificadeltadelpo.it

Consorzio di Bonifica **ADIGE PO** di Rovigo

Telefono 0425 426911

E-mail protocollo@adigepo.it