

# VALUTAZIONE DELLO STATO TROFICO DELLA LAGUNA DI MARANO E GRADO (NORD ADRIATICO) AI SENSI DELLA WFD/2000/60/CE: VARIAZIONI STAGIONALI E SERIE TEMPORALI NEL PERIODO 2010-2021

Alessandro Acquavita - ARPA FVG  
alessandro.acquavita@arpa.fvg.it  
Nicola Bettoso - ARPA FVG  
nicola.bettoso@arpa.fvg.it  
Oriana Blasutto - ARPA FVG  
oriana.blasutto@arpa.fvg.it  
Claudia Orlandi - ARPA FVG  
claudia.orlandi@arpa.fvg.it

## SCOPO DEL LAVORO

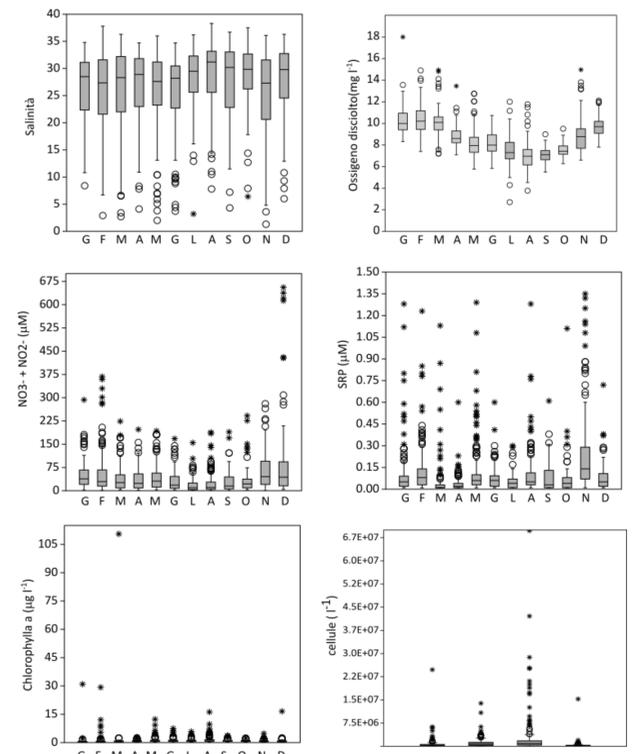
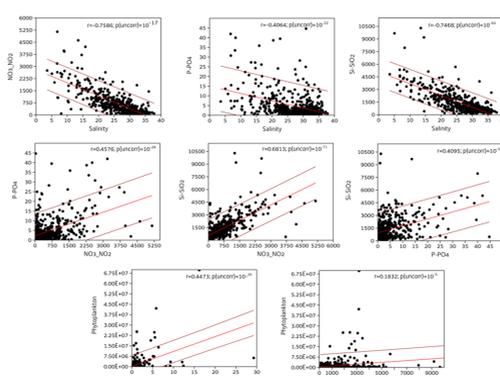
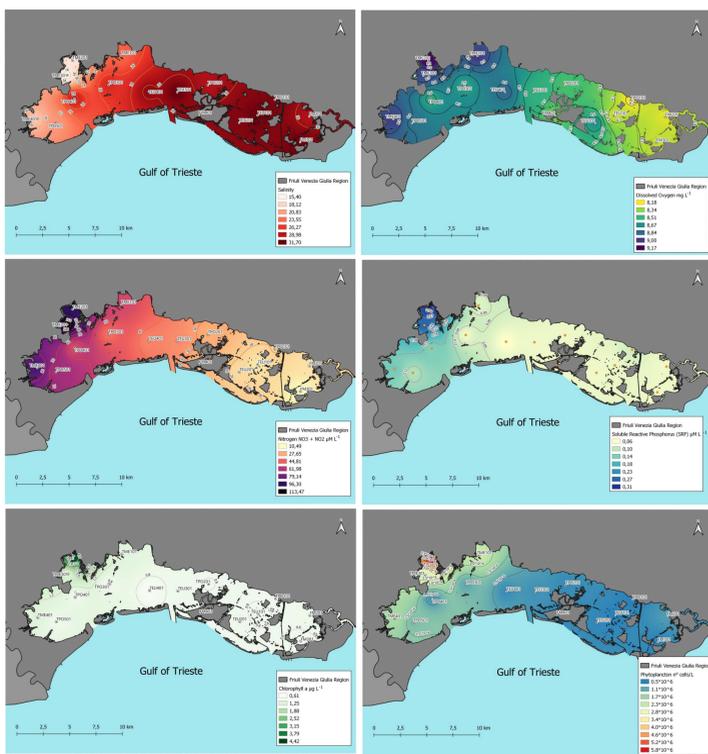
- Valutazione dello stato trofico della Laguna di Marano e Grado (16 corpi idrici, *sensu* WFD) su scala decennale;
- Caratterizzare la distribuzione spaziale e gli andamenti stagionali di parametri chimico-fisici (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, clorofilla *a* e nutrienti) e della comunità fitoplanctonica e verificare le potenziali relazioni;
- Applicazione indici trofici;
- Andamenti delle serie storiche;
- Influenze variazioni climatiche sull'ecosistema lagunare.

## AREA DI STUDIO

- Network lagune del Nord Adriatico, superficie 160 km<sup>2</sup> (circa 1/3 della Laguna di Venezia);
- Sei sottobacini (Lignano, S. Andrea, Buso, Morgo, Grado e Primero);
- Valore ecologico: Convenzione di Ramsar (1971), Direttiva Habitat (92/43/EC), Sito di Importanza Comunitaria (SCIs-IT320037);
- Pressioni: turismo, pesca e acquacoltura, pratiche agricole, siti industriali (Ramieri et al 2011; Sladonja et al 2011; ECSS Vol. 113, 2012; Saccon et al 2013).

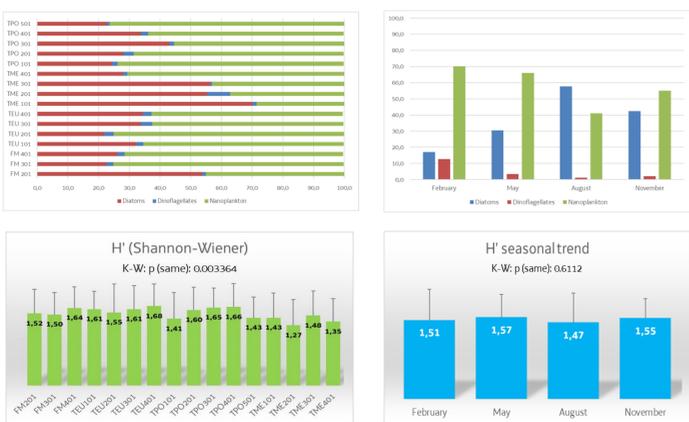


## VARIABILITÀ SPAZIO - TEMPORALE E CORRELAZIONE DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI E BIOLOGICI



- Significativa variabilità spaziale e temporale (Kruskal-Wallis test; Zar, 1996) per tutti i parametri considerati. In particolare sono evidenti gradienti Ovest-Est (dovuti agli apporti fluviali nell'area di Marano) e correlazioni significative (-) tra salinità e nutrienti. Il sistema presenta numerose anomalie;
- Apporti di azoto con prevalenza di nitrati (92,5% del pool di N) che derivano dalle attività della pianura Friulana (valori fino a 300 μM). Il fosforo segue lo stesso gradiente ma con concentrazioni molto inferiori (valori fino a 1,4 μM). Sbilanciamento significativo del rapporto ottimale di Redfield (N:P=16:1) con valori superiori a 3500;
- La concentrazione di clorofilla *a* (media 1.09 μg/L) e la biomassa fitoplanctonica sono anch'essi condizionati dagli apporti fluviali.

## FITOPLANCTON

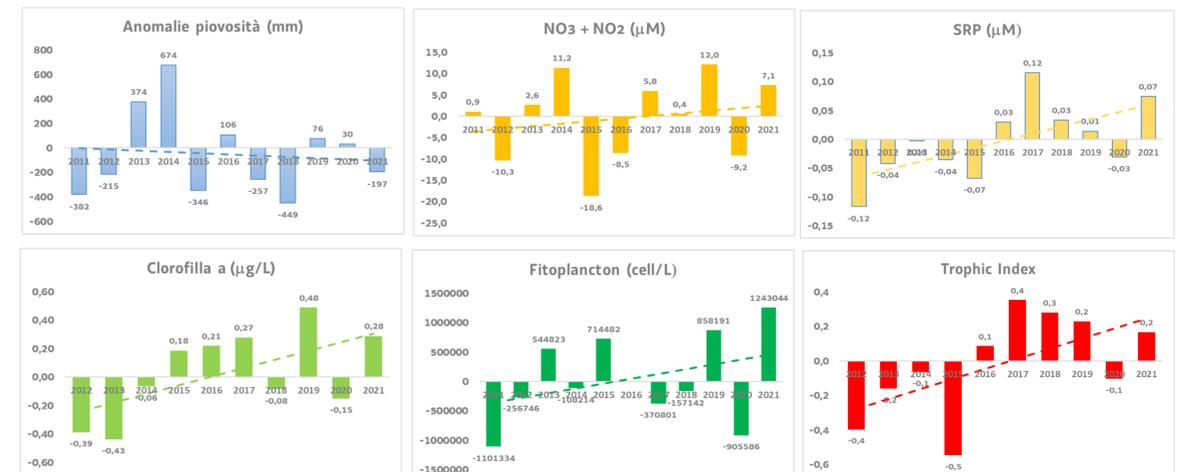


- Sono stati individuati 559 taxa, 247 appartenenti alla classe delle Diatomee, 159 ai Dinoflagellati, 55 al nanoplankton e 98 ad altre specie (nano-flagellati indeterminati e cocolitoforidi);
- A livello stagionale il nanoplankton prevale in tutti i mesi di campionamento (ad eccezione di Agosto). Prendendo in considerazione tutto il monitoraggio questa componente comprende il 60,8 ± 14,8 % dell'intera popolazione;
- L'indice di diversità (H') è caratteristico di un ambiente ricco con specie adattate a tutte le condizioni chimico-fisiche. In ambienti di transizione coesistono specie marine, dulciaquicole, bentoniche e planctoniche. H' non presenta differenze significative tra i corpi idrici né tra i diversi periodi di campionamento. Fanno eccezione i corpi idrici TME1, TME2, TME4, TPO1 e TPO5 che sono confinati sotto la gronda lagunare e, conseguentemente, poco influenzati dall'effetto del ricambio delle acque marine. Al contrario sono condizionati dall'apporto delle acque dolci ricche di nutrienti che in determinati periodi dell'anno favoriscono lo sviluppo di fioriture planctoniche.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ramieri et al 2011. In *Proceedings of the Littoral—Adapting to Global Change at the Coast: Leadership, Innovation, and Investment*.  
Sladonja et al 2011. In: Sladonja, B. (Ed.), *Aquaculture and the environment — A shared destiny*. Tech Open Publishers, Croatia, pp. 51–78.  
Saccon et al. 2013. *Appl. Geochem.*, 34, 75–89.  
Zar, 1996. *Biostatistical Analysis*, 3rd ed., Prentice Hall: Hoboken, NJ, USA.  
Gilbert, 1987. *Van Nostrand Reinhold*, New York.  
Cloern, 2001. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210, 223–253.  
Acquavita et al. 2015. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 2, 132–144.  
Pérez-Ruzafa et al. 2005. *Hydrobiologia* 550, 11–27.  
Ferrarin et al. 2011. *GeoEcoMarina* 2009, 15, 13–19.  
McGlathery et al. 2007. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 348, 1–18.

## SERIE TEMPORALI



- Tendenza ad una diminuzione della piovosità (ma eventi estremi più frequenti);
- Tutti i parametri sono caratterizzati da una variabilità interannuale;
- I parametri chimico-fisici considerati in questo studio sono caratterizzati da andamenti temporali positivi, tuttavia l'applicazione di test statistici (Mann-Kendall trend test; Gilbert, 1987) evidenzia che non vi è significatività.

## CONCLUSIONI

- La variabilità spaziale e temporale dei parametri chimico-fisici è influenzata principalmente dagli eventi atmosferici, e questo è confermato anche su scala decennale rispetto a uno studio precedente condotto in un anno caratterizzato da forti anomalie climatiche (2013-2014; Acquavita et al., 2015);
- La mancanza di correlazione tra i nutrienti e il fitoplancton suggerisce che il modello classico di eutrofizzazione (Cloern, 2001) non è applicabile in un ecosistema così dinamico dove il fitoplancton, distribuito uniformemente a livello spaziale, non controlla il livello dei nutrienti (Pérez-Ruzafa et al., 2005). A questo possiamo associare anche i bassi tempi di residenza delle acque (1,9 ± 1,6 giorni) (Ferrarin et al., 2011) che limitano anche il tempo di residenza della componente biologica;
- Il rapporto tra gli attuali cambiamenti climatici e le caratteristiche fisico-chimiche e biologiche della laguna evidenzia alcune tendenze, tuttavia non sono statisticamente significative. Ciò può essere dovuto al limitato spazio temporale preso in considerazione (10 anni), ma anche alla complessità e alla resilienza dell'ecosistema lagunare. In aggiunta gli apporti di nutrienti risentono delle variazioni nel loro utilizzo in agricoltura e dei tempi di residenza variabili nelle acque sotterranee dove vengono accumulati;
- Studi futuri sono necessari allo scopo di mantenere le attuali serie storiche e vi è l'esigenza di approfondire le dinamiche dell'ecosistema comprendendo anche la disponibilità/limitazione di nutrienti in colonna d'acqua/sedimento, i processi di mineralizzazione e le componenti biologiche nel sedimento (McGlathery et al., 2007).