

Misure di temperatura e salinità nel Mar Mediterraneo mediante profilatori lagrangiani (2000-2006)

Riccardo Barbanti e Pierre-Marie Poulain

Prodotto dal “Mediterranean Argo Regional Centre (MED-ARC)”, OGS, Trieste, Italia



Approvato da:

Dr Alessandro Crise
Direttore, Dipartimento di Oceanografia

1. Introduzione

Le osservazioni in tempo reale nella colonna d'acqua, come ad esempio, i profili di temperatura e di salinità (T/S), è d'importanza fondamentale la circolazione negli oceani ed in questo caso per il sistema operativo di previsioni della circolazione nel Mediterraneo. La circolazione del Mar Mediterraneo è influenzata in maniera particolarmente consistente dalla densità, e tutto il sistema d'osservazione a sostegno del “nowcasting/forecasting” deve tenere in considerazione le misure dei profili di temperatura e di salinità. In particolare è interessante studiare le caratteristiche dell'acqua atlantica (AW) e Levantina (LIW) e come queste si mescolano nel Bacino Mediterraneo.

In questo rapporto mostriamo i dati ottenuti da profilatori lagrangiani rilasciati nel Mar Mediterraneo da marzo 2000 a dicembre 2006. Nel secondo capitolo si trovano informazioni riguardanti gli strumenti utilizzati, istituti di ricerca coinvolti, trattamento dei dati, e la loro distribuzione spazio-temporale. Nel terzo capitolo si trovano mappe di minimo e massimo di salinità e il confronto dei profili CTD con la climatologia. Discussioni e conclusioni sono nel quarto capitolo.

2. Dati e metodi

2.1 Strumenti e trattamento dati

I profilatori lagrangiani sono strumenti che vengono rilasciati in oceano liberi di spostarsi alla deriva in balia delle correnti e sono programmati per compiere ciclicamente immersioni ed emersioni con possibilità di stop per un determinato periodo di tempo ad una quota prefissata (profondità di “drift”). Essi vengono anche detti “float” e permettono non solo di misurare le velocità delle correnti in profondità, ma essendo dotati di sensori di temperatura e salinità eseguono profili di queste grandezze durante la discesa in profondità o durante la risalita in superficie. I dati vengono trasmessi quando il float emerge attraverso il sistema satellitare ARGOS. I modelli utilizzati sono due: APEX (prodotto da Webb Research Corporation, USA, www.webbresearch.com) e PROVOR (prodotto da Martec, France, www.metocean.com), (vedi Poulain et al., 2005, 2006).

In questo rapporto abbiamo utilizzato il database “Coriolis” (<http://www.coriolis.eu.org/>) selezionando tutti i float nel Mar Mediterraneo nel periodo che va da marzo 2000 a dicembre 2006. In totale vi sono 71 float per un totale di 5530 profili. I file sono in formato ncd. Ad ogni misura è assegnato un indice di qualità (QF). Sono stati selezionati i dati con indice di qualità uguale a 1, 2 o 5 (anche indice 0 per i soli dati di pressione) (vedi ARGO user manual, 2005). Dopodichè abbiamo eliminato quei profili che avevano posizioni errate e corretto manualmente i valori errati nei dati di pressione, temperatura e salinità. In conclusione, 6 profili non sono stati considerati perchè presentano “spike” nella posizione o localizzati a terra e 13 profili sono stati corretti da “spike” nei dati (vedi tabella 1).

wmo	data del profilo	posizione	temperatura	salinità	pressione
6900094	19-Nov-03	x			
6900120	13-Mar-06		x		
6900120	17-Apr-06			x	
6900279	13-Oct-2005	a terra			
6900279	22-Nov-05	a terra			
6900279	27-Nov-05	a terra			
6900279	02-Dec-2005	a terra			
6900282	27-May-2005				x
6900284	27-Dec-2005			x	
6900285	11-Apr-05				x
6900286	15-Jun-2005				x
6900291	19-Sep-2004	x			
69010	16-Jun-2001			x	
69011	16-Jun-2001			x	
6900280	22-Feb-05				x
6900280	21-Aug-2005				x
6900282	16-Jun-2005				x
6900282	09-Sep-2005				x
6900285	19-Aug-2005				x

Tabella 1. Numero WMO, data del profilo e tipo di spike individuato.

I dati presi in considerazione in questo studio provengono dai seguenti progetti/enti di ricerca svoltosi od in corso di svolgimento in Mediterraneo : 29 NAVY della NAVOCEANO (Naval Oceanographic Office) nell’ambito di operazioni militari, 4 US/GREECE (Università di Washington, Università di Atene e Hellenic Centre of Marine Research, progetto finanziato da Office of Naval Research) in mar Egeo, 27 MFSTEP (Mediterranean Forecasting System Toward Environmental Predictions) progetto finanziato dalla Commissione Europea, 10 float francesi nell’ambito del progetto EGYPT ed 1 spagnolo (SPAIN). I float sono stati programmati

per eseguire cicli ogni 5 (la maggioranza dei profilatori) o 10 giorni e la profondità massima da loro raggiunta è di 2000 m. Dettagli sul numero di float per progetto/ente, quantità di profili e profondità sono riassunti nella tabella 2.

Progetti	# profilatori	# ctd	Profondità massima	Profondità di drift	Cycle (days)	Profondità di campionamento
US/GREECE	4	197	-	-	5	4,9,19,...119,139,...,199,224,...399,449,...1999
NAVY	29	2887	650m	650m	5	4,9,19,...119,139,...,199,224,...399,449,...649
			600m	600m	5	7.5,9.5,...,119.5,139.5,...,199.5,224.5,...399.5,449.5,...599.5
			650m	650m	5	5,9,...,59,74,...,99,124,...,449,500,...650
MFSTEP	27	1956	2000m	350m	5	APEX: 4,10,15,...,100,110,...,700,750,2000 PROVOR: 5,15,...,695,705,725,775,...,1975
EGYPT	10	363	2000m	350m	5-10	5,15,...,695,705,725,775,...,1975
SPAIN	1	127	2000m	350m	5	5,15,...,695,705,725,775,...,1975
total	71	5530				

Tabella 2. Quantità di float, profili analizzati e profondità di campionamento suddivisi per progetto/ente di appartenenza.

2.2 Distribuzione temporale e spaziale dei dati

I primi rilasci di float nel Mar Mediterraneo sono iniziati nel marzo 2000 (figura 1), ad opera del Naval Oceanographic Office con un numero massimo di profili (80) registrati in marzo 2004. Dopo alcuni test effettuati in settembre 2003 (Poulain, 2004), nel luglio 2004 ha inizio il progetto MFSTEP (Poulain et al., 2005, 2006) che mostra un numero massimo di CTD (94) nel mese di luglio 2005. In marzo 2005 sono cominciati i progetti US/GREECE e SPAIN con 18 (7) profili in maggio 2006 (ottobre 2006). Il progetto EGYPT è iniziato in novembre 2005 e fornisce un massimo di 37 profili in maggio 2006. La massima quantità di profili per mese di temperatura e salinità in Mediterraneo è 156, e sono stati ottenuti in maggio 2006 (figura 1).

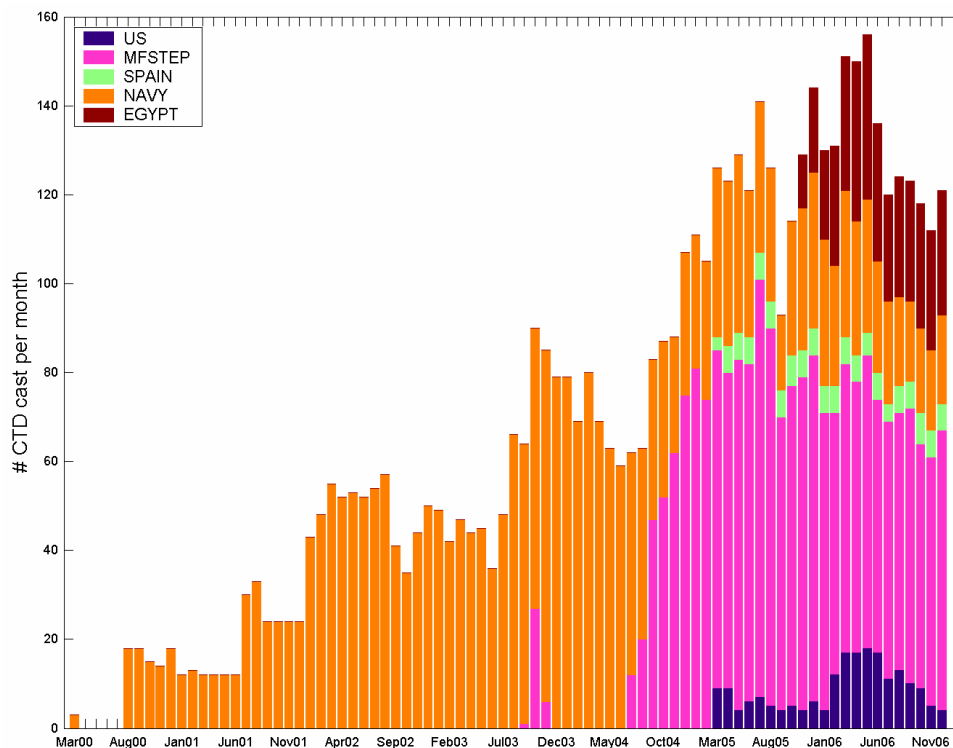


Figura 1. Distribuzione temporale dei profili CTD suddivisi per progetto/ente di appartenenza.

Per le successive analisi abbiamo poi suddiviso il Bacino Mediterraneo in 10 aree in base a quelle definite nel progetto EU/MEDAR–MEDATLAS II (<http://doga.ogs.trieste.it/medar/index.html>) (figura 2a,b), e sono le seguenti: Mare di Alboran (Alboran subbasin), Mar Catalano (Catalan subbasin), Mare Algerino (Algerina subbasin), Bacino Ligure-Provenzale (Liguro-Provençal subbasin), Mar Tirreno (Tyrrhenian), Canale di Sicilia (Sicily channel), Mar Ionio (Ionian), Mar Egeo (Aegean), Passaggio di Creta (Cretan Passage) e Mar di Levante (Levantine subbasin). In figura 2 e 3 sono rappresentate le diverse zone e la quantità di profili presenti in ciascuna di esse. Il maggior numero di profili è stato ottenuto nel Bacino Levantino (>2700), ma anche lo Ionio è ben rappresentato (898); seguono, Passaggio di Creta, Tirreno, Bacino Algerino, Bacino Ligure-Provenzale (513, 362, 351, 331), Bacino Catalano, Egeo, Mare d’Alboran e Canale di Sicilia (174, 117, 58, 23).

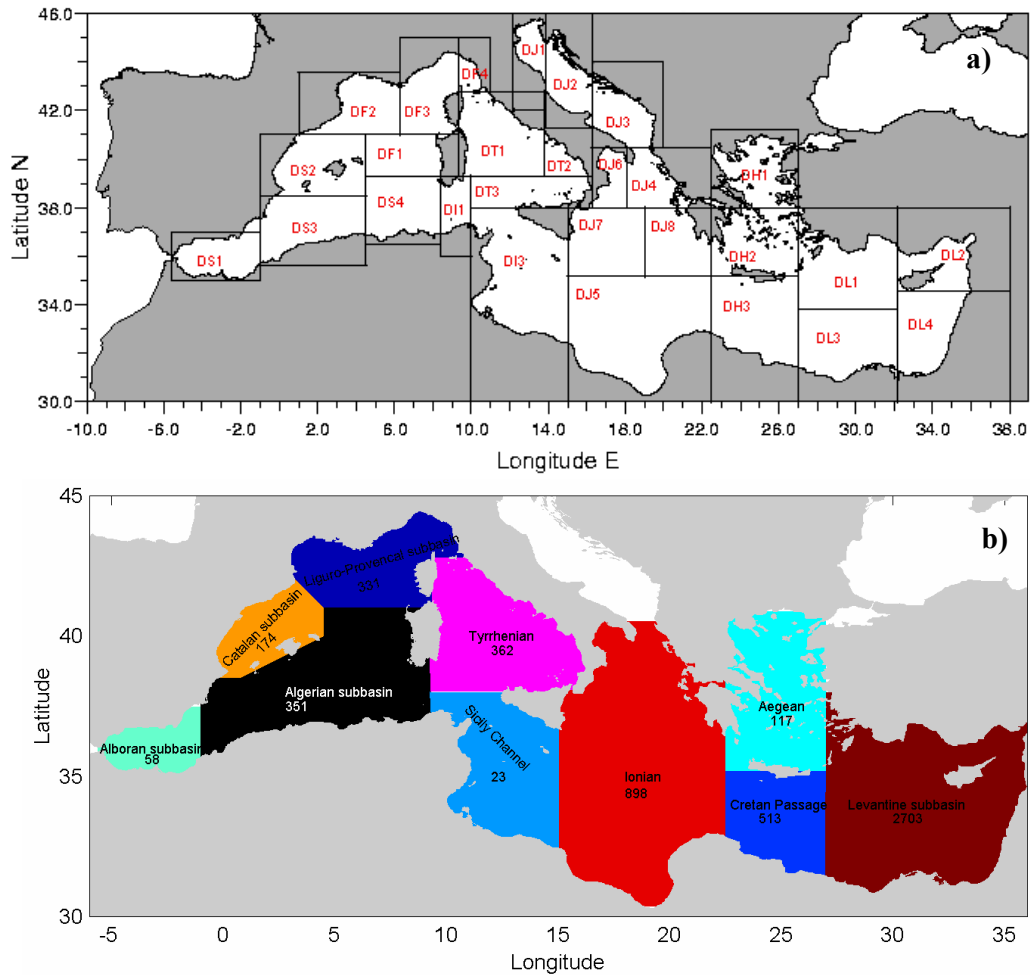


Figura 2. a) Suddivisione del Mar Mediterraneo in aree dalla climatologia MEDAR MEDATLAS II, b) numero di profili CTD misurati in ogni area definita nel presente questo studio.

In ogni sottobacino abbiamo analizzato la distribuzione temporale dei profili CTD (vedi figura 3). Dall' istogramma si nota che i bacini Levantino e Ionio sono campionati in modo continuo dal 2000 al 2006.

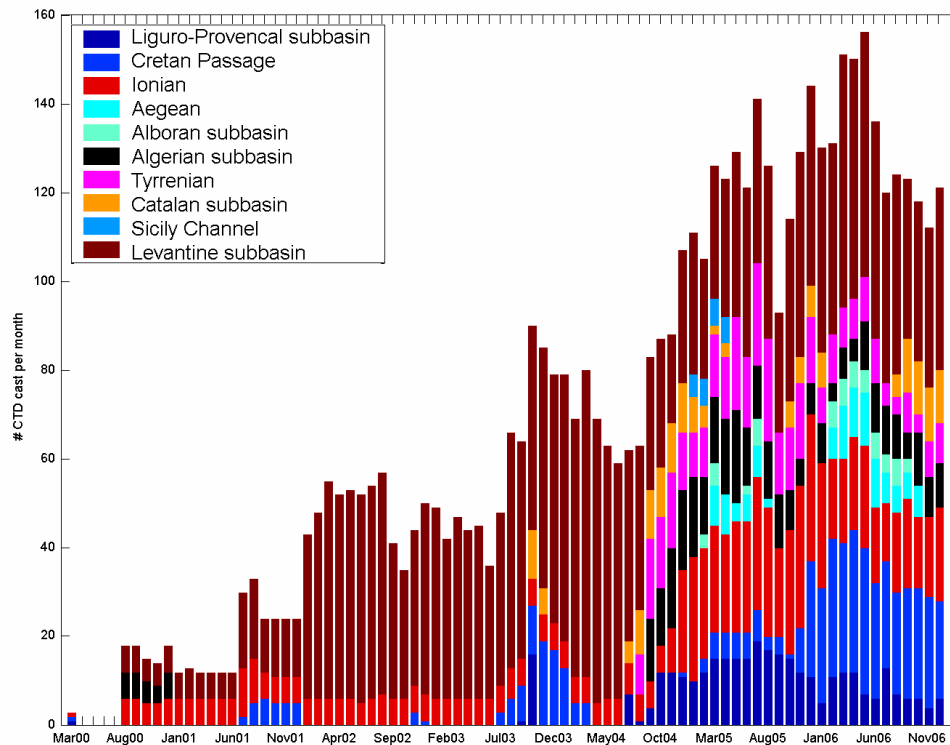


Figura 3. Distribuzione temporale dei profili CTD suddivisi per bacino di appartenenza.

La tabella 3 riporta il numero massimo di profili in ciascun bacino ed i relativi periodi.

Bacino	Data primo profilo	Data ultimo profilo	#massimo di profili per mese	mese
Liguro-Provencal	Mar00	Jul06	19	Jul05
Cretan	Mar00	Jul06	33	May06
Ionian	Mar00	Jul06	33	Dec05
Aegean	Aug05	Jul06	12	Mar06
Alboran	Jun05	Jul06	6	Jul05
Algerian	Nov00	Jul06	21	May05
Tyrrhenian	Aug06	Jul06	23	Jul05
Catalan	Mar03	Jan05	12	Sep06
Sicily Channel	Jan05	Apr05	6	Feb05
Levantine	Oct00	Jul06	69	Mar04

Tabella 3. Coperture temporali, quantità massima di profili per mese per ogni bacino.

Si sono ottenuti 3479 profili in aree con fondo marino posto ad una quota superiore a 700 m e con profondità massima misurata di almeno 600 m aventi dati da luglio 2001 a dicembre 2006, e 186 profili con dati fino all'intervallo 1950-2050 m da luglio 2004 a dicembre 2006. Nelle figure 4a, b sono rappresentati la quantità di questi profili e le rispettive posizioni geografiche in ciascun bacino.

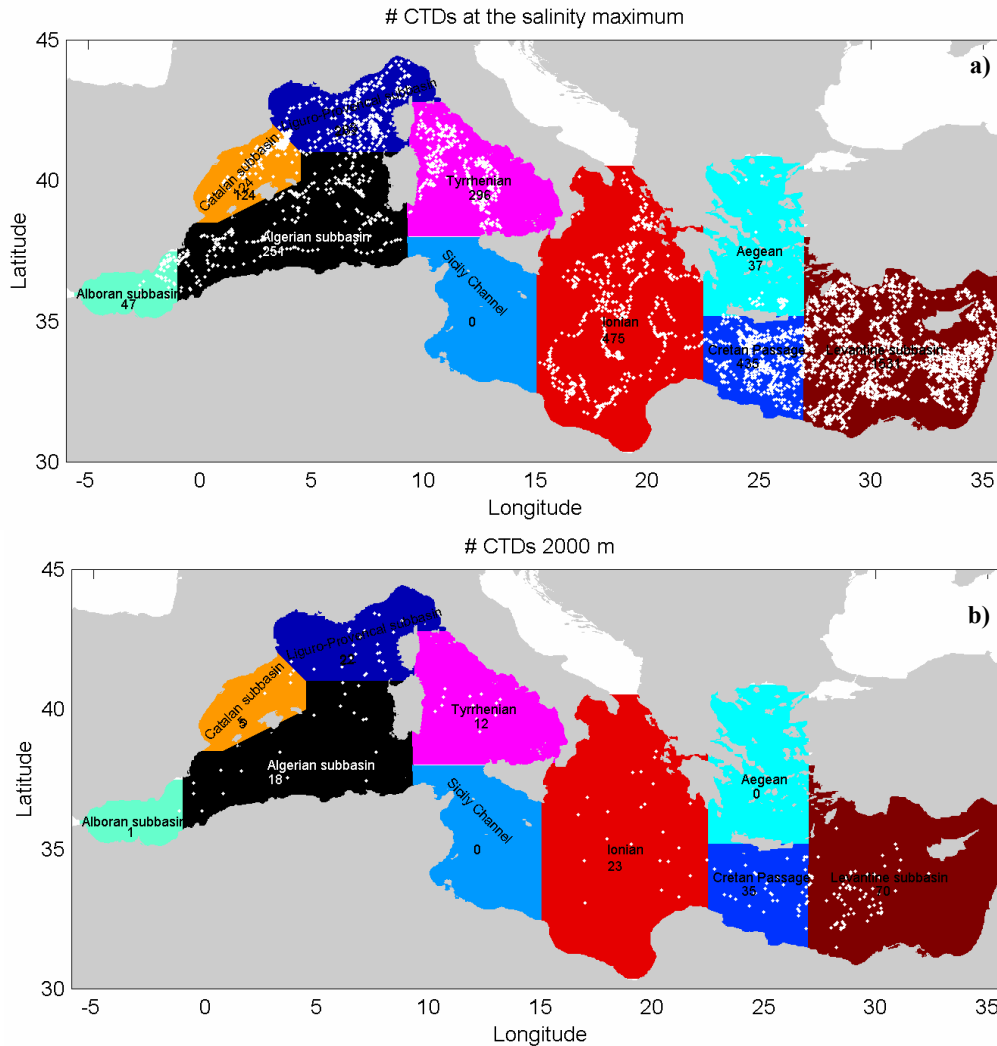


Figura 4. a) Quantità di profili CTD alla profondità del massimo di salinità in aree con fondo marino posto ad una quota superiore a 700 m e con profondità massima misurata di almeno 600 m, b) quantità di profili CTD a 2000 m in ogni bacino.

3. Profili CTD

3.1 Minimo di salinità (0 - 2000 m)

In ogni anno dal 2001 al 2006 si è individuato per ciascun profilo il minimo di salinità su tutta la colonna d'acqua ed è stato calcolato il valore medio, la deviazione standard e la quantità di osservazioni in aree di $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ in latitudine e longitudine per tutto il Bacino Mediterraneo. I risultati sono mostrati dalla figura 5 alla figura 10. Questo è stato fatto per individuare la presenza e/o la propagazione dell'acqua atlantica (AW) nel Mar Mediterraneo.

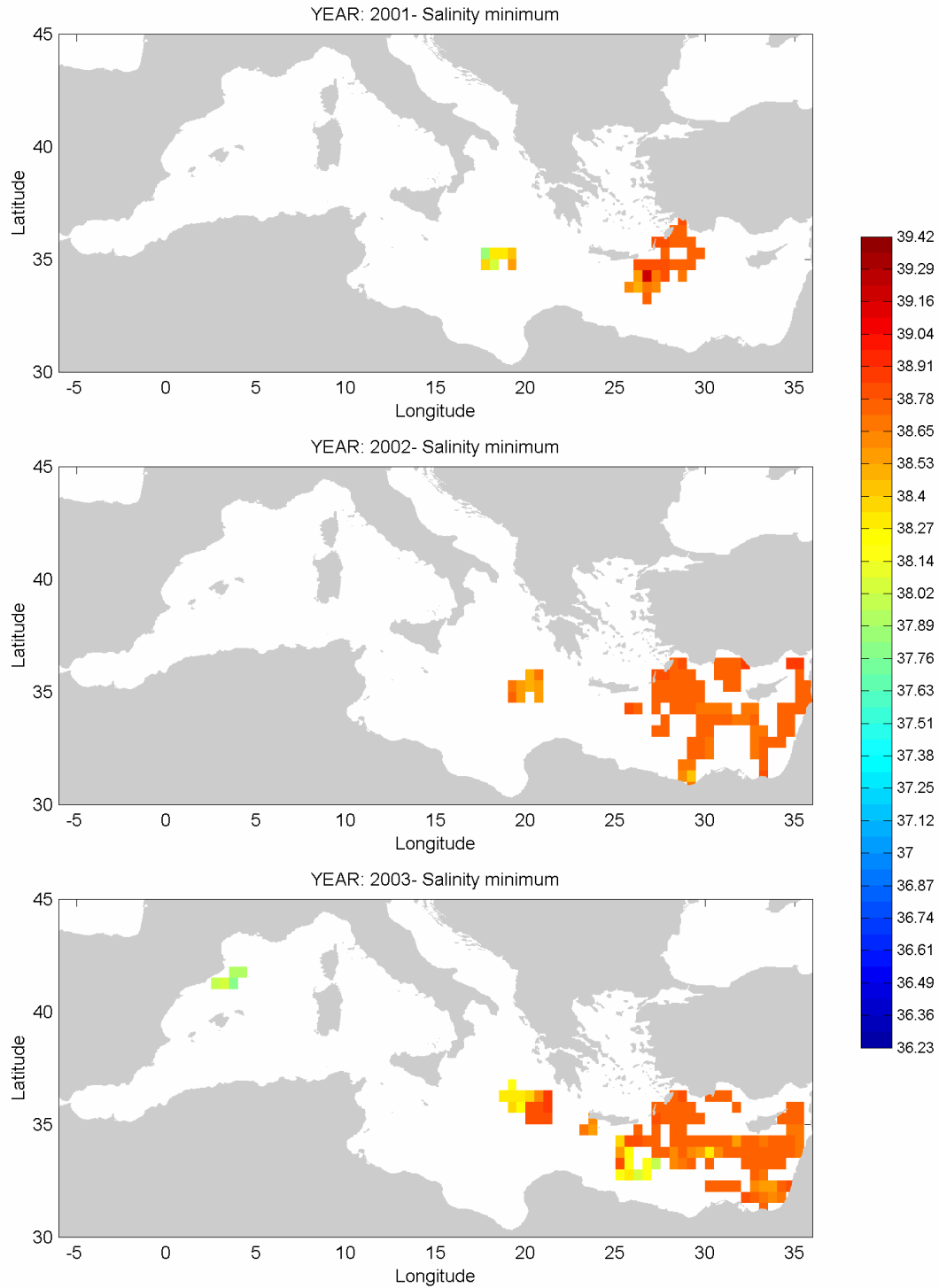


Figura 5. Valore medio dei minimi di salinità nell'intervallo di profondità 0-250 m calcolato in aree di 0.5°x 0.5° per gli anni 2001, 2002 e 2003.

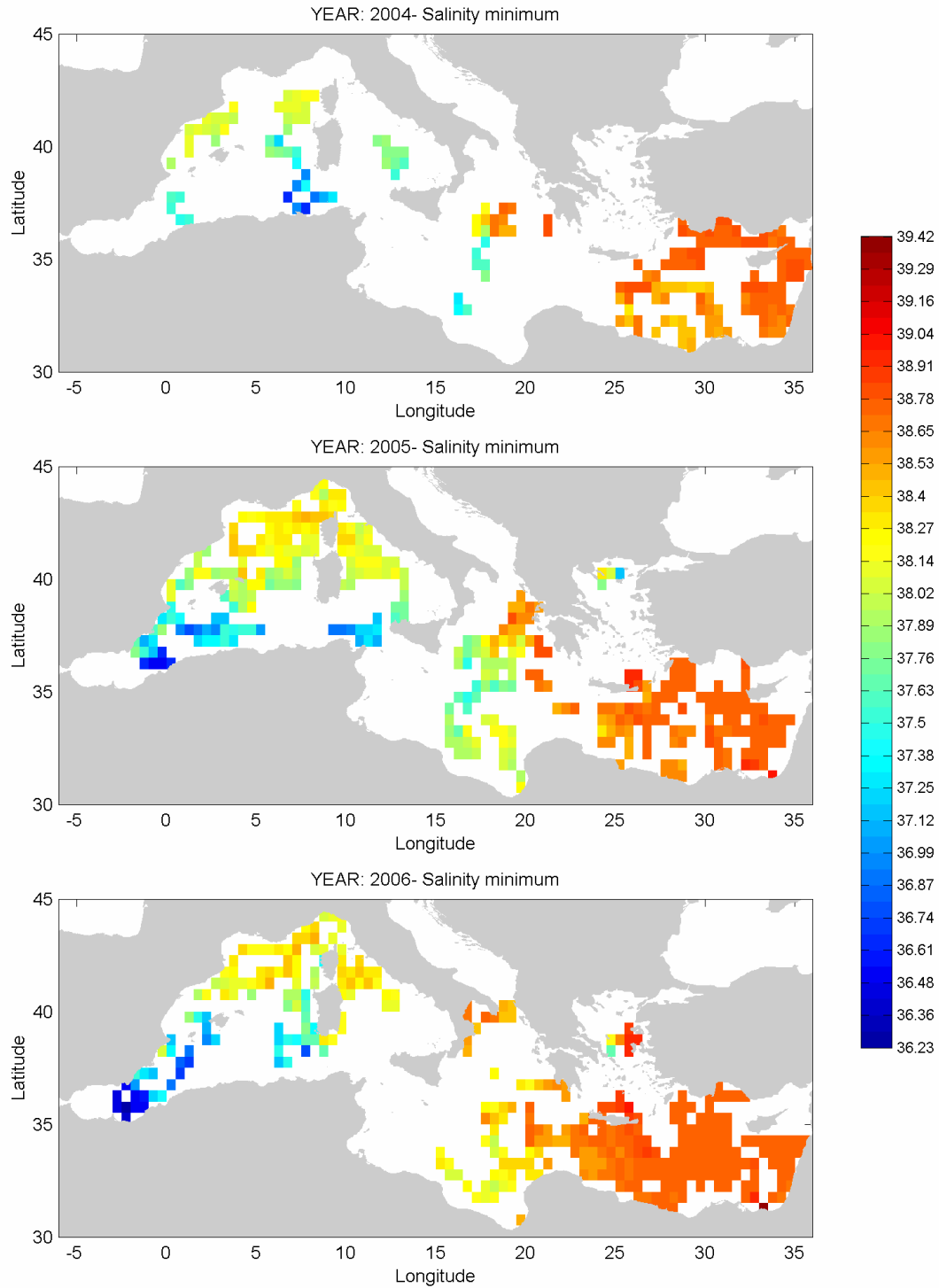


Figura 6. Come figura 5, ma per gli anni 2004, 2005, 2006.

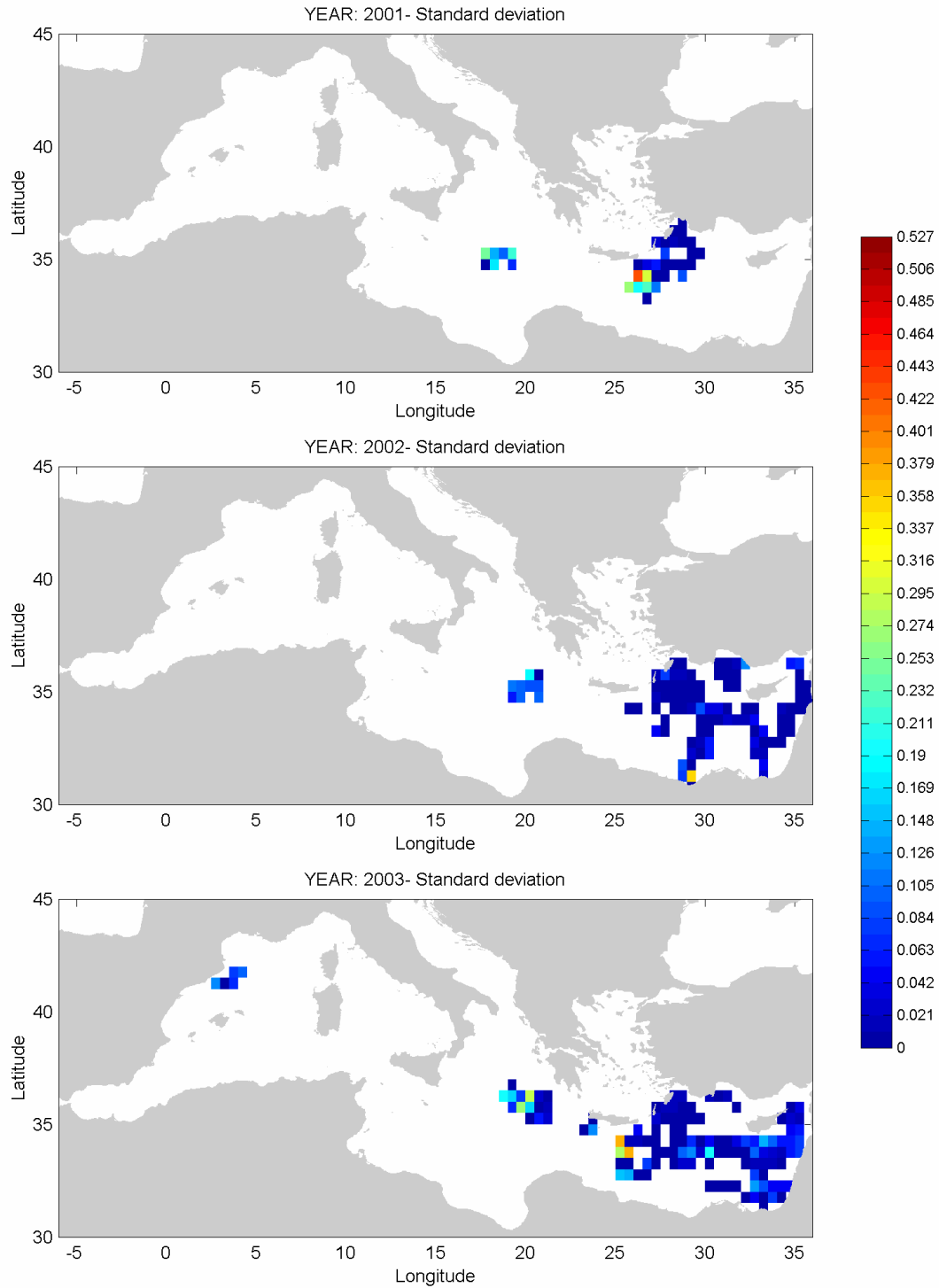


Figura 7. Deviazione standard dei minimi di salinità calcolata per gli anni 2001, 2002 e 2003.

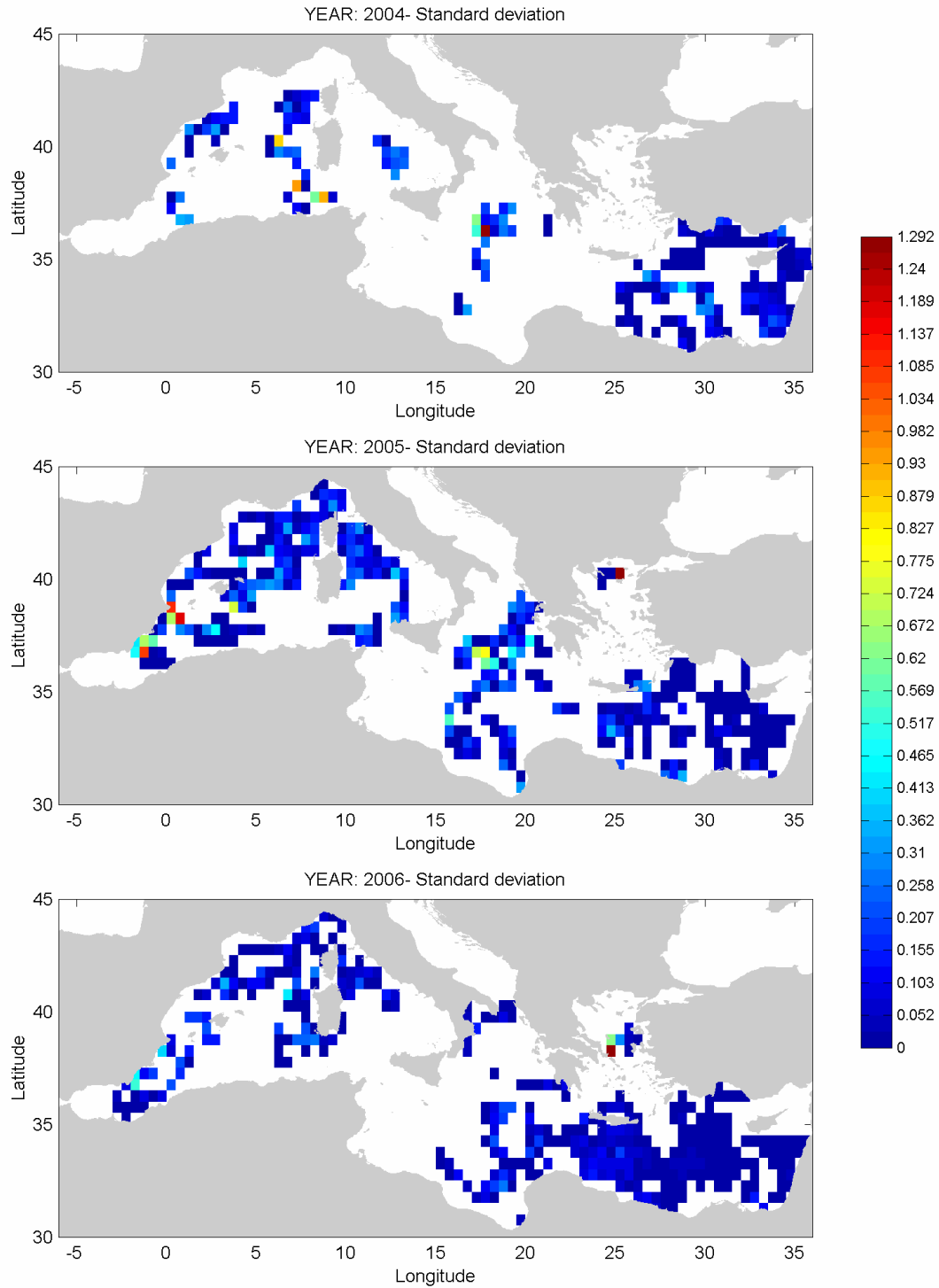


Figura 8. Come figura 7 ma calcolata per gli anni 2004, 2005, 2006.

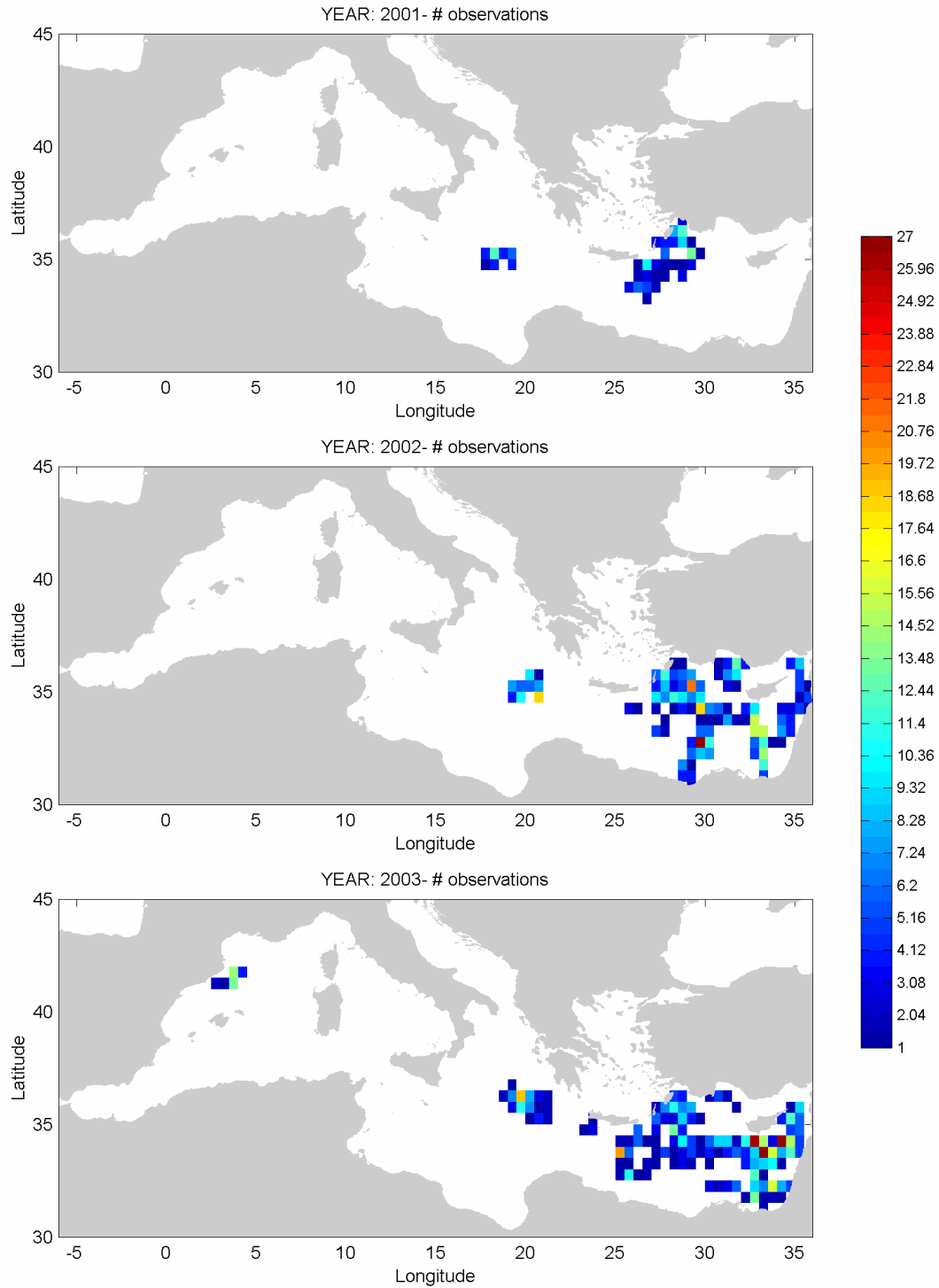


Figura 9. Numero di osservazioni negli anni 2001, 2002, 2003.

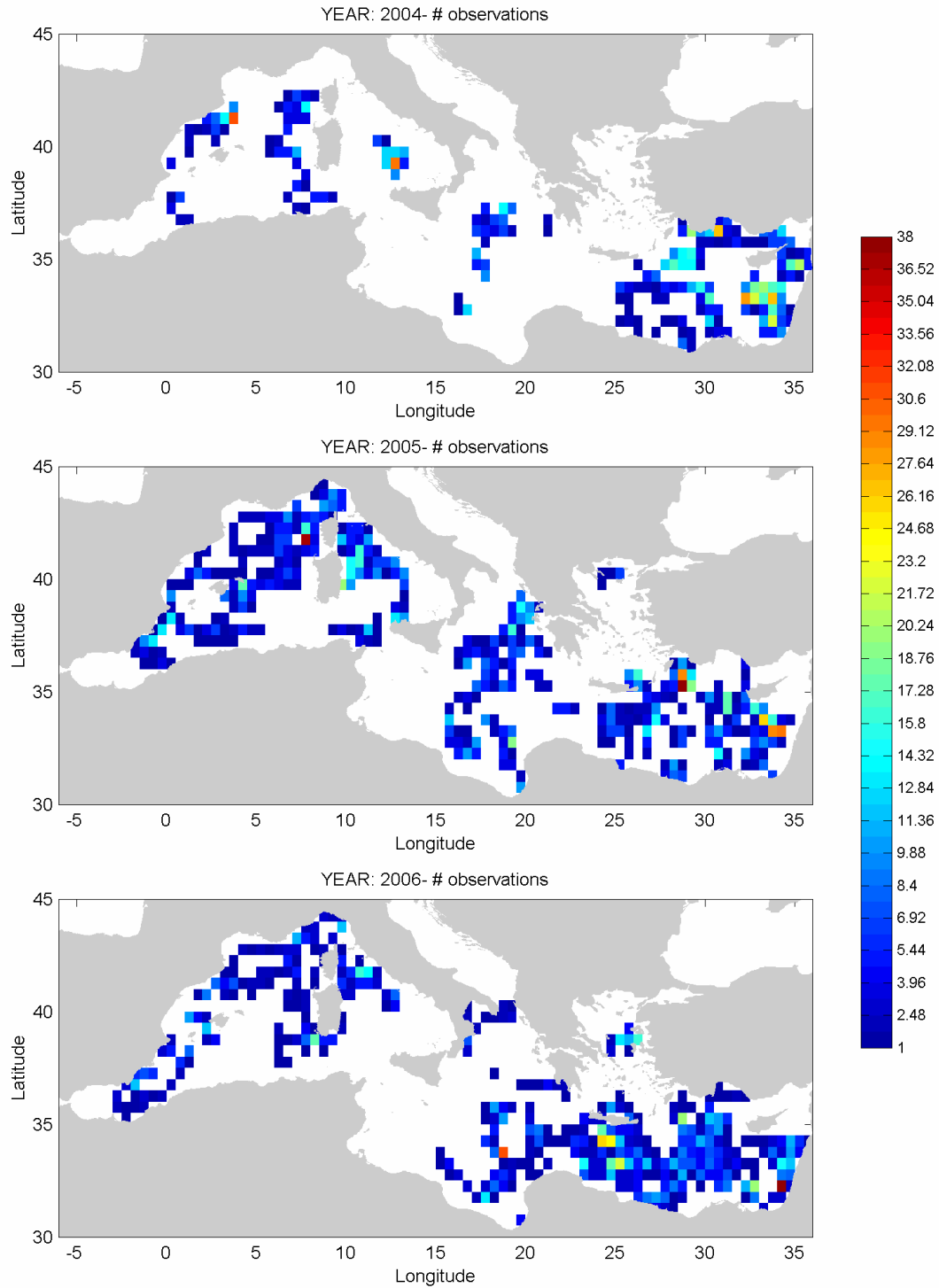


Figura 10. Come figura 9 ma per gli anni 2004, 2005, 2006.

3.2 Massimo di salinità della LIW.

In ogni anno dal 2001 al 2006 è stato individuato, per ciascun profilo, il massimo di salinità nell'intervallo di profondità tra 0 e 2000 m. Abbiamo selezionato quei profili realizzati in zone con fondo marino posto ad una quota superiore a 700m e con profondità massima misurata di almeno 600 m. È stato mappato il valor medio del massimo di salinità, la sua profondità ($P_{\max S}$), la θ e la σ_θ in aree di $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ di latitudine e di longitudine per tutto il Bacino Mediterraneo. I risultati sono mostrati dalla figura 11 alla 16 e mettono in evidenza le caratteristiche della LIW attraverso il Mediterraneo.

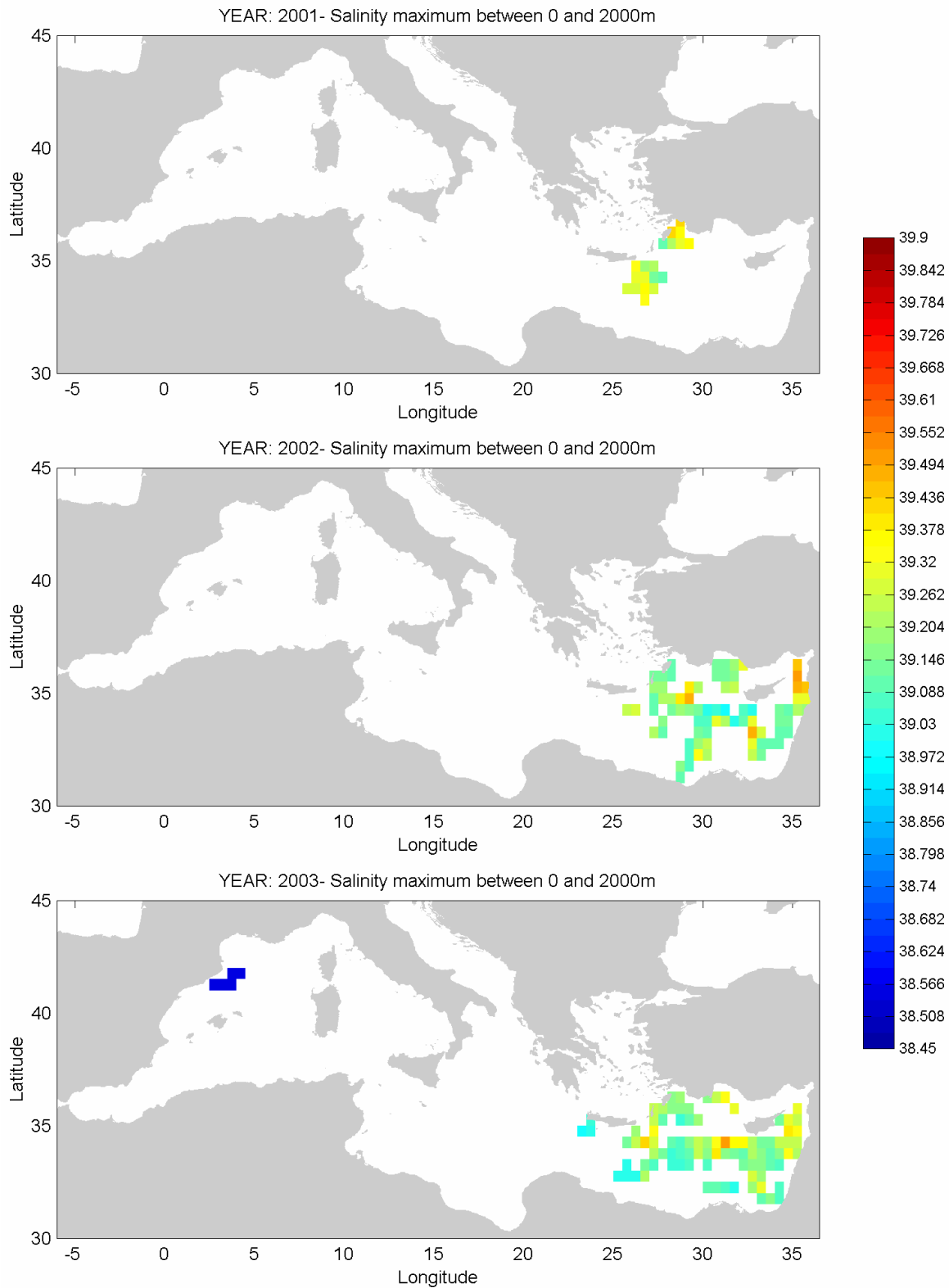


Figura 11. Valor medio dei massimi di salinità nell'intervallo di profondità 0-2000 m calcolato in aree di 0.5' x 0.5' per gli anni 2001, 2002 e 2003.

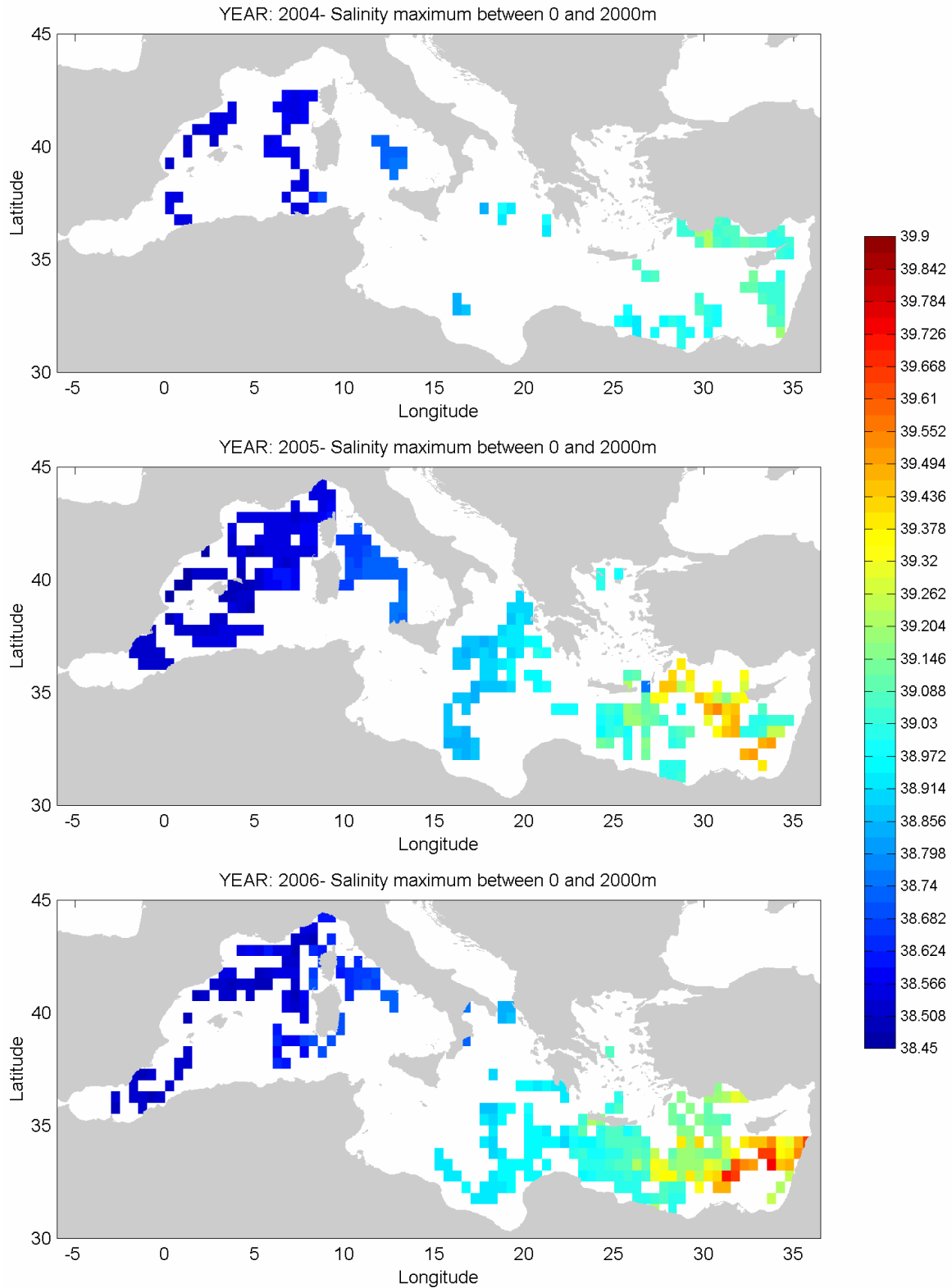


Figura 12. Come figura 11 ma per gli anni 2004, 2005, 2006.

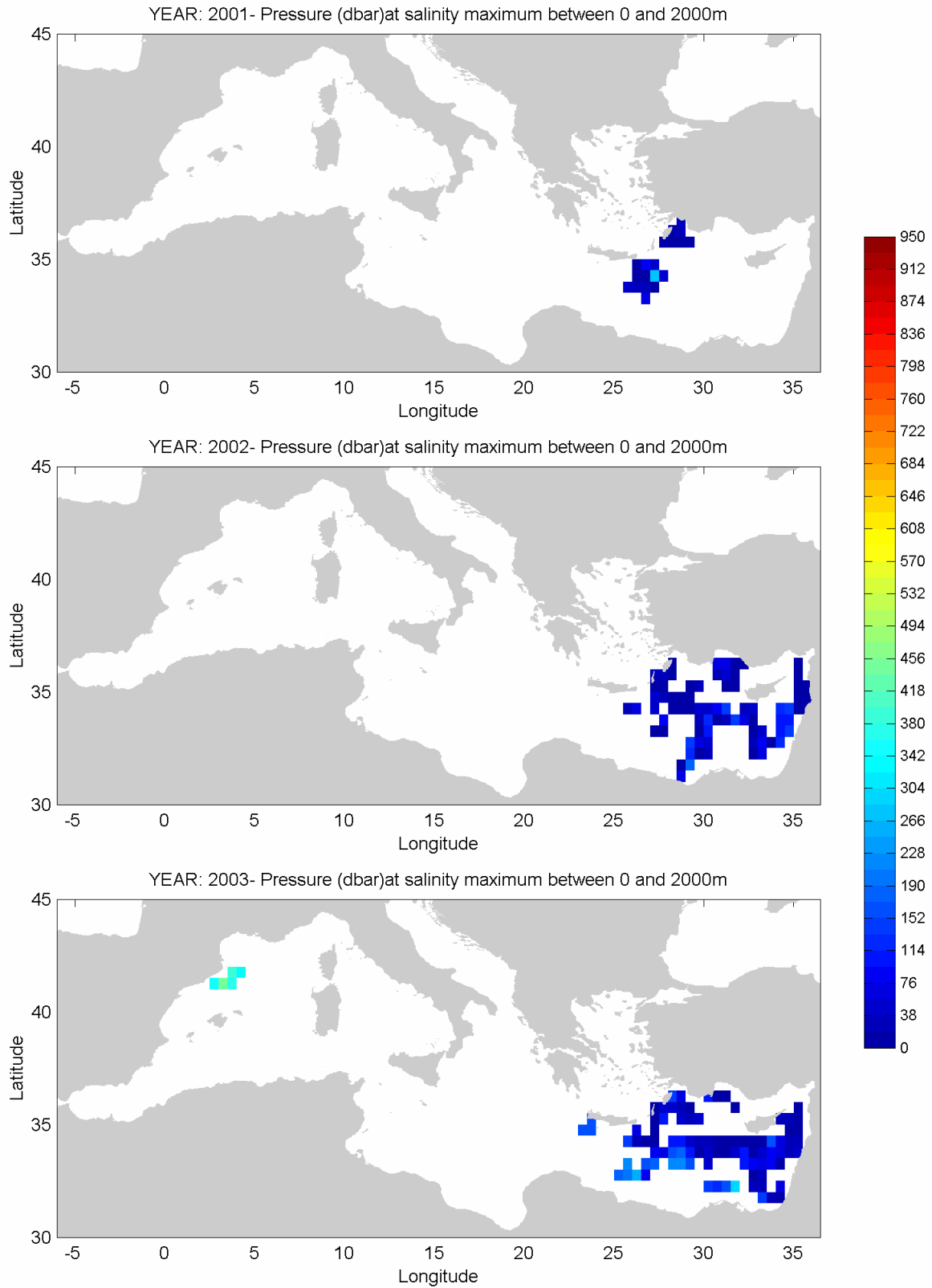


Figura 13. Profondità alla quale si trova il massimo di salinità per gli anni 2001, 2002, 2003.

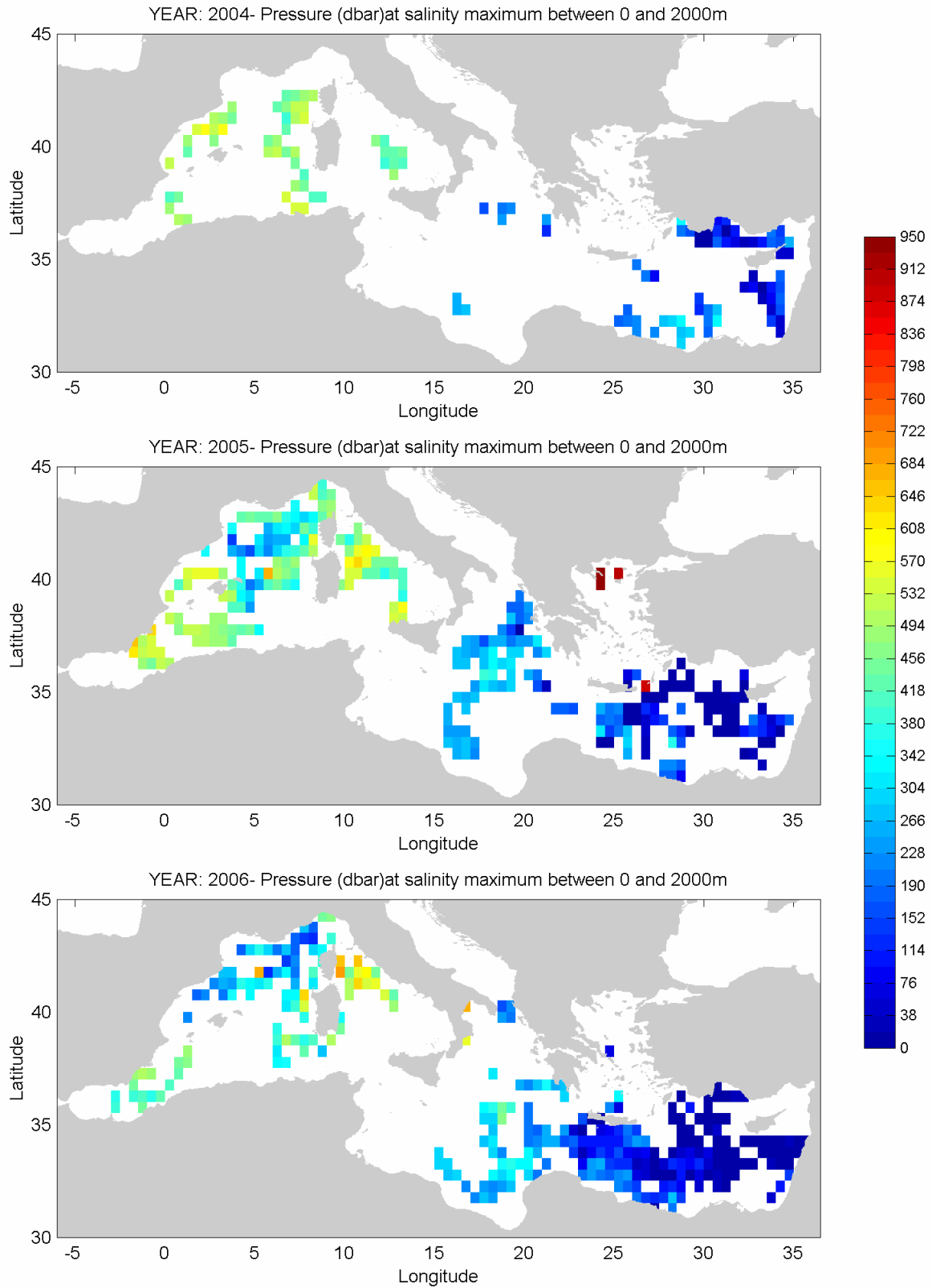


Figura 14. Come figura 13 ma per gli anni 2004, 2005, 2006.

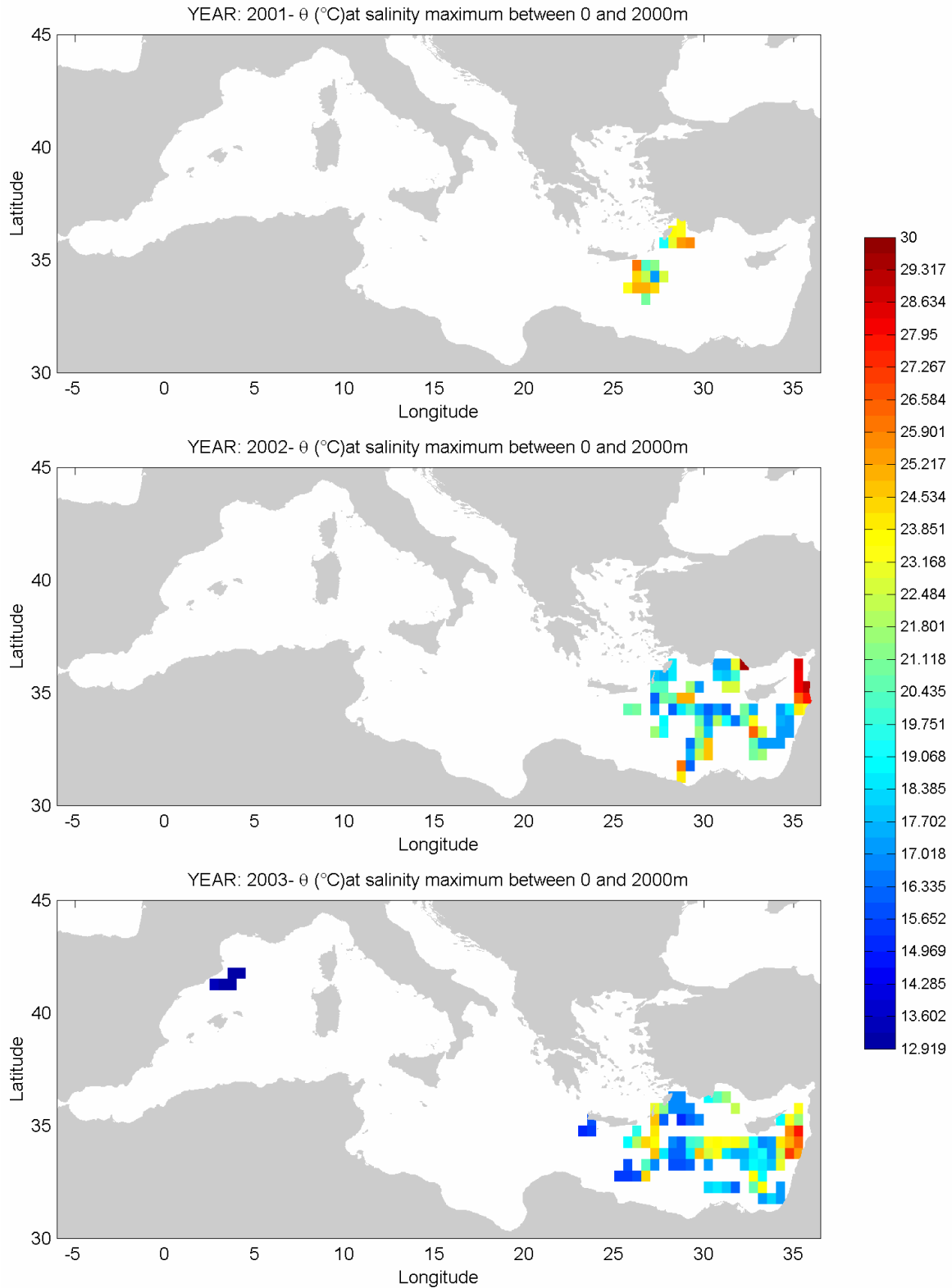


Figura 15. Temperatura potenziale alla profondità del massimo di salinità per gli anni 2001, 2002, 2003.

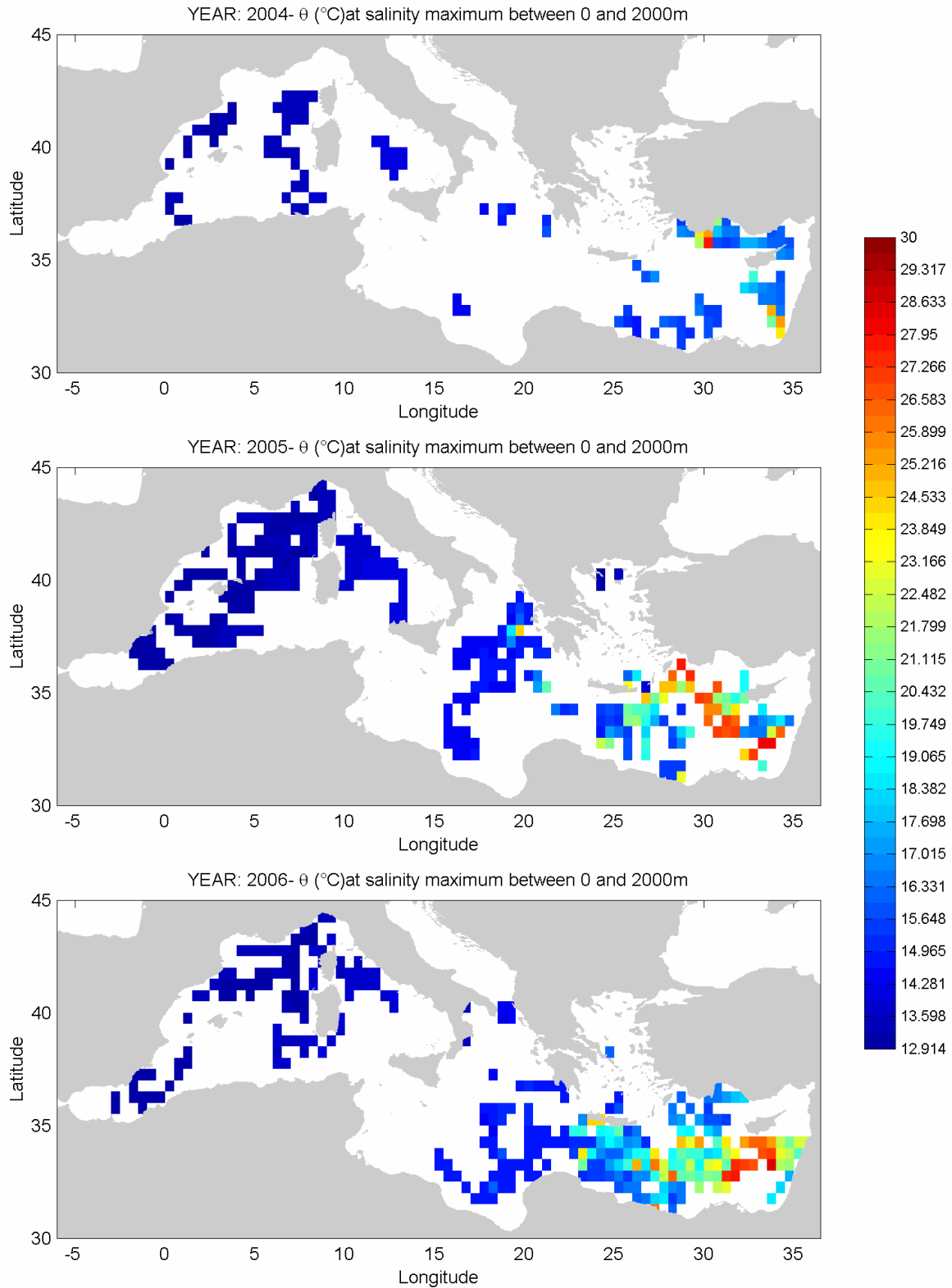


Figura 16. Come figura 15 ma per gli anni 2004, 2005, 2006.

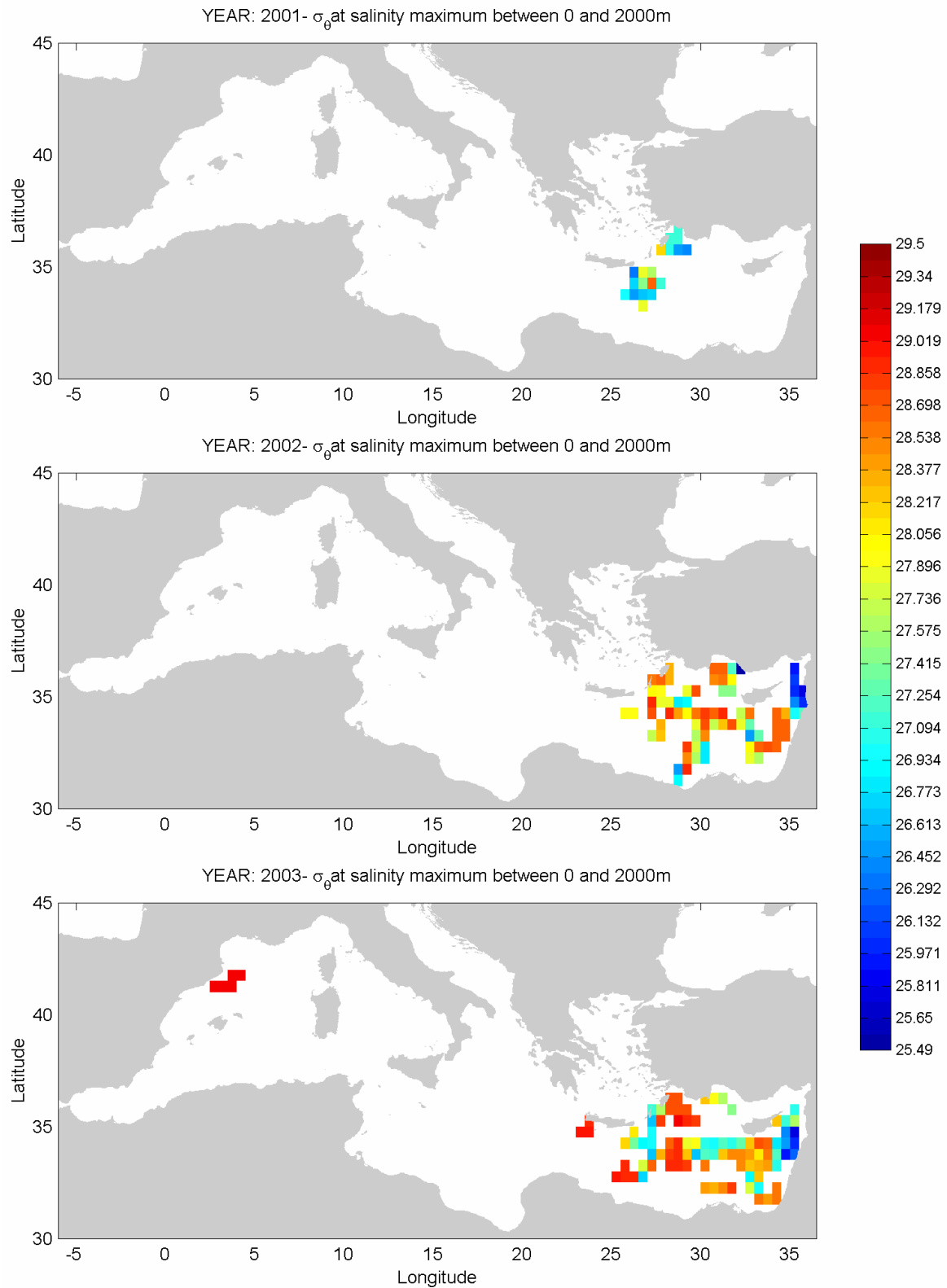


Figura 17. Densità potenziale alla profondità del massimo di salinità per gli anni 2001, 2002, 2003.

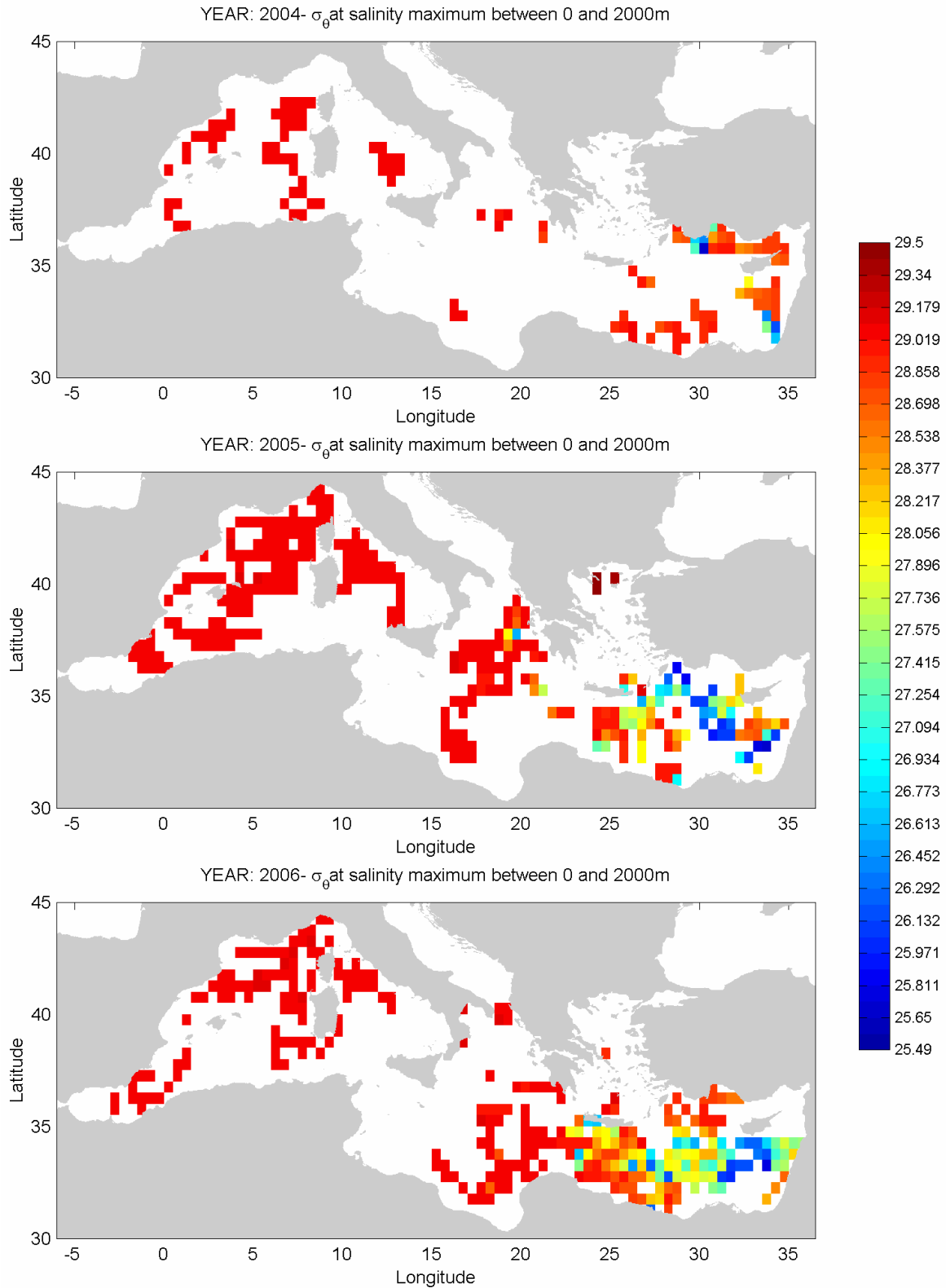


Figura 18. Come figura 17 ma per gli anni 2004, 2005, 2006.

3.3 Evoluzione temporale e confronto con la climatologia

3.1.1. Proprietà della LIW

Abbiamo calcolato i valori medi mensili di temperatura potenziale, salinità e anomalia di densità potenziale (σ_θ) alla profondità del massimo di salinità in ogni bacino nell'intervallo 0-2000m (vedi figure 17, 18, 19), perche rappresentativo della LIW.

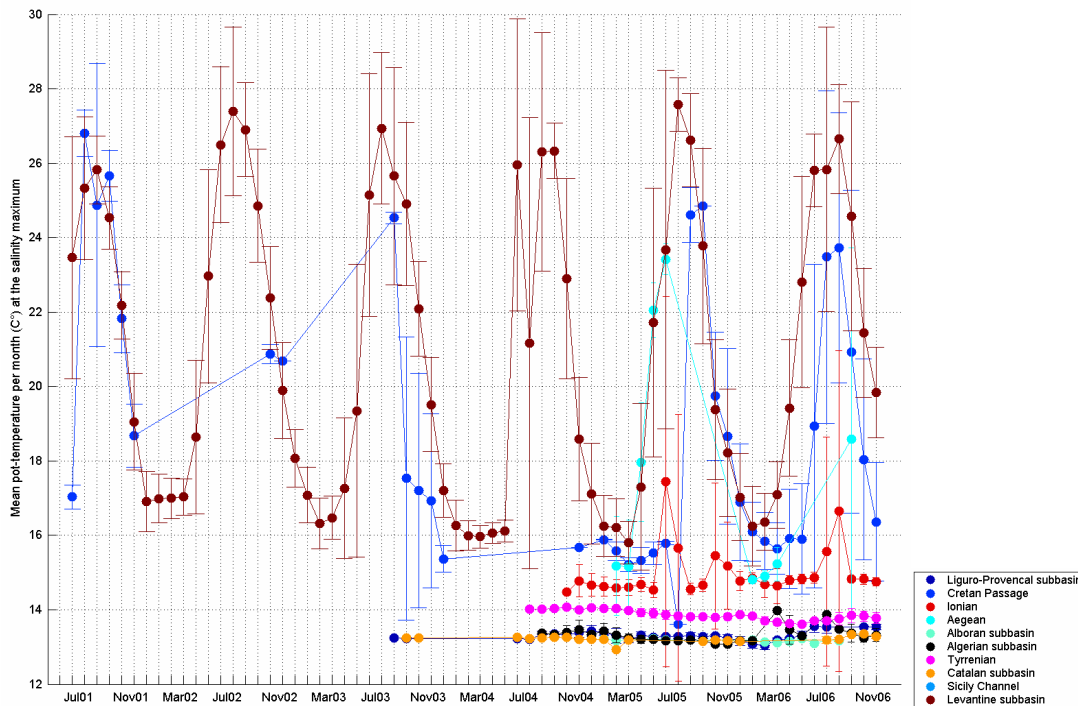


Figura 19. Temperatura potenziale media alla profondità del massimo di salinità in ogni area per mese (+/- la deviazione standard).

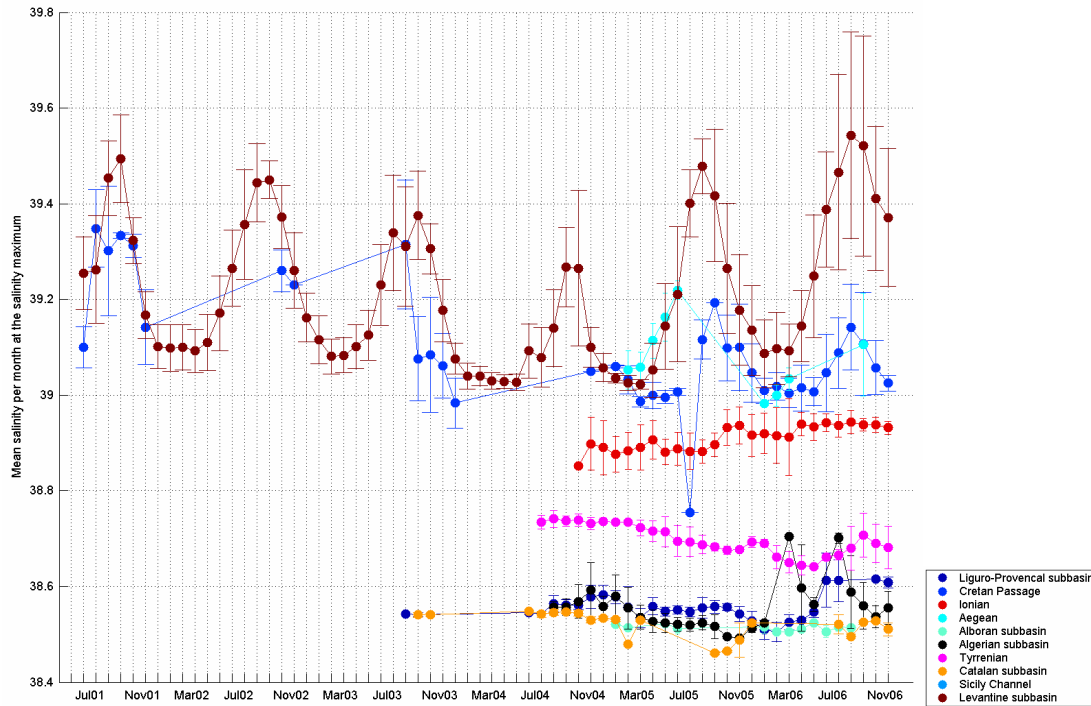


Figura 20. Come figura 19 ma per la salinità.

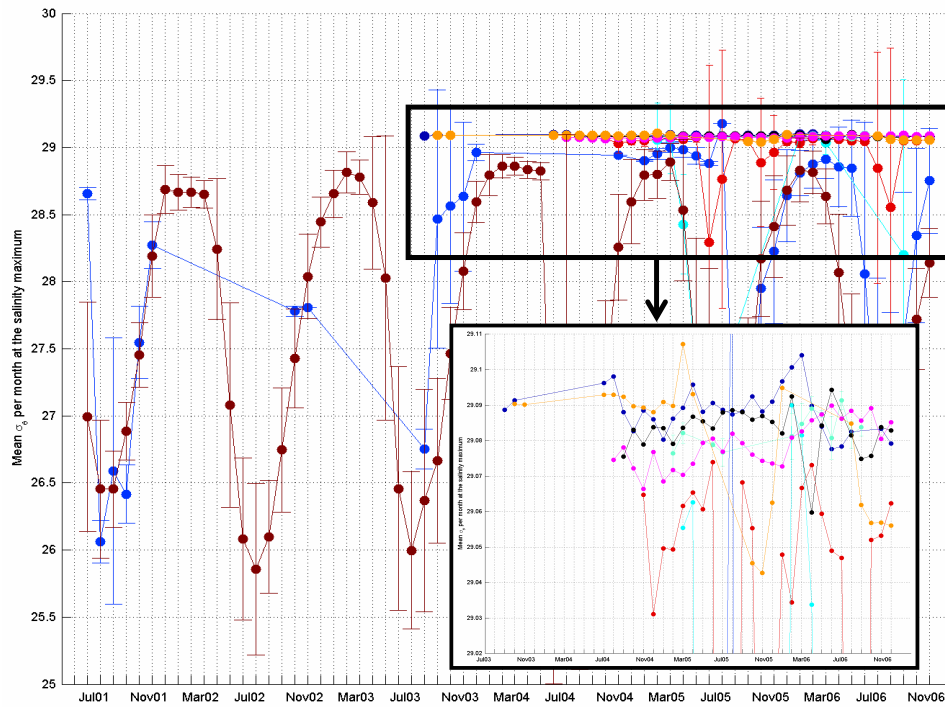


Figura 21. Come figura 19 ma per la σ_{θ} con particolare sui valori da luglio 2003 a dicembre 2006.

La temperatura potenziale (θ), la salinità e la σ_θ misurata dai float sono state comparate con la climatologia MEDAR-MEDATLAS II selezionando quelle regioni maggiormente rappresentative dei dati (tabella 3).

Bacino	REGIONE MEDAR MEDATLAS II
Liguro-Provencal	DF3
Cretan	DH3
Ionian	DJ5
Aegean	DH2
Alboran	DS1
Algerian	DF1
Tyrrhenian	DT1
Catalan	DS2
Sicily Channel	DI3
Levantine	DL3

Tabella 4. Regioni della climatologia selezionate per confronto con i dati in ciascun bacino.

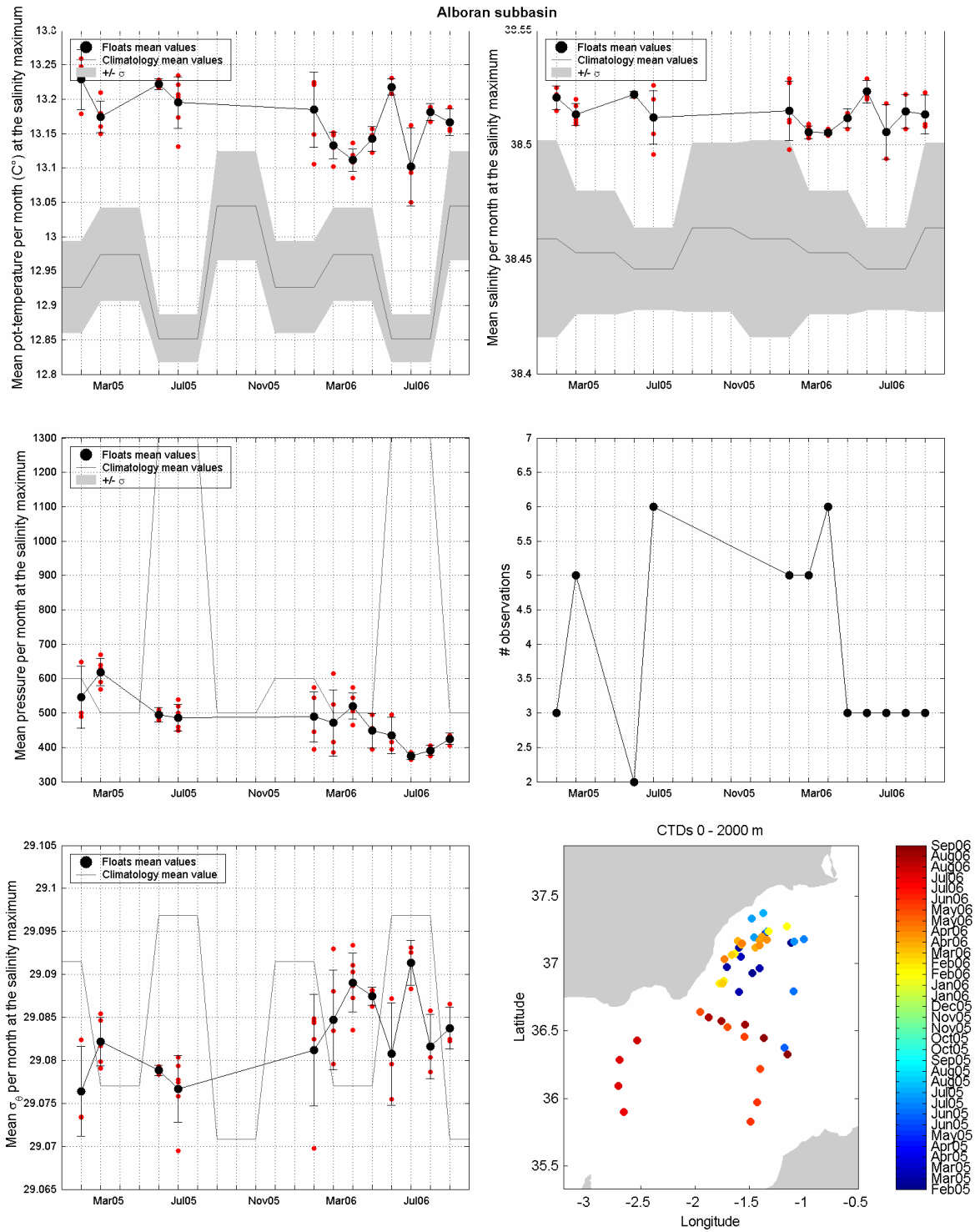


Figura 22. Valori medi di temperatura potenziale, salinità, σ_{θ} e numero di osservazioni per mese nel Bacino di Alboran nell'intervallo di profondità 300-400 m. Le barre di errore rappresentano le deviazioni standard. La linea continua grigia rappresenta il valore medio della climatologia in DS1 per il periodo, la banda grigia rappresenta +/- la deviazione standard e i punti in rosso i valori ricavati da ogni profilo.

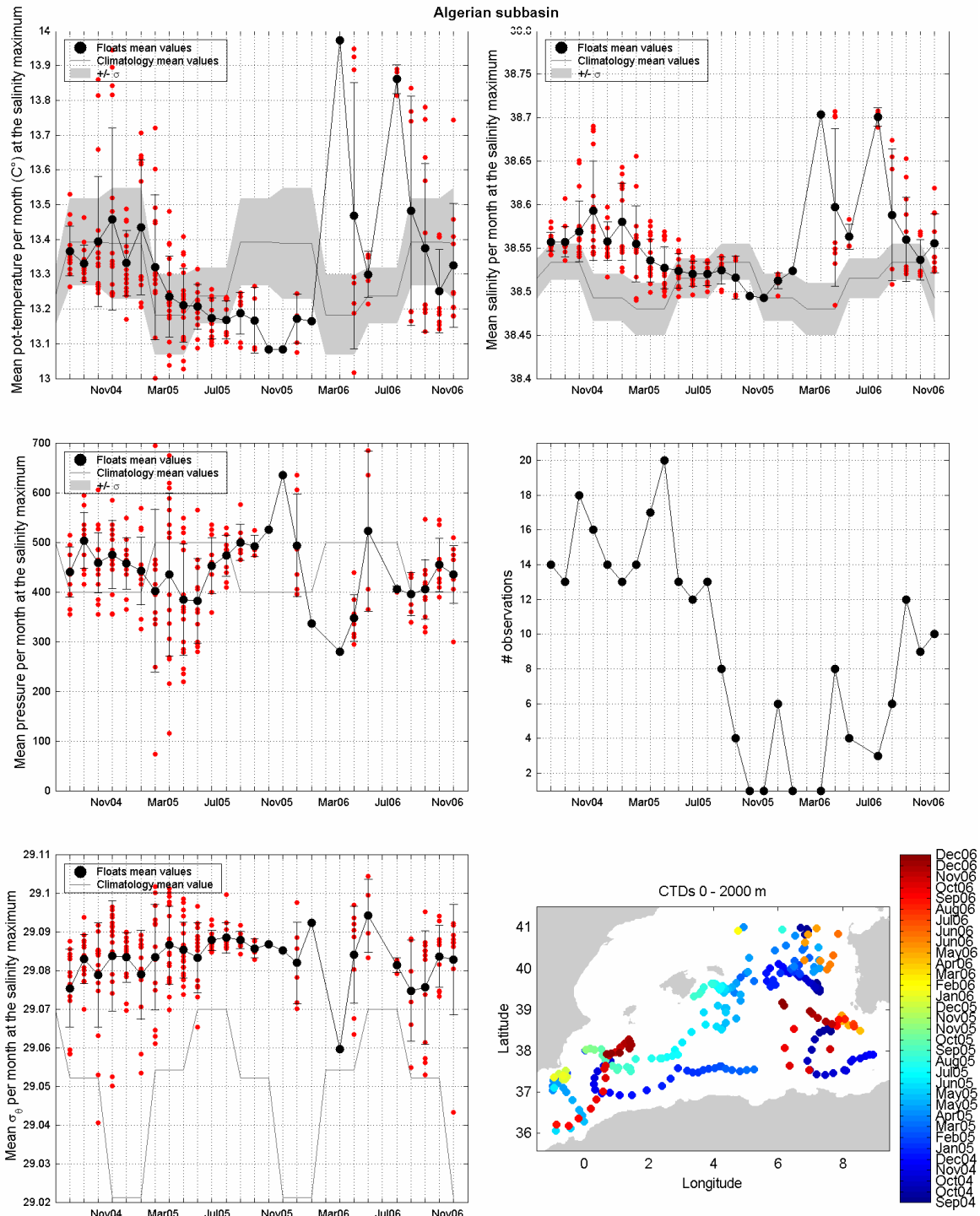


Figura 23. Come figura 22 ma per il Bacino Algerino e confronto con la regione DF1 della climatologia.

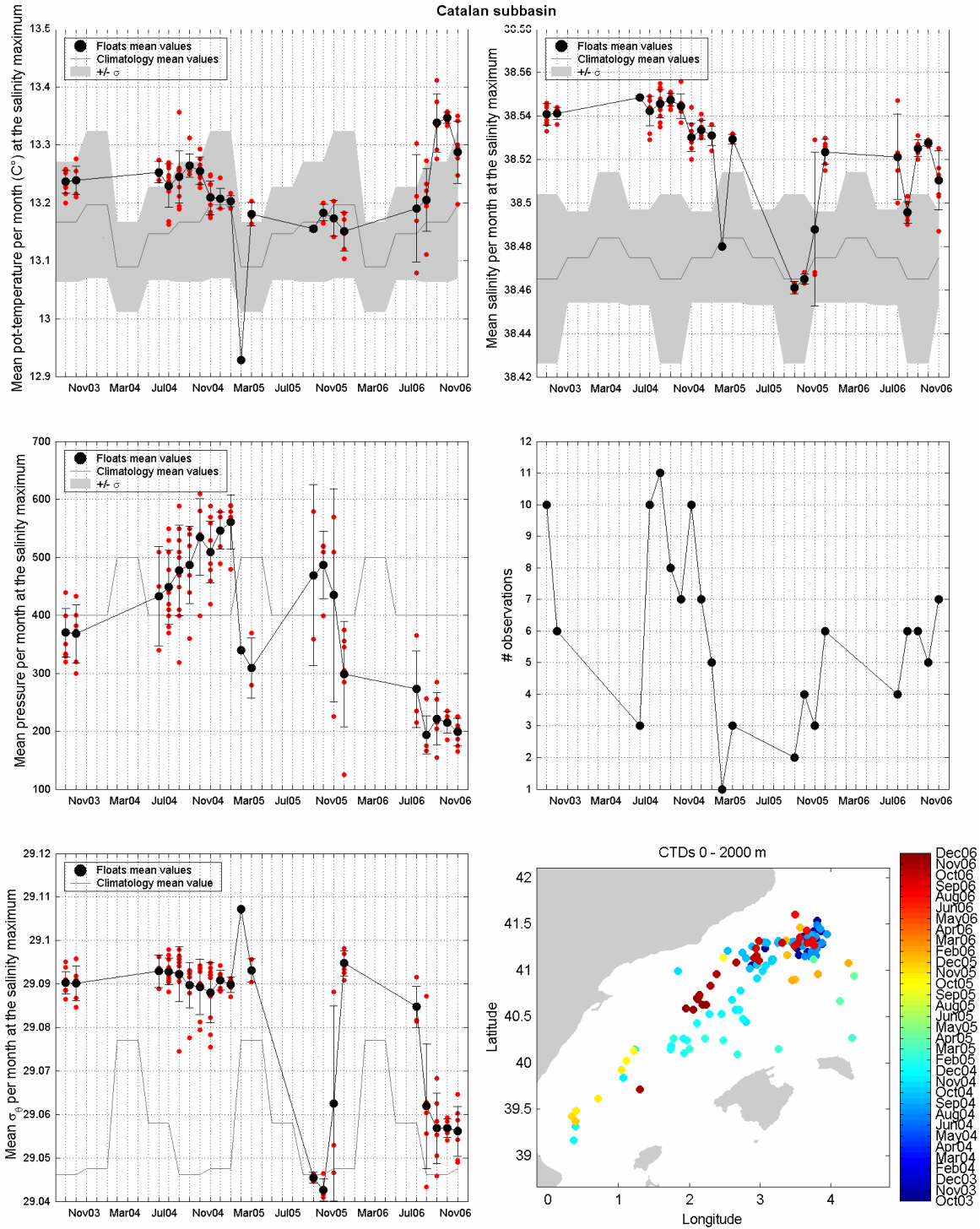


Figura 24. Come figura 22 ma per il Bacino Catalano e confronto con la regione DF1 della climatologia.

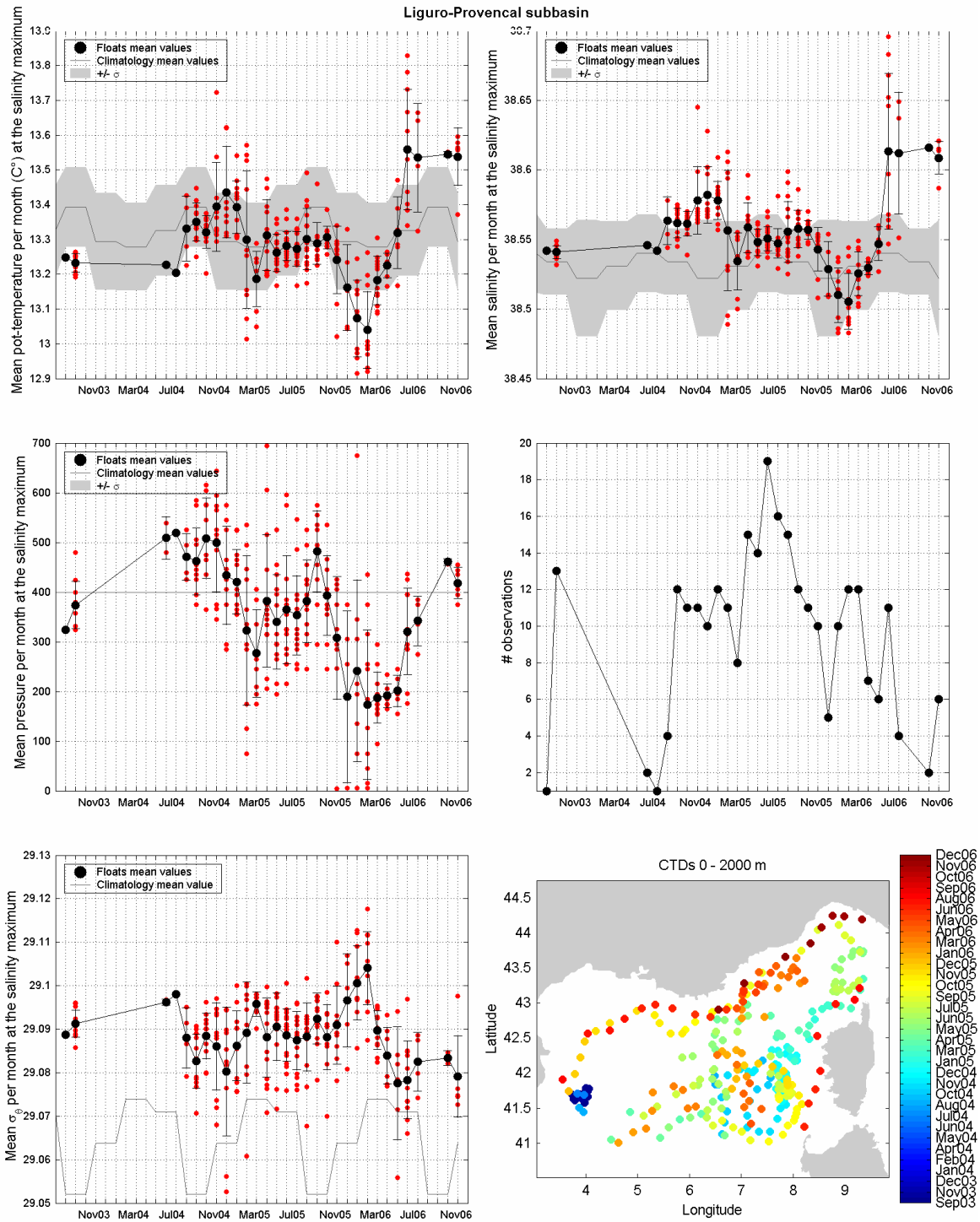


Figura 25. Come figura 22 ma per il Bacino Liguro-Provenzale e confronto con la regione DF3 della climatologia.

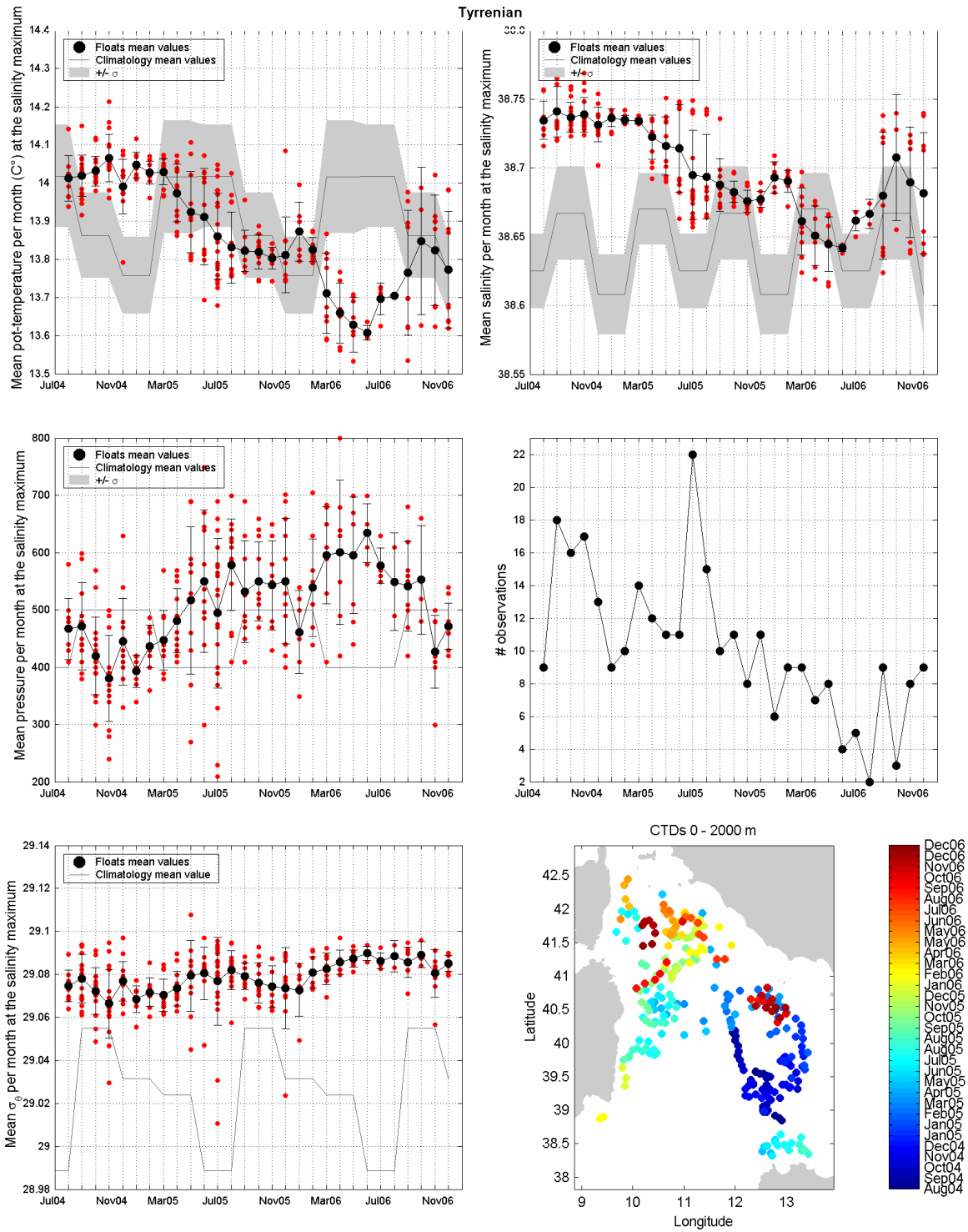


Figura 26. Come figura 22 ma per il Mar Tirreno e confronto con la regione DT1 della climatologia.

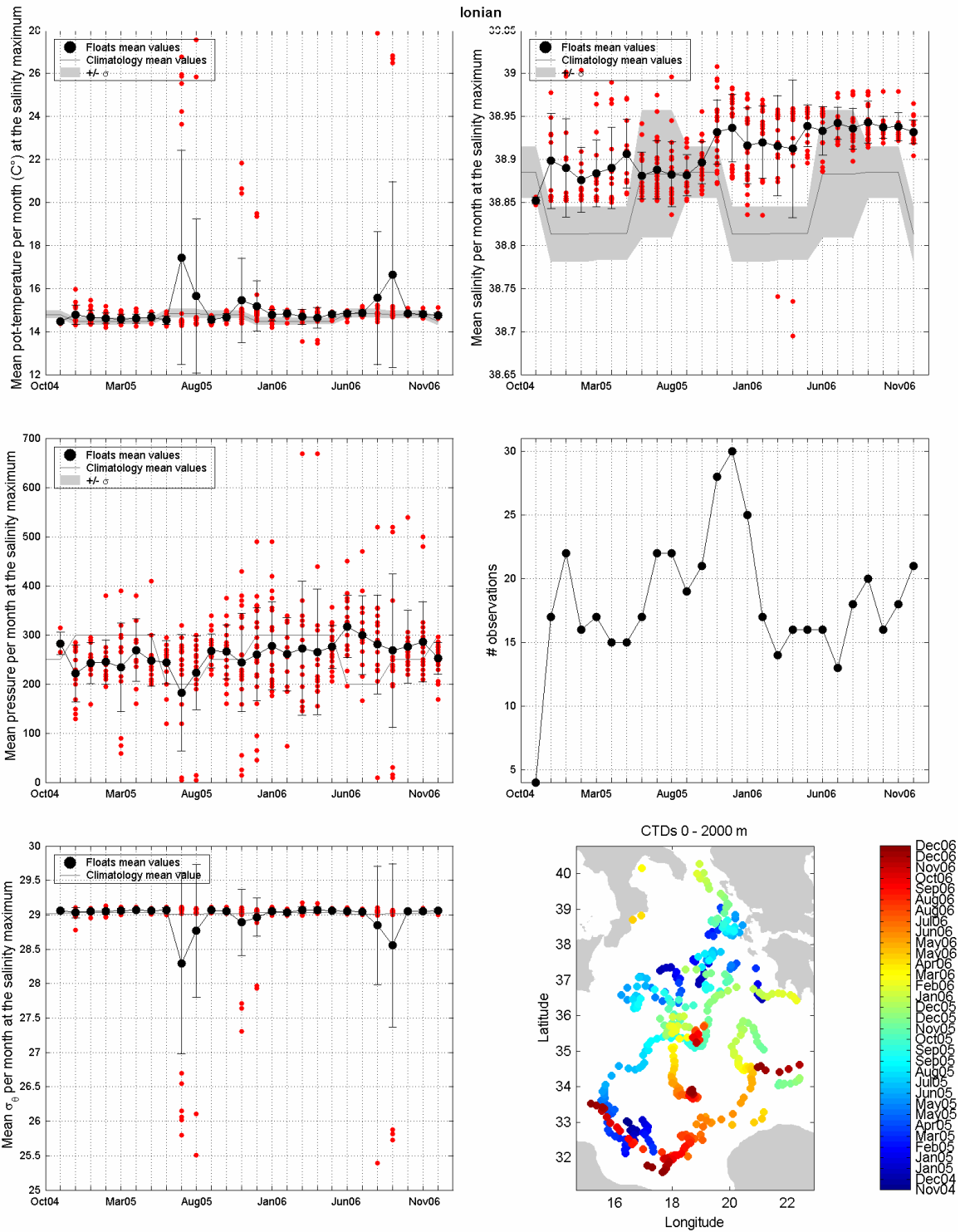


Figura 27. Come figura 22 ma per il Mar Ionio e confronto con la regione DJ5 della climatologia.

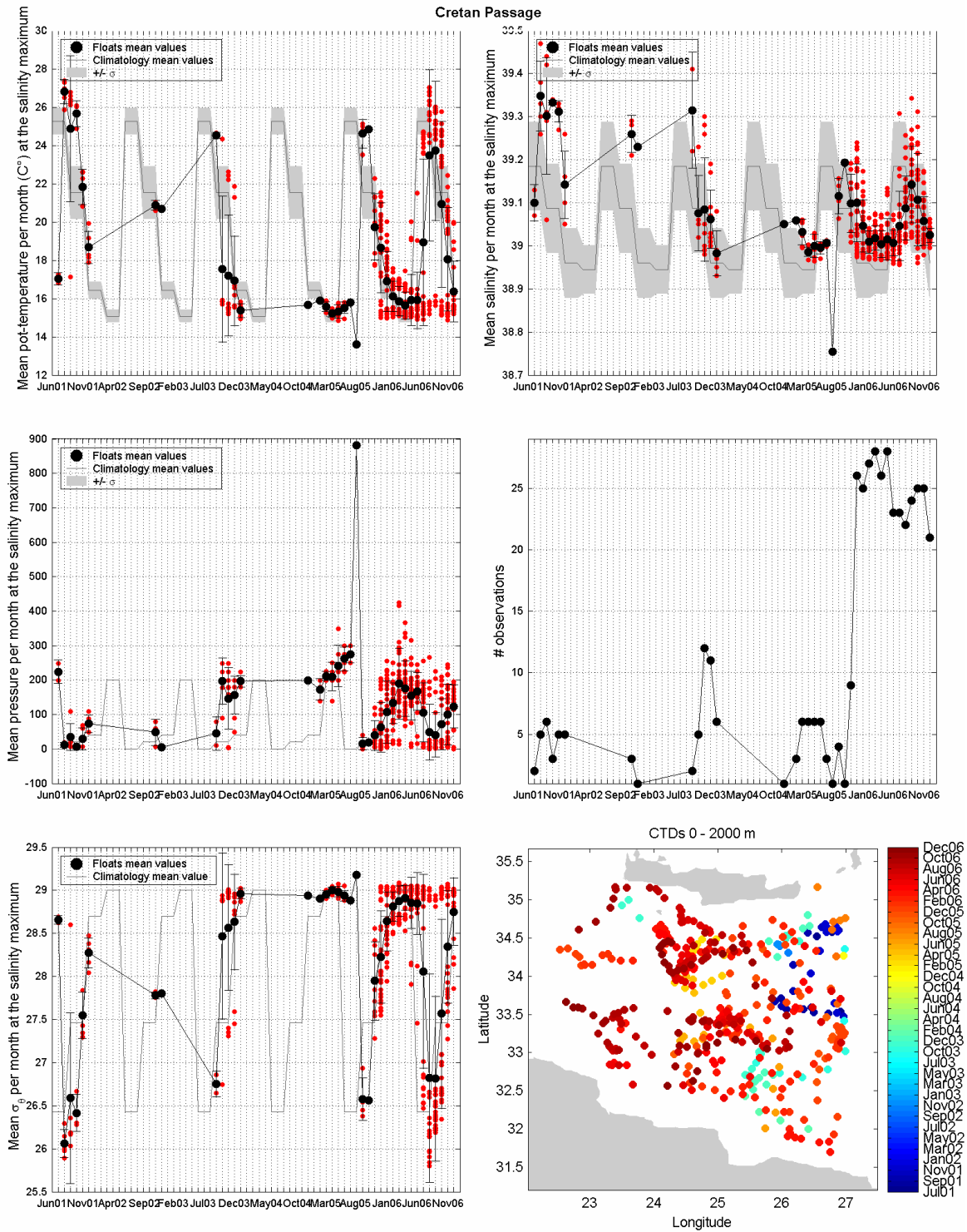


Figura 28. Come figura 22 ma per il passaggio di Creta e confronto con la regione DH3 della climatologia.

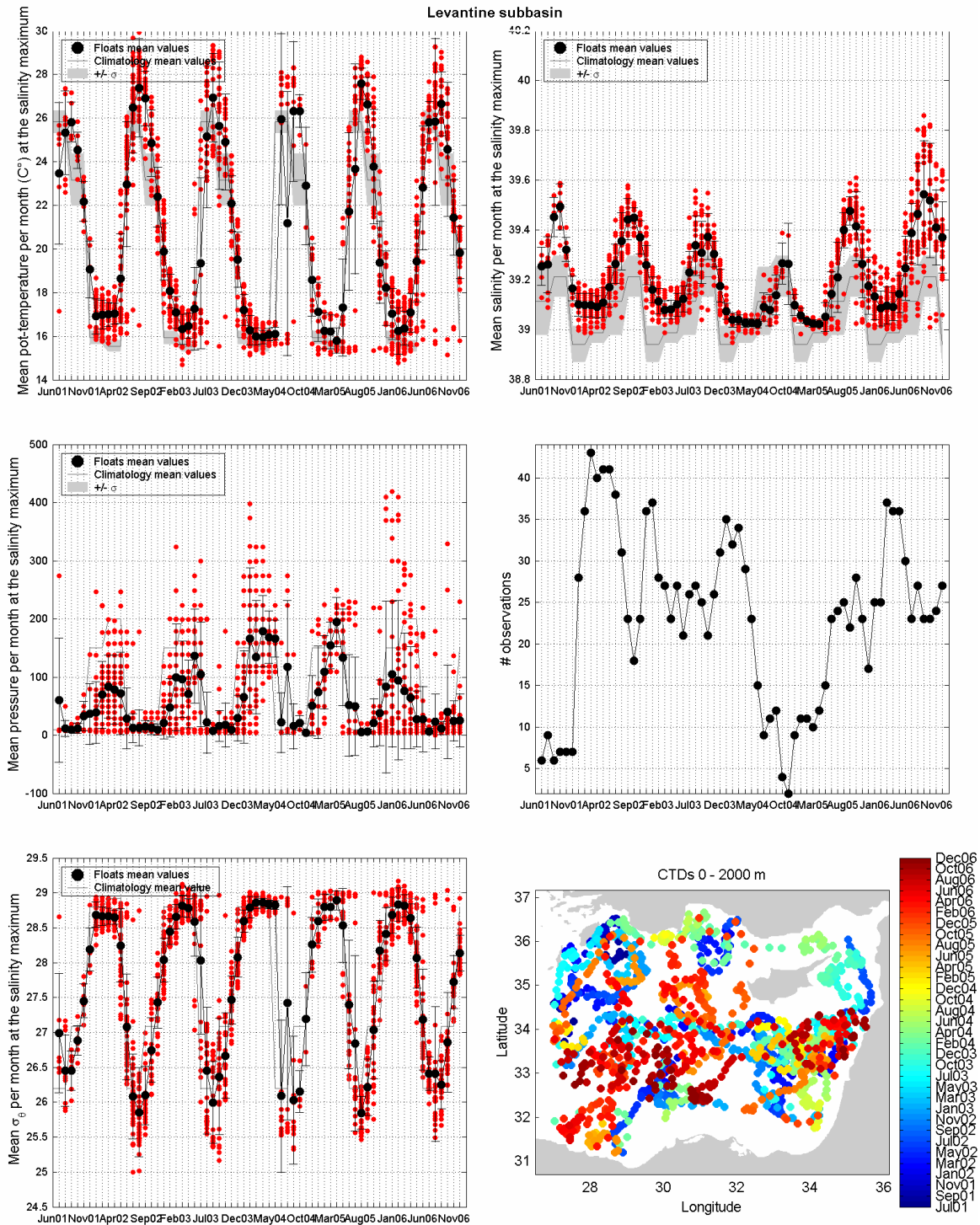


Figura 29. Come figura 22 ma per il Bacino Levantino e confronto con la regione DL3 della climatologia.

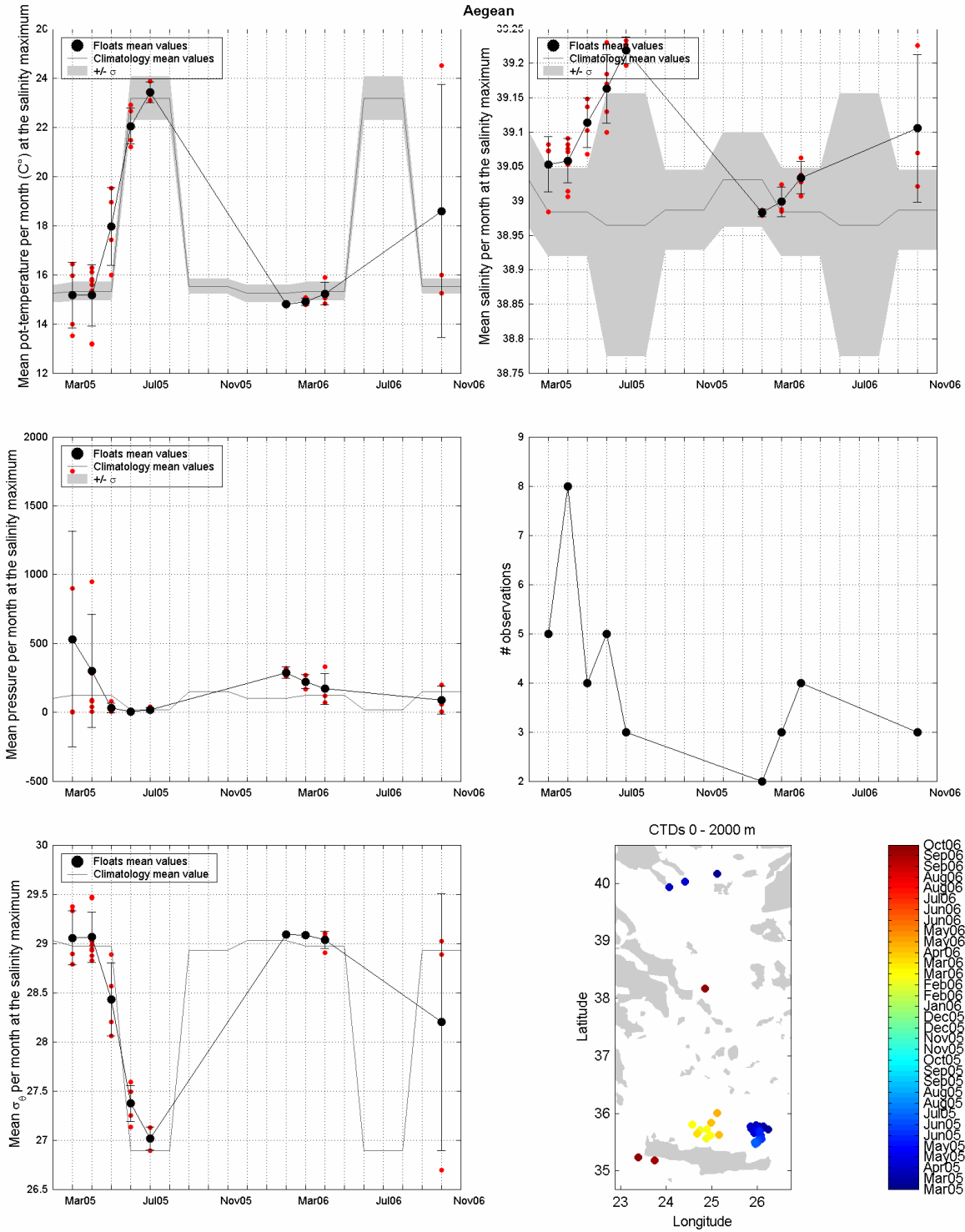


Figura 30. Come figura 20 ma per il Mare Egeo e confronto con la regione DH2 della climatologia.

3.4 Acqua a 2000 m

Abbiamo calcolato i valori medi mensili di temperatura potenziale, salinità e σ_θ in ogni bacino nell'intervallo 1950-2050 m (vedi figure 29, 30, 31). Questi valori sono stati rappresentati insieme alla climatologia (vedi figure 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) per poter investigare le variazioni delle proprietà fisiche dell'acqua vicino a 2000 m.

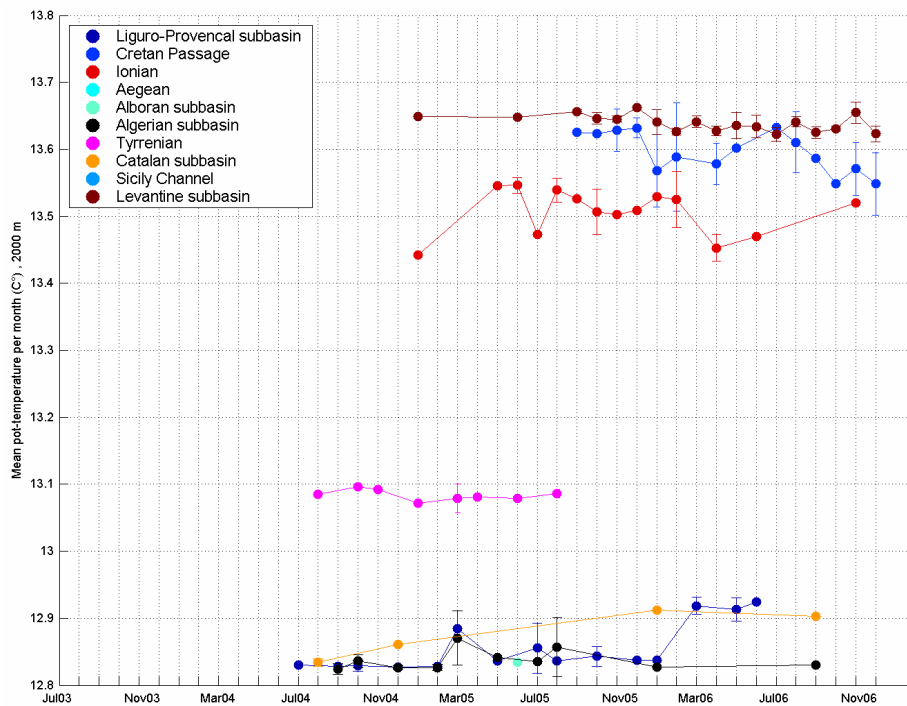


Figura 31. Temperatura potenziale media in ogni area per mese nell'intervallo di profondità 1950-2050 m.

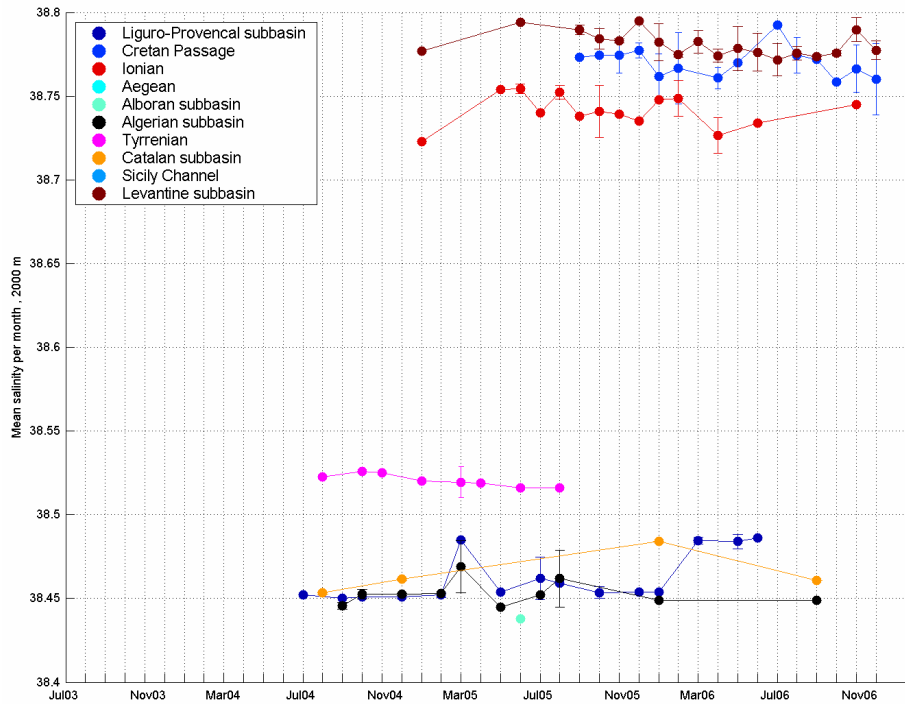


Figura 32. Salinit  media in ogni area per mese nell'intervallo di profondit  1950-2050 m.

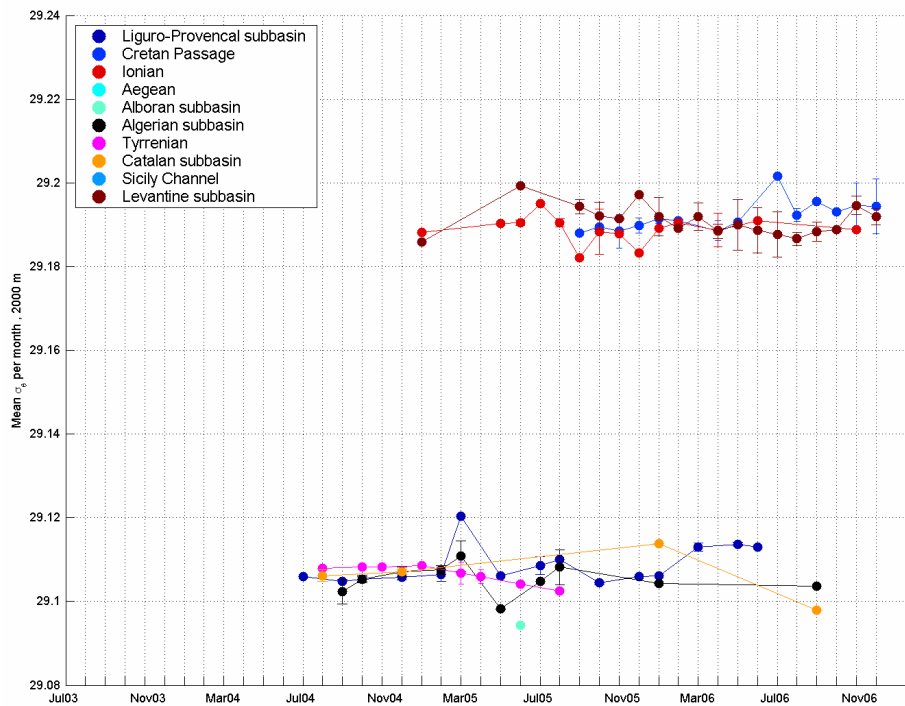


Figura 33. σ_θ media in ogni area per mese nell'intervallo di profondit  1950-2050 m.

Catalan subbasin

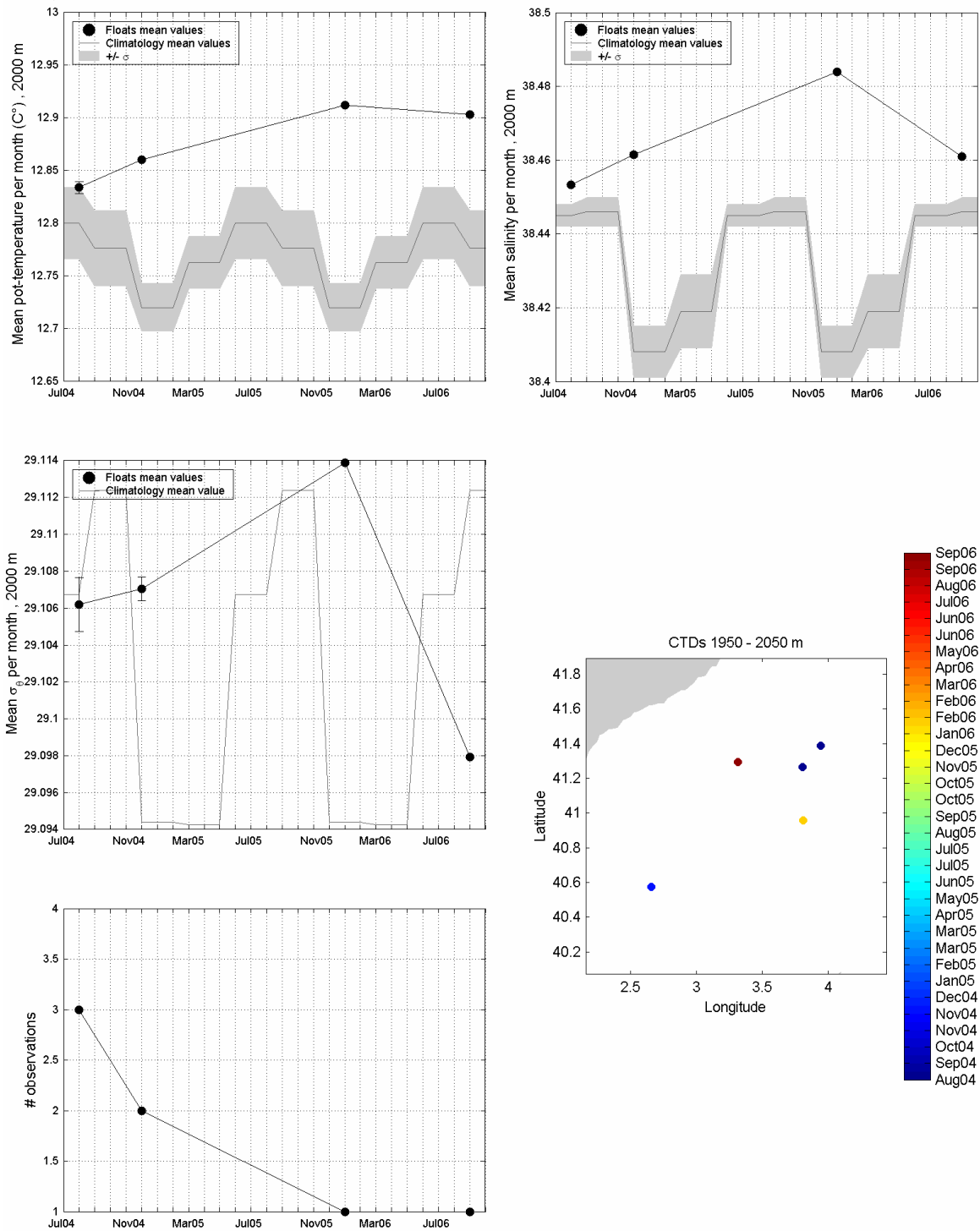


Figura 34. Valori medi di temperatura potenziale, salinit , σ_θ e numero di osservazioni per mese nel Bacino Catalano nell'intervallo di profondit  1950-2050 m. Le barre di errore rappresentano le deviazioni standard. La linea continua grigia rappresenta il valore medio della climatologia in DS2 per il periodo, la banda grigia rappresenta +/- la deviazione standard e i punti in rosso i valori ricavati da ogni profilo.

Algerian subbasin

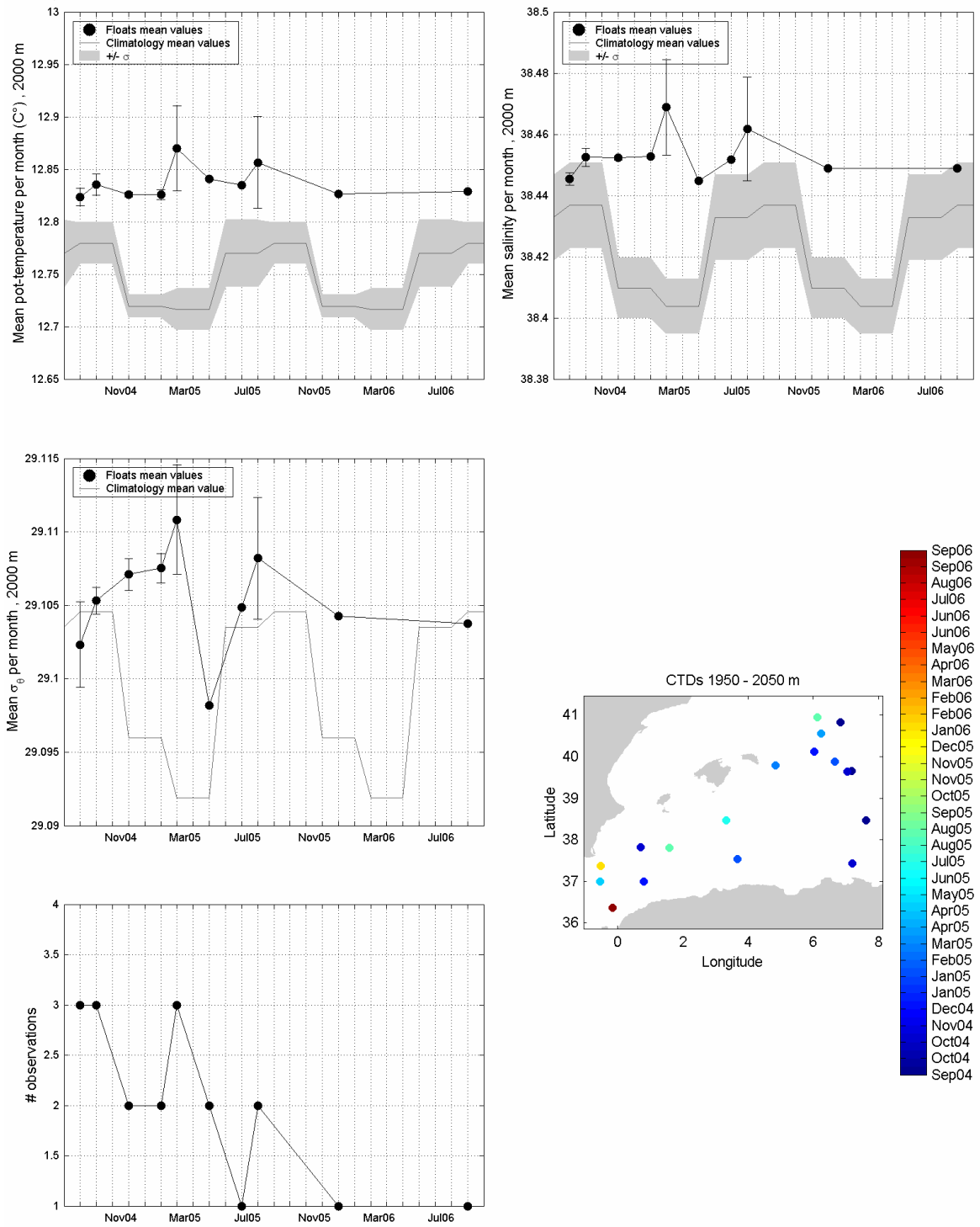


Figura 35. Come figura 34 ma per il Bacino Algerino e confronto con la regione DF1 della climatologia.

Liguro-Provençal subbasin

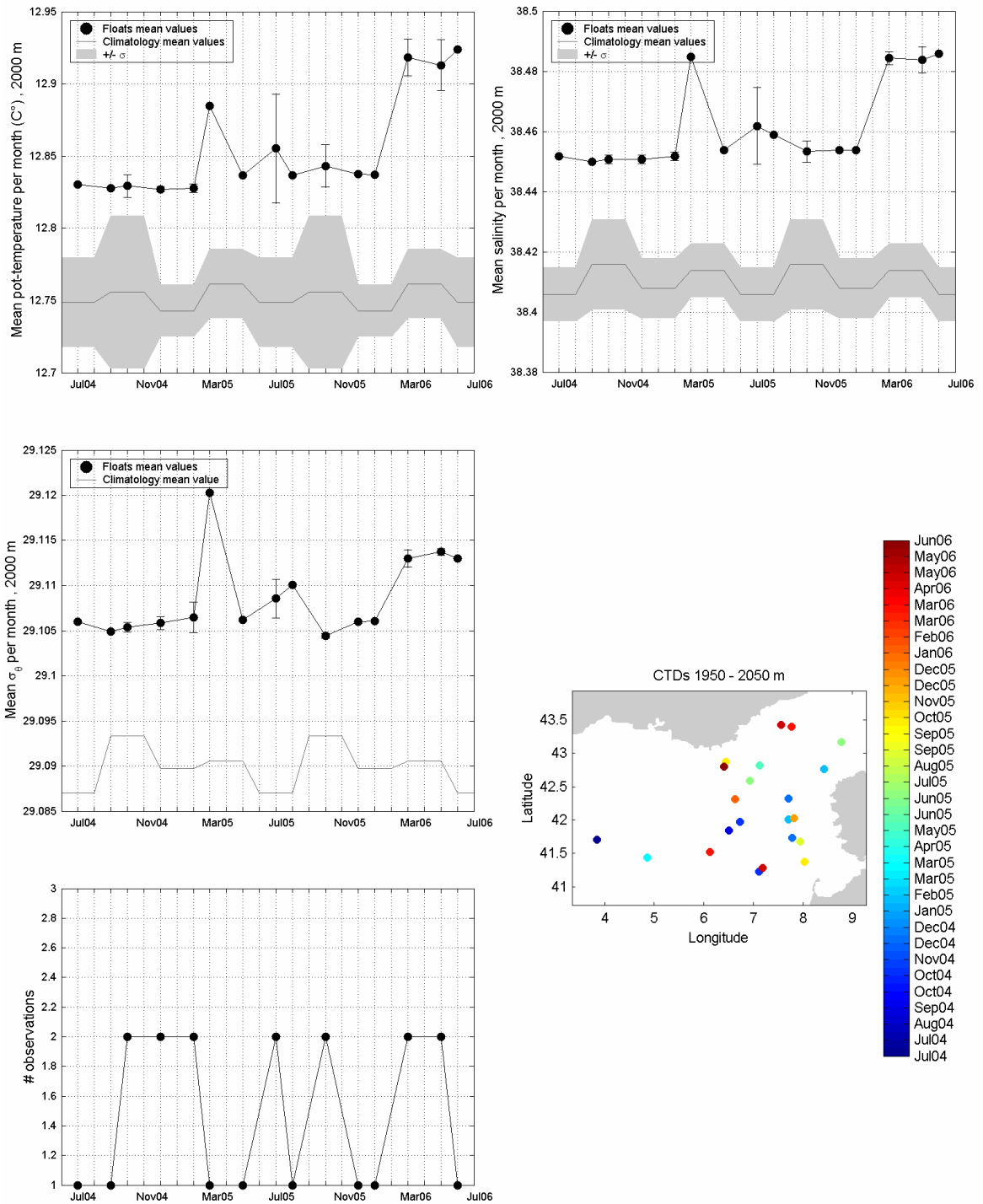


Figura 36. Come figura 34 ma per il Bacino Liguro-Provenzale e confronto con la regione DF3 della climatologia.

Tyrrhenian

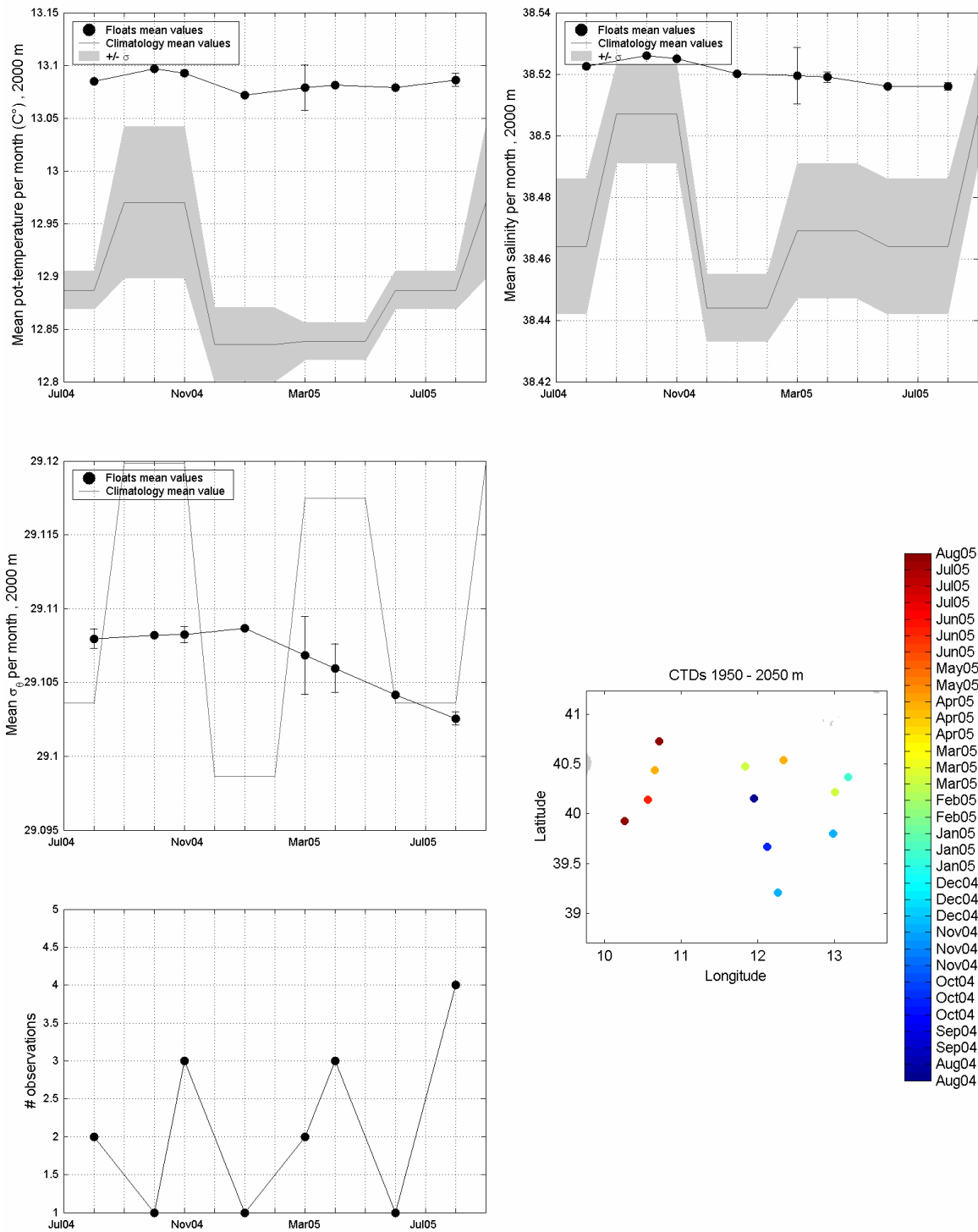


Figura 37. Come figura 34 ma per il Mar Tirreno e confronto con la regione DT1 della climatologia.

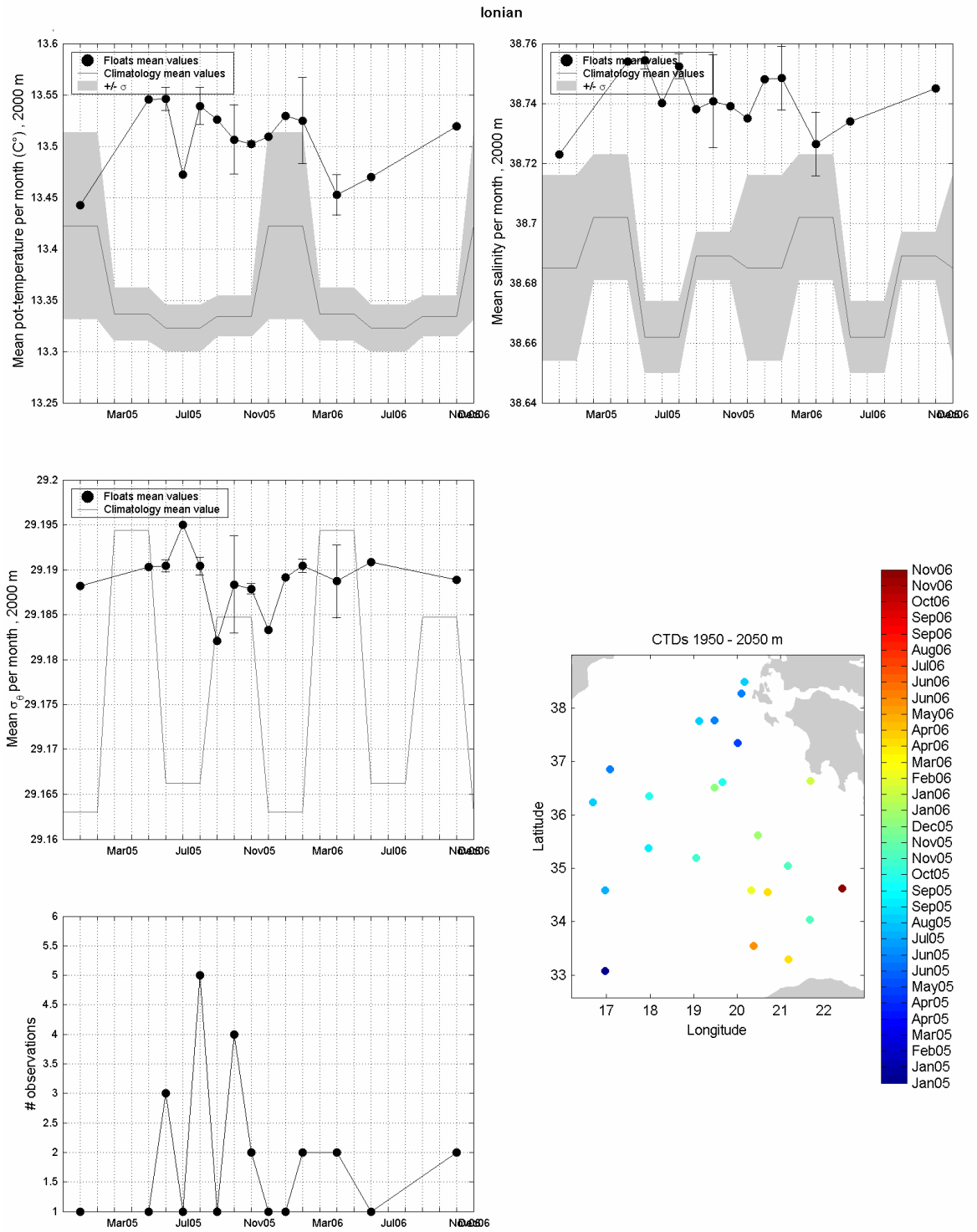


Figura 38. Come figura 34 ma per il Mar Ionio e confronto con la regione DJ5 della climatologia.

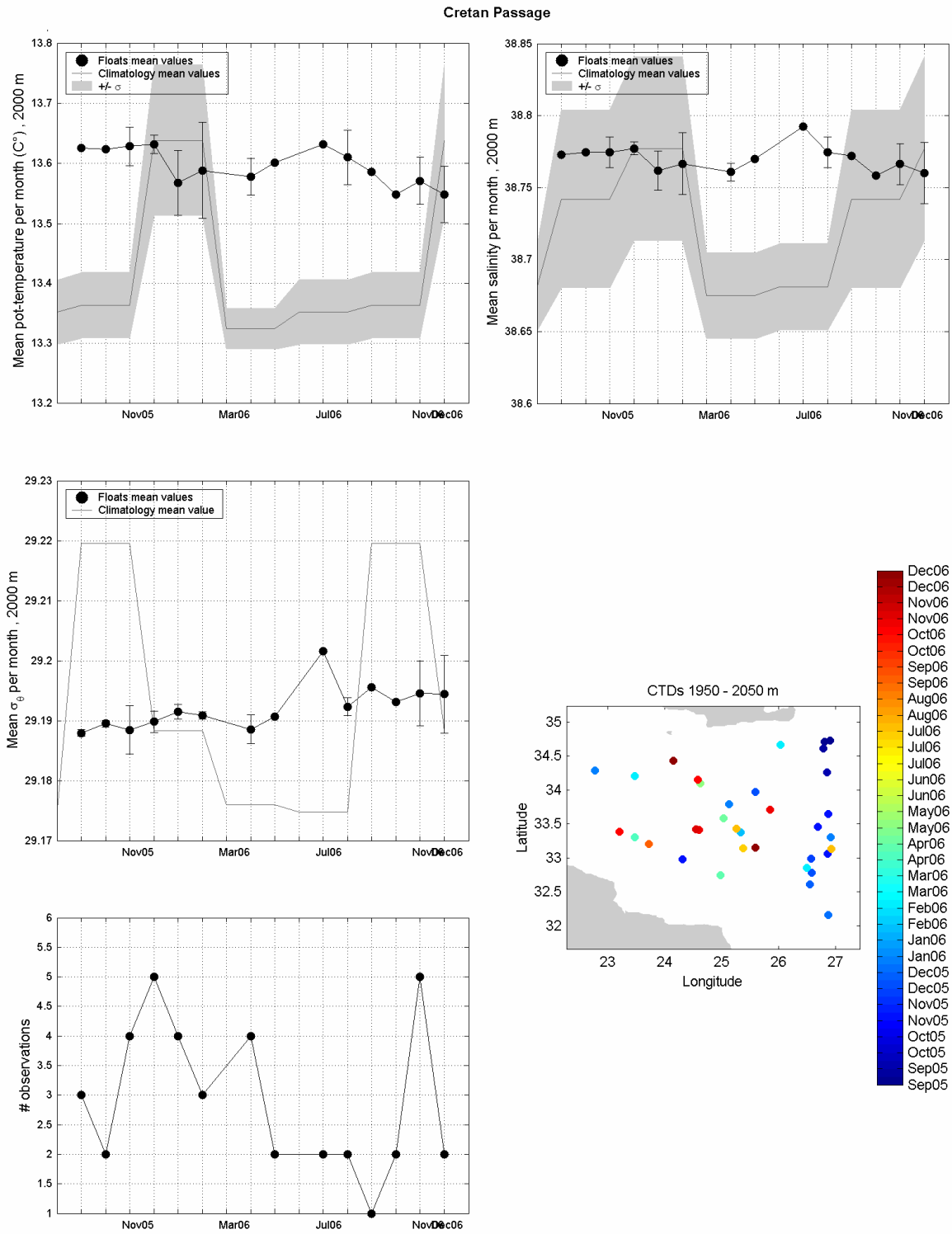


Figura 39. Come figura 34 ma per il Passaggio di Creta e confronto con la regione DH3 della climatologia.

Levantine subbasin

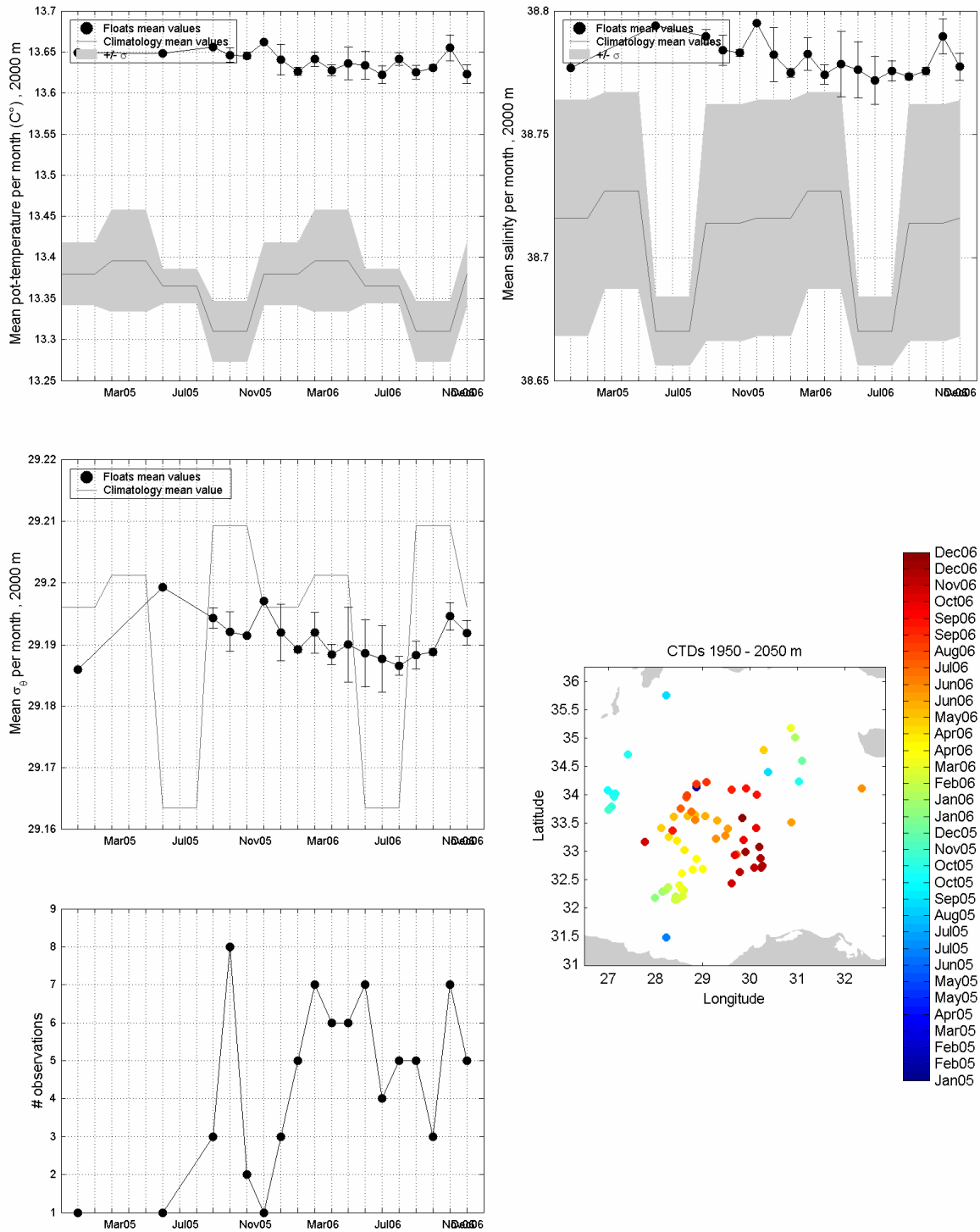


Figura 40. Come figura 34 ma per il Bacino Levantino e confronto con la regione DL3 della climatologia.

4. Conclusioni

I bacini meglio campionati nell'arco dei 5 anni studiati (2001-2006) sono lo Ionio e il Levantino ai quali segue il Passaggio di Creta e dal 2004 si aggiungono il Liguro-Provenzale, il Mar Tirreno, il Bacino Catalano e d'Alboran.

Dalle mappe del minimo di salinità dal 2001 al 2006 (vedi figure 5 e 6) si può vedere che nel bacino Levantino la salinità è mediamente 38.6-38.7. Nello Ionio il minimo di salinità varia da 37.4 a 38.9, nel Tirreno questo valore varia tra 37.6 e 38.5, nel Bacino Liguro-Provenzale varia tra 38.1 e 38.5, nel Bacino Algerino varia tra 36.7 e 37.8 e raggiunge un minimo di 36.23 nel Bacino d'Alboran.

Dalle mappe del massimo di salinità (figure 11, 12) e delle sue medie mensili (figura 20), si nota che nel Bacino Levantino si ha una salinità massima compresa tra 38.9 e 39.9 con valori più elevati nel 2006 nella parte più a est (a sud dell'isola di Cipro) e con forte variabilità stagionale. La salinità diminuisce da est verso ovest passando nello Ionio ad un valore medio di circa 38.9, tra 38.65-38.75 nel Tirreno e <38.7 nei Bacini Liguro-Provenzale Catalano e Algerino. La profondità del massimo di salinità ($P_{\max S}$) è chiaramente minore nel bacino Levantino ($P_{\max S} < 200$ m), mentre nel Mar Tirreno si può trovare anche ad una profondità di circa 700 m (figura 14). Dalle mappe di temperatura potenziale (θ) alla profondità del massimo di salinità (figure 16, 17) e dalle medie mensili per ciascun bacino (figura 19) si notano le più elevate temperature nel Bacino Levantino ($>16^\circ\text{C}$) ed una marcata stagionalità perchè il massimo di salinità è più in superficie rispetto a quelle del resto del Mar Mediterraneo. Nell'ovest del Mediterraneo la θ corrispondente al massimo di salinità è minore di 14°C . La densità potenziale (σ_θ) alla profondità del massimo di salinità è inferiore a 29.02 nel Bacino Levantino ed è compresa tra 29.03 e 29.11 nel resto del Mediterraneo.

Analizzando più in dettaglio le medie mensili dei parametri fisici (P , S , θ , σ_θ) alla profondità del massimo di salinità nei differenti bacini che compongono il Mediterraneo, si nota subito che da ottobre 2004 a dicembre 2006 in Mar Ionio (area centrale, vedi figura 27) tale minimo si attesta a profondità comprese tra 200 e 350 m, la salinità, la temperatura e la densità potenziale sono superiori alle medie climatologiche. Inoltre, dalle figure 14, 16 e 27 si notano nel 2005, in una zona situata circa nel centro-nord dello Ionio, dei profili con un massimo di salinità localizzato nello strato più superficiale della colonna d'acqua (0-100m) e con temperature misurate

nettamente superiori alla media ($\theta > 20^\circ\text{C}$). Nei bacini d'Alboran, Liguro-Provenzale, Catalano e Algerino si hanno temperature che mediamente sono comprese tra $13\text{-}13.6^\circ\text{C}$ e salinità tra $38.45\text{-}38.7$. Nel Mar Tirreno si calcolano temperature e salinità medie rispettivamente tra $13.6\text{-}14.1^\circ\text{C}$ e $38.62\text{-}38.75$. Nello Ionio abbiamo temperature medie comprese tra $14\text{-}15.5^\circ\text{C}$ e salinità medie tra 38.85 e 38.95 . Nel Levantino si hanno temperature medie comprese tra $15.5\text{-}28^\circ\text{C}$ rispettivamente durante l'inverno e l'estate, e salinità medie tra 38.9 e 39.8 . Nel Mar Egeo le temperature medie sono comprese tra 14.5 e 23.5°C e $38.95\text{-}39.2$. Nel Passaggio di Creta si hanno temperature comprese tra $14\text{-}27^\circ\text{C}$ (inverno/estate) e salinità comprese tra $38.95\text{-}39.35$ (figure 19, 20).

Dal confronto con la climatologia alla profondità del massimo di salinità troviamo che: nel Mar Tirreno da agosto 2004 a marzo 2005 (figura 26) si hanno salinità medie superiori alle medie della climatologia, le differenze che si notano da febbraio 2006 possono non essere significative perché le osservazioni in quel periodo non sono incluse nell'area della climatologia. La P_{maxS} è compresa tra $350\text{-}650$ m, la densità potenziale è in media 29.08 e sempre superiore alla climatologia. Nel Bacino Ligure Provenzale (figura 25) la P_{maxS} è compresa tra $200\text{-}500$ m, la salinità risulta più elevata della climatologia da agosto 2004 a novembre 2005 e da giugno 2006 fino dicembre 2006, la σ_θ è compresa tra 29.07 e 29.11 e superiore alla climatologia. Nel Bacino Catalano la temperatura e la salinità risultano maggiori della climatologia da ottobre 2003 a dicembre 2004 e nel 2006, la P_{maxS} è compresa tra 200 e 600m (figura 24). Nel Bacino di Alboran sia la salinità che la temperatura sono decisamente superiori alla climatologia di circa 0.2°C e 0.05 PSU, la P_{maxS} è compresa tra $400\text{-}600\text{m}$ (figura 22). Nel Bacino Algerino la salinità supera la climatologia da settembre 2004 a marzo 2005 e da marzo a dicembre 2006, la temperatura è invece minore della climatologia da maggio 2005 a febbraio 2006. Nel Mar Ionio, nel Passaggio di Creta, nel Mar Egeo e nel Bacino Levantino la salinità media è superiore alla media della climatologia (figure 27, 28, 29, 30).

Il bacino ovest del Mediterraneo ha temperature medie tra $12.8^\circ\text{C}\text{-}12.93^\circ\text{C}$ e salinità medie tra $38.44\text{-}38.48$, ad eccezione del Mar Tirreno per il quale si hanno temperature di circa 13.1°C e salinità di circa 38.53 (figure 31 e 32). Il Bacino Levantino e il Mar Egeo sono mediamente più salati e più caldi rispetto allo Ionio, $13.55^\circ\text{C}\text{-}13.65^\circ\text{C}$ ($13.45^\circ\text{C}\text{-}13.55^\circ\text{C}$), $38.77\text{-}38.8$ ($38.73\text{-}38.75$) ma con σ_θ pressoché identica (29.26) (figure 31, 32, 33).

Dal confronto con la climatologia a circa 2000 m troviamo che i bacini Catalano, Algerino, Liguro-Provenzale, il Mar Tirreno, lo Ionio e il Bacino Levantino sono mediamente più caldi e salati rispetto ai valori medi ricavati dalla climatologia (figure 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40).

Il bacino Mediterraneo occidentale risulta essere più freddo (figure 19 e 31), meno salato (figure 20 e 32). Il Mediterraneo orientale appare più caldo (figure 19 e 31) e più salato (figure 20 e 32). Il Mar Tirreno si trova in mezzo tra i valori di temperatura e salinità dei Bacini Ovest ed Est, ma ha un σ_θ media mensile più simile a Bacino Ovest.

5. Referenze

Argo data management, USER'S MANUAL 2.01, November 2005.

Poulain, P.-M., 2005. MEDARGO: A profiling Float program in the Mediterranean, *Argonautics*, 6, 2.

Poulain, P.-M., L. Ursella and R. Barbanti, 2004. Assessment of APEX float tests in the Catalan Sea, Rel. 23/2004/OGA/05, OGS, Trieste, Italy, 27 pp.

Poulain, P.-M. and R. Barbanti, 2005. Comparison between VOS/XBT and MEDARGO temperatures, Rel. 61/2005/OGA/31, OGS, Trieste, Italy, 18 pp.

Poulain, P.-M., R. Barbanti, J. Font, A. Cruzado, C. Millot, I. Gertman, A. Griffa, A. Molcard, V. Ruppolo, S. Le Bras and L. Petit de la Villeon, 2006. MEDARGO: A profiling Float program in the Mediterranean, submitted to *Ocean Science*.