
1. Caratterizzazione idrologica della Stazione Dosso di Santa Croce

Unità Operativa

Responsabile: dott.ssa Lorenza BABBINI

Collaboratori: dr. Riccardo GERIN¹

dr. Enrico VINZI²

Il programma scientifico inerente la caratterizzazione idrologica del Dosso di S. Croce ha previsto, oltre al monitoraggio dei principali parametri chimico/fisici, lo studio delle proprietà ottico-marine relative al sito in esame.

Materiale e metodi

I rilevamenti fisico-chimici e ottici, inerenti alla sperimentazione, sono stati effettuati mediante l'utilizzo di diverse strumentazioni:

- sonda Multiparametrica CTD Idronaut – Ocean Seven 316 Probe in grado di misurare pressione, temperatura, conducibilità (salinità), ossigeno disciolto, pH, torbidità, clorofilla a (Figg. 1.1; 1.2);
- spettrofotometro WetLabs – AC9 per la misura dei coefficienti di attenuazione lungo la colonna d'acqua (Figg. 1.3; 1.4);
- radiometri selettivi Satlantic OCI-200, OCR-200 per la misura dell'irradianza discendente e della radianza ascendente (Fig. 1.5);
- radiometri PAR LiCor - Li-192SA per la misura dell'irradianza sferica (Figg. 1.6; 1.7).

Tutti gli strumenti sono dotati di un sensore di profondità tranne i radiometri Li-Cor per i quali i profili sono stati registrati con l'ausilio di una corda metrata.

I dati sono stati acquisiti con cadenza mensile, dal dicembre 2004, ed effettuati sempre durante la seconda decade del mese (escluso gennaio 2006 causa avverse condizioni meteo marine). Tutti i campionamenti sono stati realizzati tra le 10.40 e le 13.40 ora solare.

1 Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Borgo Grotta Gigante, 42/c, Trieste.

2 Riserva Naturale Marina di Miramare, Viale Miramare, 349, Trieste.

Il campionamento è stato condotto in base a un protocollo articolato secondo quanto di seguito descritto:

- cablaggio, calibrazione in aria (se necessario) e immersione degli strumenti per l'ambientamento degli stessi alla temperatura;
- primo profilo con radiometri Satlantic e con sensore Li-Cor per l'irradianza PAR sferica;
- acquisizione contemporanea di dati con i radiometri Satlantic e con sensore Li-Cor per 10 minuti a ciascuna delle seguenti profondità: 0-m (sotto superficiale), 7m, 9.5m e 12m;
- prima acquisizione dati con sonda multiparametrica CTD e profilo spettrofotometrico AC9 (assorbimento e attenuazione su 9 lunghezze d'onda);
- alla fine della prima serie di acquisizioni di dati ottici a quote fisse, vengono ripetuti i profili contemporanei con radiometri Satlantic e Li-Cor;
- seconda serie di acquisizioni a profondità fisse (0-m, 7m, 9.5m, 12m) della durata di 2 minuti ciascuna;
- terza serie di acquisizioni a profondità fisse (0-m, 7m, 9.5m, 12m) ciascuna della durata di 10 minuti;
- secondo profilo sia con AC9 sia con la sonda multiparametrica CTD;
- il campionamento si conclude con un profilo contemporaneo con i radiometri e con il sensore Li-Cor.

Complessivamente durante ogni uscita sono stati registrati in mare i seguenti dati:

- 2 profili con sonda CTD;
- 2 profili con AC9;
- 3 profili con sensore Li-Cor;
- 3 profili con radiometri Satlantic;
- 2 set di dati Li-Cor di 10 minuti a profondità definite (0-m, 7m, 9.5m, 12m);
- 1 set di dati Li-Cor di 2 minuti a profondità definite (0-m, 7m, 9.5m, 12m);
- 2 set di dati radiometri Satlantic di 10 minuti a profondità definite (0-m, 7m, 9.5m, 12m);
- 1 set di dati radiometri Satlantic di 2 minuti a profondità definite (0-m, 7m, 9.5m, 12m).

I dati registrati (Fig. 1.8) sono stati convertiti tramite l'utilizzo di software appropriati in formato .txt e puliti dagli *spikes* (dati sospetti). I dati acquisiti su base batimetrica sono stati mediati per metro, quelli acquisiti a tempo, ogni 5 sec; infine archiviati e restituiti in tabelle Excell.

Discussioni rilevamenti fisico/chimici

Sulla base dei valori di temperatura registrati lungo la colonna d'acqua sono state calcolate le medie per metro, tranne lo strato più superficiale, che rappresenta la media del primo mezzo metro.

Sono quindi stati considerati gli andamenti della temperatura, in funzione della profondità, tra gennaio 2005 e marzo 2006.

L'analisi dei dati evidenzia un andamento tipico del golfo di Trieste (Fig. 1.10) con presenza di omotermia lungo la colonna d'acqua nei mesi invernali e valori prossimi ai 6-7°C (minimo assoluto di 6.31°C registrato il giorno 11/03/2005 alla profondità di 1 metro). Durante il riscaldamento primaverile si nota un aumento progressivo dei valori, che si mantiene uniforme lungo tutta la colonna almeno fino a giugno, quando inizia a formarsi un termoclineo, che caratterizza i mesi più caldi (luglio e agosto). Allo stesso modo tale termoclineo influenza anche la distribuzione delle specie ittiche presenti nei pressi delle strutture sommerse (U.O. Orel)

Il riscaldamento, che appare costante lungo la colonna d'acqua durante i mesi primaverili, è frutto dell'interpolazione ottenuta con un solo dato mensile, che non consente pertanto di apprezzare la propagazione dell'onda termica dagli strati più superficiali verso il fondo.

I massimi termici sono stati registrati il 21/07/2005 con un valore di 27.11°C a 0.25 metri di profondità, mentre sul fondo c'erano 23.78°C.

Alla fase di massimo riscaldamento fa seguito un raffreddamento progressivo che porta, lungo tutta la colonna, a valori di circa 18.5°C in ottobre. Il raffreddamento prosegue fino a dicembre quando si raggiungono temperature di 10.5°C.

I rilevamenti chimici relativi alla salinità registrati durante il periodo di campionamento hanno permesso di evidenziare un andamento annuale alquanto irregolare che rispecchia comunque le caratteristiche peculiari della zona (Fig. 1.11).

I massimi valori di salinità sono stati osservati nei mesi invernali (febbraio-marzo 2005 e gennaio-febbraio 2006 pari a 38.2 psu), mentre i valori minimi nei mesi di maggio 2005 (valore medio dei primi 50 cm: 31.29 psu) e di febbraio 2006 (valore medio dei primi 50 cm: 33.73 psu) (Tab. 1.1).

I valori di salinità nel periodo compreso febbraio 2005-marzo 2005 risultano abbastanza uniformi lungo tutta la colonna d'acqua. Un analogo periodo di isosalinità è osservabile tra ottobre 2005 e gennaio 2006; durante questa fase però la salinità aumenta nel tempo, tanto che si passa da valori di 37.4 psu in ottobre fino a valori di 38.2 psu nel gennaio 2006.

Nel periodo compreso tra aprile 2005 e agosto 2005 (Fig. 1.11) è evidenziabile una debole stratificazione causata da apporti di acqua dolce superficiale che confina in

prossimità del fondo masse d'acqua a salinità più elevata (37.9 in agosto 2005). Tali dati confermano le caratteristiche generali del golfo di Trieste che presenta una salinità media di circa 37 psu che tende ad aumentare durante l'inverno, mentre per l'apporto di acqua dolci costiere tende a diminuire in superficie durante la primavera e l'autunno.

Ottica [vedi "Bio-ottica"]

I principali parametri ottici monitorati e registrati secondo la metodologia e il protocollo in precedenza illustrati, sono stati rispettivamente l'irradianza, la radianza a 7 lunghezze d'onda selezionate e l'irradianza PAR.

Ricordiamo che con il termine:

irradianza (*Ed*) si definisce il flusso radiante inteso come energia incidente su un'unità di superficie misurato in $W m^{-2}$;

radianza (*Lu*) si considera non solo l'unità di superficie ma anche l'unità di angolo solido e viene misurata come $W m^{-2} sr^{-1}$;

irradianza PAR (Photosynthetically active radiation) si definisce la radiazione luminosa fotosinteticamente attiva e disponibile per il processo fotosintetico, misurata in $\mu mol s^{-1} m^{-2}$. La PAR viene generalmente considerata pari al 50% della radiazione solare totale incidente. Si concentra nelle bande del blu e del rosso, con punte massime a 430 e 680 nm di lunghezza d'onda.

Per misurare i parametri di tipo ottico sono stati utilizzati dei radiometri di tipo selettivo; analizzano il flusso luminoso entro una banda molto stretta dello spettro visibile. In particolare sono centrati su sette lunghezze d'onda, espresse in nanometri (412, 443, 490, 510, 555, 665, 683) con una larghezza di banda limitata a 10nm. Seguendo la metodologia descritta da Gerin (2004), tutti i profili registrati sono stati controllati, ripuliti da eventuali dati sospetti e mediati.

In particolare:

la profondità è stata controllata manualmente, valori anomali (anche diversi da -999) e valori corrispondenti all'impatto della sonda con il fondo o ad uno stop durante il profilo sono stati eliminati;

i valori registrati in superficie sono stati controllati manualmente e anche in questo caso valori anomali (anche diversi da -999) sono stati scartati;

sono stati eliminati tutti i valori negativi e quelli eccedenti il valore massimo registrabile (dato fornito dalla casa produttrice);

estrapolazione a strati (20cm e 1m) usando il logaritmo naturale delle energie per avere una linearità. È stata calcolata la statistica e sono stati eliminati i valori eccedenti le 3 sigma. Successivamente la statistica è stata ricalcolata.

Sono stati creati dei files con dati estrapolati a metro più il valore a 20cm e l'ultimo valore ottenuto nell'elaborazione con step di 20cm. I valori della PAR sono stati successivamente ricavati per integrazione.

I dati registrati in continuo ad una certa profondità sono stati puliti dagli *spikes* e mediati analogamente a quanto descritto sopra (eliminazione dati eccedenti 3 sigma).

Dal momento che si è evidenziata (Gerin, 2004), la possibilità di raggruppare le energie luminose in tre principali classi (blu, verde, rosso) l'analisi dei dati ottenuti ha preso in considerazione le lunghezze d'onda di 443nm, 510nm e 665nm.

L'irradianza (Ed) del rosso (665nm) si è dimostrata più bassa rispetto alle altre due classi, mentre l'andamento della radianza (Lu) ha evidenziato una forte variabilità lungo il profilo. Ad una diminuzione del flusso energetico incidente corrisponde talvolta uno spostamento della curva della radianza o dell'irradianza, che però non sempre risulta essere simmetrico rispetto a quello concernente il profilo dei campionamenti precedenti. Da questa prima analisi si evince come le caratteristiche ottiche del corpo d'acqua studiato siano molto variabili lungo la colonna.

L'analisi dei dati di irradianza ha preso in esame gli andamenti relativi al periodo gennaio 2005 - marzo 2006, sia dell'energia luminosa (Fig. 1.12), che della sua percentuale (Fig. 1.13) considerate entrambe in funzione della profondità. Sono stati valutati altresì i dati di irradianza superficiale (prima e dopo il profilo) per lo stesso periodo (Fig. 1.14).

L'elaborazione dei dati PAR, registrati mediante fotometro Li-Cor, è stata effettuata prendendo in considerazione il valore medio misurato ad ogni metro di profondità; successivamente è stata calcolata la percentuale di energia luminosa lungo la colonna d'acqua, rispetto all'energia misurata in aria, considerando per quest'ultima il valore medio registrato in superficie prima e dopo il profilo.

Gli andamenti ottenuti risultano alquanto irregolari (Fig. 1.12) con prevedibili valori di irraggiamento minimi durante le stagioni invernali e con dei massimi durante i mesi estivi; in questo senso l'irraggiamento più elevato presente nei mesi estivi, con un'altezza del sole maggiore, è quindi ben evidente. Tale irregolarità negli andamenti è osservabile in relazione ai valori di PAR registrati in superficie (aria) prima e dopo ciascun profilo (Fig. 1.14).

La tipologia di campionamento 'puntiforme' realizzata, non permette di trarre considerazioni troppo approfondite in merito alla stagionalità, ma consente altresì di evidenziare la grandissima variabilità, in termini di energia luminosa, che caratterizza il sito in esame. Per meglio evidenziare tale variabilità sono stati presi in esame quattro casi 'tipo': due giornate invernali e due giornate estive, a due a due, con campionamenti effettuati a poca distanza di tempo e che presentavano condizioni di irraggiamento differenti (Tab. 1.1).

Per ogni giornata sono stati realizzati i grafici di tutti i profili verticali relativi ai dati

di Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinità, PAR ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) e PAR (%). È stata creata inoltre una tabella in cui sono riportate le medie e le deviazioni standard dei valori registrati a differenti profondità mantenendo lo strumento a profondità fisse (0-m; 7m; 9.5m; 12m) e una tabella che riporta i dati delle irradianze medie in superficie.

Per quando attiene all'idrologia delle due giornate estive non si notano particolari differenze, se non una maggiore salinità nella metà più profonda della colonna in data 11/08/2005.

Il confronto tra i campionamenti estivi evidenzia l'elevata variabilità dell'energia luminosa anche a pochi giorni di distanza. I valori di irradianza lungo la colonna, registrati il giorno 11/08/2005, sono molto bassi e addirittura simili a quelli registrati in una giornata ben soleggiata di febbraio (1/02/2006) (Fig. 1.15; 1.17). Tale giornata è particolare anche per la grande variabilità che si è registrata nelle 3 ore di campionamento (Fig. 1.17); infatti il terzo profilo, si discosta notevolmente dai due precedenti e assume valori molto bassi, addirittura più bassi di quelli registrati nella giornata soleggiata di febbraio.

Dal confronto dei valori dei vari campionamenti registrati in aria, si evidenzia che sorprendentemente i valori massimi sono stati registrati a febbraio (1/02/2006) (Fig. 1.15); per contro le misure di irradianza in acqua assumono valori più elevati nella giornata del 17/08/2005 (Fig. 1.18).

L'analisi dei dati relativi al giorno 21/02/2006 rivela la presenza di un aloclino (Fig. 1.16) superficiale ben marcato (fenomeno piuttosto frequente data la vicinanza con le foci dell'Isonzo) e i valori di energia luminosa risultano particolarmente bassi già nei primi metri di profondità.

Conclusioni

La variabilità osservata è estremamente elevata e sembra essere influenzata in modo predominante dalle condizioni di irraggiamento esterno più che da altri fattori. La presenza di corpi nuvolosi e l'angolo d'incidenza della luce sulla superficie del mare sono, infatti, i principali fattori che condizionano la disponibilità di energia.

È importante sottolineare come nel Dosso di Santa Croce, dove la profondità media è di 12m, l'estinzione della luce in funzione della profondità non è sufficiente per estinguere completamente l'irradianza tanto che in prossimità del fondo è rilevabile sempre una energia relativamente alta, che rimane quindi disponibile per l'utilizzo da parte dei vegetali.

In generale, lo studio realizzato ha permesso di trarre alcune indicazioni interessanti sulla caratterizzazione del sito in esame, laddove al fine di valutare più attentamente la disponibilità di luce in mare sarebbe probabilmente più adatto un protocollo di campionamenti *'in continuo'*.