



# BOLLETTINO STATO OCEANOGRAFICO ED ECOLOGICO DEL GOLFO DI TRIESTE ANNO 2024



SOS Qualità delle acque marine e di transizione

Nel documento si descrivono le caratteristiche oceanografiche ed ecologiche del golfo osservate nei monitoraggi mensili per l'anno 2024. I dati sono il risultato dell'analisi dei profili verticali, dalla superficie al fondale marino, eseguiti nella colonna d'acqua con sonda multiparametrica su una media di 26 stazioni distribuite da Punta Sottile (Muggia) a Punta Tagliamento (Lignano) (Figura 1). L'analisi considera i seguenti parametri: **temperatura del mare, salinità, ossigeno disciolto e clorofilla a**.

Nel documento si riportano inoltre le osservazioni sugli **organismi marini**, soprattutto meduse, ctenofori e delfini, che sono state effettuate durante le giornate di monitoraggio e sulla presenza di **aggregati gelatinosi** (mucillagini).

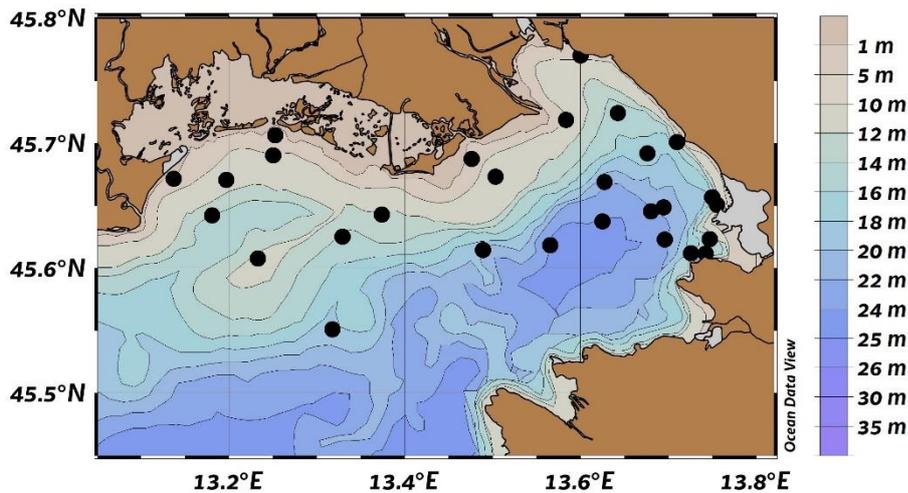


Figura 1 distribuzione delle stazioni di campionamento nel luglio 2024

E' stata, anche, analizzata la distribuzione dal 1996 al 2024 della temperatura media giornaliera del mare nella stazione "Trieste molo F.lli Bandiera – [Arpa FVG - Osservatorio meteorologico regionale del Friuli Venezia Giulia](#)" acquisita tramite un termometro posto a circa 2m di profondità.



Figura 2 posizione stazione Trieste molo F.lli Bandiera

## TEMPERATURA DEL MARE

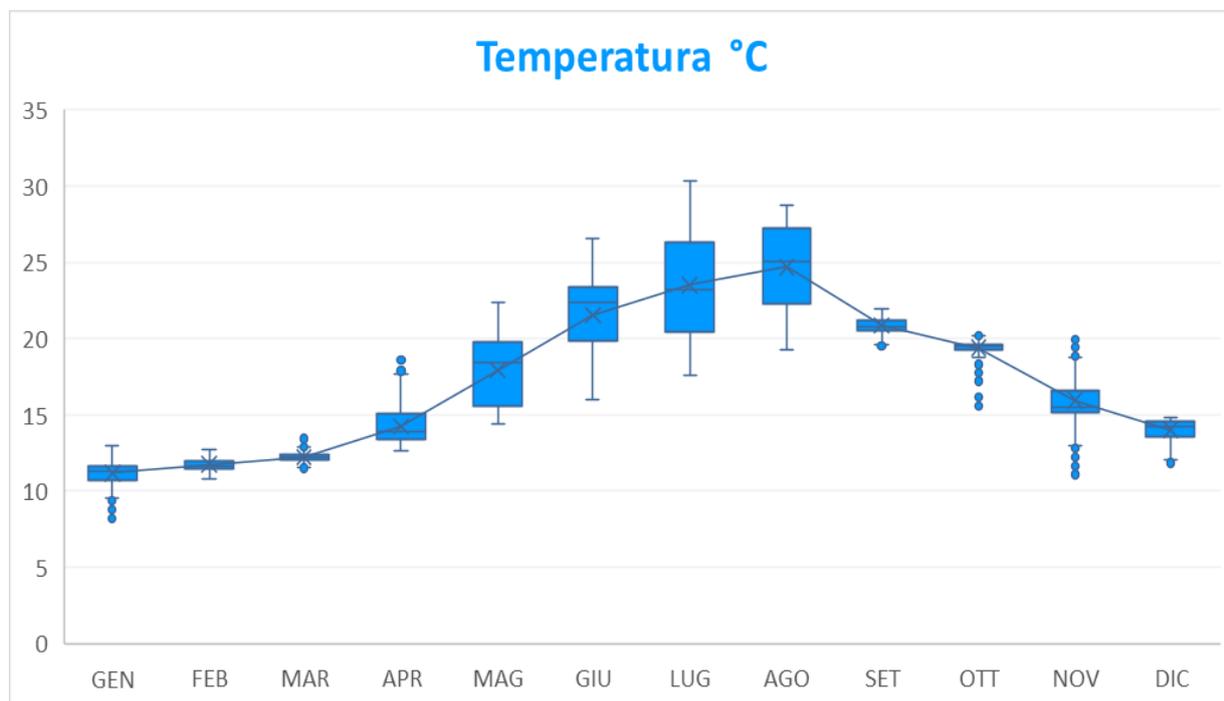


Figura 3 box plot della distribuzione della temperatura del golfo – 2024.

La linea all'interno del rettangolo colorato indica la mediana e l'area sopra e sotto di essa rappresentano insieme il 50% di tutti i valori registrati nel mese. I due "baffi" presenti sopra e sotto il rettangolo permettono di rappresentare il 100% dei valori, esclusi gli outliers cioè i valori anomali, riportati con dei punti.

Esempio: minore è la differenza tra interquartili, (box plot: gennaio, febbraio, marzo, settembre, ottobre, dicembre) più termicamente omogenee si presentavano le masse d'acqua costituenti il golfo; maggiore è la differenza tra interquartili, più evidente era la stratificazione termica delle masse d'acqua del golfo (box plot: aprile, maggio, giugno, luglio e agosto).

Tabella 1 analisi statistica descrittiva della temperatura del golfo - 2024

Temperatura °C												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
MIN	8.16	10.77	11.50	12.67	14.39	16.01	17.62	19.28	19.50	15.54	11.07	11.83
MAX	12.94	12.70	13.75	18.88	22.35	26.53	30.29	28.76	21.96	20.18	20.25	14.80
MEDIA	11.17	11.73	12.23	14.24	18.01	21.53	23.50	24.67	20.83	19.31	15.93	14.00
MEDIANA	11.30	11.62	12.23	13.92	18.43	22.34	23.18	25.03	20.75	19.47	15.45	14.23
25° PERC	10.73	11.48	12.05	13.37	15.60	19.83	20.45	22.27	20.54	19.27	15.13	13.56
75° PERC	11.63	12.00	12.38	15.10	19.76	23.36	26.32	27.26	21.16	19.62	16.60	14.59

Nel 2024 il parametro ha mostrato una distribuzione con caratteristiche già osservate negli anni precedenti: le masse d'acqua costituenti il golfo si sono presentate omogenee in gennaio, febbraio e marzo. In aprile si stabilisce un inizio di stratificazione termica dalla superficie del mare al fondale (26 m di profondità) che si sviluppa nei successivi mesi fino ad agosto.

I monitoraggi di settembre e ottobre hanno presentato invece una maggiore omogeneità termica del bacino per effetto del rimescolamento meccanico e convettivo delle acque associato sia alla forte Bora di metà settembre con l'innescarsi del fenomeno di *upwelling* di acque più profonde che, a metà ottobre, al passaggio di una depressione atmosferica di derivazione atlantica con piogge abbondanti e l'aumento delle portate fluviali.

In novembre si è ripresentata una debole ed anomala stratificazione termica della colonna d’acqua e ad inizio mese le temperature in prossimità del fondale marino erano ancora relativamente alte, paragonabili a quelle registrate a settembre e ottobre.

La temperatura media nei mesi invernali (gennaio-marzo) è stata sempre superiore a 10°C, i valori massimi (30.25°C) sono stati registrati a luglio nel tratto di litorale costiero tra Grado e Lignano, mentre il valore medio più alto (24.67°C) si riscontra in agosto. La massima stratificazione termica tra strato superficiale e quello di fondo è stata misurata a luglio pari a circa 12.2°C. I minimi di 8.16°C hanno caratterizzato le acque dei bassi fondali antistanti Lignano il 16 gennaio 2024 (Figura 3; Tabella 1).

In Tabella 2 viene riportato il confronto tra la temperatura media del golfo rilevata nei monitoraggi mensili del 2024 rispetto a quella calcolata per i monitoraggi mensili per il periodo 2014 – 2023.

*Tabella 2 confronto tra la temperatura del golfo rilevata nel 2024 rispetto ai valori relativi alla serie storica 2014-2023*

	2024 - TEMPERATURA °C			2014-2023 TEMPERATURA °C	
	Media	Minima	Massima	Media (Serie storica)	Delta °C
Gennaio	11.17	8.16	12.94	10.42	0.75
Febbraio	11.73	10.77	12.70	9.49	2.24
Marzo	12.23	11.50	13.75	9.83	2.40
Aprile	14.24	12.67	18.88	12.55	1.69
Maggio	18.01	14.39	22.35	16.06	1.95
Giugno	21.52	16.01	26.53	19.91	1.61
Luglio	23.50	17.62	30.29	22.88	0.62
Agosto	24.67	19.28	28.76	23.62	1.05
Settembre	20.83	19.50	21.96	22.67	-1.84
Ottobre	19.31	15.54	20.18	19.55	-0.24
Novembre	15.93	11.07	20.25	16.51	-0.58
Dicembre	13.99	11.83	14.80	13.13	0.86

La differenza tra le medie evidenzia da febbraio ad agosto sempre un valore positivo e soprattutto a febbraio, marzo e maggio stanno ad indicare un marcato riscaldamento delle masse d’acqua costituenti il bacino, la situazione si è invertita a settembre, ottobre e novembre mesi in cui le condizioni meteorologiche e marine hanno prodotto un forte raffreddamento del golfo (Tabella 2).

## SALINITA'

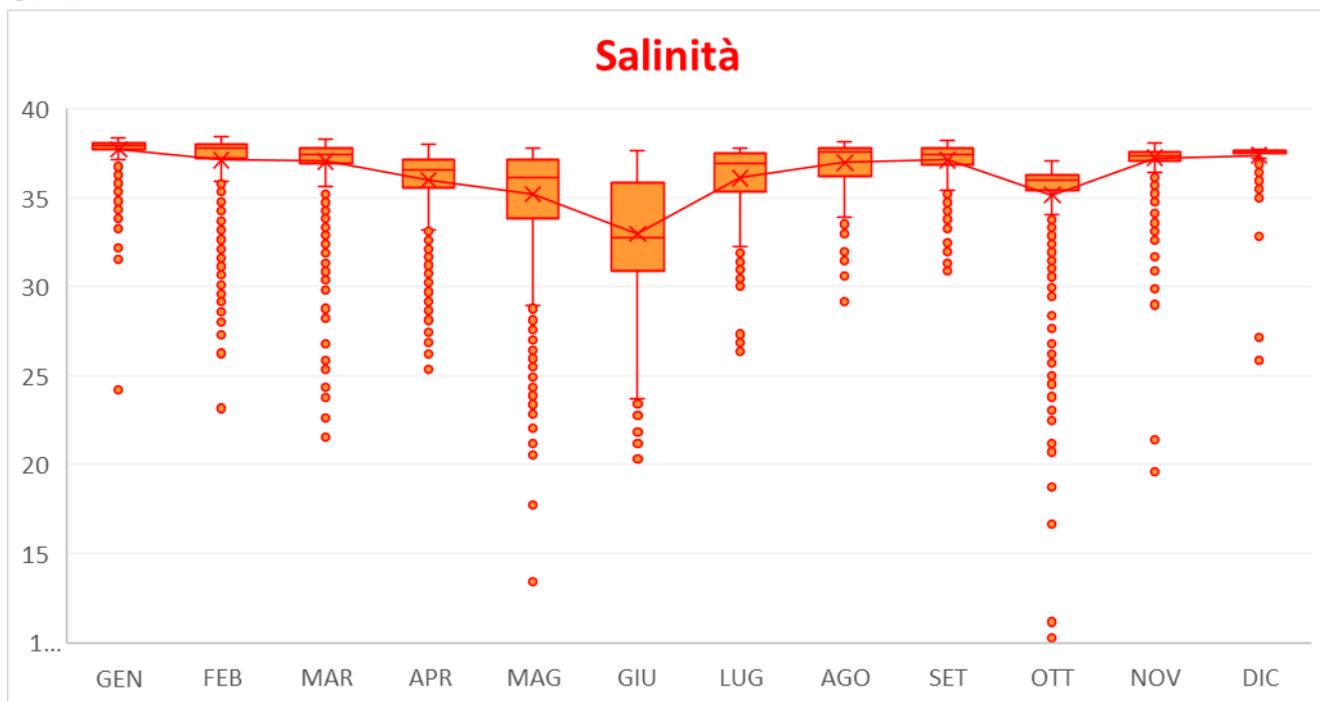


Figura 4 box plot della distribuzione della salinità del golfo – 2024

Tabella 3 analisi statistica descrittiva della salinità del golfo - 2024

Salinità												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
MIN	24.21	23.16	21.56	25.34	13.41	20.34	26.38	29.15	30.87	10.25	19.63	25.84
MAX	38.39	38.46	38.32	37.98	37.77	37.62	37.79	38.18	38.23	37.11	38.06	37.74
MEDIA	37.71	37.12	37.05	36.00	35.06	32.97	36.11	36.98	37.13	35.11	37.24	37.40
MEDIANA	37.94	37.81	37.47	36.55	36.15	32.80	36.91	37.55	37.46	35.99	37.39	37.63
25° PERC	37.69	37.19	36.91	35.60	33.85	30.93	35.38	36.22	36.86	35.42	37.10	37.49
75° PERC	38.06	38.04	37.77	37.18	37.16	35.82	37.48	37.80	37.83	36.32	37.55	37.68

Il parametro ha mostrato una certa diluizione delle acque del golfo nei mesi primaverili e d'inizio estate del 2024. Le salinità minori sono state rilevate a marzo, maggio e giugno in corrispondenza ad apporti del fiume Isonzo. Inoltre, in questi due ultimi mesi la stratificazione termica ha permesso la formazione di un accentuato gradiente salino interessante soprattutto i primi 4-5 metri della colonna d'acqua nell'area costiera occidentale.

I monitoraggi eseguiti in luglio, agosto e settembre hanno indicato un progressivo aumento della salinità del golfo, sia per l'assenza di apporti fluviali isontini che per l'ingresso di acque meridionali più salate soprattutto nell'area centro orientale del golfo.

Ad ottobre gli importanti apporti fluviali (Figura 5 e Figura 6) hanno nuovamente prodotto una forte diminuzione della salinità in tutto il bacino con minimi di 10-15 caratterizzanti soprattutto la fascia costiera occidentale.

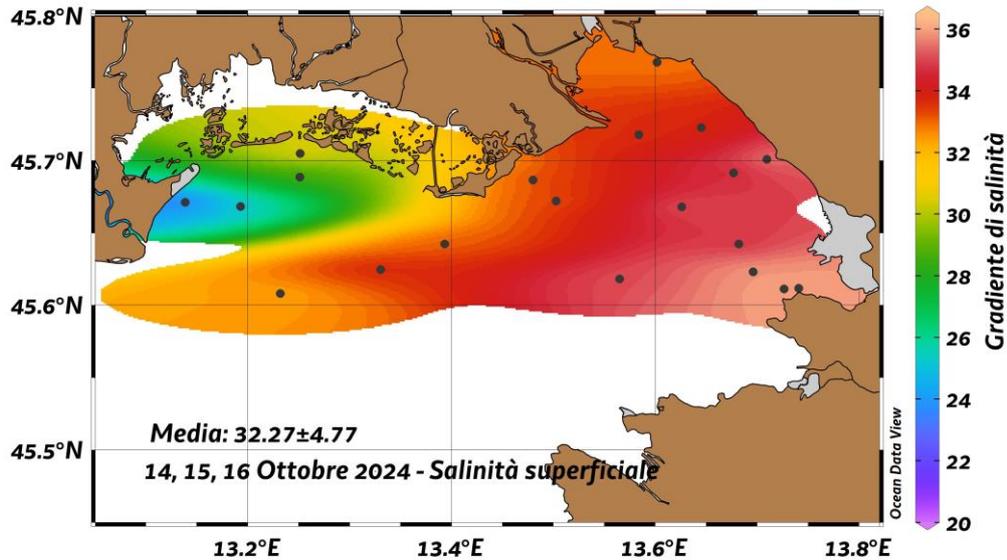


Figura 5: distribuzione del campo di salinità superficiale riferito al monitoraggio di ottobre 2024

I monitoraggi successivi di novembre e dicembre hanno evidenziato sia il permanere di acque a relativa bassa salinità interessanti gli strati superficiali delle acque prossime alla costa occidentale che soprattutto l'ingressione di acque meridionali salate più evidenti in quelle centro-orientali ed esterne del golfo a profondità superiori i 12-15 m (Figura 4; Tabella 3).

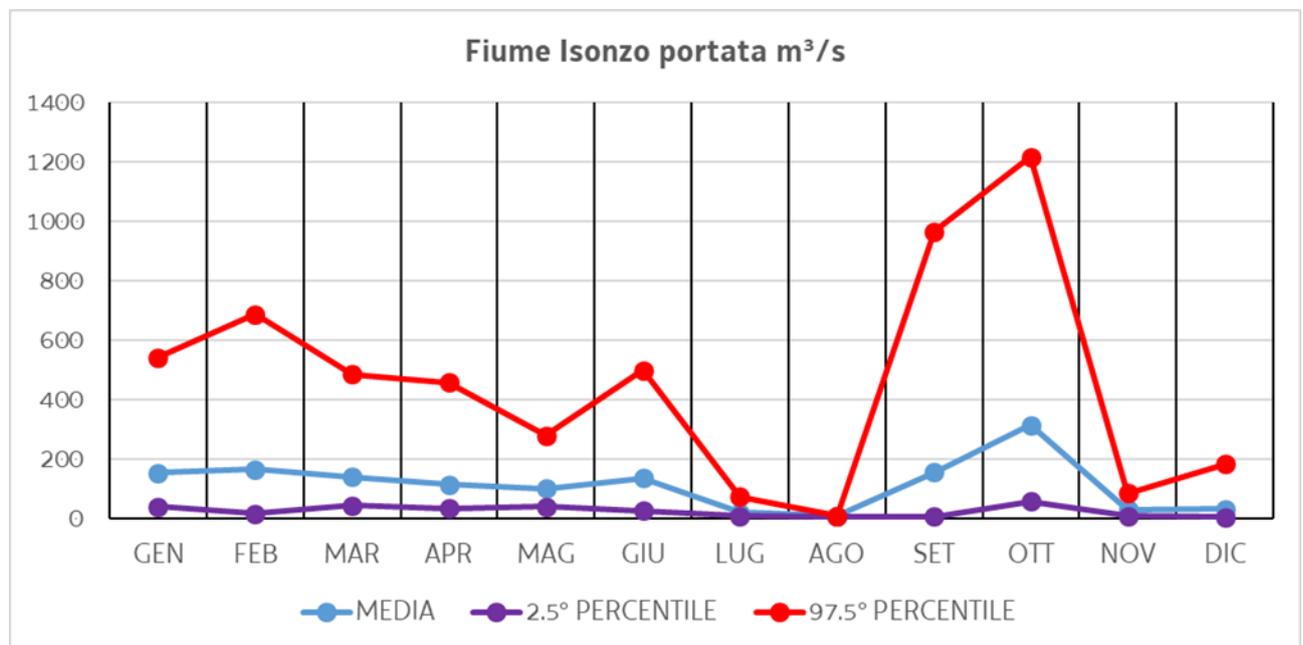


Figura 6 stima degli apporti del fiume Isonzo in prossimità della sua foce nel 2024

Tabella 4 confronto tra la salinità del golfo rilevata nel 2024 rispetto ai valori relativi alla serie storica 2014-2023

	2024 - SALINITA'			2014-2023 SALINITA'	Delta
	Media	Minima	Massima	Media (Serie storica)	
Gennaio	37.71	24.21	38.39	37.52	0.19
Febbraio	37.12	23.16	38.46	37.22	-0.10
Marzo	37.05	21.56	38.32	37.63	-0.58
Aprile	36.00	25.34	37.98	36.88	-0.88
Maggio	35.06	13.41	37.77	36.59	-1.53
Giugno	33.00	20.34	37.62	35.93	-2.93
Luglio	36.11	26.38	37.79	36.56	-0.45
Agosto	36.98	29.15	38.18	36.76	0.22
Settembre	37.12	30.87	38.23	37.17	-0.05
Ottobre	35.11	10.25	37.11	36.90	-1.79
Novembre	37.24	19.63	38.06	36.68	0.56
Dicembre	37.40	25.84	37.74	36.86	0.54

Il confronto tra i valori medi presentati in tabella 4 evidenzia una generale situazione di diluizione del golfo, le massime differenze negative si osservano in maggio, giugno ed ottobre. Le salinità più alte, superiori a 38.3 sono state registrate nei mesi invernali del 2024 (Tabella 4).

## OSSIGENO DISCIOLTO

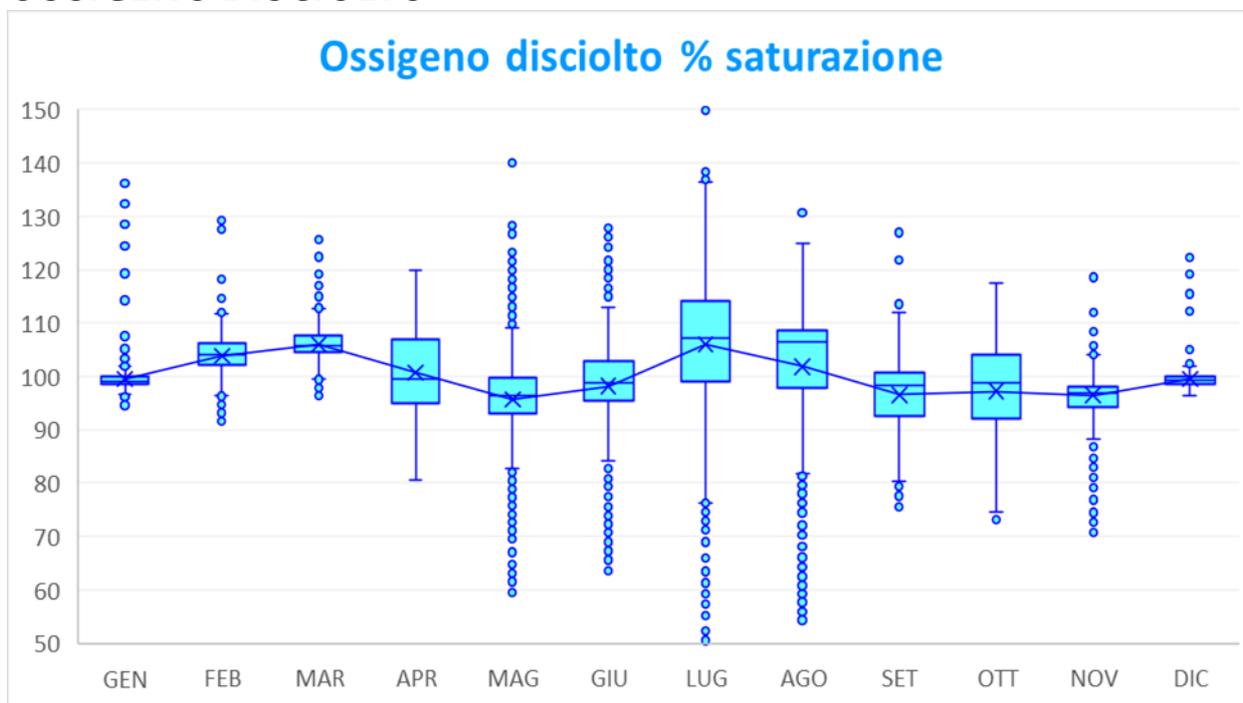


Figura 7 box plot della distribuzione della concentrazione d'ossigeno disciolto del golfo – 2024

Tabella 5 analisi statistica descrittiva della concentrazione d'ossigeno disciolto del golfo - 2024

Ossigeno disc. % saturazione												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
MIN	94.59	91.56	96.34	80.66	59.43	63.60	50.50	54.34	75.57	73.15	70.77	96.51
MAX	136.13	129.19	126.36	120.00	141.33	127.72	149.79	130.59	126.94	117.50	118.57	122.30
MEDIA	99.46	103.87	105.95	100.72	95.60	98.23	105.94	101.83	96.57	97.49	96.45	99.43
MEDIANA	99.11	104.04	105.73	99.51	96.43	98.82	107.10	106.51	98.26	98.74	96.96	99.38
25° PERC	98.66	102.24	104.46	95.00	92.93	95.39	99.02	97.78	92.51	92.18	94.24	98.62
75° PERC	99.94	106.14	107.75	106.98	99.68	102.94	114.12	108.61	100.74	103.98	98.19	100.06

Nei monitoraggi effettuati nel periodo invernale (gennaio-marzo 2024), caratterizzati da una certa omogeneità termica e salina delle masse d'acqua costituenti il golfo, l'ossigeno disciolto si è presentato generalmente in leggera sovrasaturazione. Le stazioni poste in prossimità della foce del fiume Isonzo e nella Baia di Panzano sono state caratterizzate da un ossigeno disciolto in sovrasaturazione mentre in prossimità del fondale nell'area centro orientale del bacino il parametro ha mostrato concentrazioni in leggera sottosaturazione (90-95% saturazione).

Da aprile ad ottobre la presenza di molteplici fattori come: la stratificazione termica della colonna d'acqua, gli apporti di acque dolci e relative più alte concentrazioni di sali nutritivi di azoto e fosforo nel golfo disponibili alla biomassa fitoplanctonica per la produzione primaria e una maggiore irradianza solare, hanno prodotto una decisa variabilità della concentrazione del parametro. Da aprile a giugno è stata la zona costiera tra Grado e Lignano a registrare tenori in sovrasaturazione con massimi di 140% sat., mentre dalla profondità di 10 – 12 metri al fondale marino l'ossigeno ha mostrato una tendenza a diminuire fino a minimi di 60% di sat. registrati in centro bacino in prossimità del fondale.

In luglio ed agosto i monitoraggi mostrano la massima variabilità del parametro ed è sempre la fascia costiera occidentale ad essere caratterizzata da valori di ossigeno in sovrasaturazione con massimi di 150% sat., anche in questo periodo gli strati superficiali e subsuperficiali (10 -12 m di profondità) sono stati tendenzialmente omogenei per poi presentare a profondità superiori un gradiente negativo del parametro con minimi in sottosaturazione pari a 50% sat. in centro golfo alla profondità di 23-26 m.

Con i monitoraggi di settembre e ottobre le masse d'acqua costituenti il bacino si sono presentate nuovamente più omogenee e la maggior parte delle stazioni hanno mostrato una colonna d'acqua con concentrazioni di ossigeno comprese tra 92.5% sat. e 104 % sat.. Non si sono evidenziate situazioni in forte sottosaturazione (ipossia) tipiche del golfo nel periodo tardo estivo ed autunnale.

In novembre e dicembre il golfo è ritornato ad avere delle caratteristiche termoaline più tipiche del periodo autunnale-invernale, in questa situazione anche la concentrazione di ossigeno disciolto si è distribuita con maggiore uniformità dalla superficie al fondale marino. E solamente a novembre le acque provenienti da Sud e lambenti il golfo nella stazione più esterna sita al largo di Lignano hanno mostrato ancora un gradiente negativo del parametro (Figura 7; Tabella 5).

Tabella 6 confronto tra la concentrazione d'ossigeno disciolto del golfo rilevata nel 2024 rispetto ai valori relativi alla serie storica 2014-2023

	2024 - OSSIGENO DISC. % sat.			2014-2023 OSSIGENO DISC. % sat.	Delta % sat.
	Media	Minima	Massima	Media (Serie storica)	
Gennaio	99.46	94.59	136.13	99.88	-0.42
Febbraio	103.87	91.56	129.19	100.67	3.2
Marzo	105.95	96.33	126.36	104.86	1.09
Aprile	100.72	80.65	120	107.16	-6.44
Maggio	95.6	59.43	141.33	108.33	-12.73
Giugno	98.23	63.6	127.72	110.11	-11.88
Luglio	105.94	50.49	149.79	108.13	-2.19
Agosto	101.83	54.34	130.59	100.62	1.21
Settembre	96.57	75.57	126.94	92.21	4.36
Ottobre	97.49	73.15	117.5	98.62	-1.13
Novembre	96.45	70.76	118.57	95.36	1.09
Dicembre	99.43	96.5	122.3	99.66	-0.23

Il confronto tra i valori medi presentati in tabella 6 evidenzia una generale situazione paragonabile tra i valori medi osservati nel 2024 e quelli relativi alla serie storica (2014-2023). Solamente i monitoraggi di maggio e giugno 2024 hanno un valore medio minore rispetto a quello della serie storica, tale situazione potrebbe essere associata sia alla presenza nel golfo di acque di derivazione fluviale, contraddistinte da una minore concentrazione di ossigeno disciolto, che ad una minore produttività del fitoplancton prettamente marino in presenza di uno strato superficiale caratterizzato da basse salinità (Tabella 6).

## CLOROFILLA $\alpha$

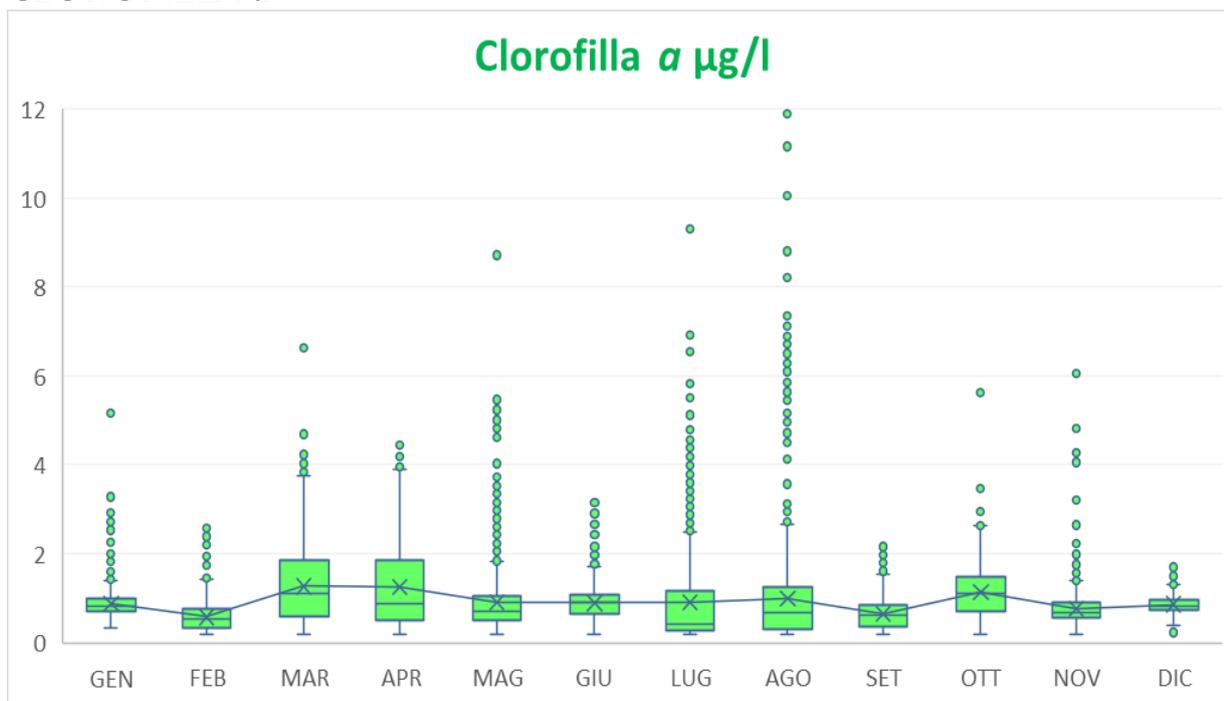


Figura 8 box plot della distribuzione della concentrazione di clorofilla  $\alpha$  del golfo – 2024

Tabella 7 analisi statistica descrittiva della concentrazione di clorofilla *a* del golfo - 2024

Clorofilla <i>a</i> µg/l												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
MIN	0.32	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.23
MAX	5.16	2.58	6.63	4.45	8.72	3.15	9.31	12.04	2.20	5.63	6.05	1.80
MEDIA	0.88	0.58	1.27	1.25	0.88	0.90	0.91	0.99	0.64	1.17	0.76	0.86
MEDIANA	0.83	0.52	1.10	0.88	0.71	0.90	0.43	0.68	0.63	1.11	0.67	0.83
25° PERC	0.71	0.32	0.58	0.50	0.51	0.66	0.27	0.30	0.36	0.72	0.57	0.73
75° PERC	0.99	0.77	1.87	1.87	1.04	1.08	1.17	1.25	0.86	1.48	0.90	0.96

In tutto l'anno d'indagine, il parametro è risultato avere una concentrazione abbastanza costante. Il 75° percentile è stato sempre inferiore a 2 µg/l, si evidenziano i valori medi più alti delle misure riferite ai monitoraggi di marzo e aprile probabilmente ad indicare, viste le temperature relativamente più alte e gli apporti fluviali, un precoce inizio dell'attività della biomassa fitoplanctonica. In questi due monitoraggi le concentrazioni più alte si riscontrano sia nell'area costiera che al largo nel tratto di mare tra Grado e Lignano. Il monitoraggio di metà aprile ha evidenziato la presenza di una fioritura della diatomea planctonica *Chaetoceros*, e alte abbondanze di nanoplancton.

Successivamente i monitoraggi di luglio ed agosto hanno presentato una certa variabilità nei valori di clorofilla *a* e soprattutto in agosto si sono osservati picchi superiori a 6 µg/l. Questi picchi hanno caratterizzato la stazione sita in prossimità di Lignano e le acque prossime al fondale marino della stazione al largo di Miramare. Diversamente l'aumento della concentrazione del parametro rilevata ad ottobre potrebbe essere associato anche alla presenza di particolato sospeso nella colonna d'acqua derivato dagli abbondanti apporti fluviali. La scarsa concentrazione rilevata invece a giugno potrebbe aver coinciso con l'abbondante presenza di mucillagine nel golfo, la quale potrebbe aver inglobato al suo interno, fungendo da filtro, gli organismi planctonici ed altro particolato organico ed inorganico (LE MUCILLAGINI NELL'ADRIATICO E NEL TIRRENO, ISPRA 2005) (Figura 8; Tabella 7).

Tabella 8 confronto tra la concentrazione di clorofilla *a* del golfo rilevata nel 2024 rispetto ai valori relativi alla serie storica 2014-2023

	2024 - CLOROFILLA <i>a</i> µg/l			2014-2023 CLOROFILLA <i>a</i> µg/l	
	Media	Minima	Massima	Media (Serie storica)	Delta % sat.
Gennaio	0.88	0.32	5.16	1	-0.12
Febbraio	0.58	0.2	2.58	0.87	-0.29
Marzo	1.27	0.2	6.63	0.78	0.49
Aprile	1.25	0.2	4.45	0.82	0.43
Maggio	0.88	0.2	8.72	0.95	-0.07
Giugno	0.9	0.2	3.15	1.07	-0.17
Luglio	0.91	0.2	9.31	0.91	0
Agosto	0.99	0.2	12.04	0.83	0.16
Settembre	0.65	0.2	2.2	0.96	-0.31
Ottobre	1.17	0.2	5.63	1.29	-0.12
Novembre	0.76	0.2	6.05	1.08	-0.32
Dicembre	0.86	0.23	1.8	1.18	-0.32

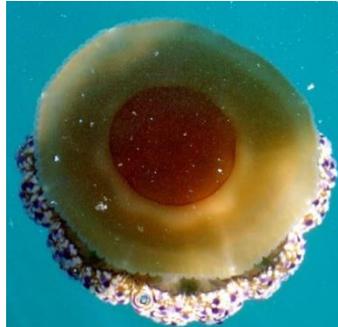
Il confronto tra i valori presentati in Tabella 8 evidenzia una generale situazione paragonabile tra i valori medi osservati nel 2024 e quelli relativi alla serie storica (2014-2023). Anche in questo caso le medie relative a marzo ed aprile 2024 si sono presentate più alte rispetto a quelle della serie storica, mentre in ottobre la media relativamente alta della serie storica potrebbe indicare per questo periodo delle generali caratteristiche di buona produttività della biomassa fitoplanctonica associata agli apporti di nutrienti nel golfo tipici del periodo autunnale (Tabella 8).

## ANIMALI MARINI E ORGANISMI GELATINOSI

### Meduse



*Rhizostoma pulmo*



*Cotylorhiza tuberculata*



*Chrysaora hysoscella*



*Aurelia sp.p.*



*Carybdea marsupialis*

#### Principali meduse osservabili nel golfo di Trieste

Durante tutto il 2024 si è segnalato il perdurare di una scarsa presenza di organismi gelatinosi nel golfo, osservando solamente sporadici esemplari della medusa **Rhizostoma pulmo** e la limitata presenza dello ctenoforo "noce di mare" **Mnemiopsis leidyi**. Quest'ultimo era relativamente abbondante tra gennaio e fine marzo, diminuendo e mantenendosi stabile per il resto dell'anno ed aumentando nuovamente tra fine agosto e novembre.

A fine gennaio le acque costiere prospicienti la baia di Sistiana sono state interessate dall'**anomala** presenza della **cubomedusa Carybdea marsupialis**. Questa specie solitamente interessa le acque del golfo a fine estate e la sua presenza può rendere problematica l'attività di balneazione in quanto i quattro tentacoli di cui sono dotate possono essere particolarmente urticanti.

Tra febbraio e marzo si è segnalata la presenza di esemplari della medusa poco urticante **Aequorea** e dello "ctenoforo con i veli" **Leucothea multicornis**, entrambi organismi caratteristici del golfo in questo periodo. Ad aprile si rilevano ancora individui di **Aequorea** e si segnalano rari esemplari di **Aurelia spp.**

Il 26 novembre, al largo di Lignano, è stato osservato un unico esemplare della rara medusa **Mawia benovici**.

## Altri organismi marini

Il 16 gennaio al largo di Lignano è stato fatto un anomalo avvistamento di un esemplare di grandi dimensioni di **tartaruga marina *Caretta caretta***, mentre il 21 febbraio sono stati avvistati una decina di individui di **delfino tursiope** al largo di Muggia.

Tra il 12 e 14 marzo, nelle acque della costiera triestina tra Santa Croce e Marina di Aurisina, era presente uno **squalo elefante *Cetorhinus maximus***. Organismo marino piuttosto raro per il golfo, la sua ultima apparizione è stata nel 2015. L'animale è assolutamente innocuo, si nutre di plancton e piccoli pesci è tipico di acque più meridionali e può raggiungere le nostre latitudini seguendo le correnti marine alla ricerca del plancton.

Nella mattinata del 18 aprile i componenti della motovedetta dei Vigili del Fuoco di Trieste ha avvistato un branco costituito da circa 50 **delfini tursiope** che transitavano al largo dell'area portuale di Trieste spostandosi dalla costa centro-orientale a quella occidentale. Anche il 7 giugno nell'area centrale del golfo sono state avvistate alcune coppie adulte assieme a giovani individui di della stessa specie.

Ad agosto il personale WWF AMP Miramare riporta le seguenti segnalazioni: I primi giorni del mese uno **squalo volpe (*Alopias vulpinus*)** è stato avvistato nei pressi della "meda" oceanografica "Paloma" installata al largo nell'area centrale del golfo; il 30 agosto la carcassa di una **balenottera comune (*Balaenoptera physalus*)** è stata rinvenuta a Muggia in prossimità di Porto San Rocco; ad inizio settembre un banco di **barracuda boccaglialla (*Sphyraena viridensis*)** costituito da circa un centinaio di esemplari è stato avvistato nelle acque di Miramare, dove sono aumentate anche le segnalazioni del **pescce balestra** (famiglia *Balistidae*), mentre, le alte temperature in prossimità del fondale della riserva marina e l'azione di batteri sembrano essere la causa dello "sbiancamento" delle madrepore, organismi appartenenti alla famiglia dei coralli. Inoltre, sempre ad inizio settembre, esemplari di **pescce volante** (famiglia *Exocoetidae*) hanno incrociato le acque del golfo. A metà novembre, per alcuni giorni, nelle acque antistanti Grignano, i tecnici dell'Area Marina Protetta di Miramare, hanno avvistato e potuto osservarne il comportamento di un raro esemplare femmina di **delfino comune (*Delphinus delphis*)**. Tra l'autunno 2009 e la primavera 2010 il tratto di mare tra il porto di Monfalcone e la costiera triestina aveva già visto la presenza di un delfino comune femmina.

Il 25 novembre è stato osservato al largo di Trieste un esemplare di **pescce luna (*Mola mola*)** mentre il giorno dopo è stato avvistato un branco di tonni al largo di Lignano.

## Mucillagini

Tra metà giugno e metà luglio il golfo è stato interessato dalla presenza di abbondante "mucillagine" con fiocchi, filamenti, nastri, nuvole sia nello strato superficiale che nella colonna d'acqua (Figura 9).



*Figura 9 aggregato gelatinoso a forma di nuvola nel golfo di Trieste*

A fine luglio il fenomeno sembrava in forte regressione, probabilmente dovuta sia al rimescolamento tra gli strati superficiali e quelli di fondo che all'aumento della circolazione delle masse d'acqua costituenti il bacino. Queste modifiche delle caratteristiche idrodinamiche del golfo sono state principalmente imputate all'azione dei forti venti orientali che hanno interessato il golfo tra il 18 e 20 luglio ([News-Arpa FVG 18/06/24](#); [News-Arpa FVG 05/07/24](#)). Tra fine agosto ed inizio settembre si è evidenziata una nuova modesta ripresa del fenomeno nelle masse d'acqua sub-superficiali. Tale incremento è stato attribuito o all'aumento della temperatura del mare tra fine agosto ed inizio settembre in associazione ad un scarso dinamismo delle masse d'acqua costituenti il golfo, oppure all'ingresso nel bacino di masse d'acqua a maggiore salinità, provenienti dal Medio Adriatico, in cui erano già presenti gli aggregati.

Da metà settembre il fenomeno si è mostrato in forte regressione per effetto sia del rimescolamento delle masse d'acqua che all'aumento dell'idrodinamismo del bacino associato alle perturbazioni atmosferiche e all'azione del vento di Bora.

## DISTRIBUZIONE DELLA TEMPERATURA MEDIA GIORNALIERA DEL MARE NELLA STAZIONE “TRIESTE MOLO F.LLI BANDIERA – [Arpa FVG - Osservatorio meteorologico regionale del Friuli Venezia Giulia](#)”

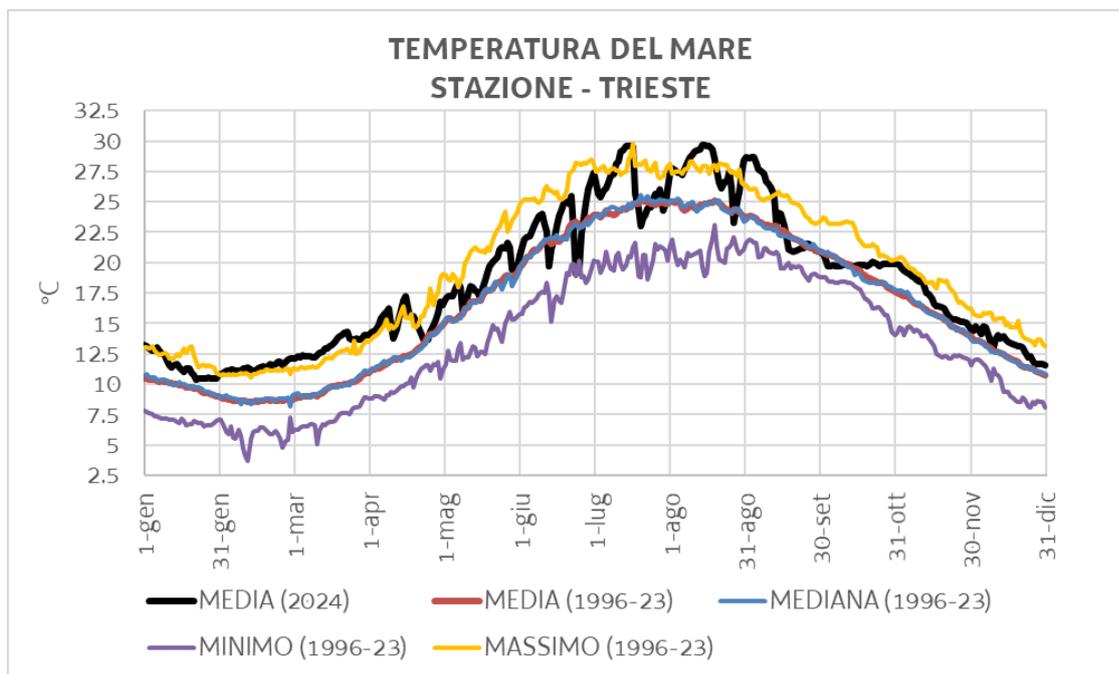


Figura 10 distribuzione della temperatura del mare nel 2024 e confronto con la serie storica 1996-2023

Le misure rilevate a frequenza oraria nella storica stazione di misura posta nel porto di Trieste hanno evidenziato quanto il cambiamento climatico stia modificando repentinamente la temperatura del mare. La linea nera del grafico in Figura 10 rappresenta la temperatura media giornaliera calcolata per il 2024 e si discosta decisamente dalla media (linea rossa) e mediana (linea azzurra) calcolata per la serie storica delle misure (1996-2023). Ciò si evidenzia più marcatamente nei mesi invernali e primaverili mentre nel periodo estivo le oscillazioni del parametro indicano che a forti riscaldamenti dello strato superficiale del mare si alternano repentini raffreddamenti associati al trasferimento di calore dal mare all’atmosfera per l’effetto del passaggio di importanti perturbazioni atmosferiche (Figura 10).

Analizzando la serie storica dei dati per periodi successivi composti da 5 anni (lustrò), si ottengono le distribuzioni osservabili in Figura 11:

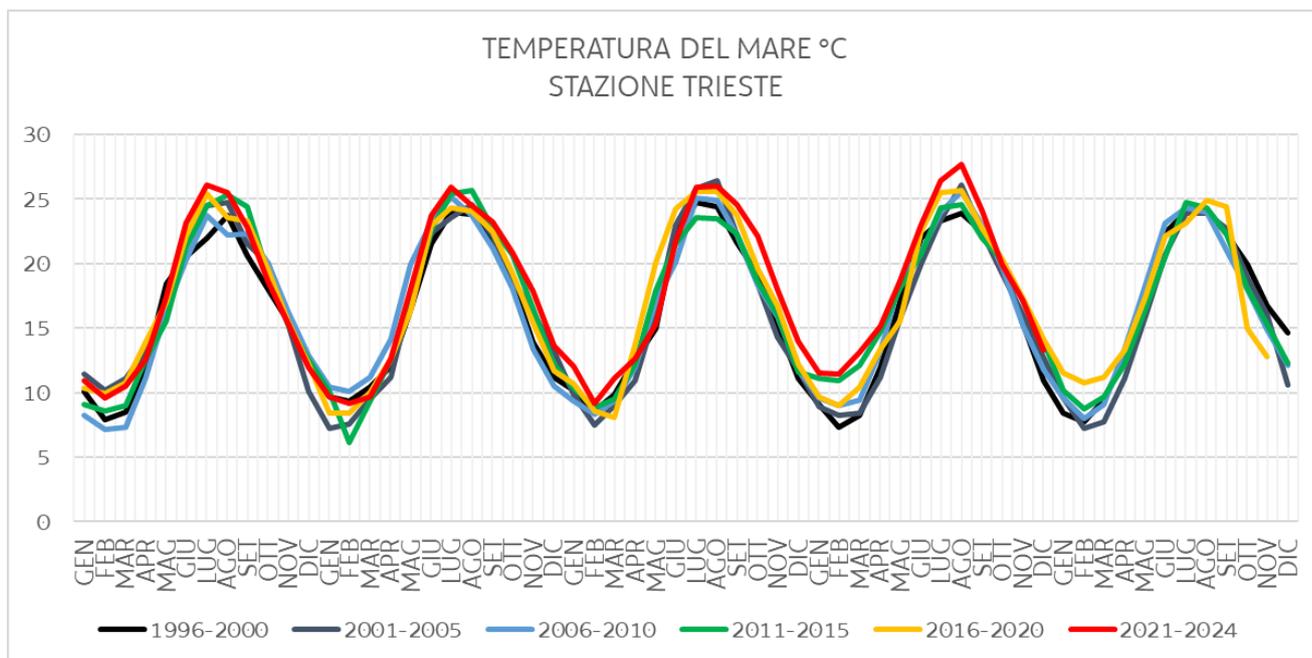


Figura 11 temperatura media mensile per lustro e negli ultimi 4 anni

Anche in questo caso la linea rossa, indicante la distribuzione della temperatura media mensile degli ultimi 4 anni, si discosta da quella della distribuzione media mensile degli altri lustri (Figura 11). Le medie annuali, la relativa deviazione standard e la differenza tra le medie per lustro vengono riportate nella seguente Tabella 9:

Tabella 9 analisi statistica per lustro

TEMPERATURA DEL MARE °C STAZIONE TRIESTE			
	MEDIA ANNUALE LUSTRO	DEV. ST. LUSTRO	DELTA °C
1996-2000	16.14	5.73	
2001-2005	16.17	6.05	<b>0.04</b>
2006-2010	16.32	5.82	<b>0.14</b>
2011-2015	16.64	5.72	<b>0.33</b>
2016-2020	16.97	5.85	<b>0.33</b>
<b>2021-2024</b>	<b>17.65</b>	5.91	<b>0.68</b>

La differenza tra la media annuale dei primi lustri non sembra particolarmente alta (0.04°C e 0.14°C), mentre per i successivi due lustri appare costante e risulta più elevata rispetto ai precedenti (0.33°C). Infine, la media degli ultimi 4 anni ha mostrato un deciso aumento del parametro (0.68°C) (Tabella 9).

Utilizzando la funzione Cosine Best Fit (Stravisi F, 1983 - The vertical structure annual cycle of the mass parameters in the gulf of Trieste) si sono confrontate ed analizzate le misure di temperatura media giornaliera, registrate per i 5 lustri, con i valori degli ultimi 4 anni:

$$F(z, t) = A(z) + a(z) \cos \{2\pi (t - \alpha(z)) / T\} + b(z) \cos \{4\pi (t - \beta(z)) / T\}$$

dove T= 1 anno, z è la profondità e t è il tempo. Si ottengono i seguenti coefficienti:

A = media annuale; a = ampiezza massima;  $\alpha$  = fase annuale; b = ampiezza massima fase semi-annuale;  $\beta$  = fase semi-annuale

Da cui è possibile porre in grafico la distribuzione annuale per ogni singolo periodo:

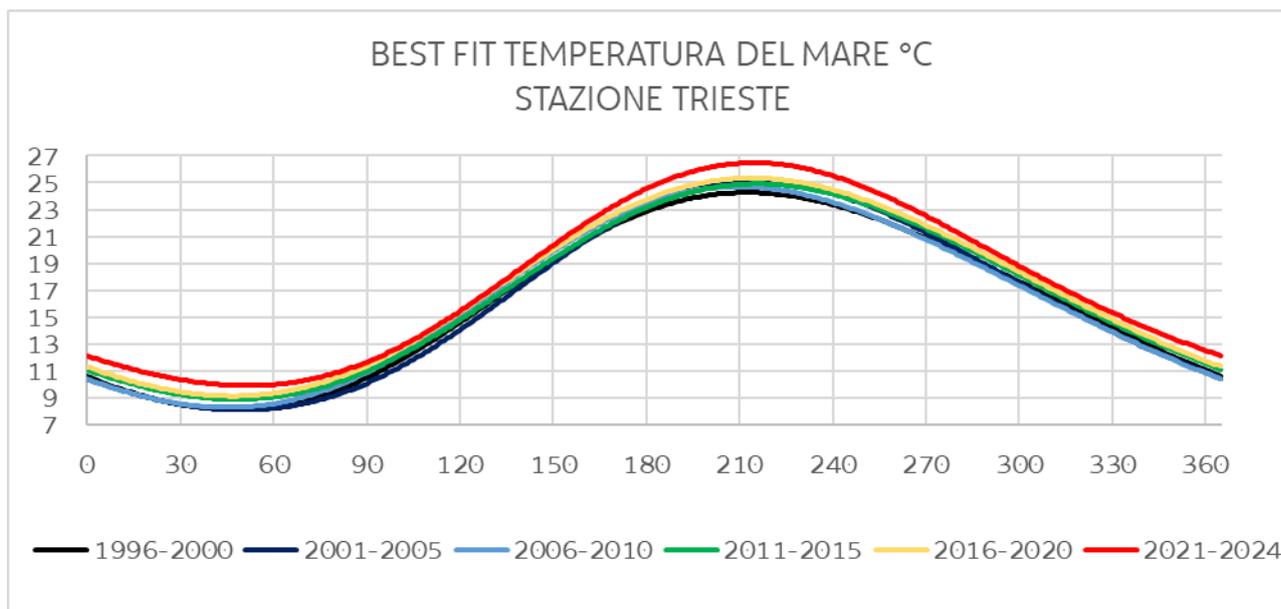


Figura 12 analisi “cosine best fit” per i 6 periodi considerati

Anche per questa analisi (Figura 12) la linea rossa (2021-2024) si presenta scostata rispetto quelle dei lustri precedenti, i principali coefficienti vengono presentati nella seguente Tabella 10:

Tabella 10 principali coefficienti della funzione

BEST FIT TEMPERATURA DEL MARE °C STAZIONE TRIESTE				
	MEDIA ANNUALE	AMPIEZZA MASSIMA	GIORNO FASE ANNUALE	DELTA °C
1996 - 2000	16.18	7.98	08-ago	
2001 - 2005	16.22	8.43	09-ago	<b>0.04</b>
2006 - 2010	16.35	8.12	05-ago	<b>0.13</b>
2011 - 2015	16.68	7.96	09-ago	<b>0.33</b>
2016 - 2020	17.05	8.05	08-ago	<b>0.38</b>
<b>2021 - 2024</b>	<b>17.69</b>	<b>8.18</b>	09-ago	<b>0.63</b>

da cui si può evidenziare l'incremento **non lineare** della temperatura media annuale particolarmente enfatizzato per i lustri 2011-2015, 2016-2020 e 2021-2024 (Figura 13). L'ampiezza massima della distribuzione annuale non presenta evidenti variazioni tra i lustri così come il periodo di massima ampiezza che corrisponde ad inizio agosto, mentre i minimi corrispondono a metà febbraio.

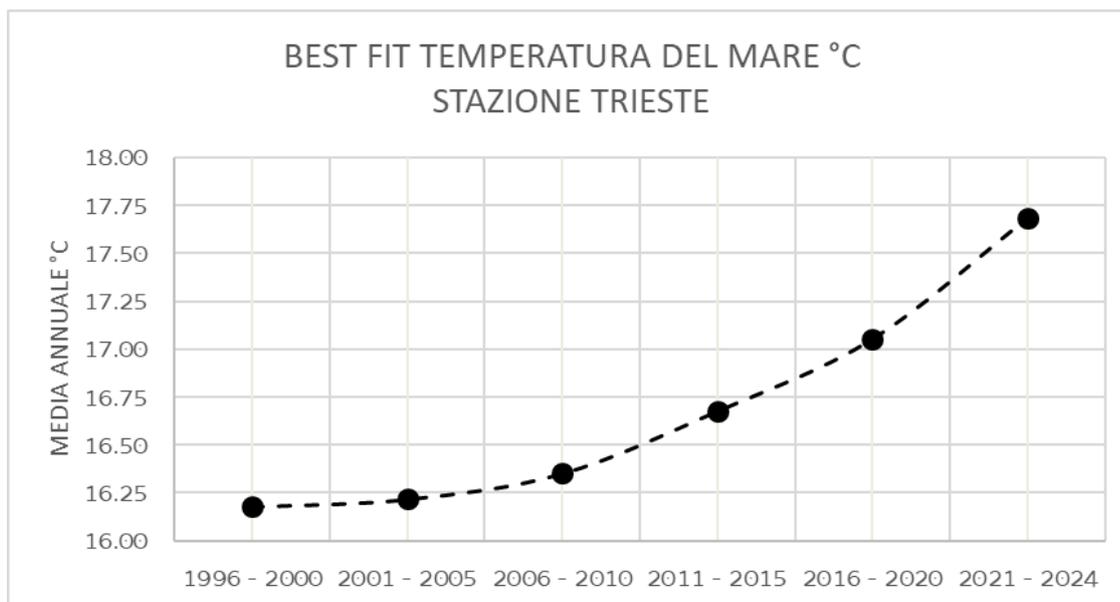


Figura 13 Distribuzione non lineare della media annuale ottenuta dalla funzione "cosine best fit"

Nella pubblicazione: Stravisi F, 1983 - *The vertical structure annual cycle of the mass parameters in the gulf of Trieste* viene riportata l'analisi "cosine best fit" effettuata sulle misure giornaliere di temperatura del mare registrate alla profondità di 2 m in una stazione sita nel porto di Trieste per il periodo **1951 – 1980**. L'analisi effettuata da Stravisi su questo periodo di **30 anni** ha evidenziato una **media annuale** di **15.67°C** e una **ampiezza massima** di **8.02°C**. L'analisi effettuata per il periodo **1996-2024 (29 anni)** ha evidenziato una **media annuale** di **16.66°C** e una **ampiezza massima** di **8.11°C**. Si può quindi supporre che tra le due serie di misure, nell'area più interna del golfo di Trieste, la **temperatura media annua** sia aumentata di circa **1°C** e l'**ampiezza massima** della distribuzione abbia incrementato di circa **0.1°C**.