

74

8

84

Estratto dalla *Rivista di Scienze Naturali* « *Natura* » Vol. XLIX

G. P. MORETTI - L. FORMICONE - L. CHIARINI

Ritmo emerale dell'ossigeno nel F. Tordino
(Abruzzo - Teramo)



MILANO

1958

Giampaolo Moretti - Lidia Formicone - Liliana Chiarini ⁽¹⁾

RITMO EMERALE DELL'OSSIGENO NEL F. TORDINO

(Abruzzo - Teramo)

Le acque correnti sono di norma più ricche di ossigeno di giorno che di notte (BUTCHER, PENTELow e WOODLEY, 1927; WHITNEY, 1942). L'entità delle oscillazioni giornaliere del tasso di ossigeno disciolto è stata indagata nel 1955-56 in un fiume ancora indenne da gravi inquinamenti, privo di macrofite sommerse e con alveo ciottoloso: il F. Tordino.

Nasce il Tordino sotto la vetta del M. Gorzano (M. della Laga: Abruzzi, pr. Teramo) ad un'altitudine di m. 2.200 circa e sfocia nel M. Adriatico a Sud di Giulianova, dopo un percorso di Km. 60,5. Suoi principali affluenti sono il Vezzola, che gli conferisce il carattere torrentizio e le rovinose piene, e il Fiumicino, ambedue di sinistra.

Sono le piene che rendono il letto del Tordino più ampio di quanto non comporterebbe la reale portata delle acque. Nella parte collinare l'alveo ha infatti una larghezza che va da un minimo di 60 a un massimo di 400 m. Il rilevante carico di detriti minerali convogliati al mare trae origine dalle frane ed erosioni delle ghiaie ed argille del medio ed alto corso. Nel tratto collinare le sponde di destra sono alte, quelle di sinistra basse o bassissime.

In prossimità di Notaresco, in corrispondenza cioè della stazione subappenninica in cui vennero effettuati i sopralluoghi, l'alveo misura un'ottantina di metri di larghezza, ed è racchiuso a destra da sponde alte una decina di metri e a sinistra solo uno o due metri. La vegetazione spondale è rappresentata da pioppi, salici e arbusti. Il profilo

⁽¹⁾ Il presente lavoro è stato svolto in collaborazione con le Dott. L. Formicone e L. Chiarini alle quali fu affidato rispettivamente come argomento di tesi (dal 23-VIII-1955 al 7-VII-1956 e di tesina (dal 23-VIII-1956 al 19-XII-1956) di laurea presso l'Università di Camerino.

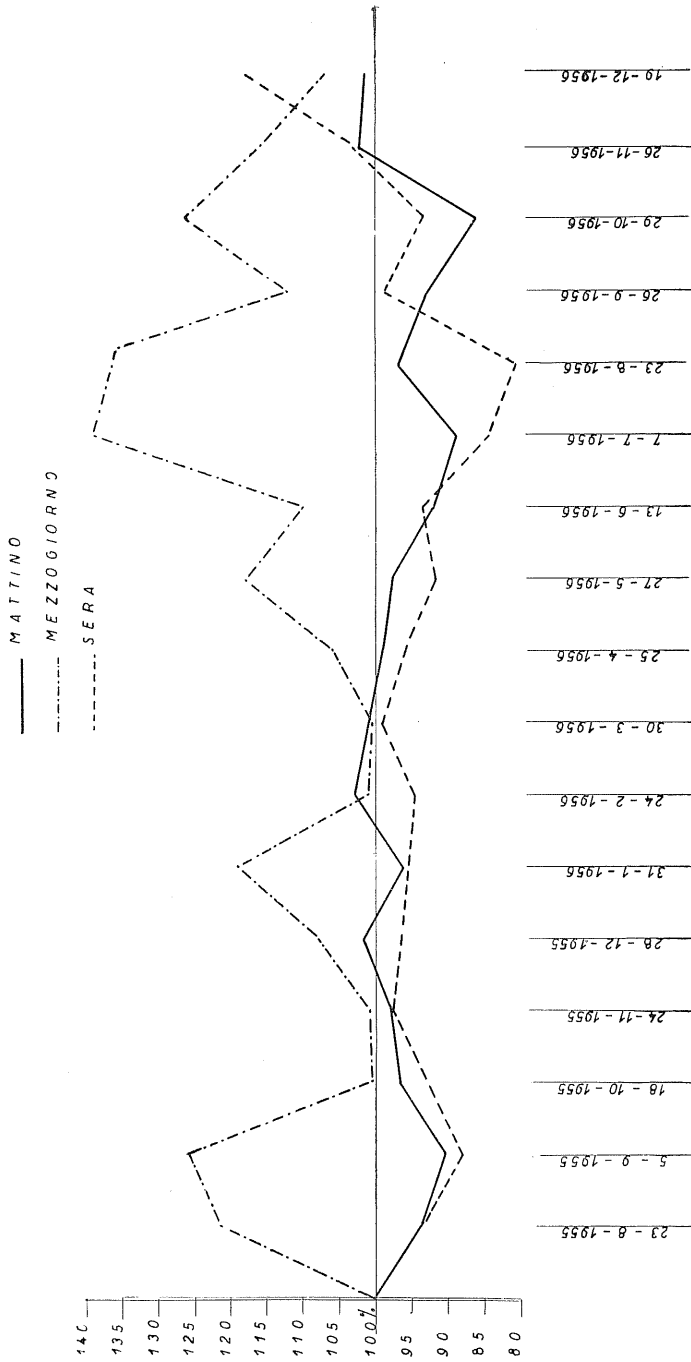


Diagramma delle oscillazioni di O₂% v. s. nel F. Tordino.

Nel grafico sono stati omessi i dati relativi al sopralluogo del 22-9-1955 per non introdurre due serie di valori nello stesso mese.

del corso del fiume è ripido data la vicinanza dell'Appennino al mare, con prevalenza del tratto montuoso ed alto collinare su quello di pianura.

Il coefficiente di deflusso è pertanto elevato; le piene sono improvvise e imponenti e le magre assai marcate. Il regime del Tordino è ancora riferibile al tipo Tosco Marchigiano con due piene, una primaverile e l'altra autunnale e una forte magra estiva (TONIOLO, 1939).

I sopralluoghi sono stati effettuati una volta al mese e ammontano a un totale di 18, dal 23 luglio del 1955 al 19 dicembre 1956. Nel settembre del 1955 sono stati compiuti due prelievi: uno al principio, l'altro verso la fine del mese. Ogni volta si annotava l'ora esatta del campionamento e si assumevano dati sullo stato del cielo, la fase idrica, la larghezza del filone di corrente, la profondità dell'acqua, la trasparenza, la velocità di corrente, la temperatura dell'aria e dell'acqua, la pressione atmosferica. Tre volte al giorno, nel primo mattino, attorno al mezzodì, e al calar della sera si campionava l'acqua per le misurazioni dell'ossigeno disciolto. Il contenuto di O_2 è stato valutato col metodo di Winkler e calcolato in mgr./l; è stata dedotta anche la percentuale del valore di saturazione ($O_2\%$ v. s.). Tutti i reperti sono raccolti nella Tabella I.

Nelle estati del 1955 e del 1956 i ciottoli del greto sommerso si sono rivestiti di una fitta copertura di diatomee e inverditi di spirogire. Nell'autunno del 1956 sono comparsi qua e là ciuffi di cladofore.

L'esame dei valori di O_2 (O_2 , O_2' , $O_2\%$ v. s.) e del grafico riprodotto le variazioni delle percentuali dei valori di saturazione nel corso dell'anno denuncia con evidente chiarezza l'andamento del fenomeno indagato.

Limitiamo la discussione al tasso di O_2 rapportato al $\%$ del v. s.

La curva del primo mattino decorre prevalentemente al di sotto del punto di saturazione, solo nel tardo autunno e d'inverno può superare, sia pure di poco, la demarcazione del 100% (101,7% nel dicembre del 1955; 103,2% nel febbraio del 1956; 102,1% nel novembre e 101,4% nel dicembre dello stesso anno). Solo nel febbraio e marzo del 1956 le acque mattutine ebbero una dotazione di O_2 più alta di quelle delle ore 13, ma la forte torbidità accompagnata da estesa nuvolosità e dalla bassa temperatura della notte spiegano l'apparente anomalia.

La curva del mezzogiorno corre invece costantemente al di sopra del 100% del v. s., con i massimi che coincidono con l'estate (125-126%

Tabella dei reperti ambientali del F. Tordino (1955-56)

Data	Ora	Stato del cielo	Trasparenza cm.	Profondità cm.	Larghezza filone fiume m.	Velocità di corrente cm/s	Temperatura aria Co	Temperatura acqua Co	Pressione atmosferica (q. 72,4 m)	O ₂ mgr./l.	O ₂ % v. s.
23-8-'55	5,30	sereno	torbidissima	30	7	46	19	20	764	8,66	93,5
»	12,15	»	»	»	»	»	30	27	»	9,81	121,2
»	19,30	»	»	»	»	»	22	26	»	7,72	93,4
5-9-'55	5,20	sereno	visibilità 30	40	6	40	17	20	764	8,37	90,4
»	12	»	»	»	»	44	30	26	763	10,39	126
»	19,15	»	»	»	»	46	21	25	764	7,41	88,1
22-9-'55	5,30	sereno	limpidissima	35	6	60	13	18	764	9,24	90,6
»	12	»	»	»	»	57	26	24	»	10,39	122,4
»	18,45	»	»	»	»	66	18	22	»	8,83	99,3
18-10-'55	5,45	sereno	visibilità 30	40	8	133	10	12	760	10,54	96,8
»	12	»	»	»	»	»	22	17	759	9,80	100,5
»	18	»	»	»	»	»	15	17	761	9,42	93,1
24-11-'55	6,15	sereno	visibilità 30	48	8	133	2	6	761	12,26	98
»	12,10	»	»	»	»	»	11	9	759	11,7	100,8
»	17,15	nuvoloso	»	»	»	»	9	10	759	11,11	97,7
28-12-'55	7	poco nuvol.	visibilità 40	45	7	100	4	7	764	12,56	101,7
»	12,15	sereno	»	»	»	»	11	8	764	12,99	108,2
»	18,35	»	»	»	»	»	6	8	763	11,58	96,5
31-1-'56	6,30	nuvoloso	visibilità 30	40	7	91	3	5	754	12,27	96,2
»	12,30	sole legg. coperto	»	»	»	»	9	7	751	14,07	119,2
24-2-'56	6,40	nuvoloso	torbidissima	50	9	117	3	5	762	13,28	103,2
»	13	»	»	»	»	133	12	7	762	12,41	101,3
»	18,35	»	»	»	»	142	3	6	763	11,88	94,7
30-3-'56	5,30	nuvoloso	torbida	80	10	270	7	9	765	11,84	101,1
»	13	sole sul fiume	»	»	»	»	15	12	764	10,97	100,4
»	19,10	sereno	»	»	»	»	10	12	764	10,81	98,9

Data	Ora	Stato del cielo	Trasparenza cm.	Profondità cm.	Larghezza filone fiume m.	Velocità di corrente cm/s	Temperatura aria C°	Temperatura acqua C°	Pressione atmosferica (q. 72,6 m.)	O ₂ mgr./l.	O ₂ % v. s.
25-4-'56	5	nuvoloso	visibilità 20	60	9	142	11	12	752	10,68	99,2
»	12,20	sole sul fiume	»	»	»	»	20	15	753	10,68	105,9
»	19,50	sereno	»	»	»	»	11	14	754	9,88	95,9
27-5-'56	4,30	sereno	limpida	50	9	83	13	16	765	9,81	97,7
»	12	»	»	»	»	»	26	24	765	10,10	117,9
»	21,30	»	»	»	»	»	17	21	764	8,33	91,7
13-6-'56	4,15	nuvoloso	limpida	50	9	55	18	20	762	8,66	92,1
»	13	sole sul fiume	»	»	»	»	26	25	»	9,24	110
»	21,10	sereno	»	»	»	»	19	22	»	8,33	93,5
7-7-'56	4,10	sereno	limpida	30	8	30	18	20	761	8,08	88,7
»	13	»	»	»	»	»	31	30	»	10,68	139
»	21	»	»	»	»	»	22	25	»	7,10	84,5
23-8-'56	6,10	un po' nuvol.	limpida	21	7	26,1	26	20	746	8,709	96,2
»	12,45	»	»	25	»	6,7	32	25	747	11,19	135,06
»	19,45	sereno	»	»	»	6,7	23	22	749	6,989	79,6
26-9-'56	5,55	nuvoloso	limpida	30	7	11,18	18	18	752	8,737	92,4
»	12,35	quasi sereno	»	»	»	20,4	30	20	751	10,114	111,1
»	18,45	sereno	»	»	»	20,4	21	21	752	8,759	97,9
29-10-'56	6,15	sereno	quasi limp.	25	7	12,5	5	9	753	9,804	85,2
»	12	»	»	»	»	6,5	18	16	752	12,39	125,7
»	18,10	»	»	»	»	6,5	11	14	752	9,55	92,7
26-11-'56	6,45	sereno	limpida	40	8	57,14	3	5	758	13,115	102,1
»	12	»	»	»	»	»	11	9	»	13,394	115,43
»	17,30	»	»	»	»	»	7	9	»	11,93	102,8
19-12-'56	7,15	quasi sereno	limpida	50	9	57,15	5	6	765	12,888	101,4
»	12,15	nebbia	»	»	»	»	8	7	760	13,115	106,5
»	17,20	»	»	»	»	»	8	7	760	14,32	117,2

nell'agosto e nei primi di settembre del 1955; 139% nel luglio del 1956). Sono stati osservati due minimi di sovrasaturazione nel cuore del giorno: uno nell'autunno del 1955 (100,5%), l'altro al termine dell'inverno del 1955-1956 (100,4%), presso a poco nel periodo in cui la curva dell'O₂ del mattino tende a superare o supera i valori di saturazione, ma tale andamento non deve ripetersi con regolarità simmetrica se nell'autunno del 1956 le percentuali dei valori di saturazione del mezzodì tornarono ad essere sensibilmente superiori al 100% (125% in ottobre e 115% in novembre). I valori di sovrasaturazione del meriggio sono stati sempre più alti di quelli del mattino o della sera anche quando queste ultime superarono il 100% del v. s. Solo nel dicembre del 1956 le acque serotine del Tordino furono più ossigenate di quelle meridiane.

La curva della sera si svolge quasi costantemente al di sotto della linea dei valori di saturazione; solo nell'inverno del 1956 la superò e anche sensibilmente (102% in fine novembre e 117% in dicembre), ma in quel periodo il fiume ebbe acque freddissime e sovrasure per tutta la giornata. E fu quella l'unica volta in cui la sera (il 19 dicembre 1956) fece registrare una sovrasaturazione più elevata di quella del mezzodì.

Da quanto è stato esposto, è evidente che alla copertura delle alghe del fondo deve essere attribuita la sovrasaturazione delle acque fluviali nelle ore più intensamente illuminate della giornata. I dati raccolti nel Tordino conducono uniformemente a questa deduzione che viene confermata del resto anche dai casi contrari per cui, se alla torbidità e all'aumento della profondità si accompagnano intensa nuvolosità e progressivo riscaldamento delle acque nel corso della giornata, si può assistere anziché a un aumento, a una diminuzione del contenuto di O₂, proprio nel passaggio dall'aurora al mezzodì ed oltre (es. 24 febbraio 1956).

Nell'autunno del 1955 e all'inizio della primavera del 1956 le curve relative ai tre momenti della giornata confluiscono tutte insieme verso valori percentuali più contenuti e prossimi al valore di saturazione; il Tordino rivelò una simmetrica convergenza dei valori di O₂% ancora nel tardo autunno del 1956, ma con manifesta sovrasaturazione per tutta la giornata. Questo andamento non viene confermato dalle osservazioni condotte su altri fiumi, nei quali i massimi di O₂ si sono visti talvolta proprio in primavera e in autunno, ma il mancato ripetersi di questo processo da un anno con l'altro negli stessi corsi d'acqua induce

a ritenere che le condizioni meteorologiche possano spiegare da sole tale irregolarità.

E' intuitivo che la tendenza alla omogeneità diurna del tasso di ossigeno disciolto nella stagione invernale sia la conseguenza diretta del concomitare dei seguenti fattori: diminuzione della intensità luminosa e della durata dell'insolazione, aumento della profondità e della torbidità dell'acqua, più intenso rimescolamento dell'aria con l'acqua, abbassarsi della temperatura e, quando esiste, diminuzione della copertura algale del fondo. Ma è anche evidente che i singoli fenomeni possono interferire tra loro o instaurarsi l'uno indipendentemente dall'altro nel corso dell'anno, inducendo una complessa serie di comportamenti che esigerebbero lunghi anni di controlli e ricerche comparative su diversi fiumi, con differenti regimi, profili, portate, grado d'inquinamento e regimentazione idraulica.

L'ossigenazione delle acque del F. Tordino è complessivamente elevata per tutto l'anno. In altri fiumi sono stati registrati tassi di O_2 disciolto notevolmente più bassi, ma è ovvio che anche questi reperti trovino la loro spiegazione nei fattori sopraindicati.

Resta chiarito intanto che se i prelievi vengono scaglionati al mattino, a mezzogiorno e alla sera, la massima quantità di O_2 si trova nel Tordino sul meriggio e che nessun'altra causa può essere invocata per spiegare questa pulsazione se non i processi di fotosintesi algale che si fanno sentire anche nei mesi invernali.

L'andamento del processo di produzione e di consumo di O_2 da parte di un fiume, nell'ambito delle 24 ore, potrà essere decifrato attraverso controlli che coincidono con i quattro momenti tipici più significativi, ossia col sorgere del sole, col culminare del suo arco, col tramonto e con la notte fonda, in un ciclo nietemerale ⁽¹⁾.

Nelle eventuali future ricerche sarebbe consigliabile accompagnare le misurazioni dell' O_2 disciolto con valutazioni del pH, del grado idrotimetrico e del ben noto meccanismo chimico $CO_2-H_2CO_3$ -bicarbonati-carbonati e alcalinità libera, che potrebbero fornire conferme attendibili all'interpretazione della base fotosintetica del fenomeno.

Un'inchiesta sulle oscillazioni dell'ossigeno disciolto nei vari tratti del corso d'acqua potrebbe forse fornire altri elementi validi per una classificazione comparata dei fiumi italiani.

⁽¹⁾ Un lavoro condotto da questo Istituto, nel F. Metauro, con tale criterio, è in corso di stampa.

Riassunto

Il F. Tordino (Abruzzi: Teramo) rivela nel suo corso terminale una elevata ossigenazione dovuta in parte alla turbolenza dell'acqua, in parte alla fotosintesi operata dalle alghe che tappezzano il fondo ciottoloso. La quota di O_2 attribuibile all'attività clorofilliana è denunciata dal puntuale e pressochè costante incremento di sovrasaturazione che coincide con le ore di maggiore intensità luminosa della giornata. D'estate si hanno i massimi divari tra le curve di O_2 disciolto nel primo mattino, nel cuore del giorno e a sera; in primavera e in autunno si sono verificate tendenze alla convergenza dei valori verso il punto di saturazione. Il processo fotosintetico diurno non si spegne neppure durante la stagione invernale.

Summary

The river Tordino (Abruzzi: Teramo) shows in its final reaches a high oxygenation due partly to the turbulence of water and partly to the photosynthesis produced by the algae which cover the shingle bed. The quota of O_2 which can be attributed to the activity of the chlorophyll is shown from the punctual and almost constant increase of the oversaturation coinciding with the hours of greater luminosity during the day. In summer, the maximum variations in the graph of dissolved O_2 have occurred in the early morning, in the middle of the day and in the evening. In spring and autumn, tendencies to homogenisation of values compared with the point of saturation have been verified. The photosynthetic process during the day continues even in winter.

CENNO BIBLIOGRAFICO

- ALLEN I. A., 1955. *Solubility of oxygen in water*. Nature, Lond. 175: 83.
ANNALI IDROLOGICI, 1950. Sez. Idrogr. Gen. Civ. Min. Lav. PP.
ASSOCIATION SUISSE DE NORMALISATION, 1948. *Chimie des eaux. Dosage de l'oxygène* S N V; 81506: 1.
BUTCHER R. W., PENTELOW F. T., WOODLEY Y. W., 1927. *Diurnal variation of oxygen in River Water*. Bioch. Journal., 21: 1423.
CENTRE BELGE D'ETUDE ET DE DOCUMENTATION DES EAUX, 1955. *Livre de l'eau*, 1: 190.
MORETTI G. P., 1953. *I fattori ecologici che regolano la vita nelle acque correnti delle Alpi e degli Appennini*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 7: 229.

- MORTIMER C., 1956. *The oxygen content of air saturated fresh waters, and aids in calculating percentage saturation.* Mitt. Internat. Vereinig. f. Limnologie, 6: 20.
- TONIOLO A. R., 1939. *Le attuali conoscenze sul regime dei fiumi appenninici.* A. H., SIPS: 18.
- TONOLLI V., 1947. *Abaco per la determinazione grafica dei valori di saturazione dell'ossigeno disciolto.* Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 3: 465.
- WHITNEY R. Y., 1942. *Diurnal fluctuations of oxygen and pH in two small ponds and stream.* Journ. Exp. Biol., 19: 92.