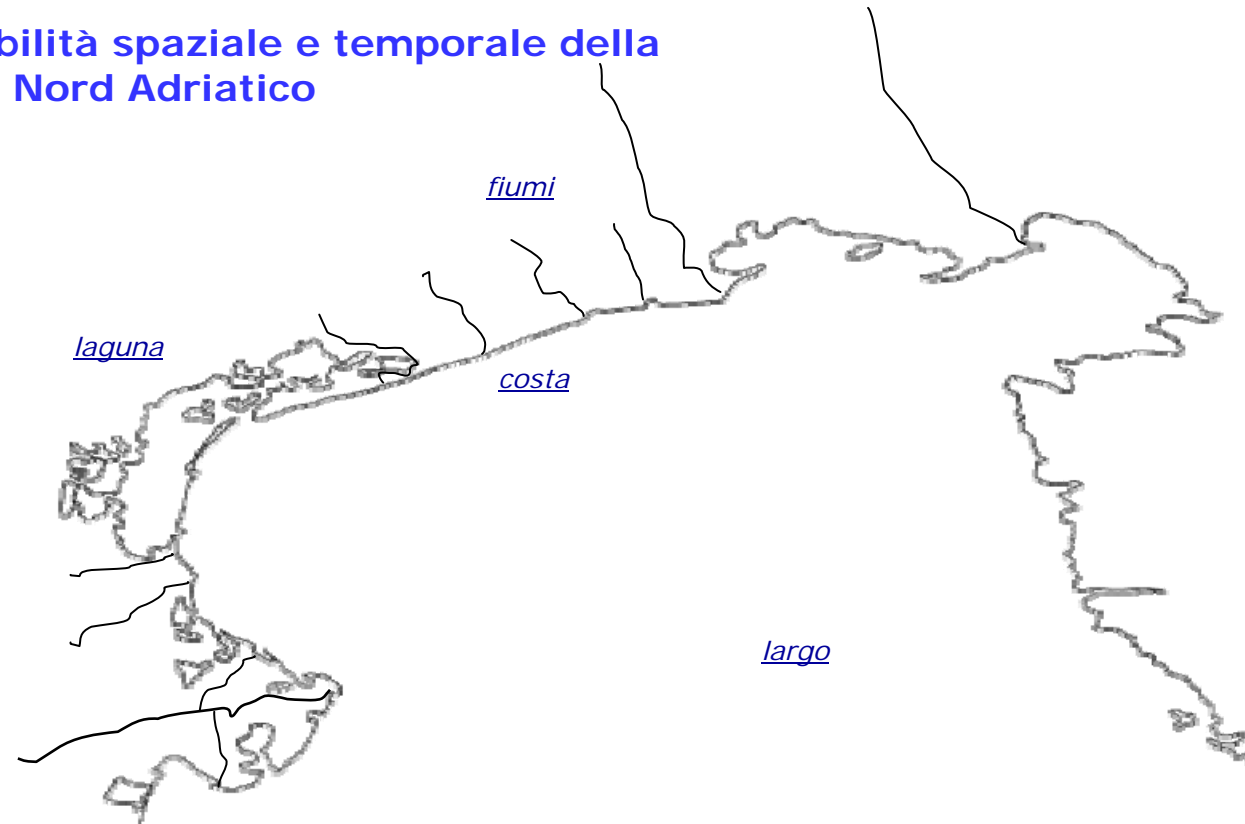


LINEA DI RICERCA: 3.13

Analisi della variabilità spaziale e temporale della fascia costiera del Nord Adriatico



Cossarini G., Bandelj V., Bastianini M., Melaku Canu D., Solidoro C.

Obiettivi:

- caratterizzazione della fascia costiera (analisi della variabilità spaziale e temporale)
- individuazione di aree omogenee
- valutazione delle tendenze dei principali parametri idrochimici e idrobiologici nella fascia costiera veneta
- valutazione dell'influsso delle acque lagunari sulla fruibilità delle acque del litorale veneto





Rete di monitoraggio ARPA

Transetti di 3 stazioni (500m, 0.5 e 2 miglia)
Numero di stazioni varia negli anni

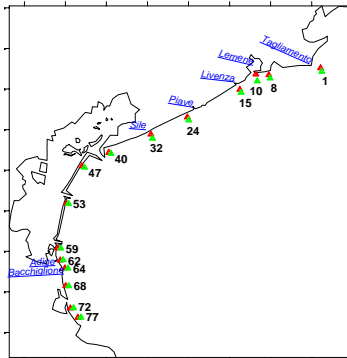
fascia costiera veneta del Nord Adriatico



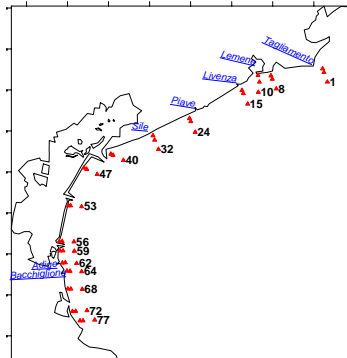
Parametri fisici: salinità, temperatura, densità, pH, ossigeno disciolto (OXYsatur. e OXYconcentr.)

Parametri trofici: N-NO₂, N-NO₃, N-NH₄, SiO₂, P-PO₄, Clorofilla

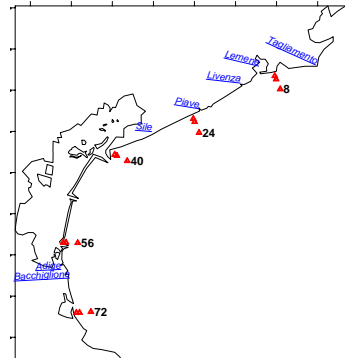
1986-1989



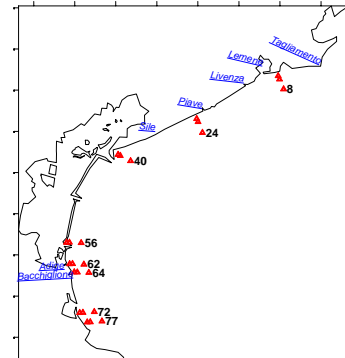
1990-2001



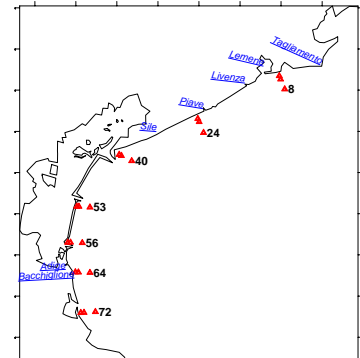
2002



2003



2004



Dataset 1986-2004: da 5 a 16 transetti

Analisi esplorativa delle evoluzioni e variabilità spazio-temporale dei parametri

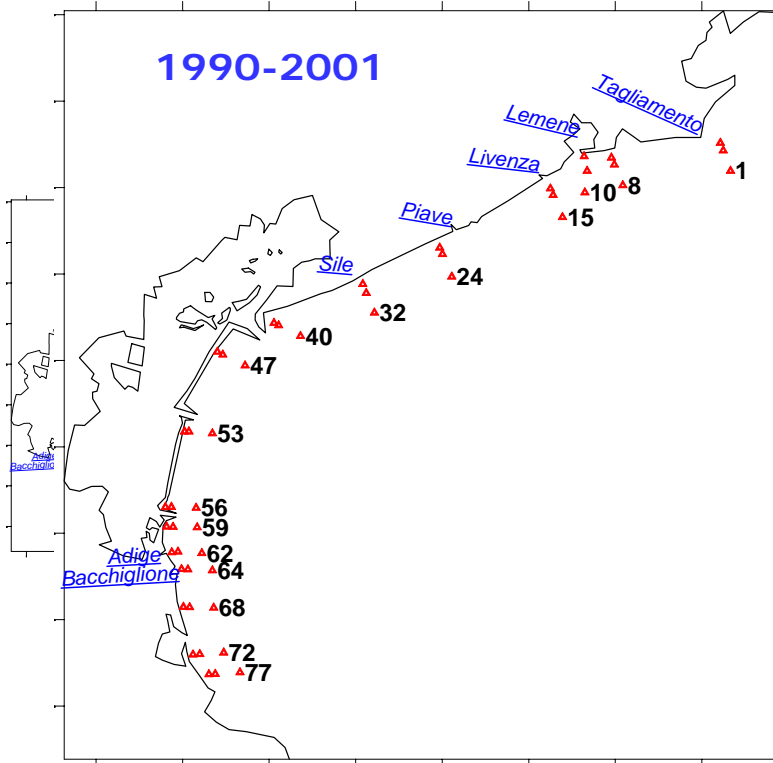


Rete di monitoraggio ARPA

Transetti di 3 stazioni (500m, 0.5 e 2 miglia)
Numero di stazioni varia negli anni

Parametri fisici: salinità, temperatura, densità, pH, ossigeno disciolto (OXYsatur. e OXYconcentr.)

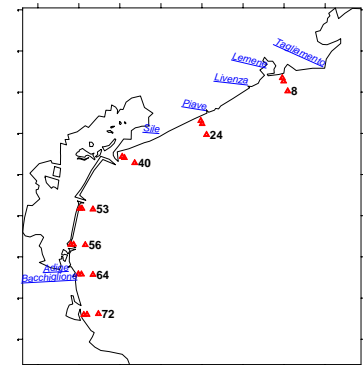
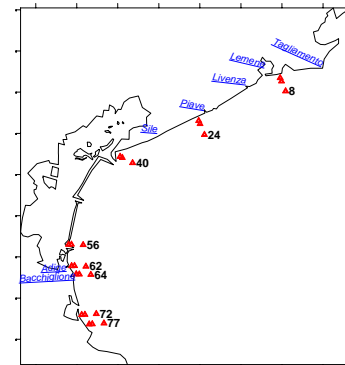
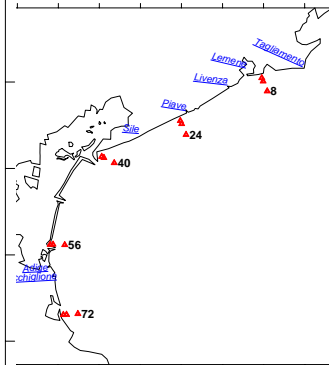
Parametri trofici: N-NO2, N-NO3, N-NH4, SiO2, P-PO4, Clorofilla



2002

2003

2004



Dataset 1986-2004: da 5 a 16 transetti

Analisi esplorativa delle evoluzioni e variabilità spazio-temporale dei parametri

Dataset 1990-2001: 16 transetti, campionamenti mensili

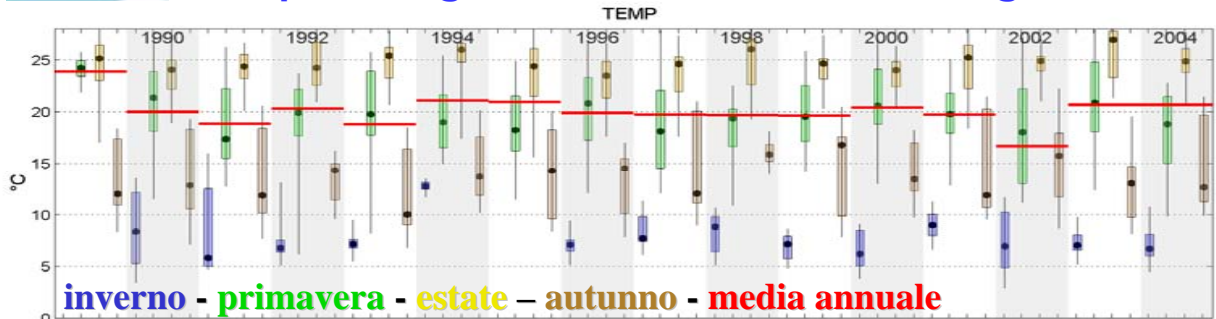
Analisi: - EOF, RDA → analisi della variabilità spazio temporale

- individuazione di gruppi di stazioni omogenee

- caratterizzazione trofica dei diversi gruppi

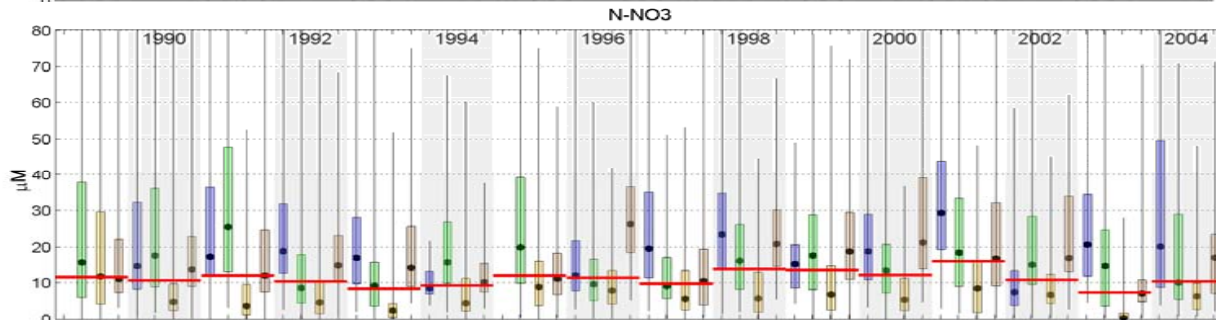
- analisi sull'indicatore **TRIX** e modello di regressione contro salinità

Evoluzione dei parametri nel periodo 1989-2004 boxplot stagionali (mediana, IRQ, range min-max)



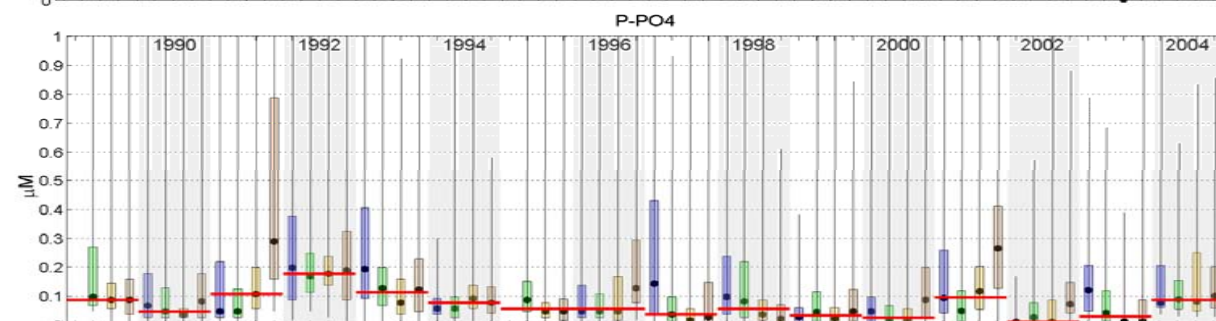
Temp: ciclo stagionale chiaro, variabilità spaziale alta in primavera ed autunno

Estate 2003 particolarmente alta, anomalia del 2002, no tendenze



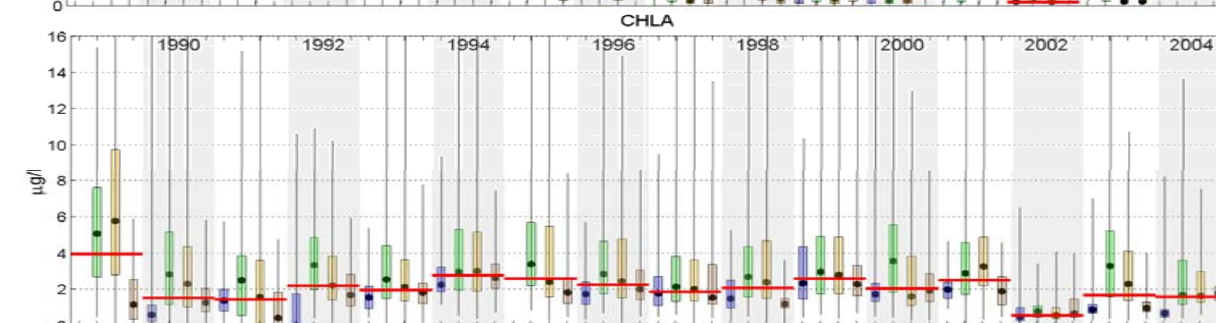
Nitrato: ciclo stagionale regolare (min estivi max inverno ed autunno), variabilità spaziale elevata

No trend nei valori medi annuali



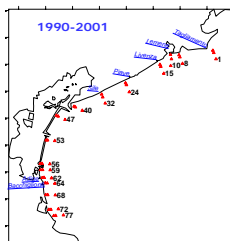
Fosforo reattivo: ciclo stagionale con massimi invernali ed autunnali, variabilità spaziale contenuta ma elevati valori in poche stazioni

Dal 1992 tendenza in diminuzione interrotta nel 2001 e 2004



Clorofilla: ciclo stagionale regolare, massimi (ed elevata variabilità) in primavera ed estate

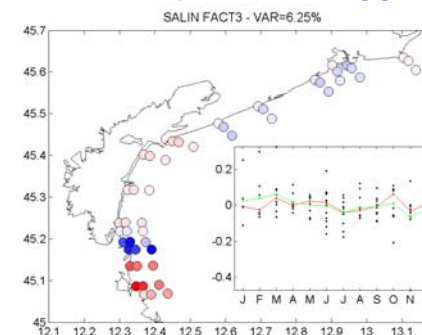
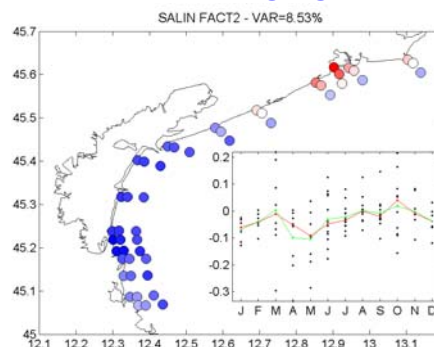
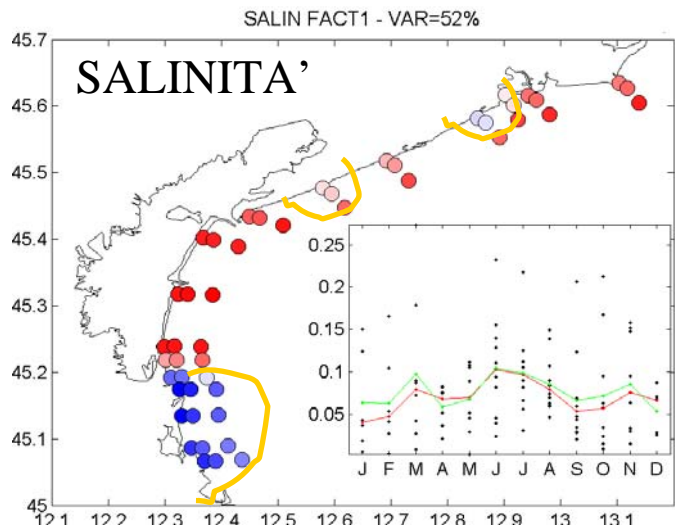
2002 minimo (ma anche 2003 e 2004 più bassi rispetto ad anni precedenti)



EOFs: empirical orthogonol functions

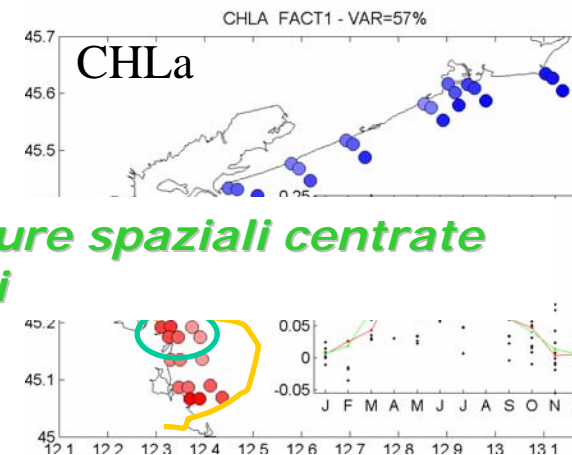
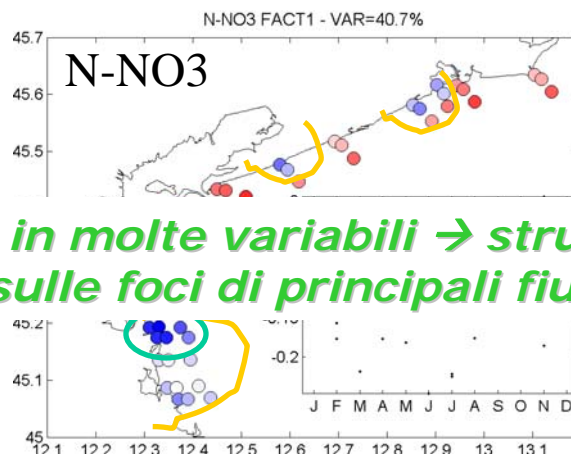
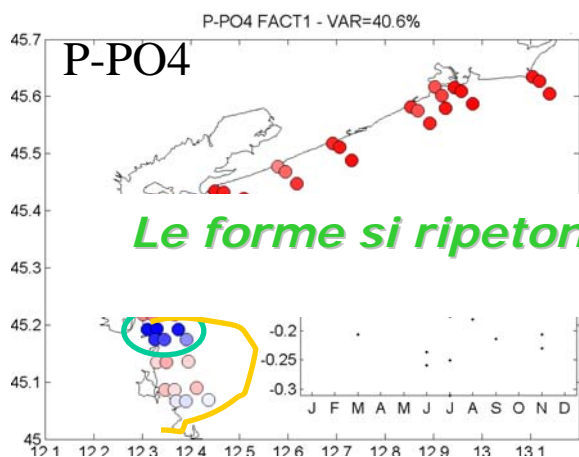
Analisi monovariata della variabilità associata ad ogni parametro: individua strutture spaziali dominanti (e ortogonali tra loro) e modi temporali associati ad essi

Primo fattore spaziale spiega il 52% della varianza della salinità
Il modo temporale associato descrive un'evoluzione annuale con massimi in marzo, giugno e novembre (mesi di portata maggiore)

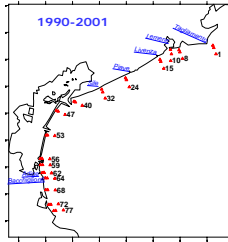


I successivi fattori spiegano altre componenti della variabilità del sistema (minore è la varianza associata)

... per gli altri parametri

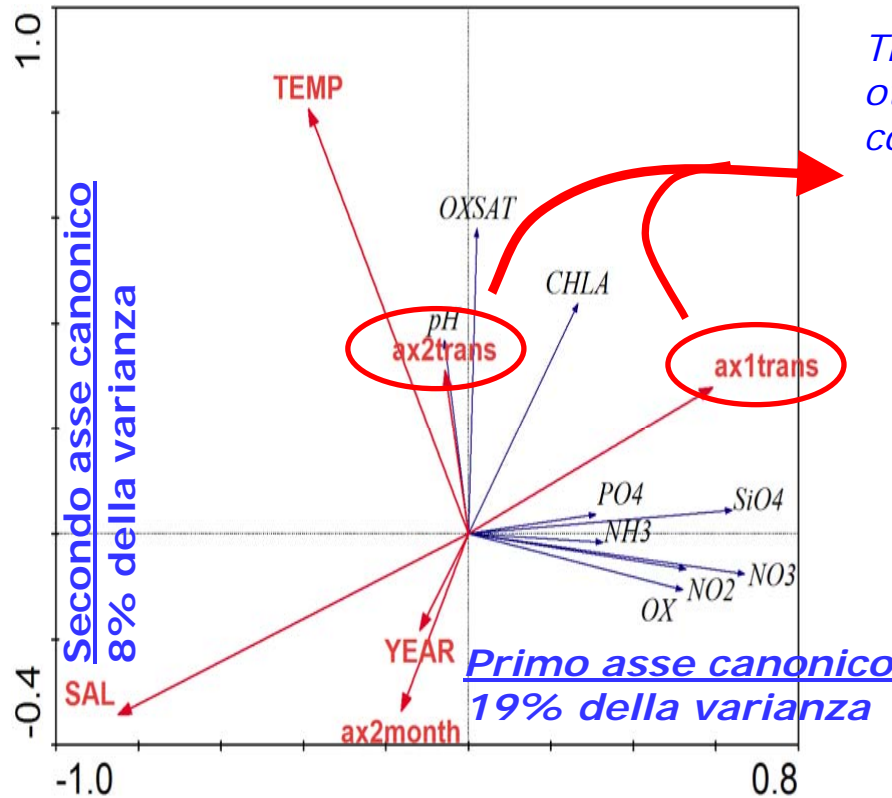


Le forme si ripetono in molte variabili → strutture spaziali centrate sulle foci di principali fiumi



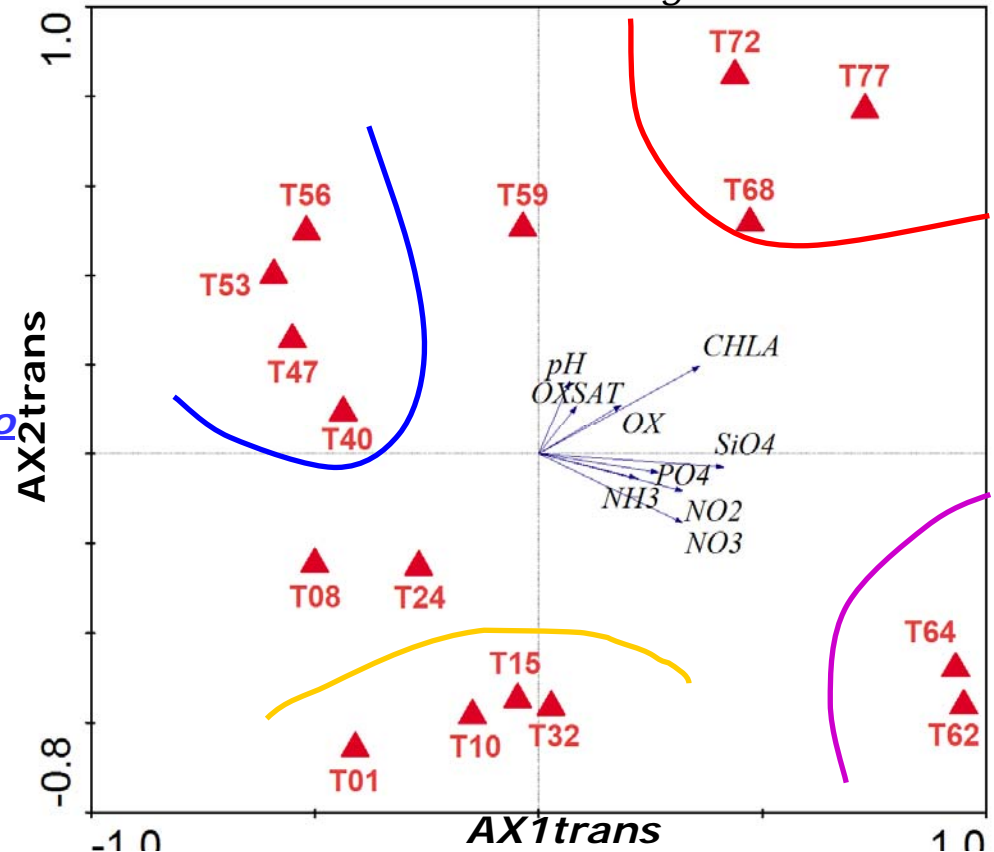
RDA: redundancy analysis:

analisi di gradiente diretta: la matrice delle variabili [nutrienti, clorofilla, ossigeno e pH] viene ordinata vincolandola alla regressione contro le variabili esplicative [Salinità, Temperatura, ma anche informazioni semiquantitative MESI, ANNO, TRANSETTI]

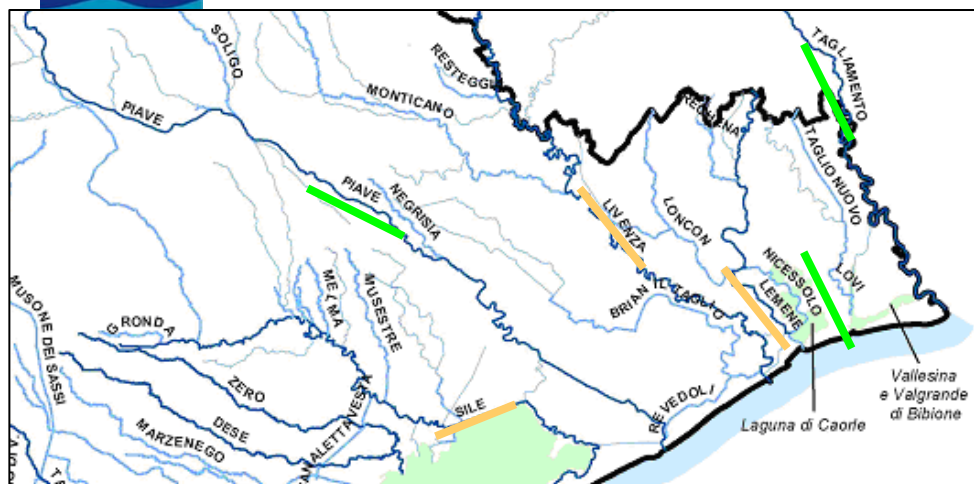


Tra le variabili esplicative, AX1trans e AX2trans sono ottenute da una RDA che usa il nome del transetto come variabile esplicativa.

Biplot dei primi due assi canonici, e centroidi delle variabili categoriali TRANSETTI

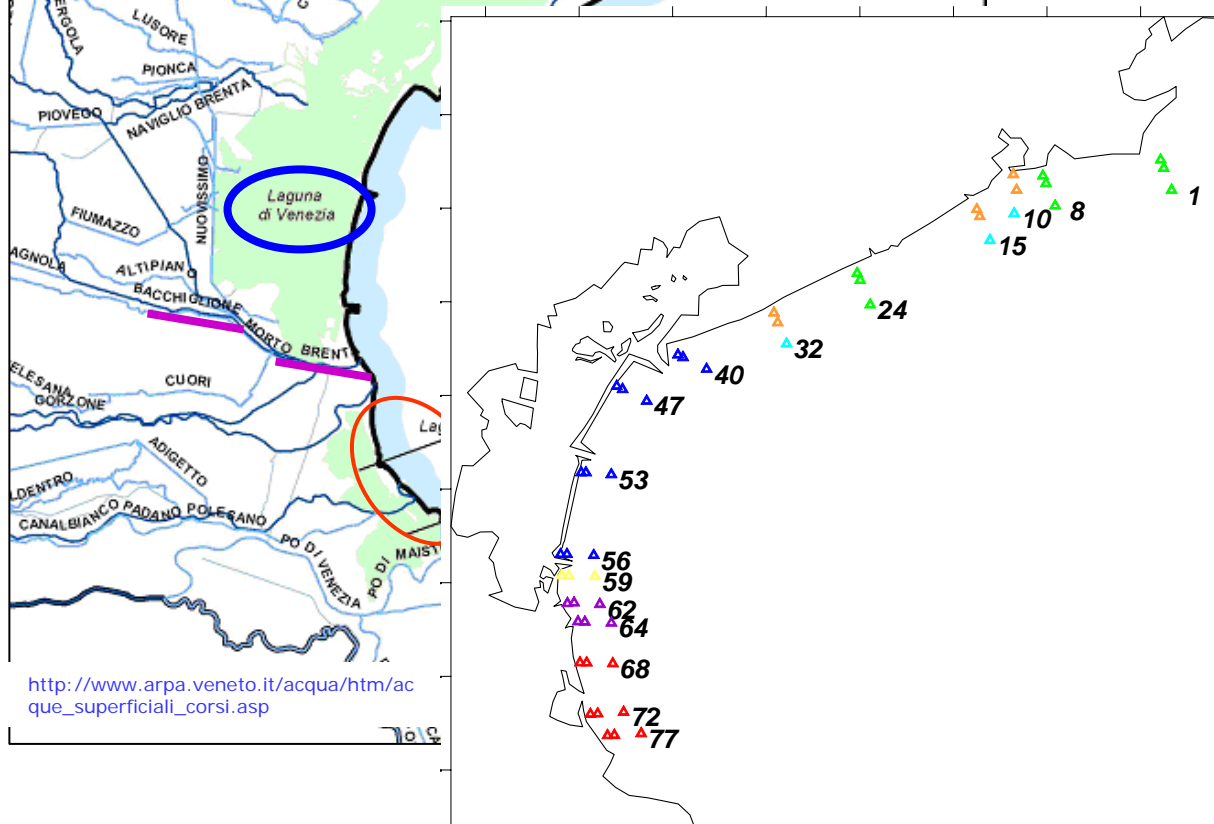


Analisi multivariata su tutti i casi del periodo 1990-2001 individua una possibile aggregazione tra i transetti



La sintesi delle precedenti analisi permette di individuare 7 gruppi

- GRP1:** stazioni dei transetti 1, 8, 24
- GRP2:** stazioni "interne" dei transetti 10, 15, 32
- GRP3:** stazioni esterne dei transetti 10, 15, 32
- GRP4:** stazioni dei transetti 40, 47, 53, 56
- GRP5:** stazioni del transetto 59
- GRP6:** stazioni dei transetti 62, 64
- GRP7:** stazioni dei transetti 68, 72, 77

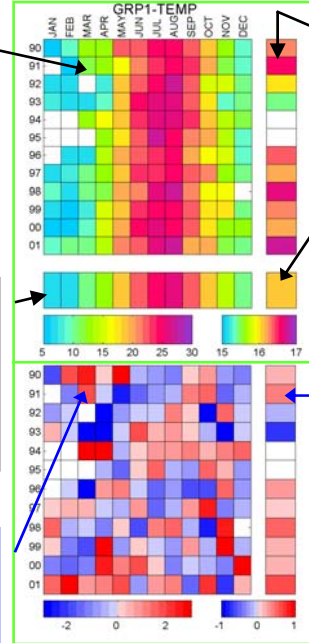
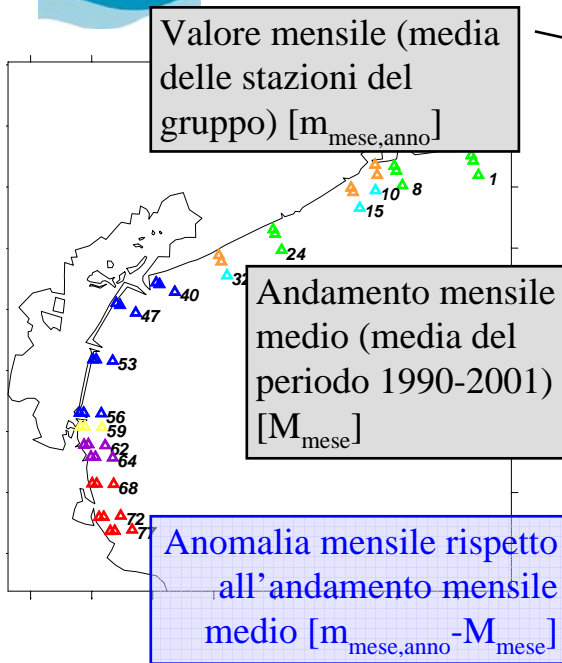


http://www.arpa.veneto.it/acqua/htm/acque_superficiali_corsi.asp

Esiste una chiave di interpretazione geografica dei diversi gruppi, che sono localizzati in prossimità di:

- GRP1:** grandi fiumi nord (Tagliamento e Piave)
- GRP2:** fiumi minori nord (Sile Lemene/Livenza)
- GRP3:** stazioni esterne
- GRP4:** laguna di Venezia
- GRP5:** bocca di Chioggia
- GRP6:** fiumi sud (Adige Bacchiglione)
- GRP7:** laguna sud

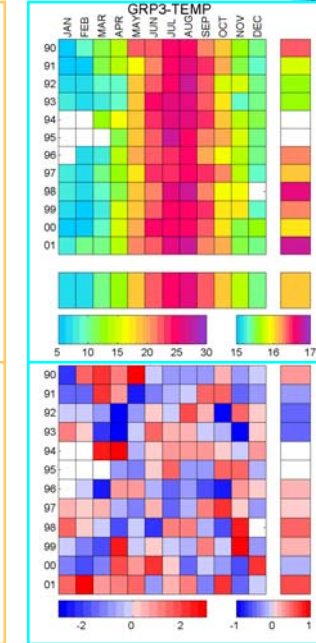
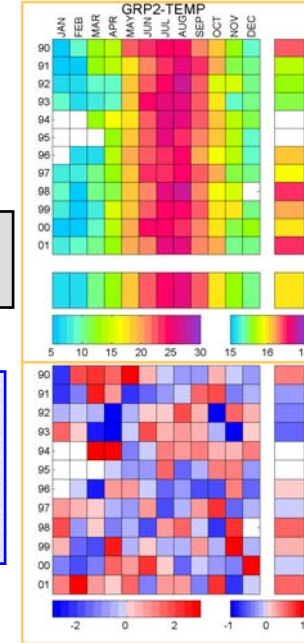
Climatologie ed anomalie sui gruppi per temperatura [°C]



Media annuale [M_{anno}]

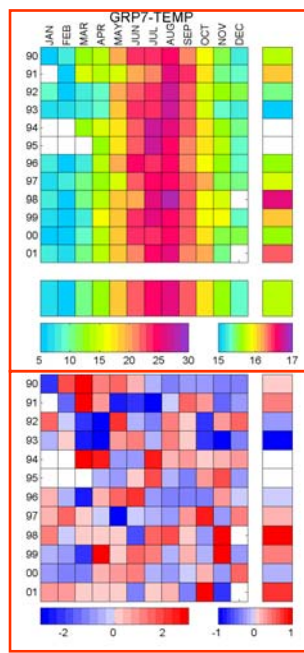
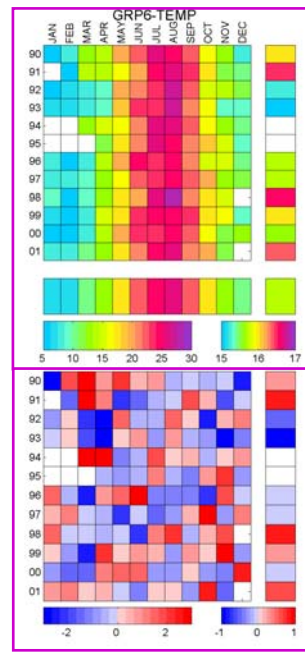
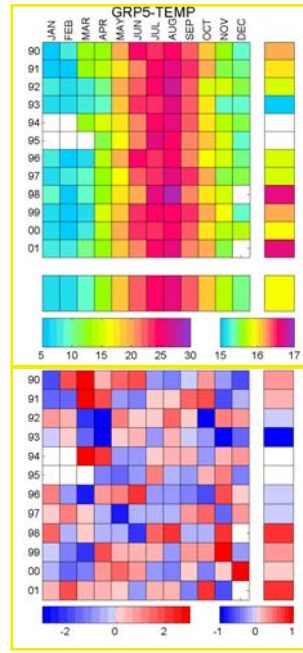
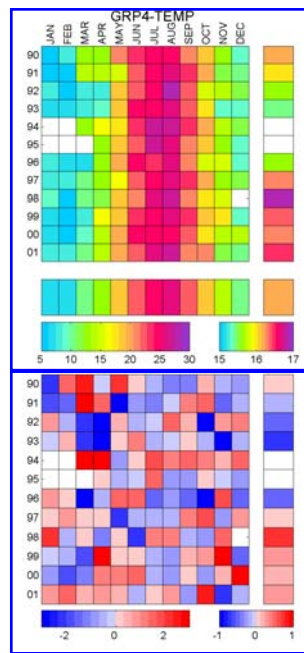
Media del periodo 1990-2001 [MM]

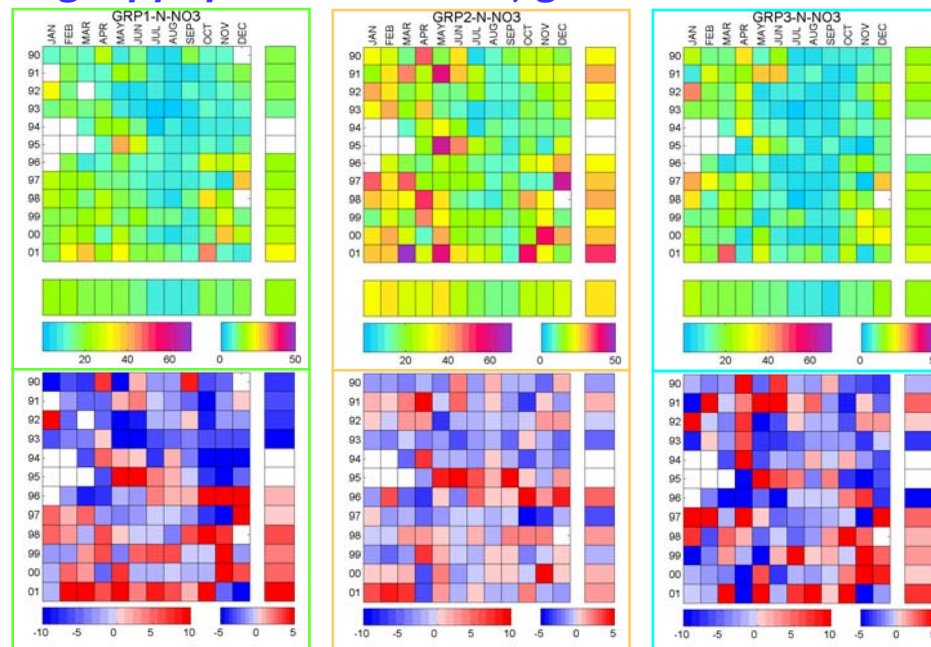
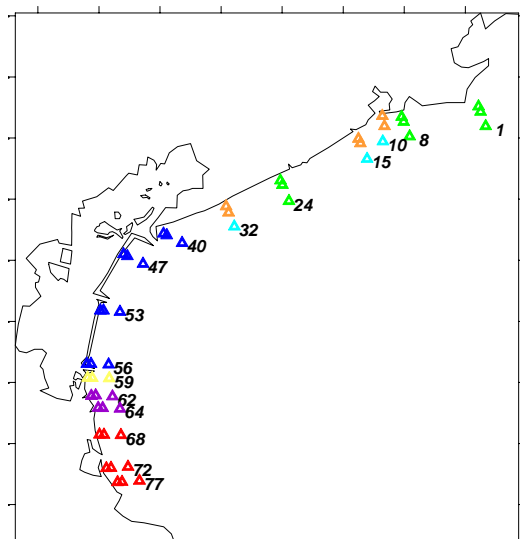
Anomalia annuale rispetto alla media del periodo [M_{anno} - MM]



Le acque del gruppo 4 (3 e 1) sono in media le più calde, mentre quelle del gruppo 6 sono le più fredde

Per GRP1 e GRP4 negli ultimi anni anomalie positive (rosso)

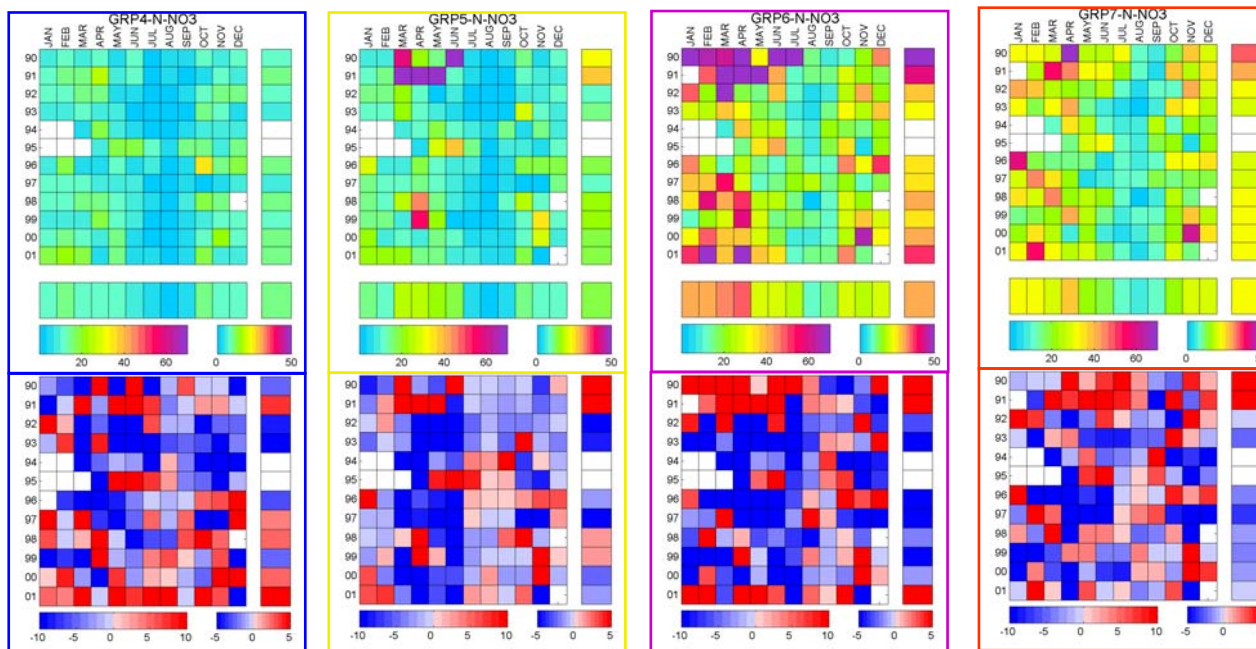




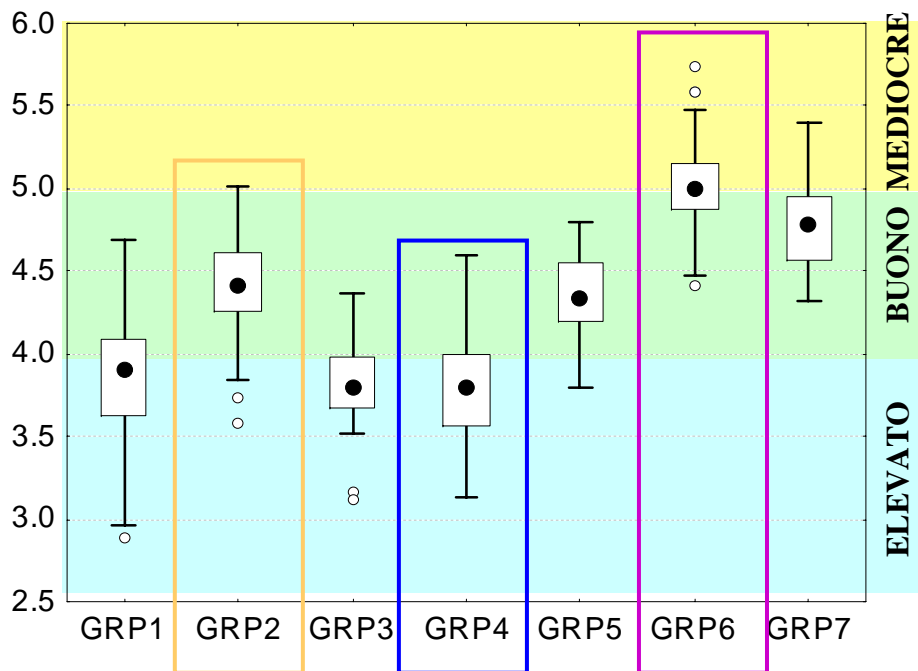
GRP6 (e 2) conc. più alte
GRP4 (e 3) conc. più basse

Per tutti i gruppi i minimi in estate, ma massimi in marzo-aprile per GRP6, in febbraio e maggio per GRP2 e in ottobre e febbraio per GRP4

Anomalie negative negli ultimi anni per GRP6 e GRP7
Anomalie positive negli ultimi anni per GRP1, GRP3



TRIX – indicatore sintetico che permette di discriminare i diversi gruppi in funzione del diverso livello trofico



- GRP1: grandi fiumi nord (Tagliamento e Piave)
- GRP2: fiumi minori nord (Sile Lemene/Livenza)
- GRP3: stazioni esterne
- GRP4: laguna di Venezia
- GRP5: bocca di Chioggia
- GRP6: fiumi sud (Adige Brenta)
- GRP7: laguna sud

Differenze tra distribuzione dei gruppi sono sempre significative (TEST STATISTICO DI MANN E WHITNEY U-test) ad esclusione delle coppie 1-3, 1-4, 2-5 e 3-4

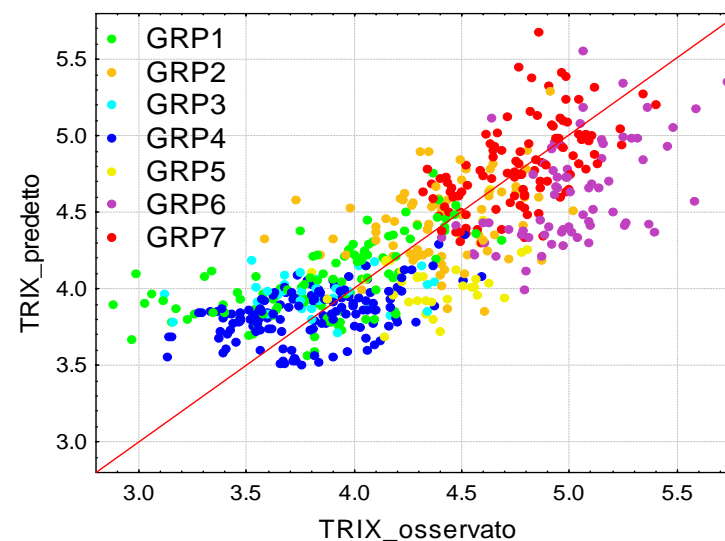
GRP6 (Adige, Brenta) presenta valori di TRIX più alti
A nord, GRP2 (Lemene, Sile) presenta i valori più alti

GRP4 (litorale di fronte alla laguna di Venezia) presenta i valori di TRIX più bassi, paragonabili a quelli di GRP3

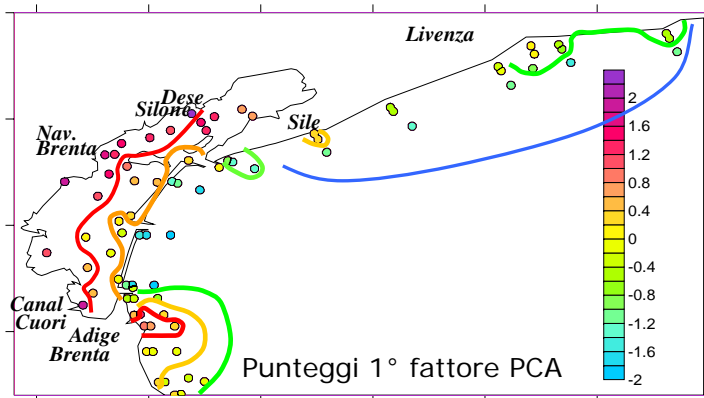
Modello interpretativo

Regressione TRIX contro valori medio annuali di salinità:

$$\text{FACT1} = 9.724 - .176 * \text{sal} \quad R^2 = .632$$

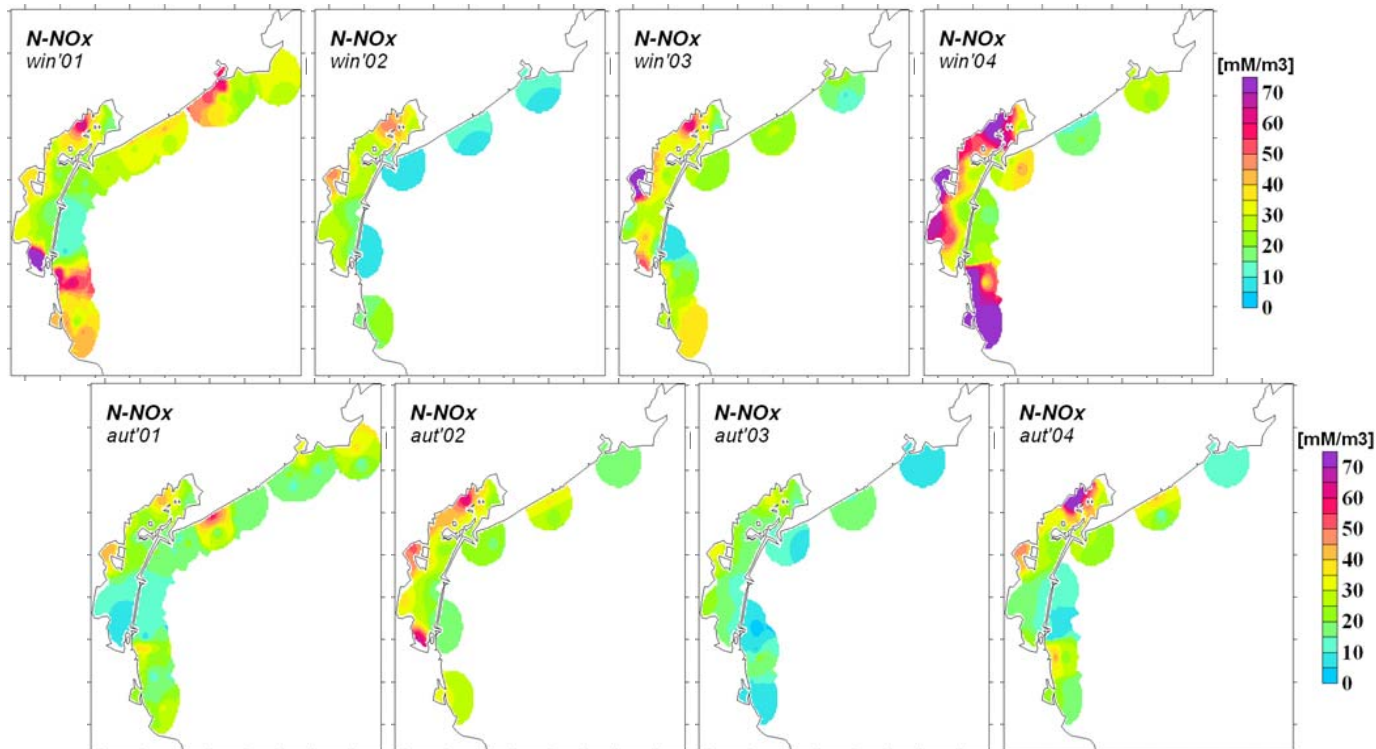


Laguna di Venezia influisce sulle condizioni del litorale



Analisi multivariata (Nut. e chl_a) del dataset integrato Laguna-Costa (MELa-ARPAV) per il 2001 indica che esiste uno stesso criterio interpretativo: presenza di gradienti trofici dalle sorgenti verso il mare aperto sia dentro che fuori la laguna, e che la zona del litorale del Lido rappresenta la zona più distante dalle sorgenti (Solidoro et al., 2003).

L'analisi multivariata non è ripetuta per la diminuzione delle stazioni dal 2002

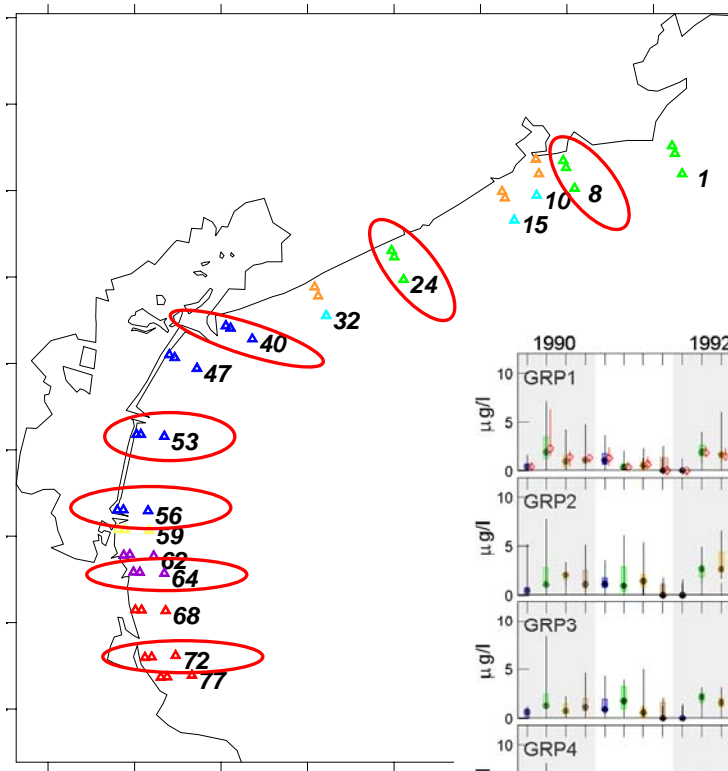


Le mappe stagionali (kriging sui dati MELa e ARPAV) permettono di verificare il ruolo della laguna di Venezia nell'abbattere i carichi di nutriente, infatti si conferma che la zona del litorale del Lido è quella caratterizzata dalle concentrazioni più basse di nutrienti e anche di clorofilla

... un'ultima considerazione:

il piano di campionamento dell'ARPAV da gennaio 2002 prevede 7 dei 16 transetti

Per ogni gruppo, confronto l'evoluzione considerando tutte le stazioni (boxplot) con quella delle stazioni rimaste (mediana e range interquartile rossi)



transetti rimasti rappresentativi dei gruppi

3 gruppi non vengono più monitorati:
GRP3 simile a GRP4
GRP5 intermedio a GRP6 e GRP4

con GRP2 (fiumi nord) si perde un importante segnale

