



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
 Istituto per lo Studio degli Ecosistemi  
 Verbania Pallanza  
 Laboratorio di idrochimica - metodi analitici ad uso interno  
 a cura di Gabriele TARTARI



## TORBIDITA'

### metodo spettrofotometrico (440 nm) alla formazina

#### PRINCIPIO DEL METODO

Si definisce con il termine torbidità la riduzione di trasparenza di un campione dovuta alla presenza di sostanze in sospensione; essa può essere determinata valutando l'entità dell'assorbimento prodotto dalla torbidità in sospensione sul fascio di luce incidente, in tal caso la misura è condotta nella stessa direzione del raggio incidente utilizzando uno spettrofotometro. La misura è fatta alla lunghezza d'onda di 440 nm calibrando in unità turbidimetriche di formazina (FTU).

Per una più accurata determinazione della torbidità si consiglia di eseguire la misura con un nefelometro (misurazione della luce diffusa a 90° rispetto al fascio di luce incidente).

Le unità turbidimetriche di formazina (FTU) sono con buona approssimazione equivalenti alle unità turbidimetriche nefelometriche (NTU), Jackson (JTU) e Jackson Candle (JCU), mentre per la conversione in mg L<sup>-1</sup> di sospensione di silice (SiO<sub>2</sub>), si assume che 1 mg L<sup>-1</sup> di silice corrisponda approssimativamente a 0,4 unità di formazina (FTU).

#### INTERVALLO ANALITICO

Intervallo analitico della determinazione della torbidità con il metodo spettrofotometrico alla formazina a diversi valori di torbidità espressi in unità turbidimetriche di formazina (FTU).

Cuvetta	Intervallo di misura FTU
5 cm	0,8 – 40
1 cm	10 - 400

#### PROCEDIMENTO

L'analisi deve essere eseguita sul campione appena arrivato in laboratorio e prima di ogni altra determinazione analitica, prima della misura i campioni vanno agitati nella stessa bottiglia di campionamento con almeno tre capovolgimenti consecutivi.

La lettura è eseguita alla lunghezza d'onda di 440 nm azzerando lo strumento con acqua deionizzata **posizionando la cuvetta sempre vicina al rivelatore a fotodiodi**. La posizione della cuvetta rispetto al rivelatore deve essere mantenuta costante per la calibrazione e per tutte le determinazioni sui campioni, variazioni di questa posizione si possono ripercuotere significativamente sui valori misurati causando la non corrispondenza delle misure tra campioni e calibrazione.

**CALIBRAZIONE**

- **Soluzione I:** in un matraccio tarato da 100 mL sciogliere 1 g di solfato di idrazina  $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$  (**ATTENZIONE** cancerogeno, evitare inalazione, ingestione e contatto con gli occhi; eseguire tutte le manipolazioni sotto cappa) in circa 80 mL di acqua deionizzata e agitare; portare poi a volume, aggiungere un'ancoretta magnetica e tenere in agitazione per 4 ore.
- **Soluzione II:** in un matraccio tarato da 100 mL sciogliere 10 g di esametilentetrammina  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ , in circa 80 mL di acqua deionizzata e agitare; portare poi a volume, aggiungere un'ancoretta magnetica e tenere in agitazione per 4 ore.
- **Sospensione di formazina a 400 FTU:** in un matraccio tarato da 100 mL trasferire 5 mL della soluzione I e 5 mL della soluzione II e miscelare bene. Importante lasciare a riposo per 24 ore a temperatura ambiente. Il giorno seguente portare a volume.

Le soluzioni I e II e la sospensione a 400 FTU sono stabili per 1 mese.

- **Sospensione di formazina 40 FTU:** in un matraccio tarato da 100 mL trasferire 10 mL di sospensione a 400 FTU e portare a volume. Questa sospensione va preparata al momento.

Torbidità FTU	Prelievo		Volume finale mL
	Soluzione III 400 FTU	Soluzione IV 40 FTU	
0,8		2000 $\mu\text{L}$	100
2,0		5000 $\mu\text{L}$	100
4		10 mL	100
8	2000 $\mu\text{L}$		100
10	2500 $\mu\text{L}$		100
20	5000 $\mu\text{L}$		100
40	-	-	sospensione 40 FTU
100	25 mL		100
400	-	-	sospensione 400 FTU

Per la calibrazione le letture vanno eseguite sugli *standard* ben agitati prima del prelievo. Si riportano come esempio le equazioni delle regressioni lineari e i coefficienti di correlazione lineare (r) relativi ai due diversi intervalli analitici.

**Intervallo 0,8 - 40 FTU** (utilizzati i primi 7 *standard* da 0,8 a 40 FTU)

Cuvetta con passo ottico di 5 cm fenditura 2 nm

$$\text{FTU} = 74,64 \times \text{u.A} - 0,177$$

$$r = 0,999950$$

**Intervallo 10 – 400 FTU** (utilizzati i 5 *standard* da 10 a 400 FTU).

Cuvetta con passo ottico di 1 cm **posizionata vicino al rivelatore a fotiododi**, fenditura 2 nm

$$\text{FTU} = 439,66 \times \text{u.A} - 3,19$$

$$r = 0,999894$$

FTU	Cuvetta 1 cm Posizionata vicino il rivelatore	Cuvetta 1 cm Posizionata lontano dal rivelatore	Differenza (lontano-vicino)
	u.A	u.A	u.A
<b>0,8</b>	0,0020	0,0025	0,0005
<b>2,0</b>	0,0052	0,0060	0,0008
<b>4</b>	0,0101	0,0135	0,0034
<b>8</b>	0,0198	0,0258	0,0060
<b>10</b>	0,0257	0,0318	0,0061
<b>20</b>	0,0512	0,0646	0,0134
<b>40</b>	0,1024	0,1299	0,0275
<b>100</b>	0,2463	0,3123	0,0660
<b>400</b>	0,9375	1,1840	0,2465

Nella tabella si possono vedere le differenze in segnale di assorbanza (u. A) ottenute nelle letture degli *standard* posizionando la cuvetta da 1 cm più vicino possibile al rivelatore a fotodiodi (a circa 3 cm) rispetto alla posizione più lontana (a circa 8 cm). Le differenze sono elevate e la lettura eseguita con la cuvetta posizionata lontano dal rivelatore è circa il 20-25 % più alta della lettura eseguita vicino al rivelatore.

Questo effetto è causato dalla diffusione (*scattering*) del raggio di luce sulle particelle in sospensione; per questo motivo una migliore misura della torbidità si otterrebbe con un nefelometro, dove la misura della luce diffusa avviene a 90° rispetto alla direzione del raggio incidente, e non con lo spettrofotometro utilizzato in questo metodo.

A favore di questa determinazione spettrofotometrica, oltre che alla semplicità della misura, c'è anche la stima della possibile interferenza del particolato su tutte le determinazioni in assorbimento molecolare. Da questo ne deriva che nel laboratorio del CNR-ISE di Verbania i campioni con torbidità maggiore di 5 FTU vengono filtrati con filtri monouso in PTFE da 1 µm, prima del riempimento della cuvetta per la lettura spettrofotometrica.

## CALCOLI

I valori di assorbanza ottenuti dalla lettura vengono trasformati in concentrazione mediante la retta di taratura.

Esprimere la concentrazione in unità turbidimetriche di formazina (FTU) arrotondando al decimo per FTU fino a 2,0 unità ed arrotondamento all'unità per FTU maggiori di 2 unità.

## Riferimenti bibliografici

APAT. IRSA-CNR. 2003. Metodi analitici per le acque. 2110 Torbidità. Vol. 2. 1153 pp  
 A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> edition. Amer. Publ. Health Ass., Washington.