



**Variazione dello stato trofico
e delle attività antropiche
in laguna di Venezia
ed impatto sui processi di erosione dei
sedimenti: lagune di ieri, di oggi e possibili
scenari futuri”**

Sfriso Adriano

Università Ca' Foscari Venezia

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica

Via Torinino 155, Mestre (Ve)

sfrisoad@unive.it



Dagli anni '50-'60 ad oggi
si sono alternati
vari scenari ambientali
strettamente legati ad attività economiche

Anni '50-'60: esplosione industriale, 1961-69 scavo Canale Malamocco-Marghera per lo sviluppo del Polo Petrolchimico;

Anni '60-'70: Profondi cambiamenti dell'idrodinamica e del livello di inquinamento e di trofia della laguna centrale;

Anni '70-80: Massimo degrado ambientale con bloom di macroalghe, progressivo declino delle attività industriali;

Primi anni '90: declino delle macroalghe;

Metà-fine anni '90: esplosione della pesca incontrollata delle vongole filippine e declino della pesca tradizionale;



Anni 1995-2005: massime attività della pesca alle vongole e distruzione dei fondali con intensi processi di erosione;

Seconda metà anni '2000: declino delle vongole filippine e forte incremento commerciale e turistico via mare;

Inizio anni '2010: riduzione impatti antropici con progressivo recupero ambientale ed avvio di attività di rinaturalizzazione con coinvolgimento della popolazione. Finanziamento LIFE12 NAT/IT/000331 - SeResto; LIFE12 NAT/IT/000663 - REFRESH e progetti regionali;

Fine anni '2010: inizio entrata in funzione del MOSE???.



**I primi studi ecologici
sulla laguna Veneta
risalgono al dopoguerra
quando significativi impatti antropici
hanno cominciato ad influire profondamente
sullo stato di inquinamento
e sull'idrodinamica lagunare.**

**In particolare,
l'esplosione delle attività industriali a Porto Marghera e
l'alterazione dell'idrodinamica lagunare
con lo scavo del "Canale dei Petroli"
hanno profondamente influito sulle concentrazioni
di inquinanti e di nutrienti
nelle acque e nei sedimenti superficiali
soprattutto in laguna centrale**



Foto 2005

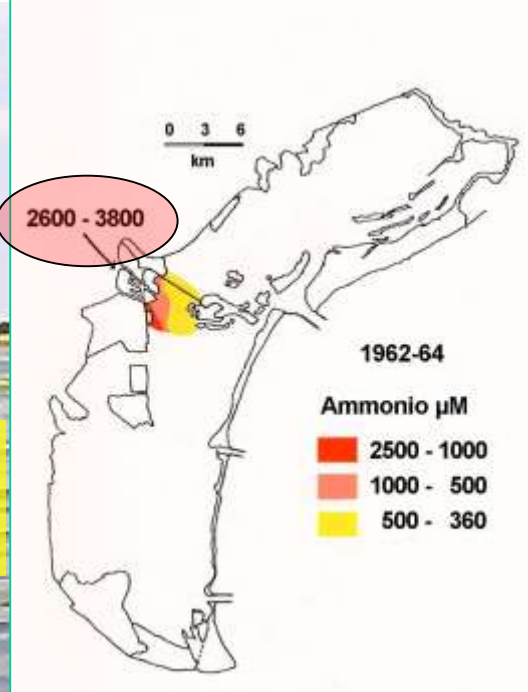
L'industria dei fertilizzanti
con un'elevata distillazione di **ammoniaca** ed estrazione di
fosforo dalle fosforiti e produzione
di fosfogessi (**Fanghi bianchi**)
poi scaricati in mare assieme ai residui di lavorazione
della bauxite (**Fanghi rossi**)
sono responsabili di gravi contaminazioni ambientali da
radionuclidi, **diossine** e **metalli pesanti** oltre che di **nutrienti**
che hanno alterato la trofia lagunare.



Ammoniaca

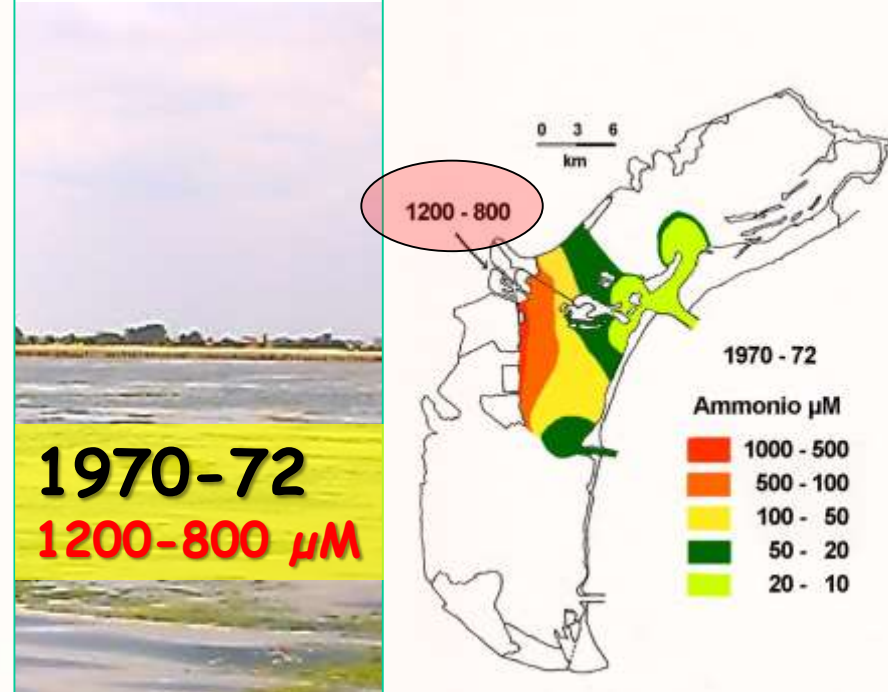
1962-64

2600-3800 μM



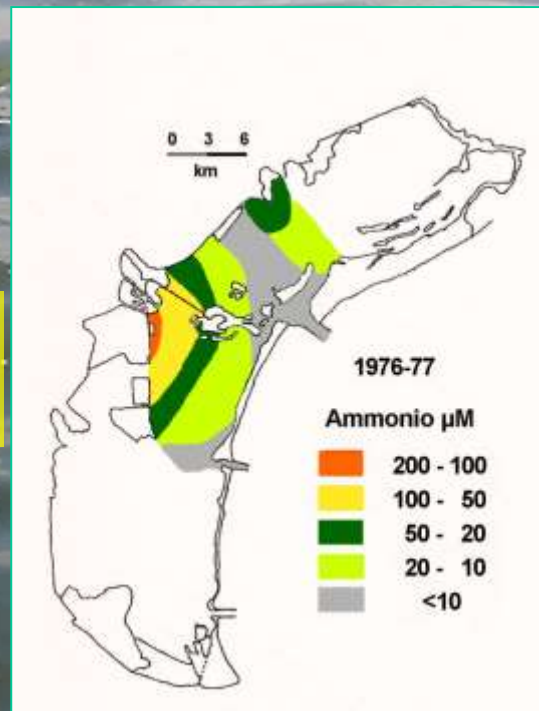
1970-72

1200-800 μM



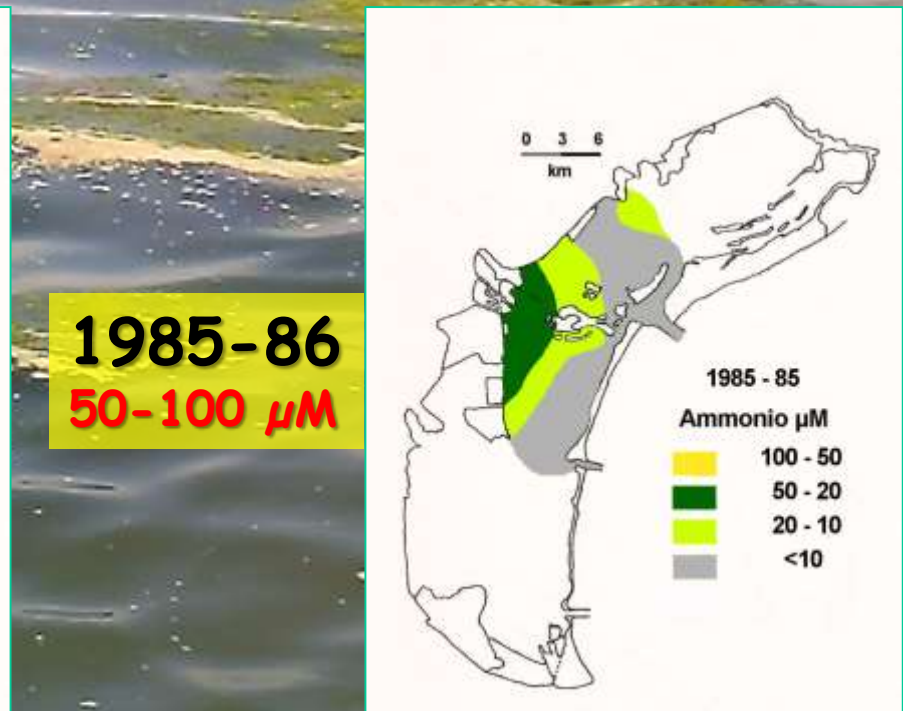
1976-77

100-200 μM



1985-86

50-100 μM



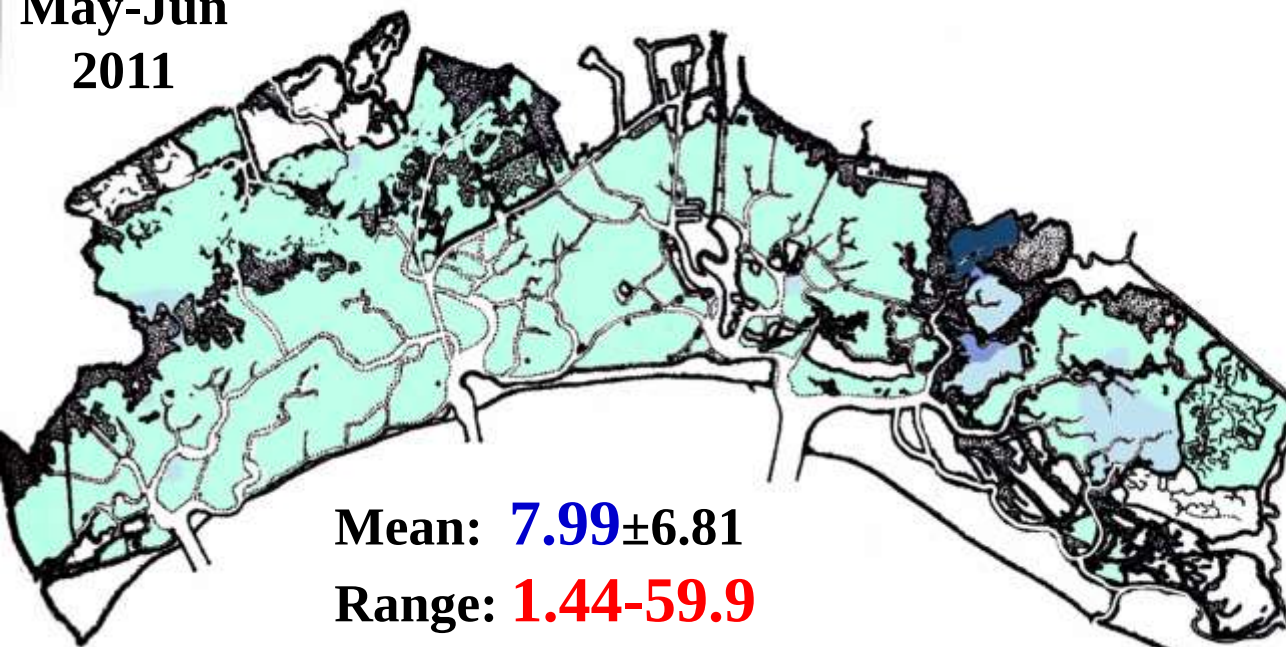


Maggio
2011

Ottobre
2011

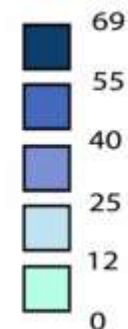


May-Jun
2011

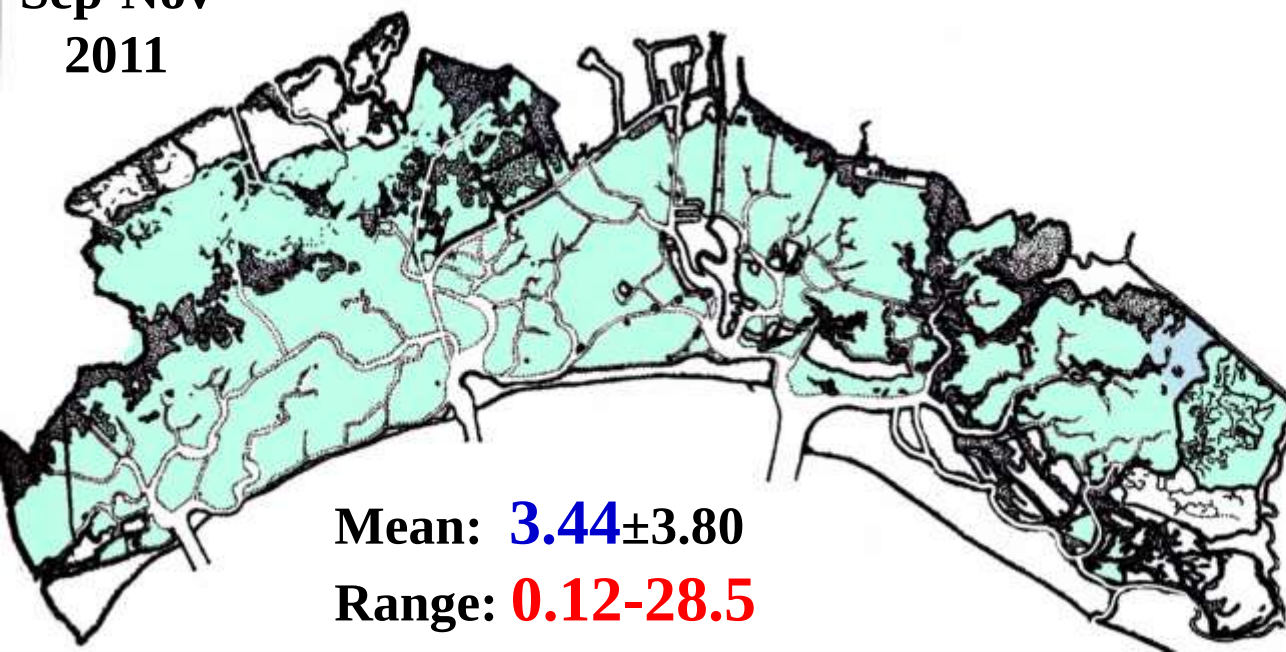


Mean: **7.99**±6.81
Range: **1.44-59.9**

NH_4^+ (μM)

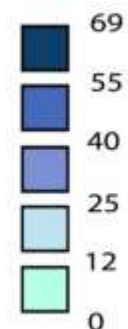


Sep-Nov
2011



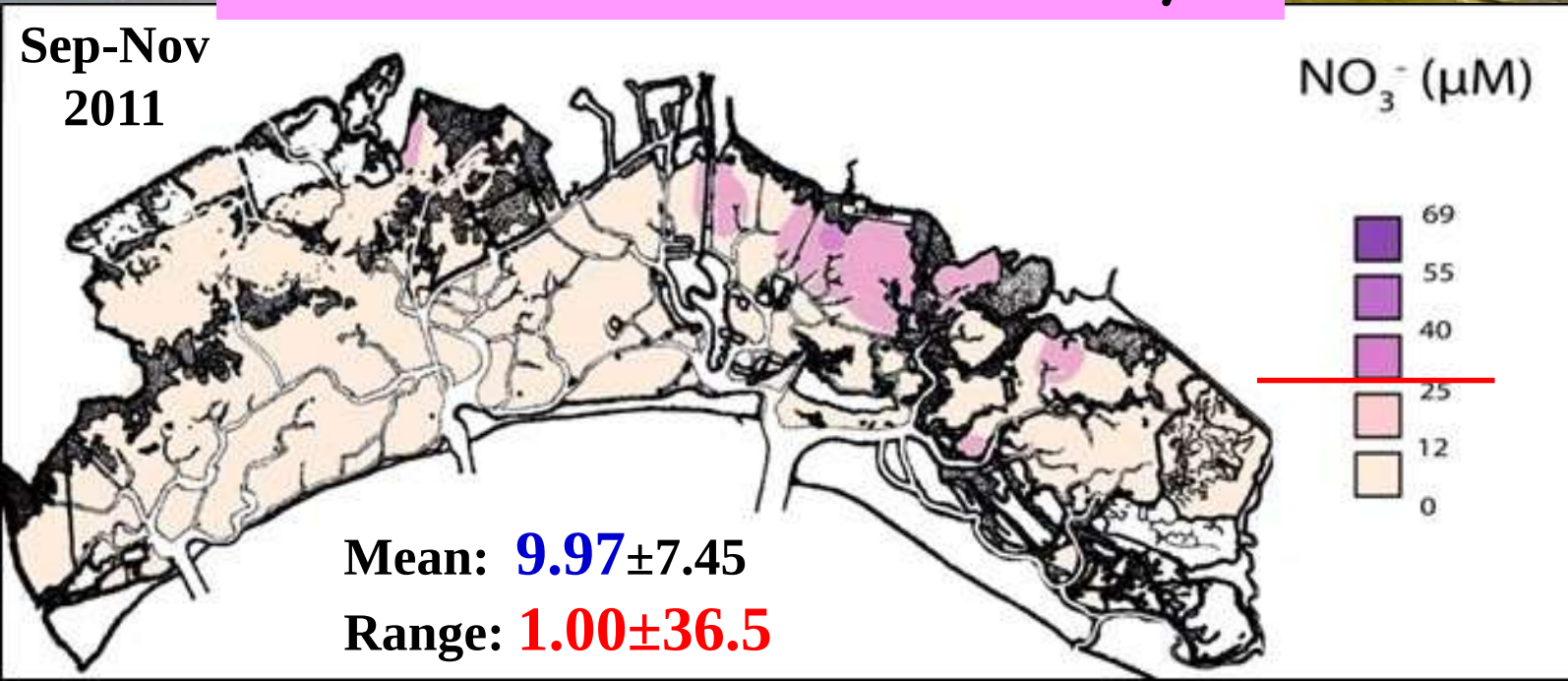
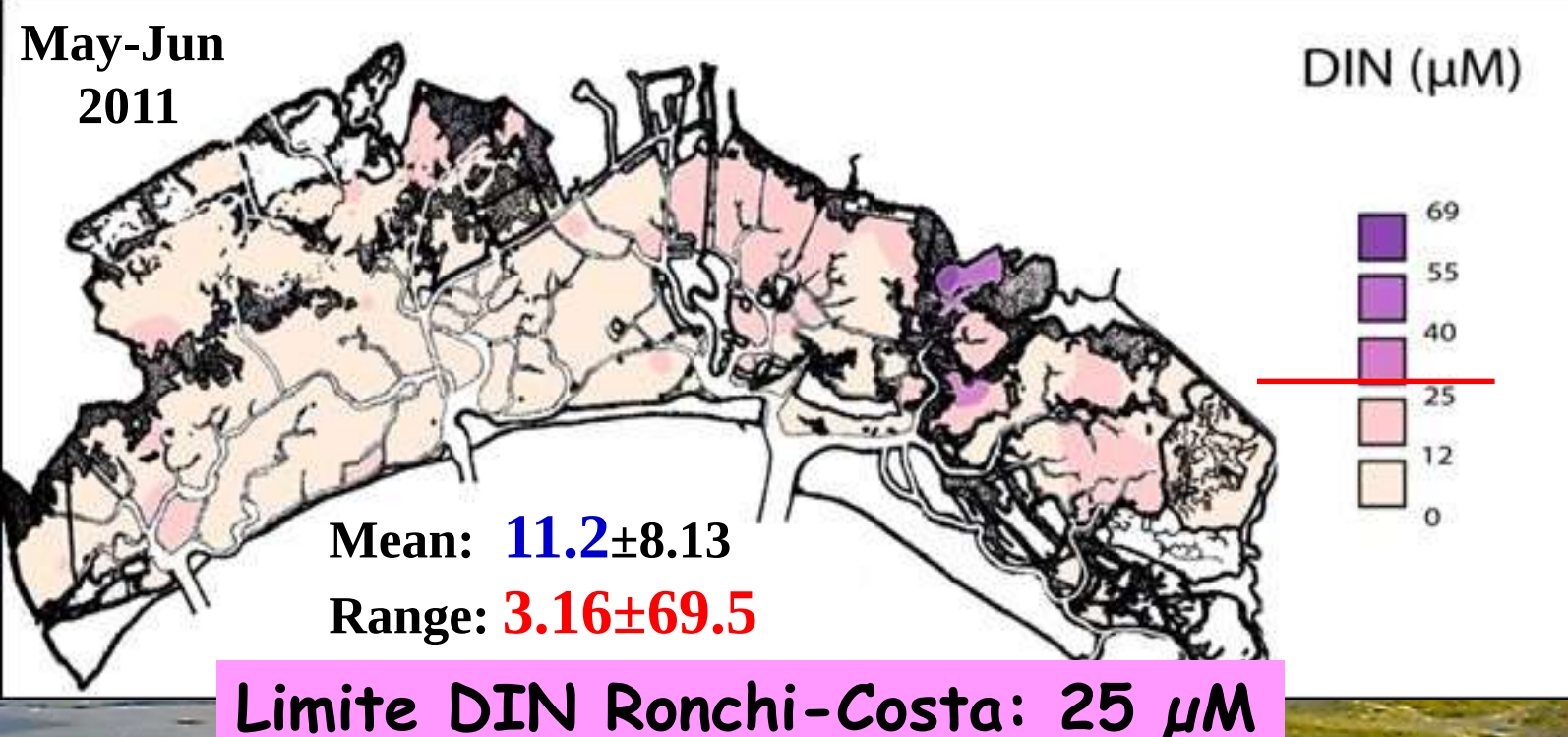
Mean: **3.44**±3.80
Range: **0.12-28.5**

NH_4^+ (μM)



Maggio
2011

Ottobre
2011



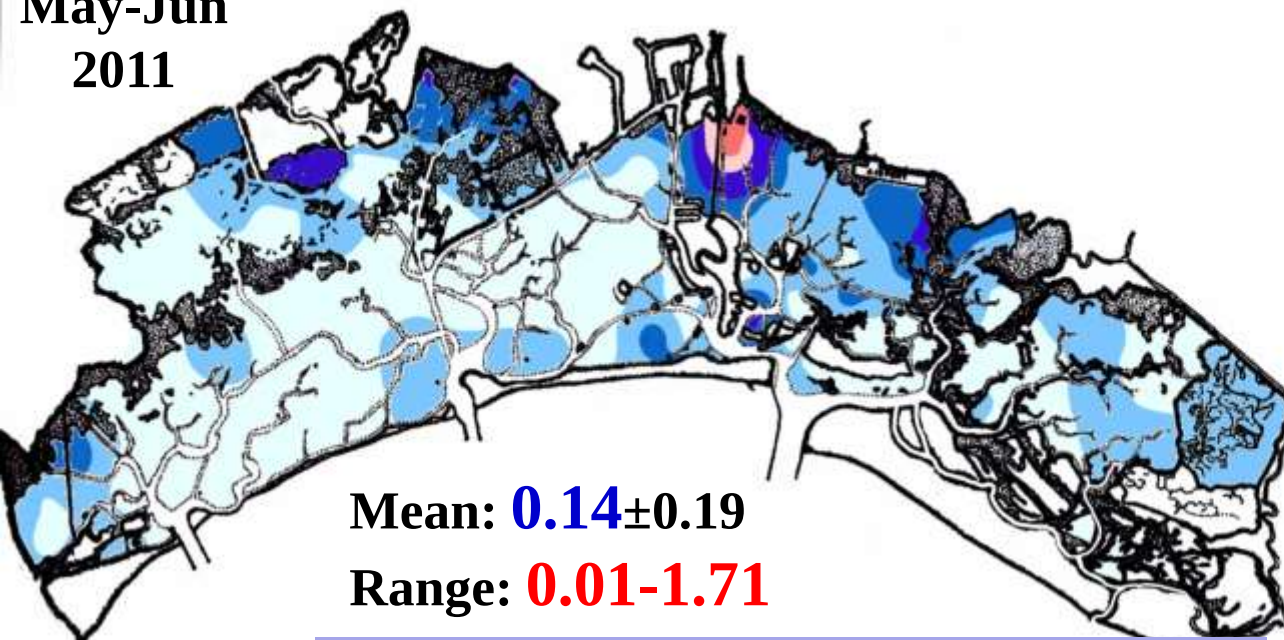


Maggio
2011

Ottobre
2011



May-Jun
2011

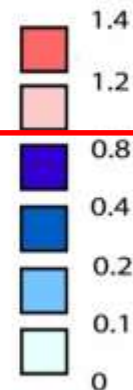


Mean: **0.14**±0.19

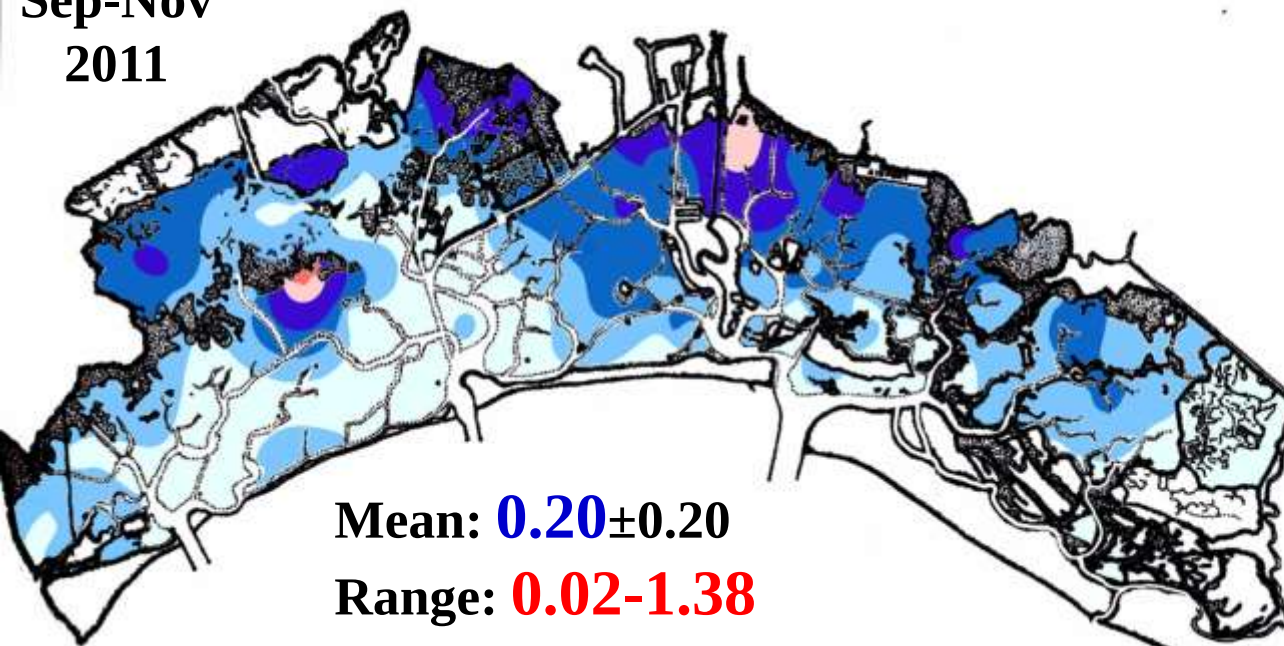
Range: **0.01-1.71**

Limite Ronchi-Costa: 0.8 μM

RP (μM)



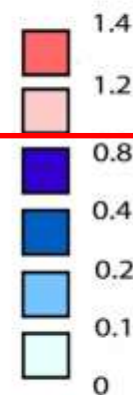
Sep-Nov
2011



Mean: **0.20**±0.20

Range: **0.02-1.38**

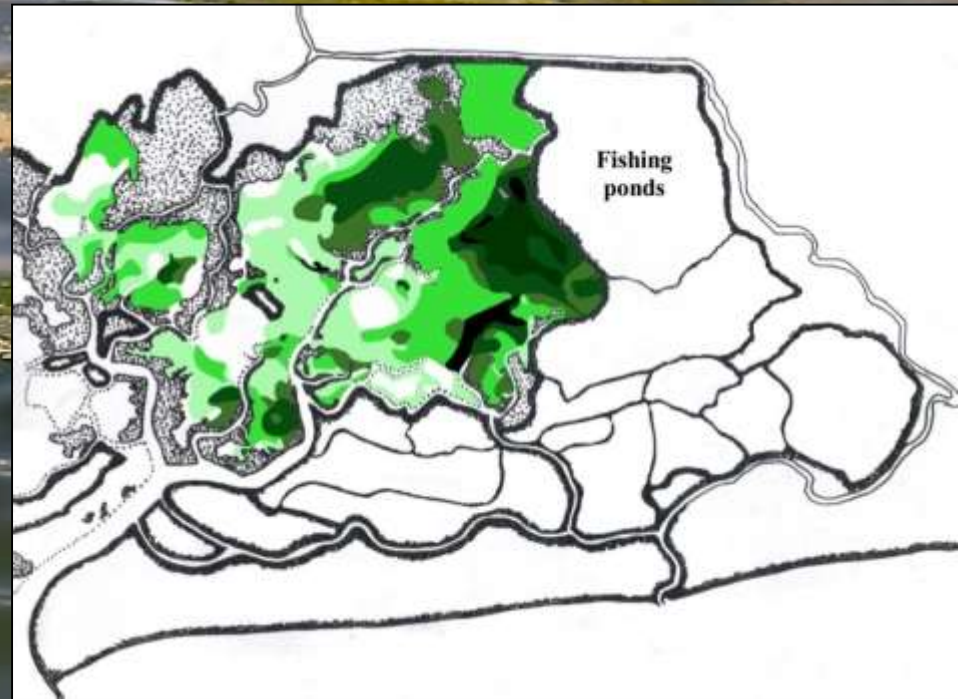
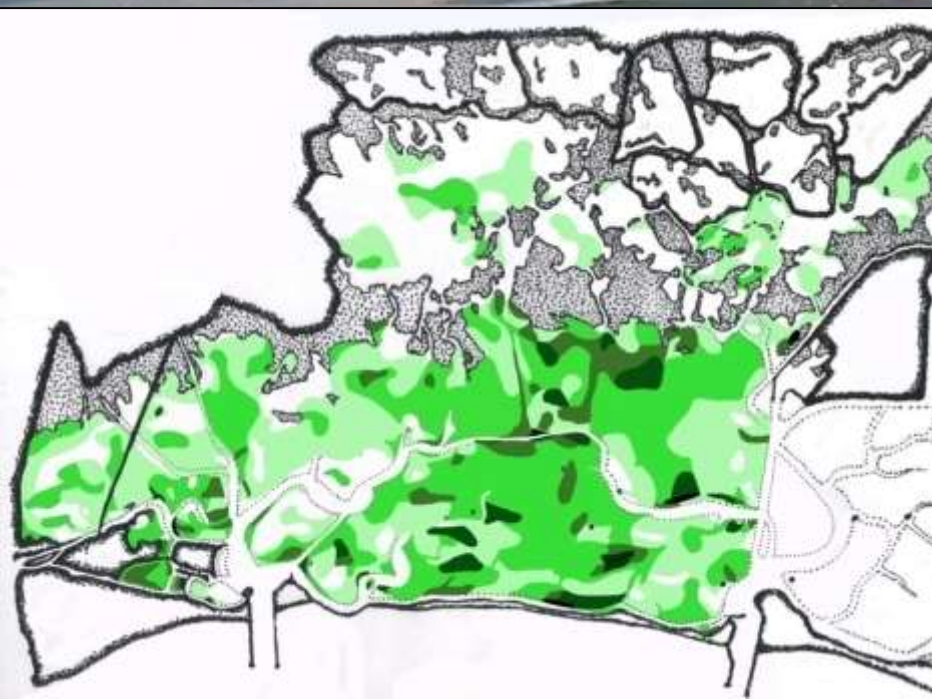
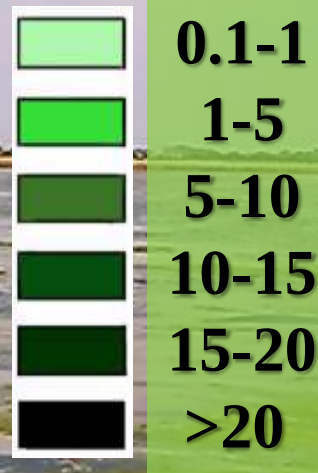
RP (μM)





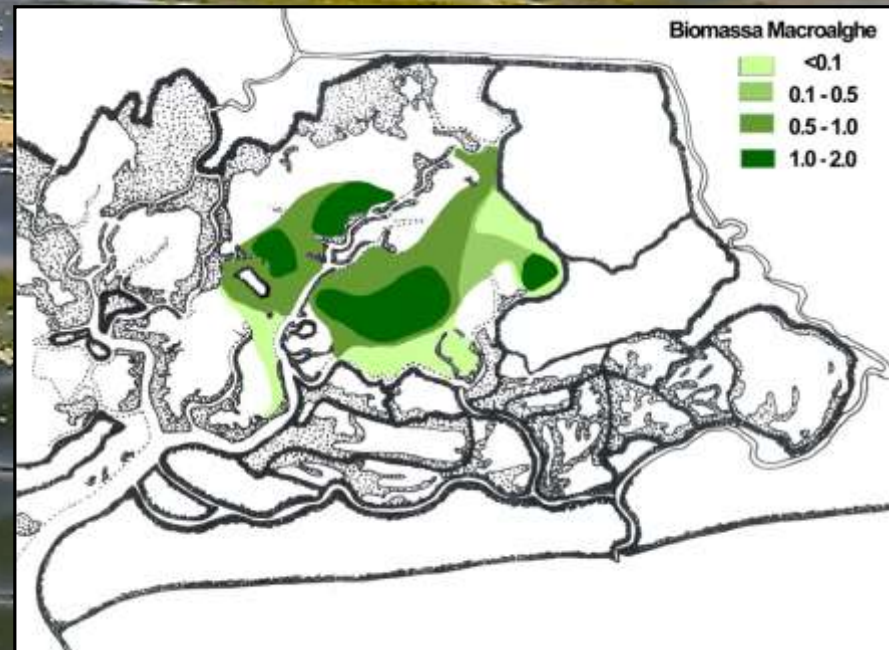
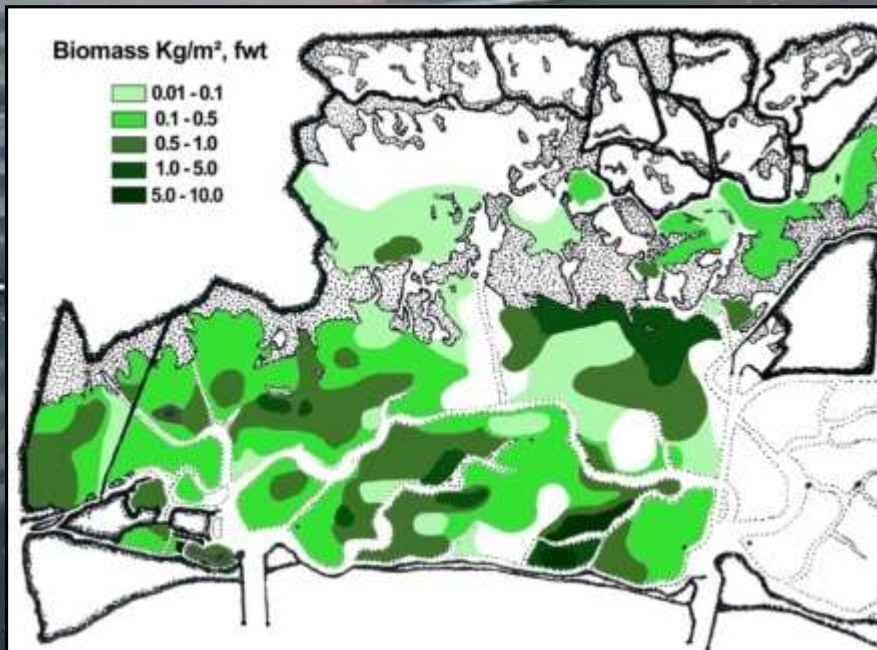
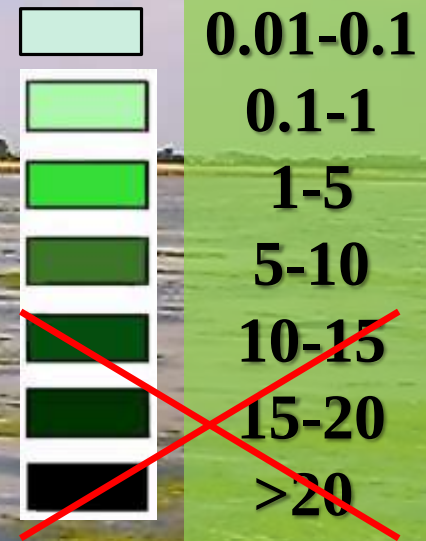
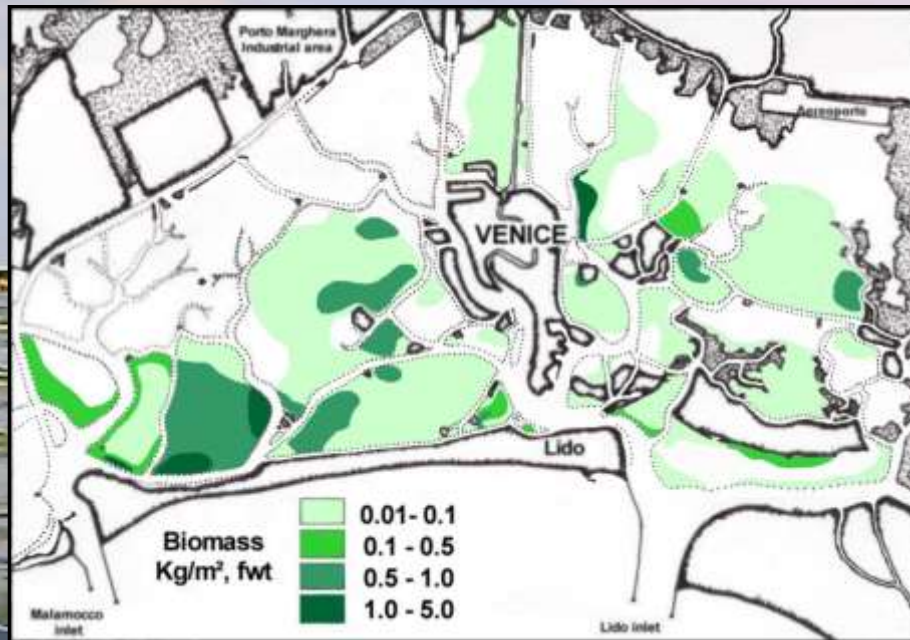
Biomassa umida kg m⁻²

1980



Biomassa umida kg m⁻²

1980





Confronto tra la biomassa, la produzione primaria netta e lorda in tutta la laguna

1980

bacino	Biomassa	Produzione	
		netta	lorda
	kilotonnellate in peso umido		
sud	240	1038	6437
centrale	422	1371	8816
nord	179	503	3246
	841	2912	18499

2003

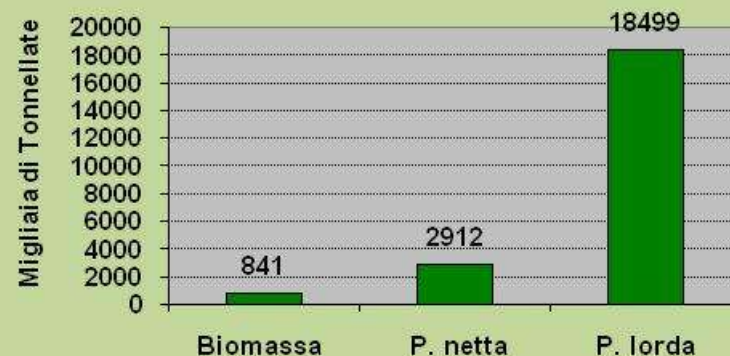
bacino	Biomassa	Produzione	
		netta	lorda
	kilotonnellate in peso umido		
sud	63	336	1665
centrale	11	63	301
nord	15	73	392
	89	472	2358
Rapporto %			
2003/1987	10.6	16.2	12.7

Macroalghe

Confronto tra la biomassa, la produzione primaria netta e lorda in laguna centrale

anno	Biomassa	Produzione	
		netta	lorda
	kilotonnellate in peso umido		
1987	558	1502	9720
2003	11	67	301
Rapporto %			
2003/1987	2.0	4.5	3.1

Macroalghe 1980





CAUSE

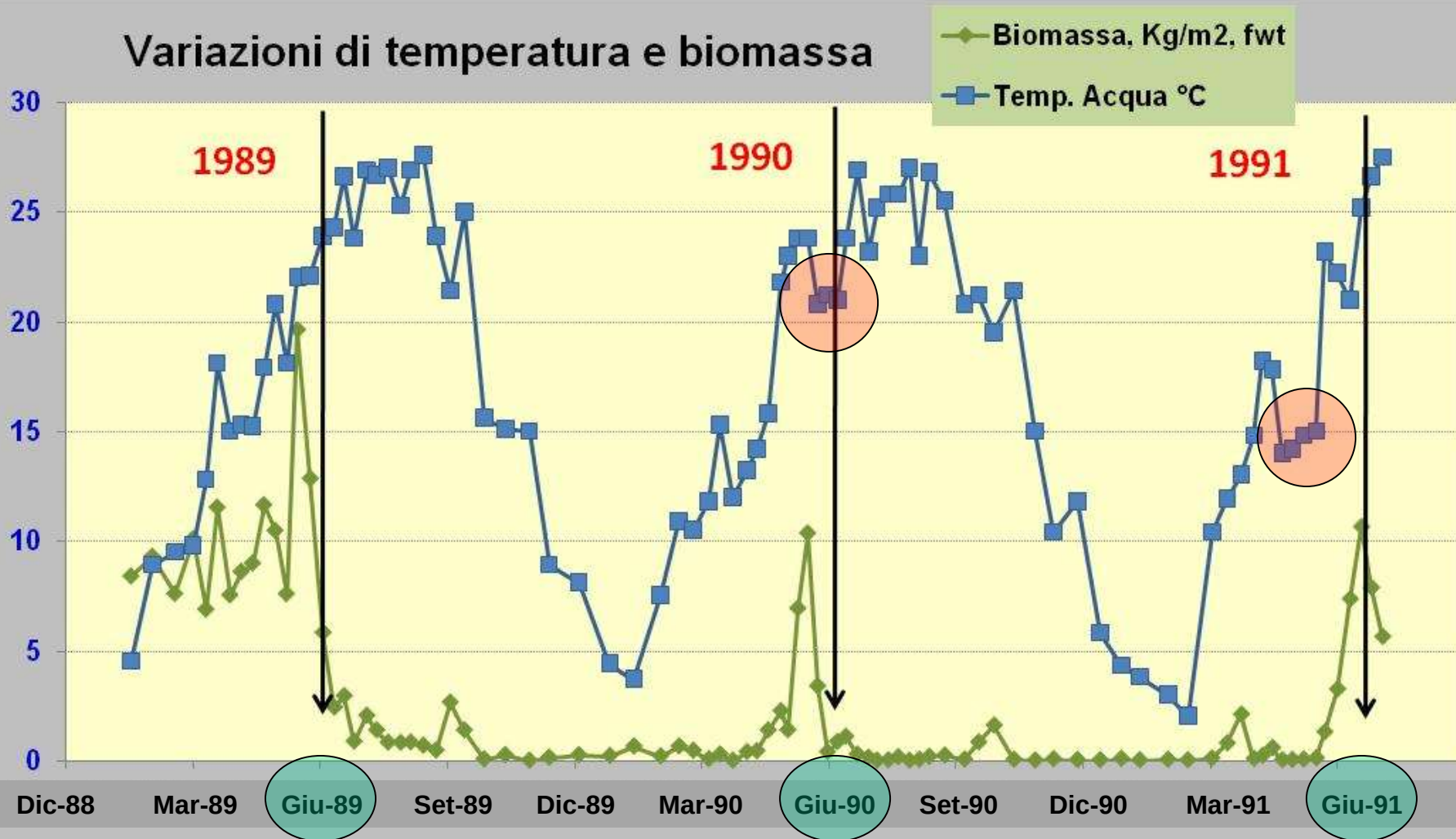
- ✓ Cambiamenti climatici
- ✓ Aumentata risospensione dei sedimenti
 - ✓ Aumento del pascolo erbivori
 - ✓ Raccolta alghe
- ✓ Riduzione immissioni di nutrienti

Le vongole sono arrivate successivamente



Inizio.....dei cambiamenti climatici

Variazioni di temperatura e biomassa



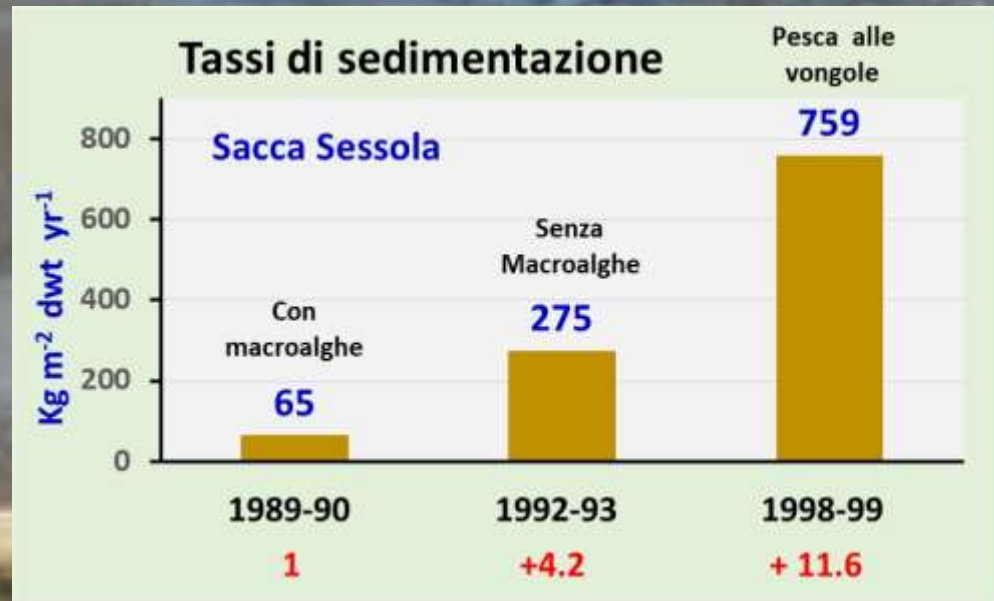
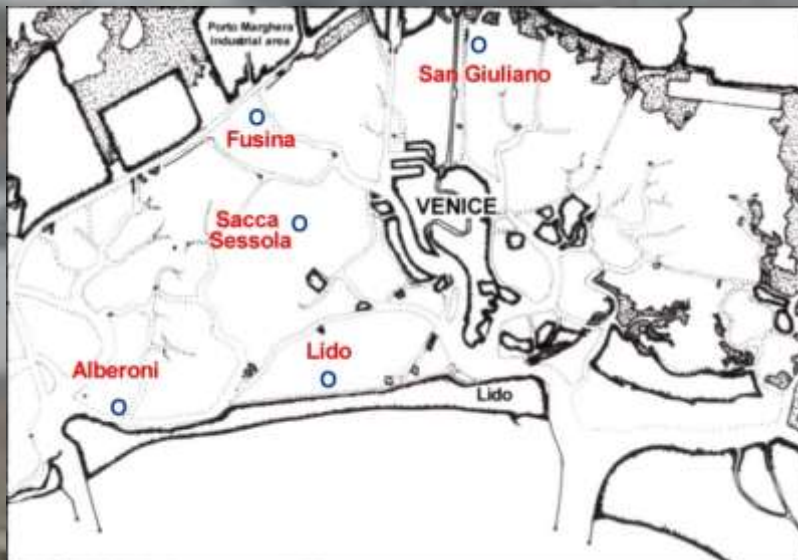
Non ci sono più le stagioni intermedie



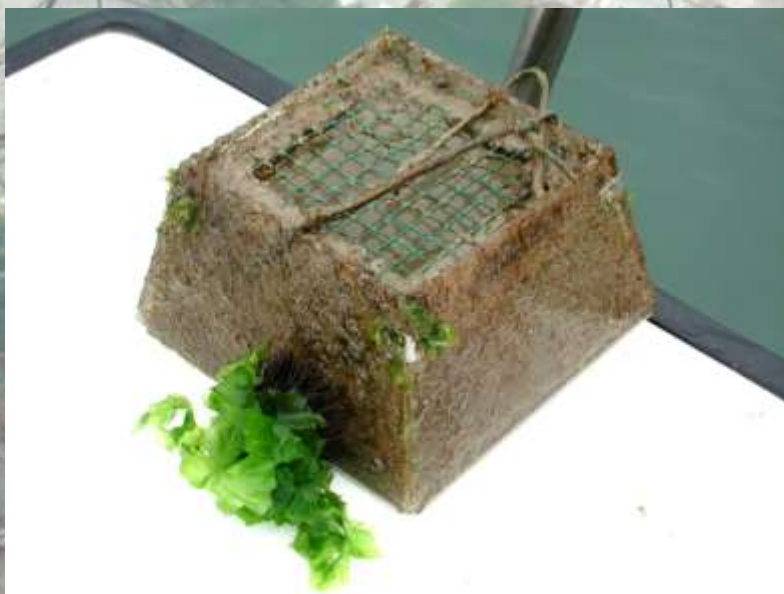
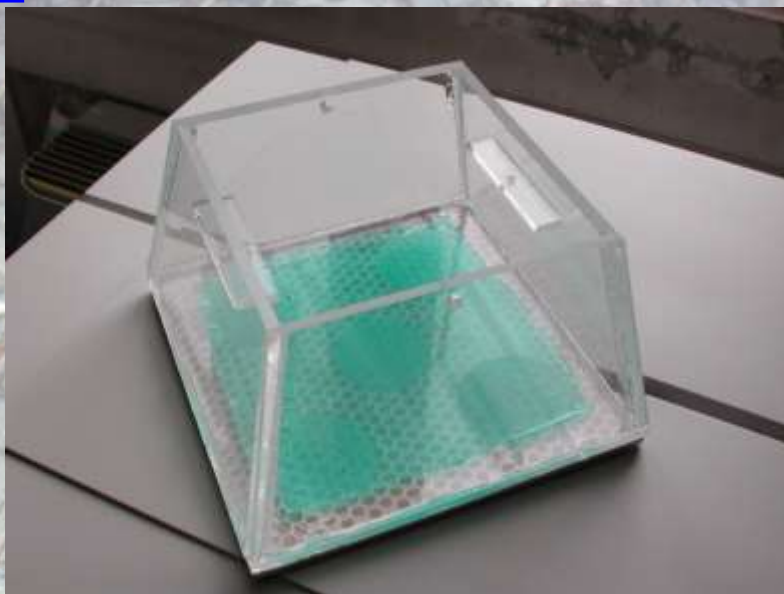
Aumentata sedimentazione



Stazione	anni	mesi	kg dwt m ⁻²		incremento	Cause
			anno	giorno		
Alberoni	1989-90	12	41	0.11	1	Sedimento nudo
	1998-99	12	228	0.63	5.5	Sedimento con <i>Zostera marina</i>
Sacca Sessola	1989-90	12	65	0.18	1	Macroalghe fino a 20 kg fwt m ⁻²
	1992-93	12	275	0.75	4.2	Macroalghe trascurabili
	1998-99	12	759	2.07	11.6	Pesca alle vongole
San Giuliano	1989-90	12	140	0.38	1	Macroalghe fino a 8 kg fwt m ⁻²
	1998-99	12	721	1.96	5.1	Pesca alle vongole
Fusina	1989-90	12	850	2.28	1	Macroalghe trascurabili + Moto ondoso navi)
	1998-99	12	952	2.6	1.1	Moto ondoso navi + Pesca alle vongole

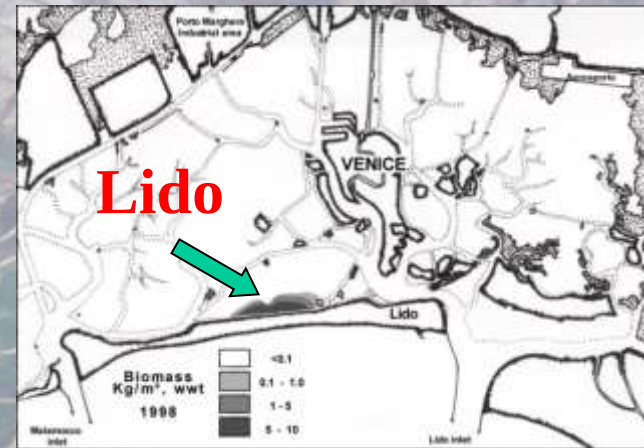


Trappole di sedimentazione

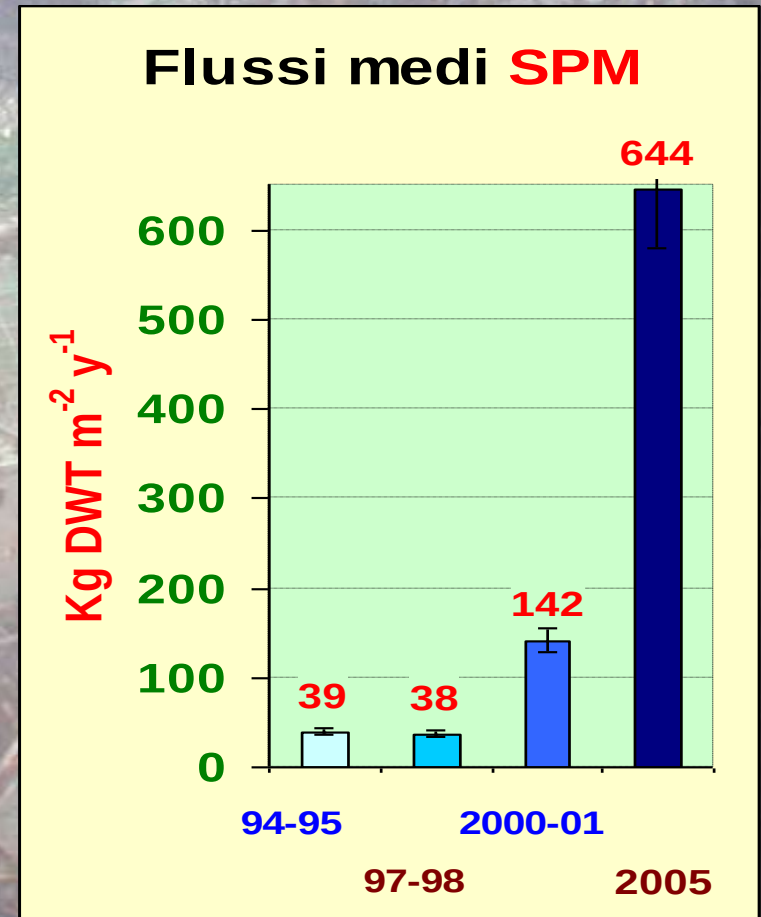


Base: 20 x 20 cm
Altezza: 10 cm
Bocca: 15 x 15 cm

Variazione dei tassi di sedimentazione

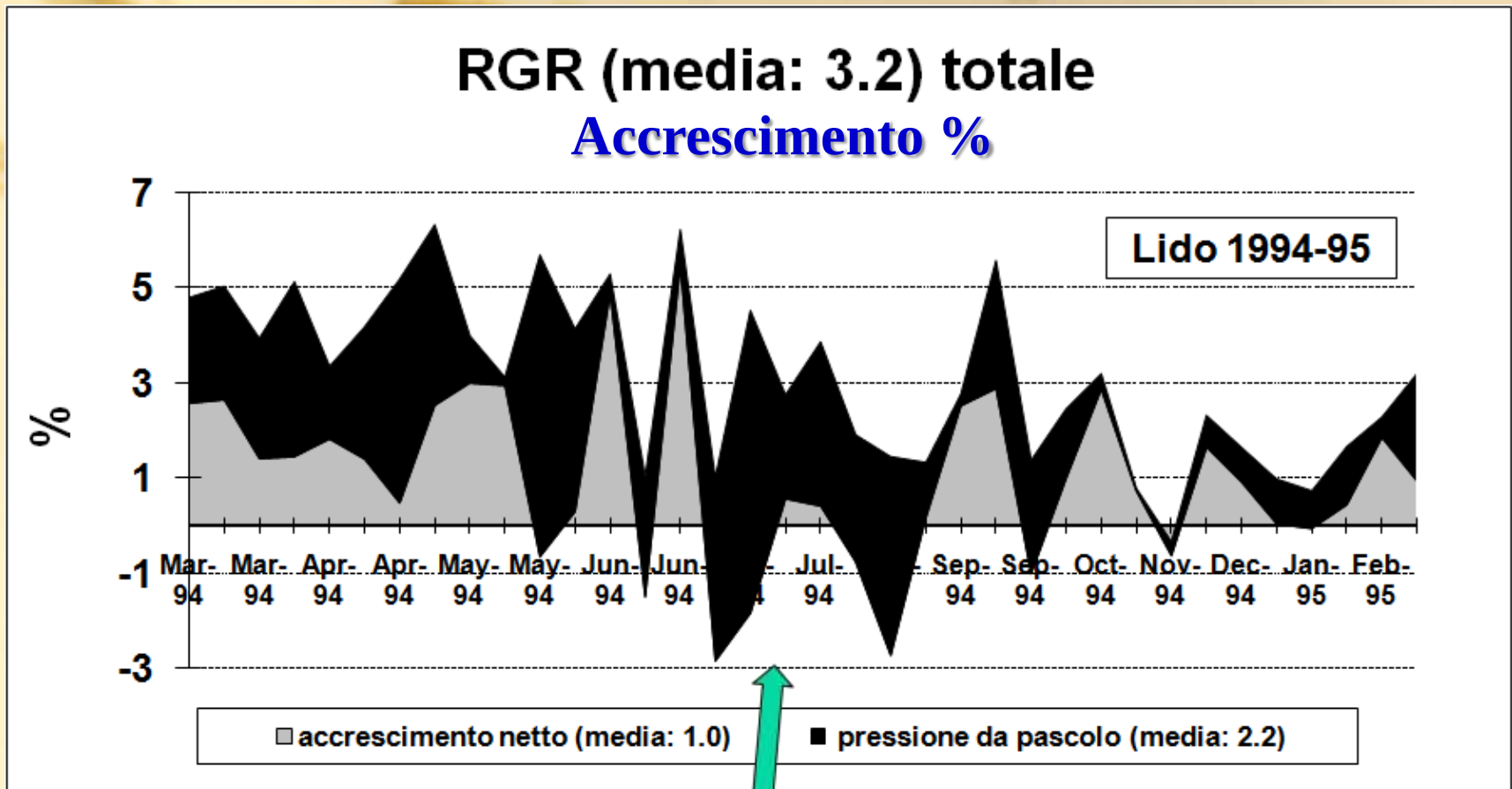


Lido				
	94-95	97-98	2000-01	2005
	g DWT m ⁻² d ⁻¹			
Lug	248	407	11	723
Ago	195	92	36	563
Set	451	46	96	2205
Ott	27	38	176	1722
Nov	11	26	93	3906
Dic	9	15	234	3906
Gen	10	6	382	3231
Feb	7	7	330	1588
Mar	6	9	397	540
Apr	55	17	364	1995
Mag	19	157	509	362
Giu	256	406	2059	473
media	108	102	391	1768
std	146	149	549	1323
max	451	407	2059	3906
min	6	6	11	362
Kg DWT m ⁻²	39	38	142	644





Aumento del pascolo erbivori invertebrati



In estate gli erbivori mangiano una quantità di alghe maggiore di quella prodotta

Raccolta di Macroalghe (Dati Consorzio Venezia Nuova)

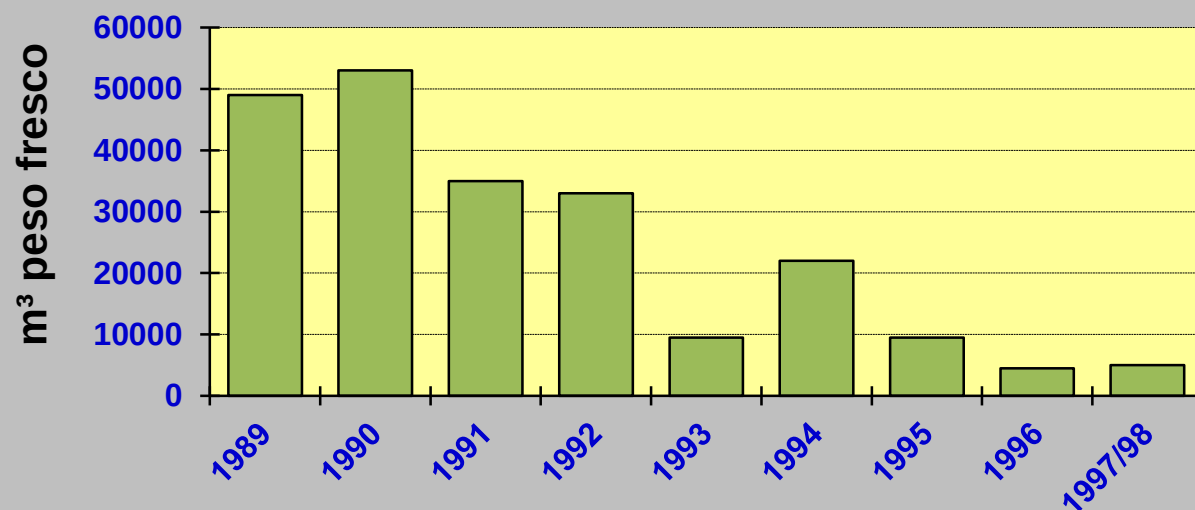
anno	Area di raccolta	Biomassa raccolta			Reaping machines	Piccoli barconi	Grossi barconi	Giorni di campionamento
		ha	m³	m³ d ⁻¹	m³ d ⁻¹ / barca	N°	(35-40 m³) 150-300 m³	N°
1989	1700	49000	441	32	14	28	6	111
1990	4500	53000	465	27	17	20	6	114
1991	5500	35000	296	13	22	23	8	135
1992	6000	33000	484	28	17	20	6	62
1993	766	9500	275	28	10	12	4	40
1994	1000	22000	365	37	10	12	4	63
1995	-	9500	90	9	10	13	2	50
1996	-	4500	-	-	-	-	-	-
1997/98	-	5000	-	-	-	-	-	-



Raccolta macroalghe

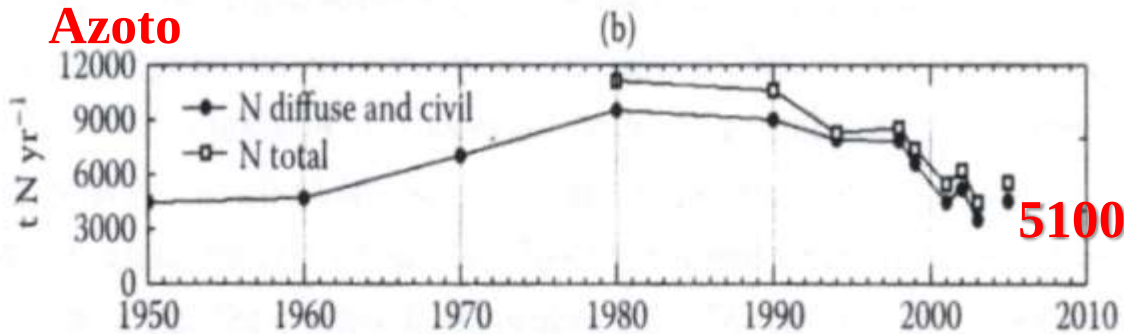


Macroalghe raccolte

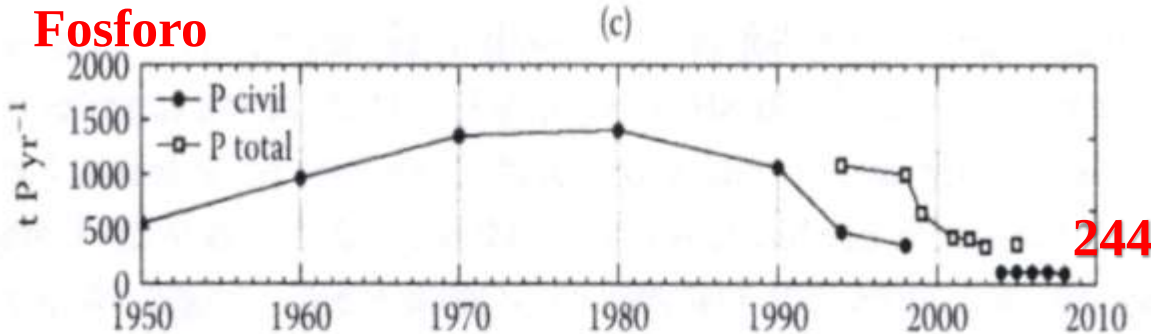




Azoto



Fosforo



Andamento temporale
dei carichi di **azoto** (b)
e **fosforo** (c)
immessi in laguna di
Venezia dal 1950
(Solidoro *et al.*, 2010).

Tabella 3 - immissioni di nutrienti nella laguna di Venezia

	Immissioni	T anno ⁻¹	
		TN	TP
Andreattola <i>et al.</i> (1990)	Dirette	4175	491
	Indirette	4262	657
		8437	1148
Cossarini <i>et al.</i> (2009)	Fiumi	4000	200
MAV (2005)	Atmosferiche	1100	44
Totale		5100	244

Dirette = domestiche, industriali, agricole, atmosferiche.

Indirette = fiumi e canali.

Stima delle immissioni di
nutrienti in laguna di Venezia
prima del 1990
(Andreattola *et al.*, 1990)
e **nel 2005-9**
(Cossarini *et al.*, 2009;
Magistrato alle Acque, 2005).

Poi... sono arrivate le vongole

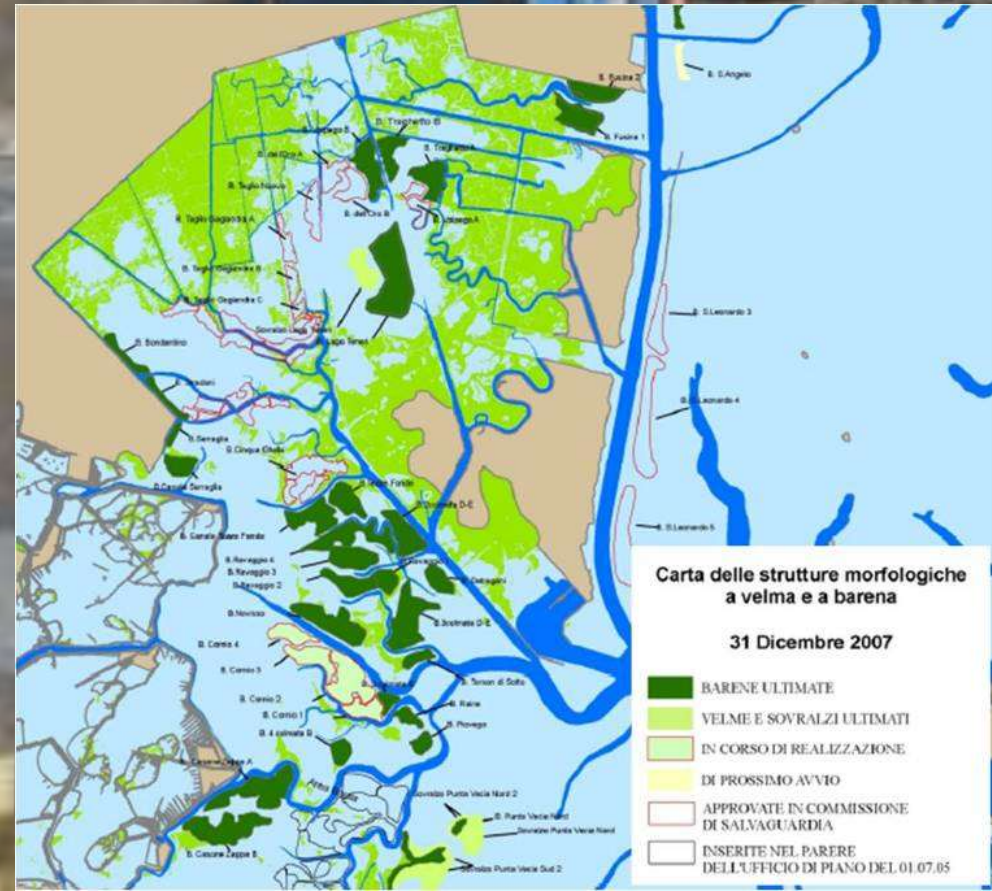


Vongole pescate



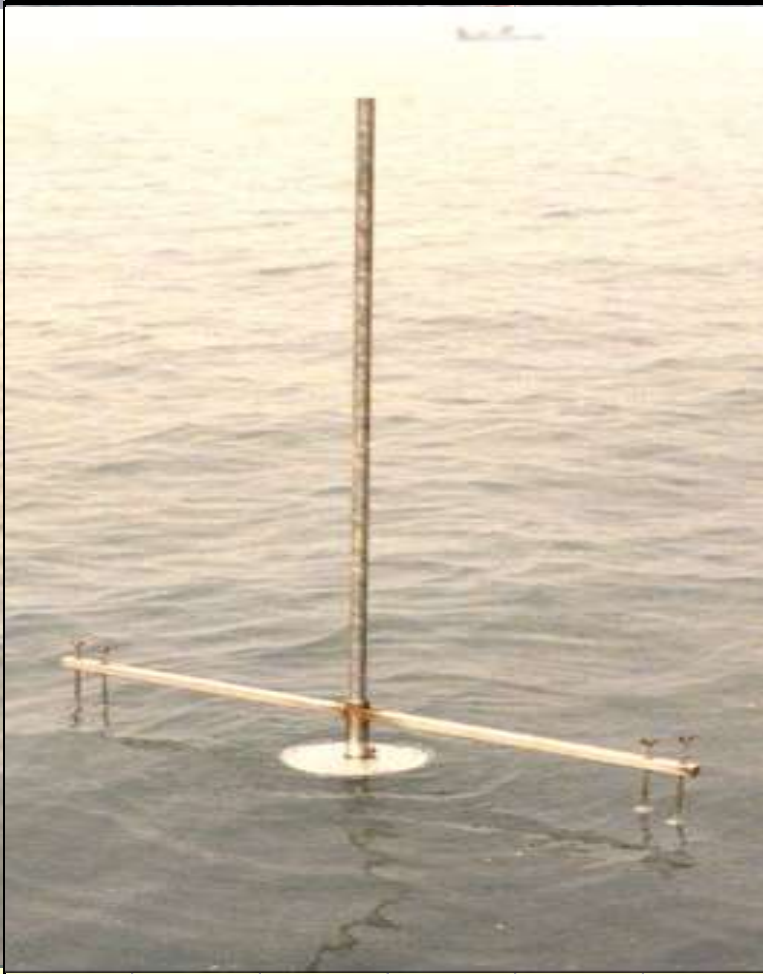


Localizzazione, in una porzione della laguna centrale, degli interventi di realizzazione di barene e velme artificiali (in verde scuro), e già approvati (contorni rossi). Si nota l'elevata superficie interessata da tali interventi e la loro diffusione (MAV, CVN, 2008).





Misure dei processi di erosione/sedimentazione



Palina di sedimentazione con disco (diametro 25 cm) che va appoggiato sul fondale.

Nell'immagine è inserito anche il bilanciere (lunghezza 1 metro) che va inserito sulla palina durante le misure, in immersione, di sedimentazione od erosione.



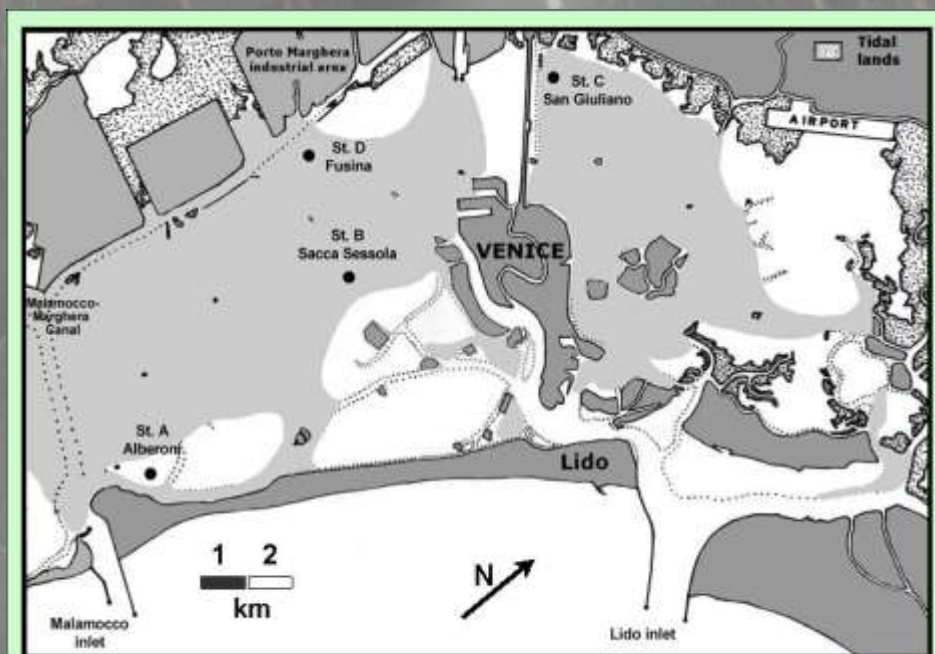
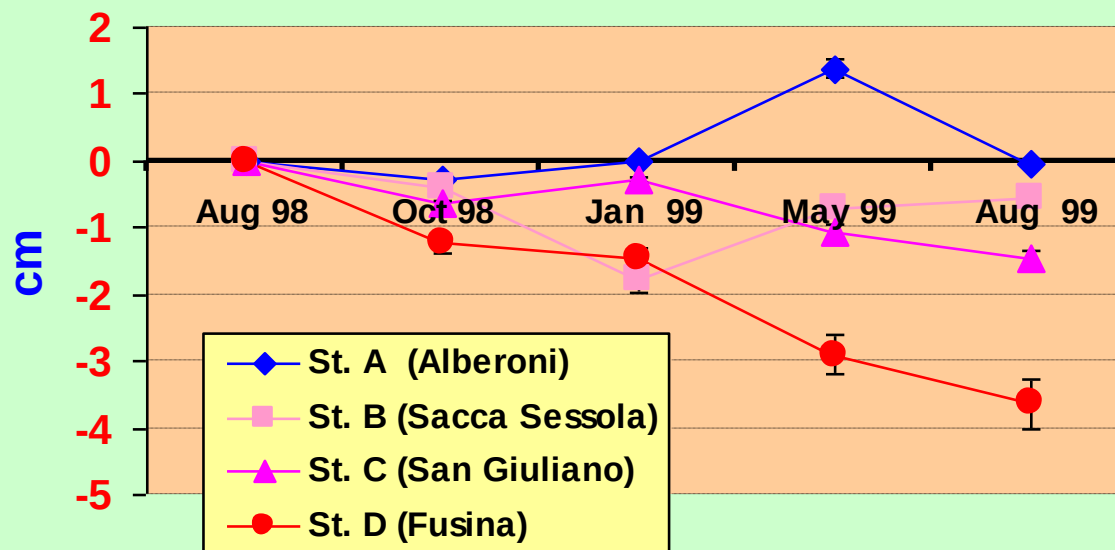
disco (diametro 25 cm) che va appoggiato sul fondale.

bilanciere (lunghezza 1 m) che va inserito sulla

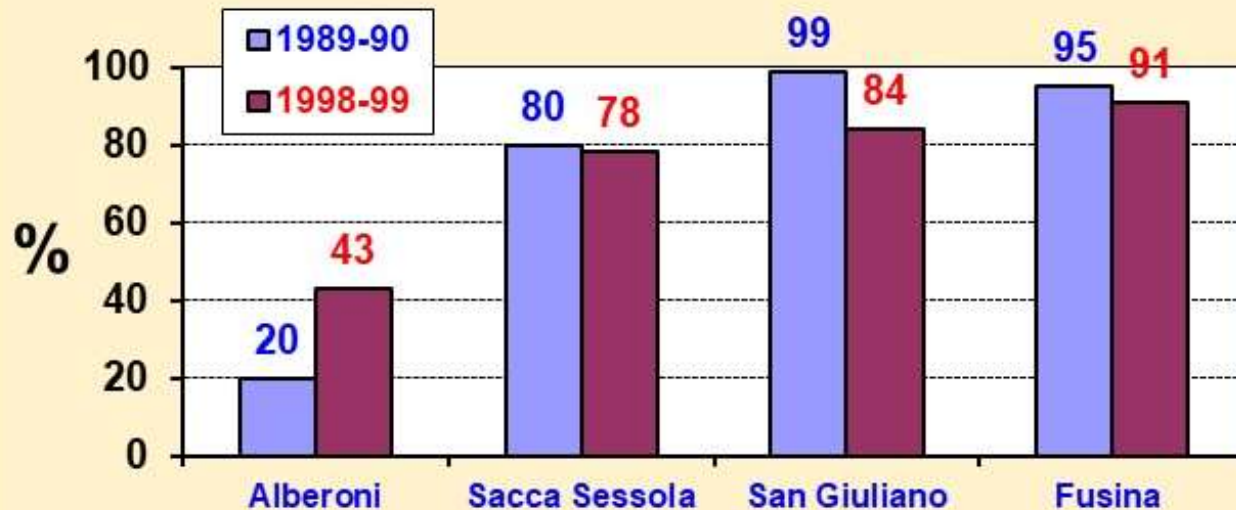
palina durante le misure, in immersione, di erosione o sedimentazione.



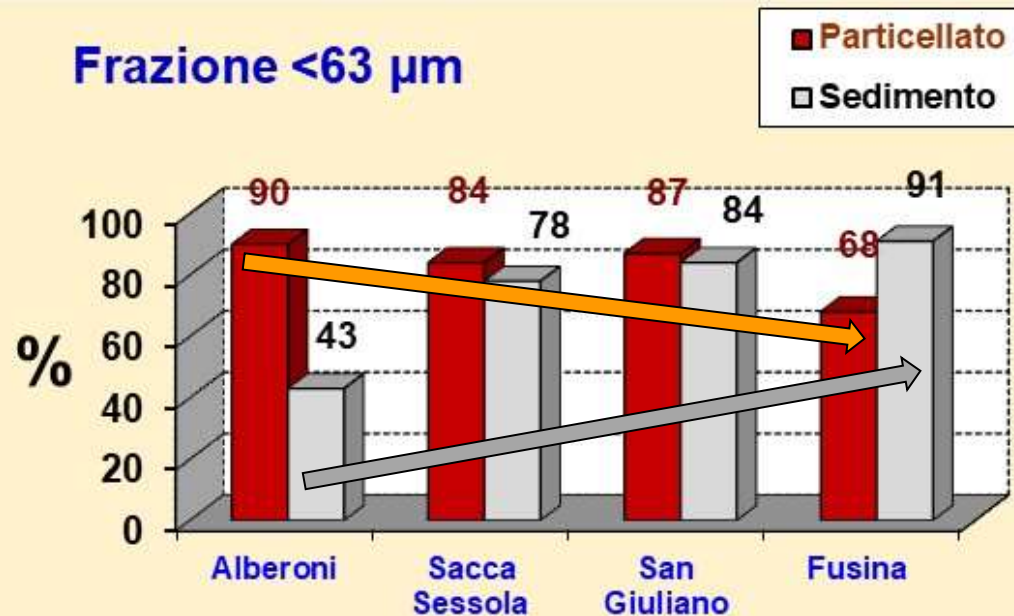
Cambiamenti batimetrici



Percentuale di frazione fine ($<63 \mu\text{m}$) del sedimento



Frazione $<63 \mu\text{m}$



Perdita di sedimento dai bassofondali



Perdite per erosione di sedimenti

Bocca degli Alberoni

Perdita di sedimento dai bassofondali





Perdita di P_{tot} dai bassofondali



**Perdite di
nutrienti col
sedimento
eroso**



Perdita di C_{org} dai bassofondali



Perdita di N_{tot} dai bassofondali





Perdita minima di **P** immediatamente disponibile (acque interstiziali) dal sedimento risospeso



Perdita minima di **N** immediatamente disponibile (acque interstiziali) dal sedimento risospeso

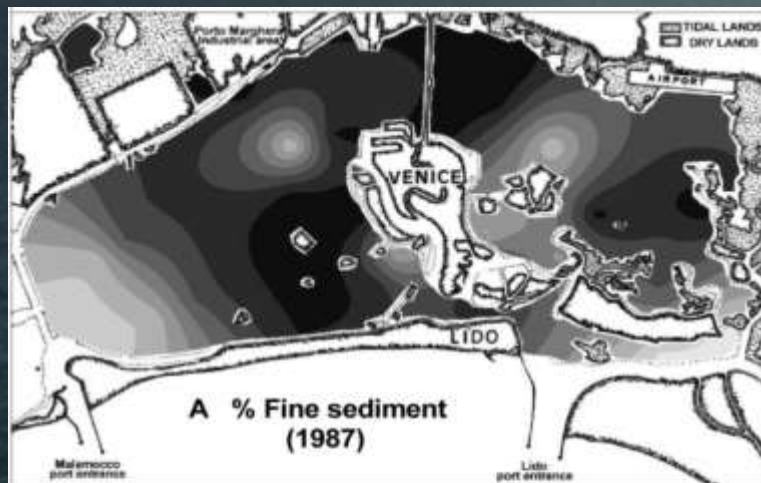


**Perdita
Nutrienti
Acque
Intrstiziali**



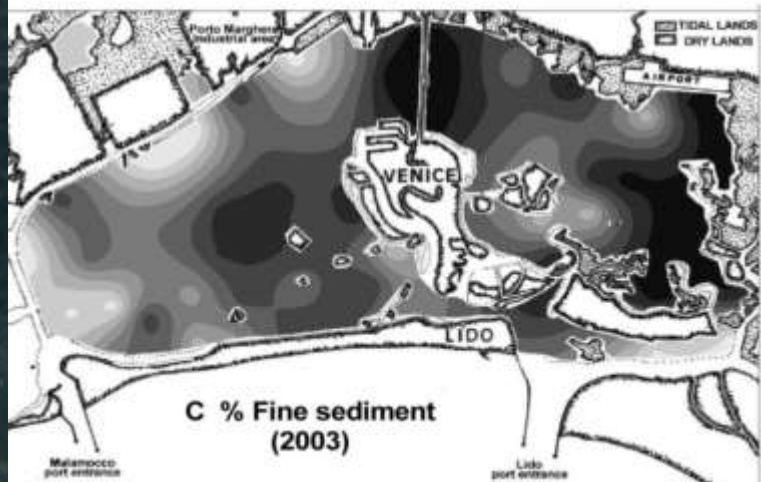
Sedimento fine (fraz. $<63 \mu\text{m}$) nel 1987, 1998, 2003 e variazione percentuale tra il 1987 e 2003

1987



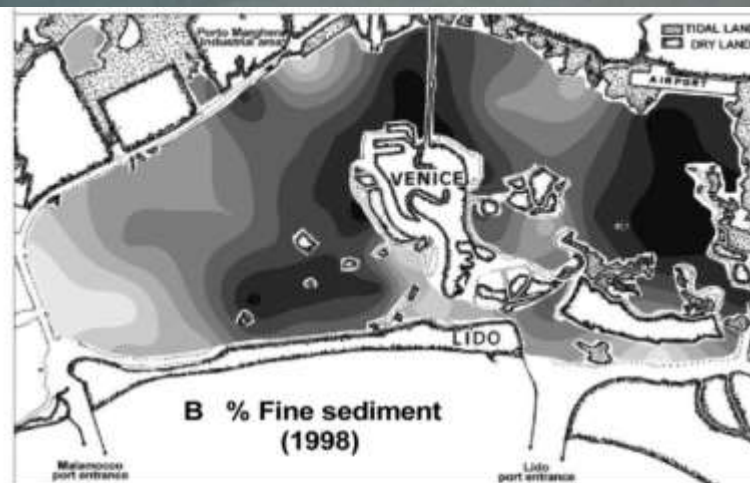
Legend for Figs. A, B, C

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0



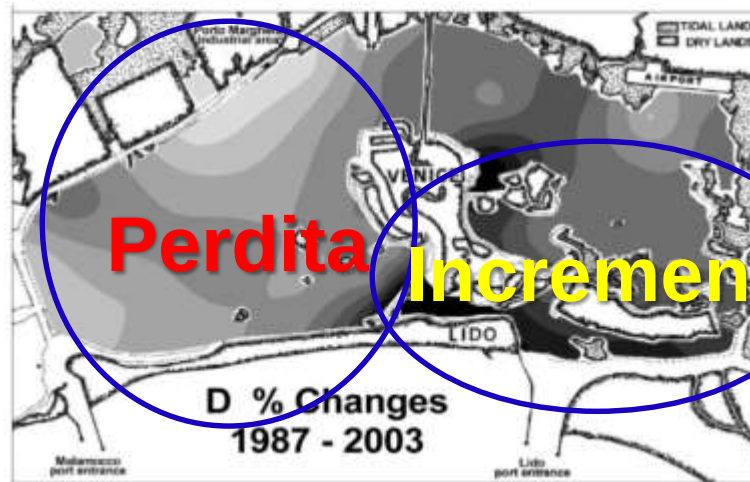
C % Fine sediment (2003)

1998



Legend for Fig. D

170 70 50 30 10 -10 -30 -50 -70 -90



D % Changes 1987 - 2003

Perdita Incremento

Perdita significativa ($p < 0.03$), **Incremento** non significativo → **mare??**

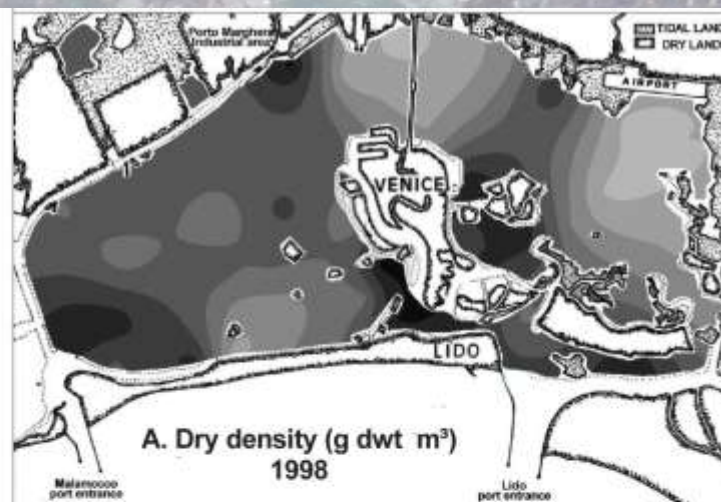
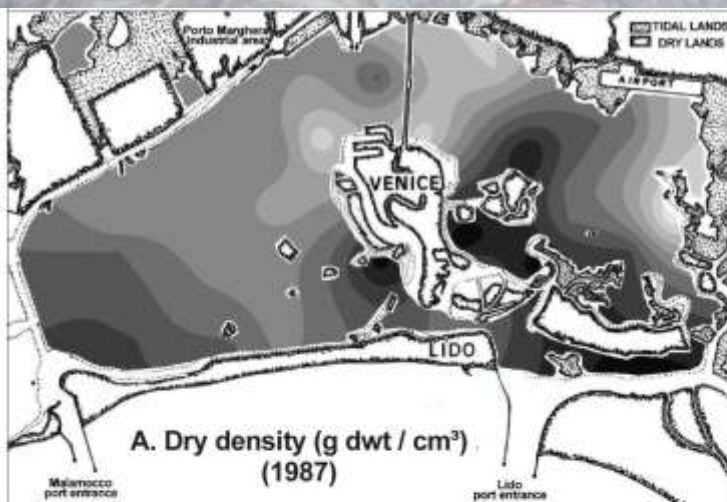


Densità a secco (g dwt cm⁻³) nel 1987, 1998, 2003 e variazione percentuale tra il 1987 e il 2003



1987

1998

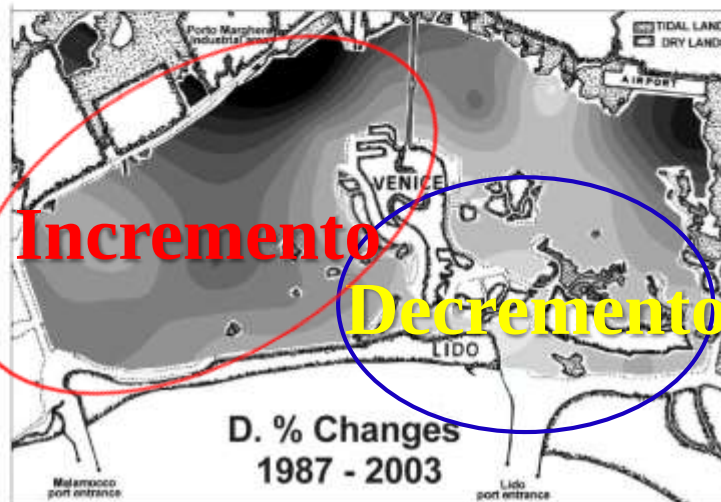
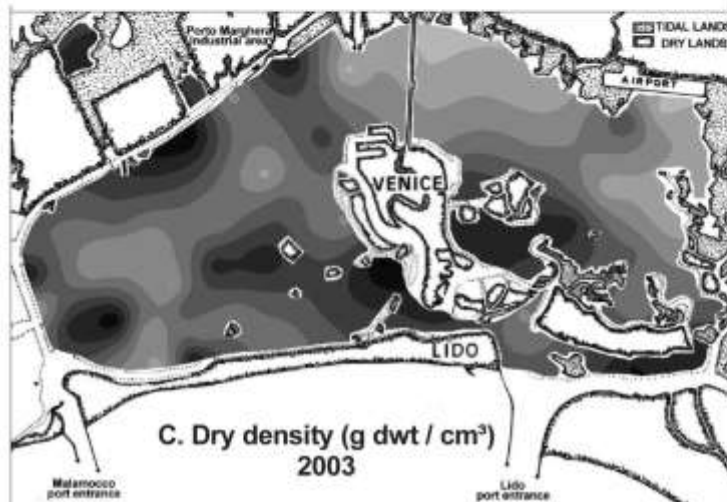


Legend for Figs. A, B, C

1.55 1.45 1.35 1.25 1.15 1.05 0.95 0.85 0.75 0.65 0.55 0.45

Legend for Fig. D

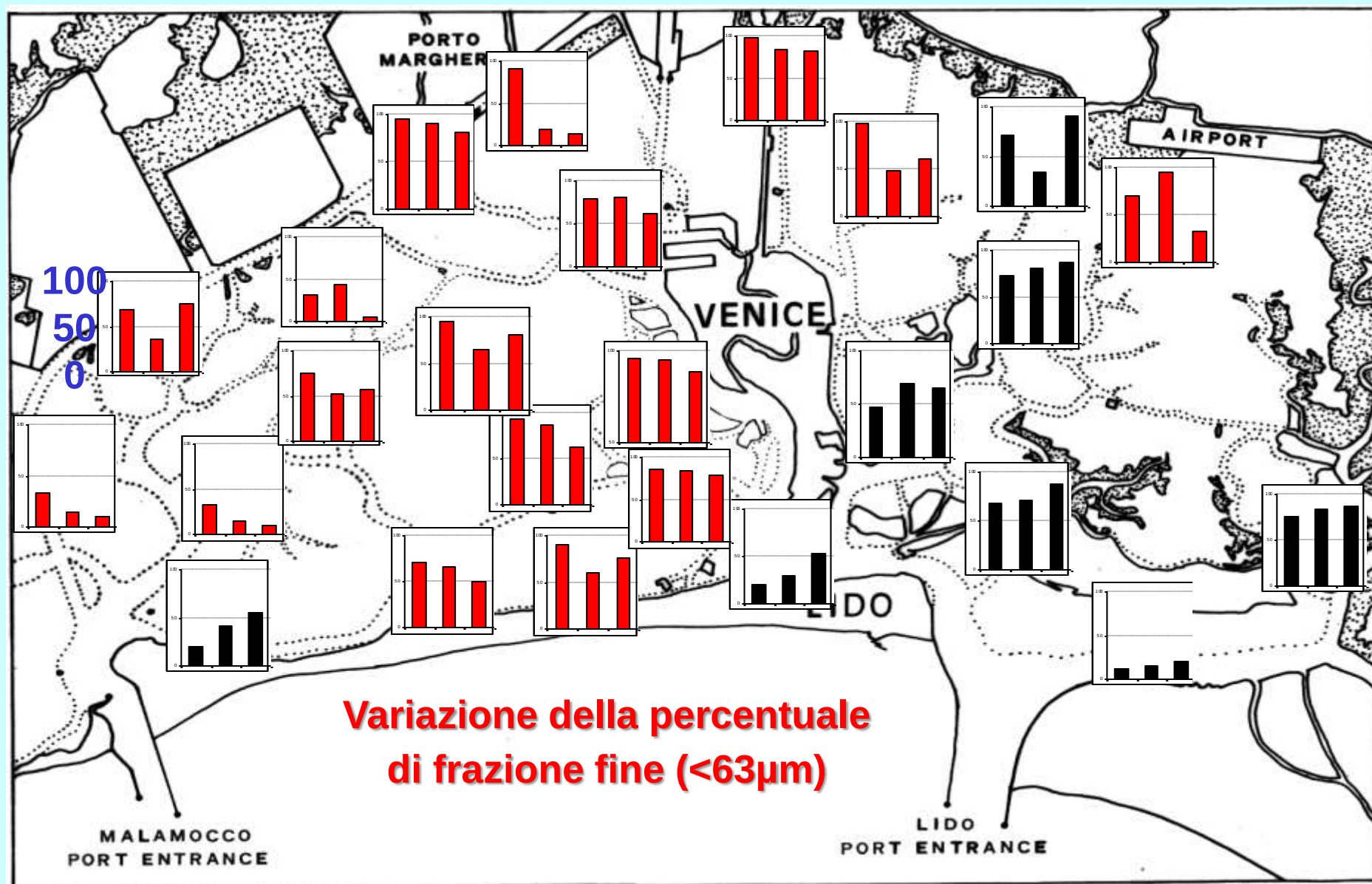
140 80 70 60 50 40 30 20 10 0 -10 -20 -30



Incremento significativo ($p < 0.003$), **Decremento** non significativo → **mare??**

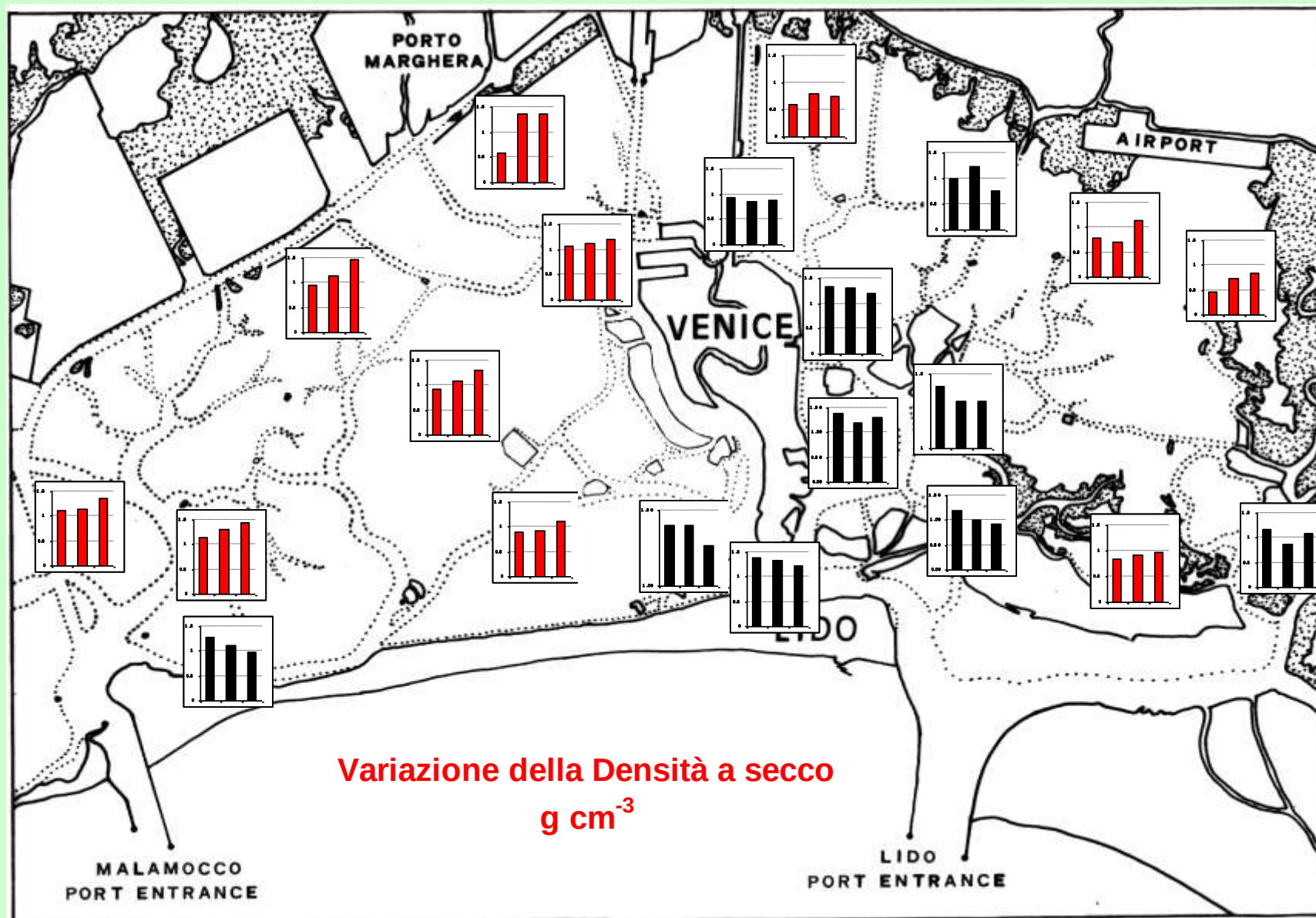


Frazione < 63 μm , 1987, 1993, 1998

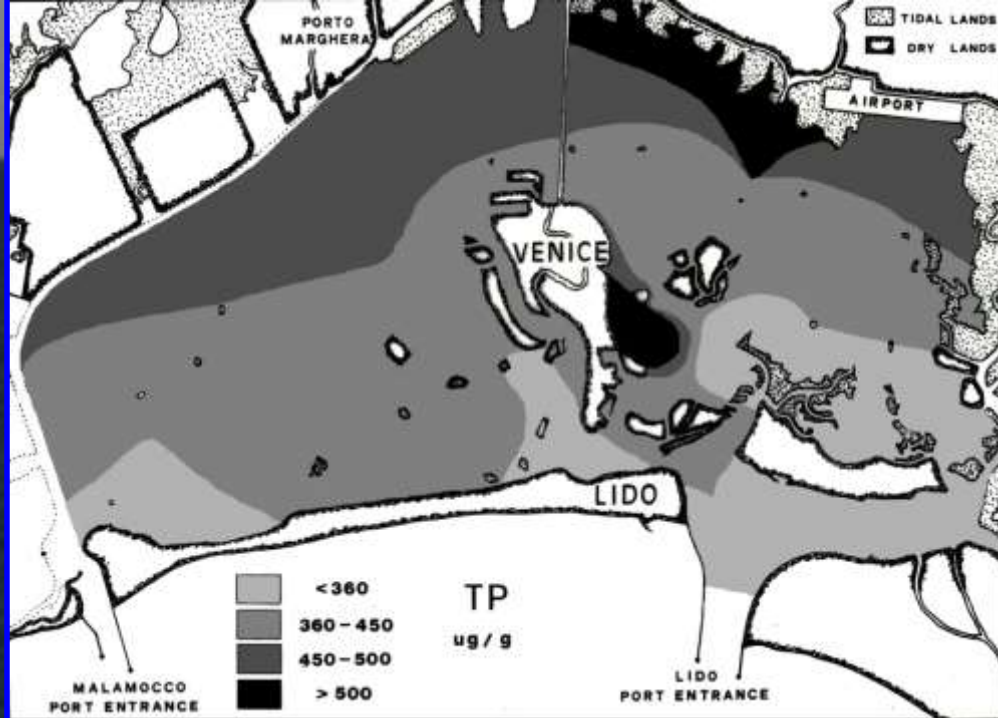




Densità a secco, 1987, 1993, 1998

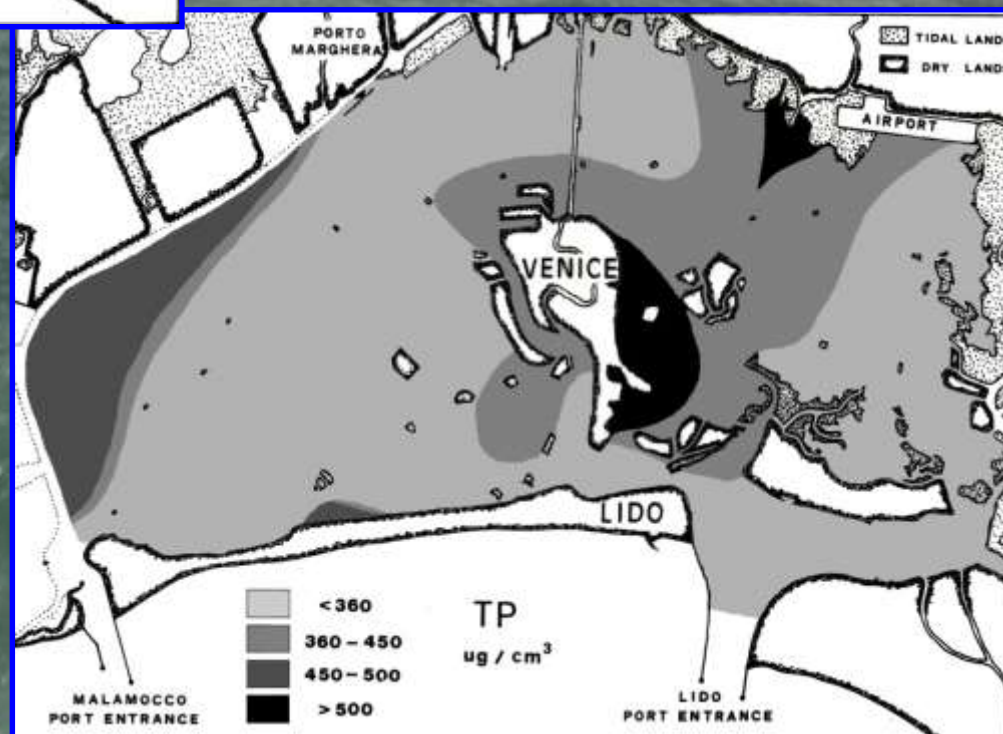


Variazione della Densità a secco
g cm⁻³



**Concentrazione P
sul secco
 $\mu\text{g g}^{-1}$**

**Concentrazione P
su volume
 $\mu\text{g cm}^{-3}$**





**Antichi residui
di canneti**

**...fino a
0.12 g dwt cm⁻³**

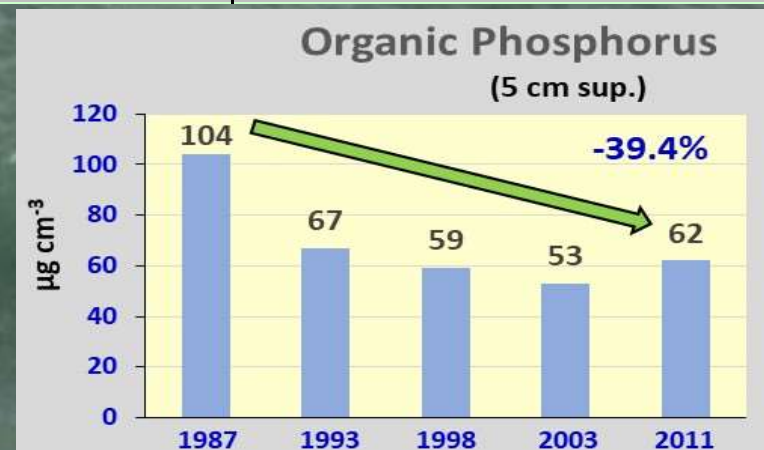
Phragmites australis



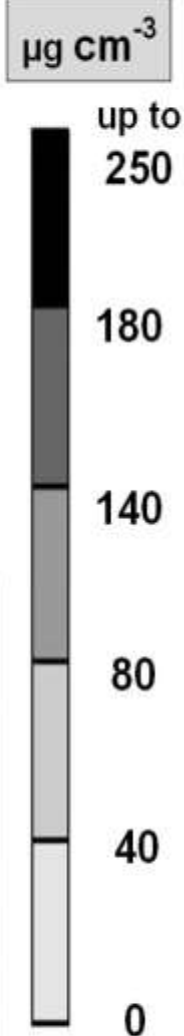
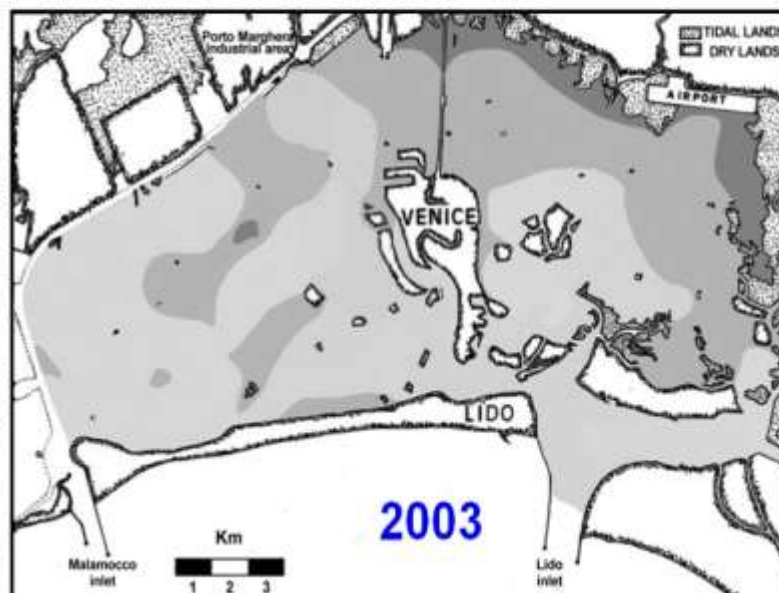
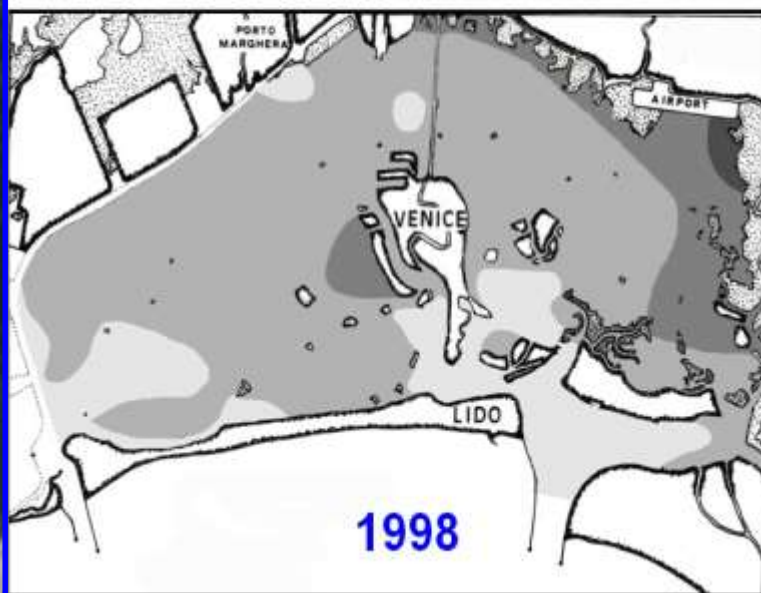
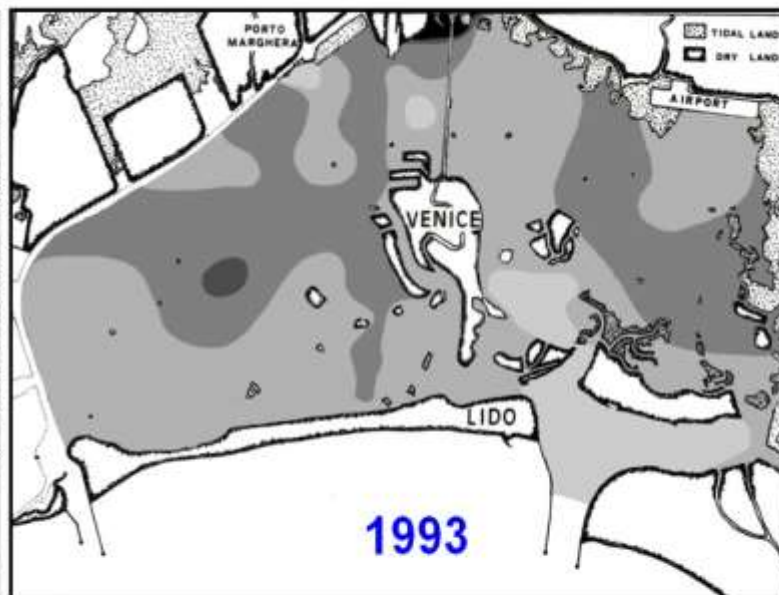
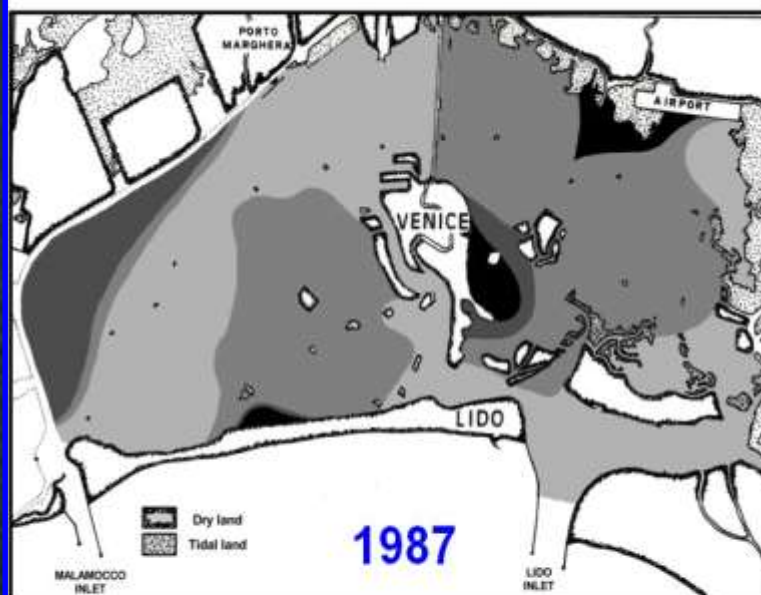
Variazioni fosforo nei sedimenti 1987-2003

stations N°	Total Phosphorus					Organic Phosphorus					Organic/Total				
	1987	1993	1998	2003	2011	1987	1993	1998	2003	2011	1987	1993	1998	2003	2011
	$\mu\text{g}/\text{cm}^3$					$\mu\text{g}/\text{cm}^3$					%				
	34	34	34	34	31	34	34	34	34	31	34	34	34	34	31
Mean	386	361	375	358	383	104	67	59	53	62	26.9	18.6	15.7	14.8	16.3
STD	96	80	65	99	50	42	28	31	53	24					
Min	227	184	257	201	281	49	27	16	2	13					
Max	720	682	541	635	473	246	210	167	150	113					
Difference 2003-1987	-7.3%					-49.0%					-44.9%				
2003-2011	≈					-40.4%					-39.4%				

ANOVA 34 stazioni		
1987-93	$p < 4.27\text{E-}05$	Assenza macroalghe
1993-98	n.s	Pesca vongole
1998-03	n.s	
1987-03	$p < 8.97\text{E-}07$	in toto

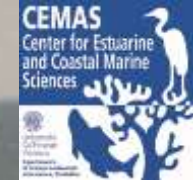


Organic Phosphorus

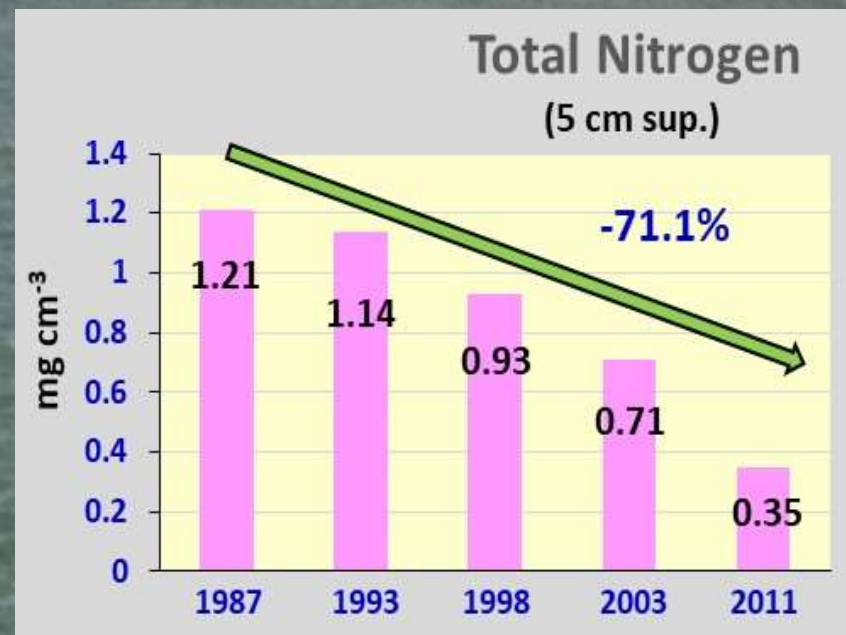




Variazioni Azoto nei sedimenti 1987-2003



Total Nitrogen					
	1987	1993	1998	2003	2011
	mg/cm ³				
stations N°	34	34	34	34	31
Mean	1.21	1.14	0.93	0.71	0.35
STD	0.60	0.48	0.48	0.36	0.48
Min	0.22	0.33	0.10	0.09	0.04
Max	3.00	2.62	1.37	1.48	0.48
Difference					
2003-1987	-41.3%				
2003-2011	-71.1%				



Anova 34 stazioni	
1987-93	n.s.
1993-98	n.s.
1998-03	p < 0.017
1987-03	p < 3.09E-05

Assenza macroalghe

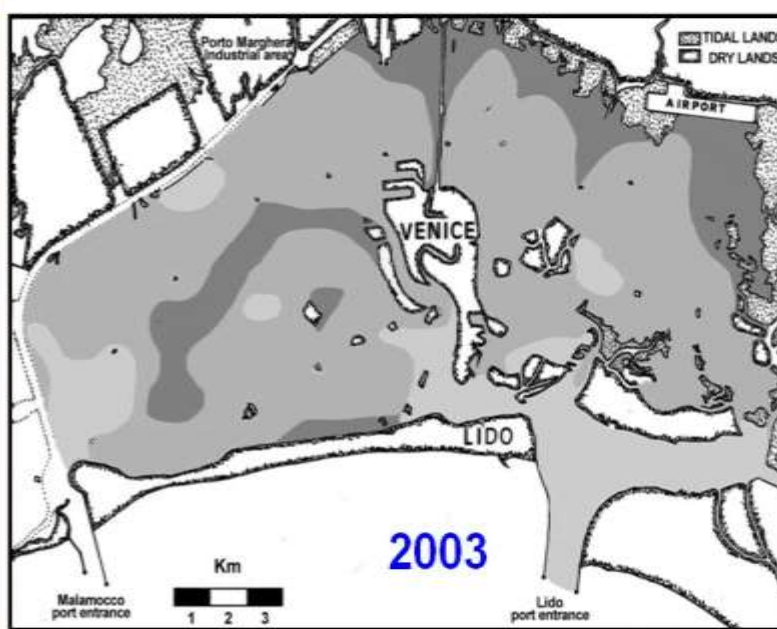
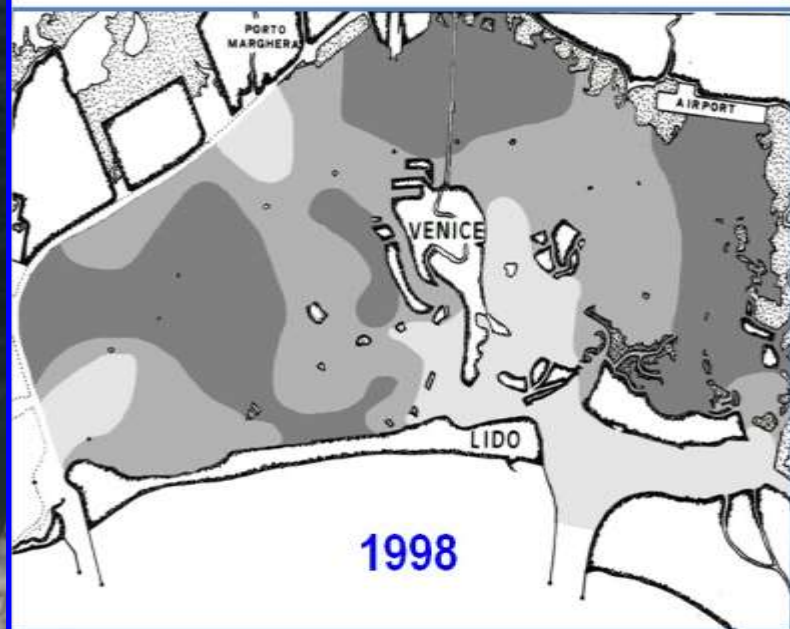
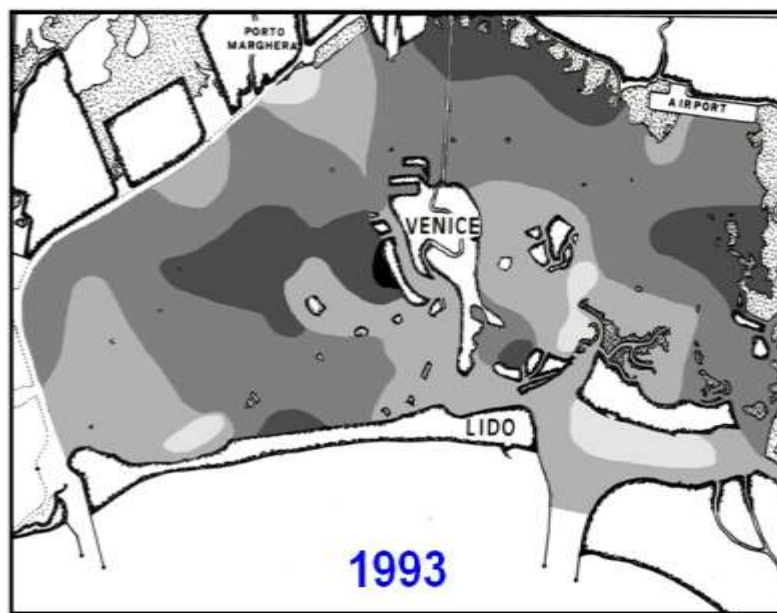
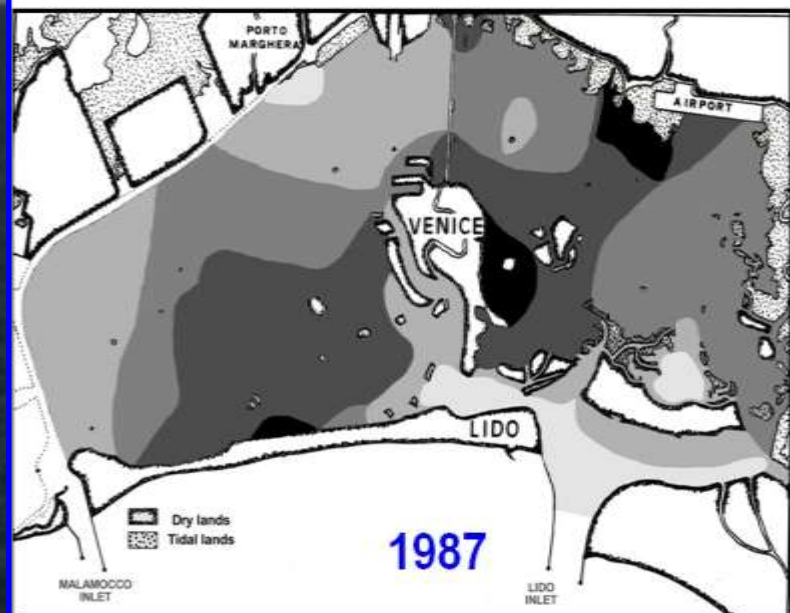
Pesca vongole filippine

in toto

Liberato in
acqua come
ammoniacale



Total Nitrogen



mg cm⁻³

up to
3

2

1.5

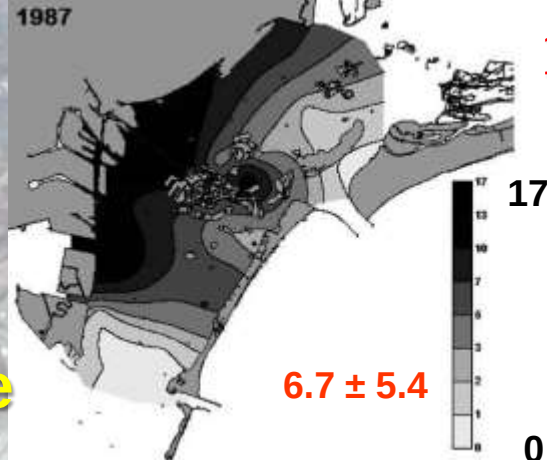
1

0.5

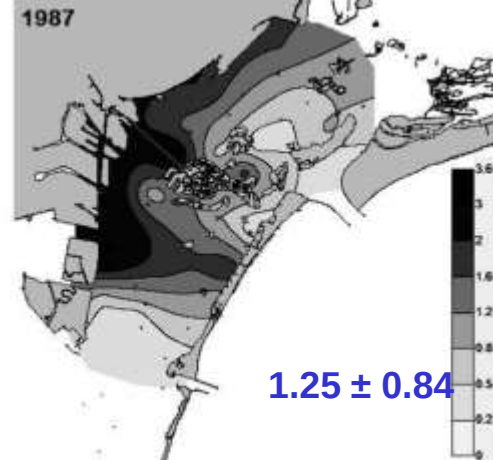
0



Macroalghe

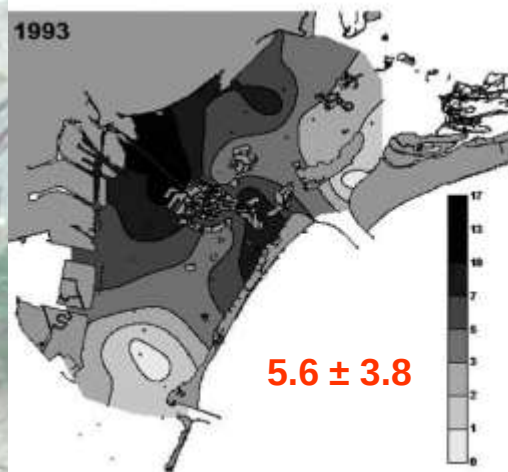


1987

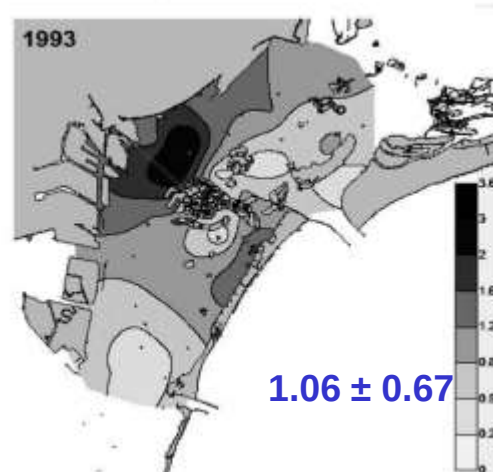


3.6

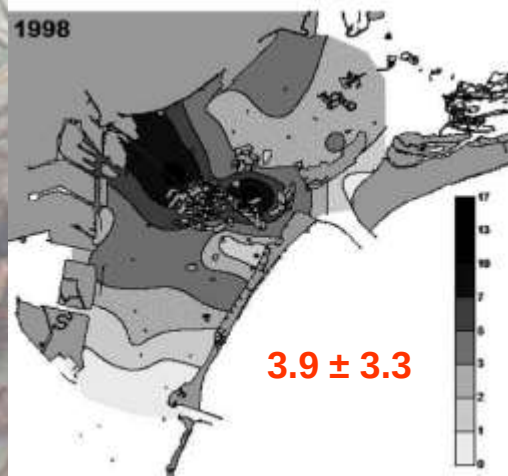
0



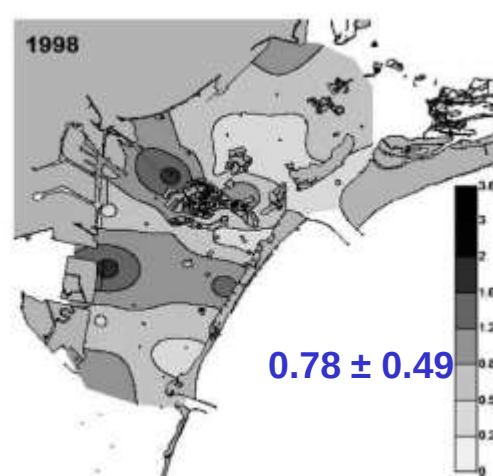
1993



Pesticidi
diminuiscono



1998



25 stazioni

Pesca



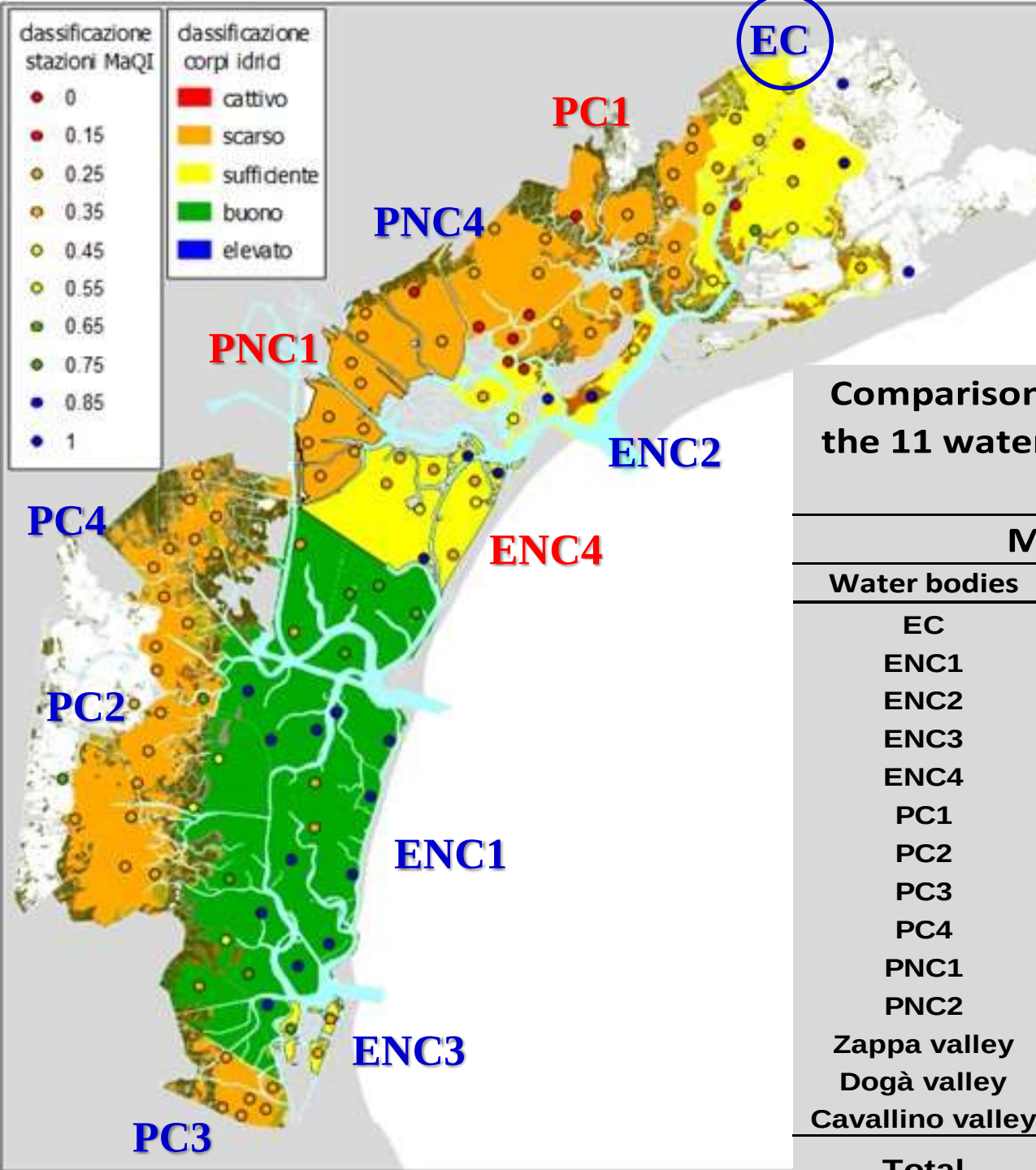
Stato Ecologico 2000/60/EC

MaQI

Accettato dal
Ministero
dell'Ambiente
(MiATM) ed
intercalibrato
dalla Comunità

Europea per
valutare la qualità
ambientale degli
ambienti di
transizione del
Mediterraneo

Macrophyte Quality Index (MaQI)							
Macroalgae (1)	Taxa			Ecological Status (EQR)			
	Opportunistic score 0	Indifferent score 1	Sensitive score 2				
	Any cover		N°	%			
			>2	≥25	0.85		1
				15-25	0.65	0.75	0.85
	≤15	0.55	0.55	0.65			
	Total cover ≤5%				2	0.45	
	Total cover >5%	Wet Abundance Rhodophyta > Chlorophyta			≤2	0.35	
		Wet Abundance Chlorophyta > Rhodophyta				0.25	
	Total coverage ≤5%				1	0.15	
0			0				
Absent		0	-	0	0.55	0.65	0.85
<i>Ruppia cirrhosa</i> , <i>R. maritima</i> , <i>Nanozostera noltii</i>			Absent	<50%	50-75%	>75%	
<i>Zostera marina</i>				<25%	25-75%	>75%	
<i>Cymodocea nodosa</i>			Absent		<25%	≥25%	
<i>Posidonia oceanica</i>			Absent		Present		
				Taxa cover %			
				Aquatic angiosperms			
(1)	The Xanthophyceae <i>Vaucheria</i> spp. should not be taken into account in the total cover						



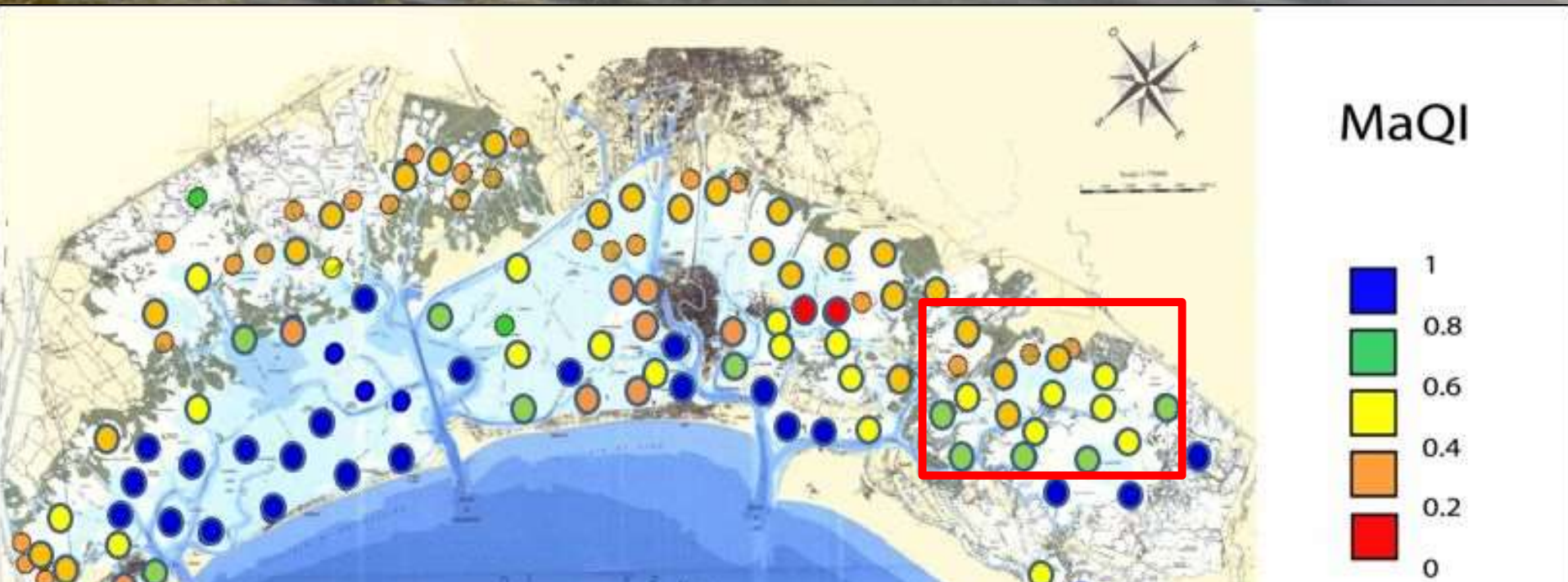
MaQI Assessment 2014

Comparison of MaQI EQR 2011-2014 in the 11 water bodies and in three lagoon fishing ponds

MaQI EQR changes			
Water bodies	2011	2014	Difference
EC	0.408	0.631	0.223
ENC1	0.698	0.769	0.071
ENC2	0.479	0.656	0.177
ENC3	0.417	0.483	0.066
ENC4	0.520	0.490	-0.030
PC1	0.317	0.292	-0.025
PC2	0.325	0.350	0.025
PC3	0.317	0.317	0.000
PC4	0.317	0.338	0.021
PNC1	0.330	0.350	0.020
PNC2	0.261	0.250	-0.011
Zappa valley	0.250	0.250	0
Dogà valley	0.850	0.850	0
Cavallino valley	1	1	0
Total	0.464	0.502	0.038

Macrophyte Quality Index

Assessment by 88 sites, 2014





LIFE12 NAT/IT/000331



**"Habitat 1150* (Coastal lagoon) recovery by
SEagrass RESTOration (SeResto).
A new strategic approach to meet
HD & WFD objectives"
(Habitat Directive & Water Framework Directive)**

Il Progetto gode del contributo dello strumento finanziario Life dell'Unione Europea e contribuisce al miglioramento ecologico di un sito di interesse comunitario della rete Natura 2000 (SIC IT3250031 - Laguna di Venezia Settentrionale)





Partners



Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (UNIVE);

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA);

Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche (OOPP), ex MAV;

Associazione Laguna Venexiana Onlus



Obiettivo generale:

Rinaturalizzazione e recupero dello stato
ecologico

con il ripristino e la salvaguardia
dell' **habitat 1150*** (Lagune costiere)

nel SIC Laguna Superiore di Venezia
(IT3250031),

dove tale habitat copre circa **3.660 ha**,

tramite trapianti diffusi di

Fanerogame (piante) acquatiche.

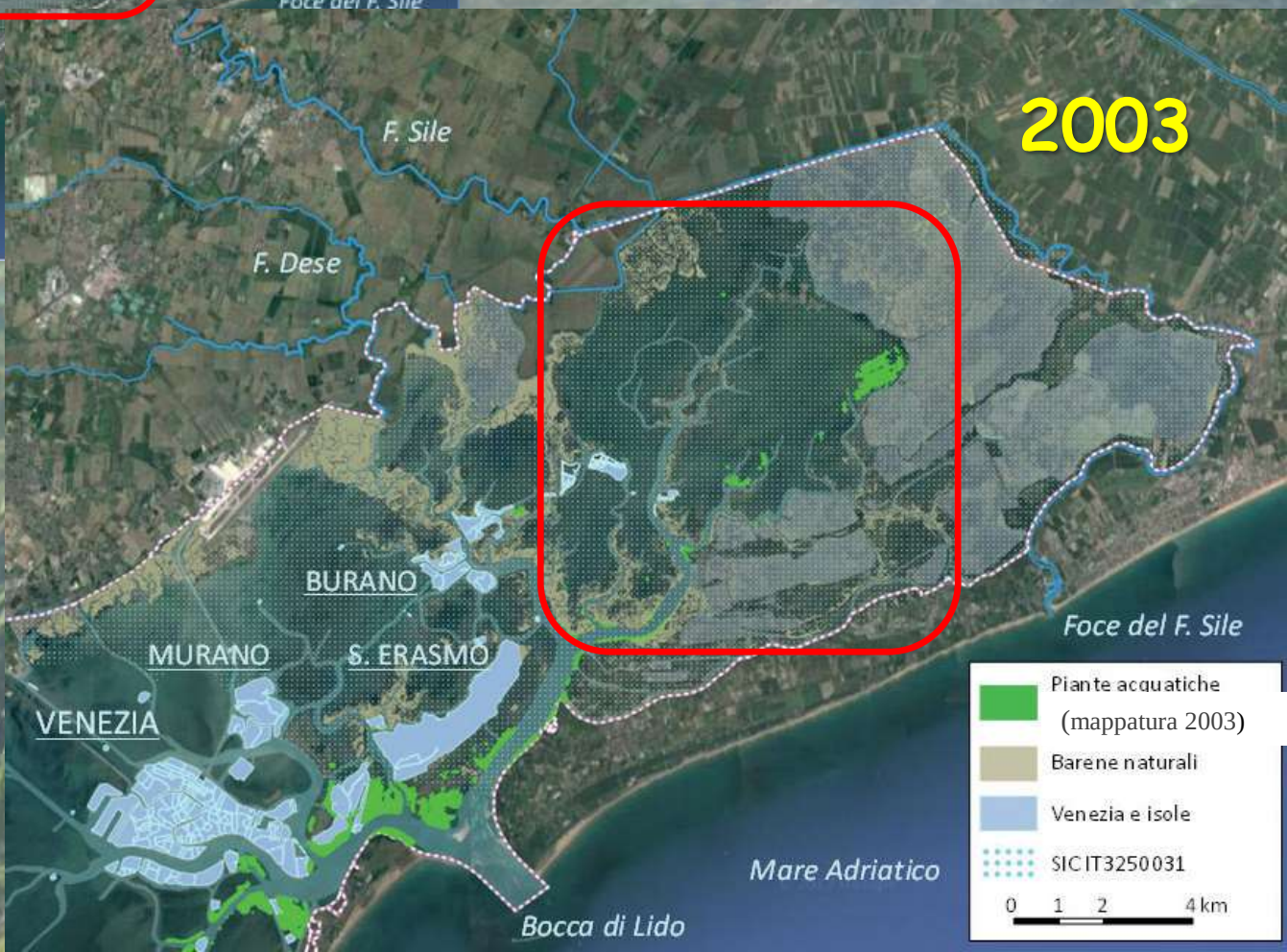
1990



Aquatic plant
distribution



2003





Ca. 10 km² with aquatic plants with different cover and 4 km² of total cover



December 2017

Sito WEB: www.lifenseresto.eu

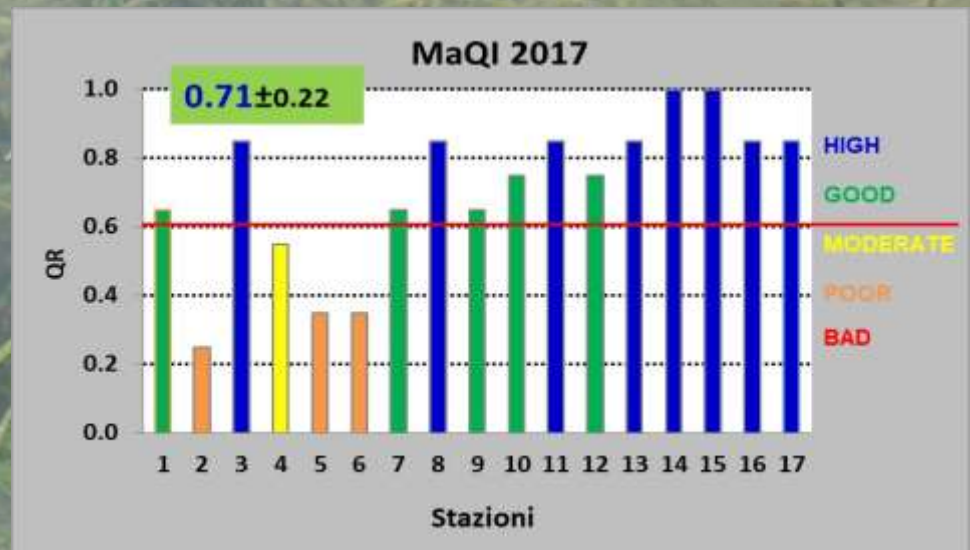
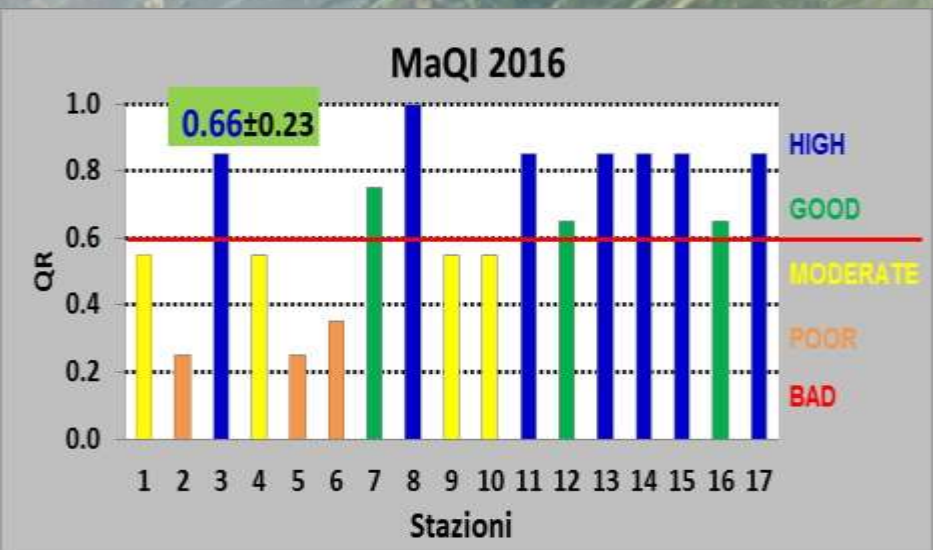
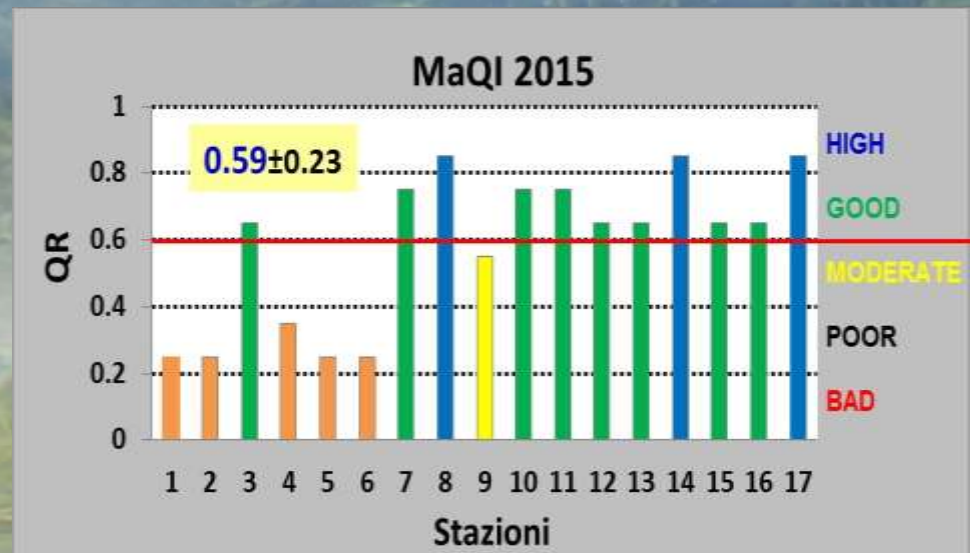
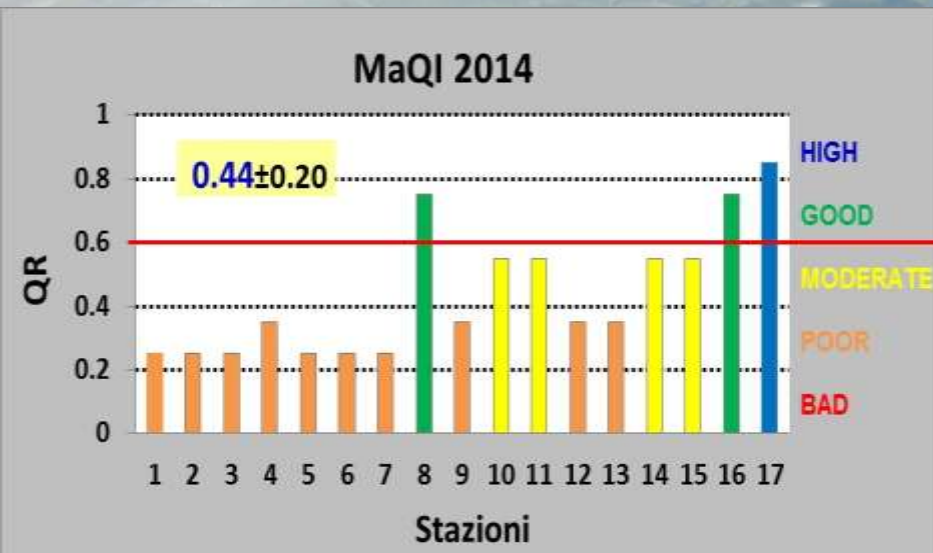
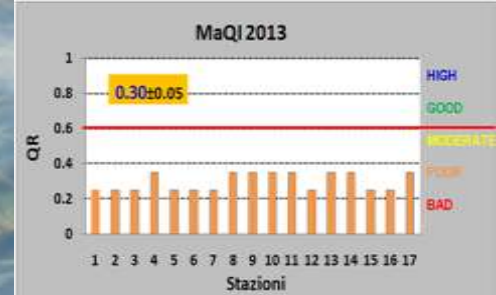


SERESTO - Habitat 1150 (coastal lagoon)
recovery by SEagrass RESTOration.
A new strategic approach to meet HD&WFD objectives
(accordo n. LIFE12 NAT/IT/000331)



Macrophyte Quality Index (2014)

più sensibile alle rapide variazioni ambientali





Conclusioni

Attualmente lo stato trofico è in forte declino mentre lo stato ecologico sta progressivamente aumentando.

I processi erosivi hanno raggiunto il loro massimo livello tra il 1995 e il 2010, ora l'erosione continua ma con un ritmo progressivamente minore per minori disturbi antropici e l'incremento della ricolonizzazione delle fanerogame marine che riducono la perdita dei sedimenti.

La nuova variabile sarà la regolamentazione con le chiusure del Mose: la trofia tornerà ad aumentare??

Grazie per l'attenzione