

	Liceo Scientifico	ANALISI DELL'ACQUA	 
	"Francesco d'Assisi" Roma		

PREMESSA

Nella comune acqua ambientale si riscontra un altissimo numero di elementi e / o composti inorganici e organici che ne costituiscono le caratteristiche misurabili con criteri scientifici (parametri). Esse sono riassumibili come segue:

- *parametri organolettici (colore, odore, sapore, torbidità)*
- *parametri chimico-fisici (tipici delle acque, ad es.: t° , durezza, pH, ecc.)*
- *parametri relativi a inquinanti (es.: nitrati e nitriti, ammoniaca)*
- *parametri relativi a sostanze tossiche (es.: arsenico, piombo, antiparassitari)*
- *parametri microbiologici (batteri inquinanti e/o pericolosi)*

PARAMETRO	Unità di misura	Valori limite (D.Lgs.31/01)	Valore guida
pH (acidità/alcalinità)	Scala da 1 a 14	$6 \leq \text{pH} \leq 9,5$	$6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$
Durezza totale	Gradi francesi ($^{\circ}\text{F}$)	---	15 - 50 $^{\circ}\text{F}$
Nitrati (contaminante)	mg/L di NO_3	50	5
Nitriti (contaminante)	mg/L di NO_2	0,5	0,1
Solfiti (additivo antimicrobico)	mg/L di SO_3	200	< 10
cloruri	mg/L di Cl^-	250	25
Ammoniaca (ione ammonio)	mg/L di NH_4^+	0,5	0,05
Anidride carbonica libera	mg/L di CO_2	> 250	---
Rame	mg/L di Cu	1	0,1
Ferro	mg/L di Fe	200	50

Le sostanze chimiche selezionate per le linee guida della normativa vigente includono sia quelle potenzialmente **pericolose** per la salute umana, sia quelle relativamente frequenti nell'acqua potabile o presenti in essa di norma, in quantità anche elevata.

C'è molta differenza tra i rischi **sanitari** dovuti a sostanze tossiche eventualmente presenti e quelli causati da batteri inquinanti: poche sostanze tossiche infatti scatenano intossicazioni acute (a meno di un massiccio inquinamento di una risorsa idrica). Va tuttavia ricordato che i metalli pesanti (es.: piombo, mercurio, cromo) accrescono i loro effetti tossici sull'organismo quanto più vi si accumulano (il corpo umano e quello di molti animali non riesce ad eliminarli).

I test chimico-fisici di un'acqua si eseguono tramite il corretto prelievo di un campione rappresentativo e utilizzando metodiche di laboratorio con reattivi e/o apparecchiature specifici.

Significato dei parametri chimico-fisici comunemente rilevati nell'acqua per il consumo umano

- **Conducibilità** - La conducibilità delle acque è un parametro fisico di riferimento che verifica se un'acqua è ricca o povera di **sali minerali**. Le acque sorgive di alta montagna sono povere di sali minerali, mentre le acque sorgive di pianura ne sono più ricche. L'acqua pura (priva di sali) non conduce corrente elettrica mentre quella di fonte, come ad esempio l'acqua potabile e le acque minerali, hanno una gran quantità di sali minerali disciolti, quindi un'elevata presenza di ioni e pertanto **conducono corrente elettrica**.
- **pH** - Ogni tipo di acqua possiede piccole quantità di ioni idrogeno (H^+) e ioni ossidrilici (OH^-). Se un'acqua contiene più ioni H^+ che ioni OH^- è acida ($\text{pH} < 7$); se al contrario prevalgono gli ioni ossidrilici, l'acqua è basica o alcalina ($\text{pH} > 7$). Se invece gli ioni H^+ e OH^- si equivalgono, l'acqua è neutra ($\text{pH} = 7$).

- Durezza** - è dovuta alla naturale presenza di ioni Ca e Mg (quest'ultimo in minore quantità rispetto al primo). Si distinguono la durezza **totale** e quella **temporanea**: la prima è la durezza propriamente detta e si misura in gradi francesi ($1^\circ\text{F} = 10 \text{ mg/L di CaCO}_3$); la seconda è invece la frazione di durezza totale eliminabile dall'acqua con un'ebollizione prolungata (gli ioni Ca^{++} e Mg^{++} precipitano in un composto insolubile). La durezza residua dopo tale procedimento (detta **permanente**) è dovuta a ioni diversi (solfati, nitrati, cloruri e fluoruri). Le acque molto dure ($> 38^\circ\text{F}$) provocano incrostazioni nelle tubazioni e negli elettrodomestici per lavaggio, con conseguente aumento nei consumi di detersivi ed energia ma le acque dolci ($< 13^\circ\text{F}$) sono addirittura **corrosive** per le tubazioni metalliche. (acque dure $> 25^\circ\text{F}$; medie $15^\circ - 25^\circ\text{F}$; dolci $< 15^\circ\text{F}$).

La durezza eccessiva dell'acqua influisce sul suo sapore: il valore di 500 mg/L di ioni Ca^{++} (fissato dall'OMS, Organizzazione mondiale della Sanità) è il limite massimo per evitare un gusto sgradevole.
- Carbonati (CO_3^{2-}) e bicarbonati (HCO_3^-):** nelle acque naturali questi ioni stabilizzano il pH (alcalinità). Ad esempio, in un'acqua a $\text{pH} = 7$ vi sono il 20% di CO_2 e l'80% circa di bicarbonati mentre i carbonati sono pressoché assenti; se il pH sale ancora (es.: $> 8,5$) allora aumenta la quota dei carbonati a sfavore dei bicarbonati. In pratica, la basicità di un'acqua ricca in ioni HCO_3^- (bicarbonati) è legata alla durezza carbonatica perché col riscaldamento essi precipitano in sali insolubili di carbonato di calcio (CaCO_3), cioè i depositi incrostanti delle tubazioni.
- Ammonio (NH_4^+), Nitrati (NO_3^-) e Nitriti (NO_2^-):** indicano contaminazione per uso eccessivo di fertilizzanti o di tipo organico-fecale, da decomposizione di sostanze azotate (proteine) presenti in acqua. Ammonio e nitriti si rilevano in una contaminazione recente, i nitrati invece sono il segno di una contaminazione pregressa (sono l'ultima trasformazione della degradazione dell'ammoniaca); tuttavia anch'essi possono derivare dal dilavamento di terreni concimati con nitrato di ammonio (NH_4NO_3) o per erosione di materiale roccioso. La **pericolosità** per la salute umana di questi ioni in alte concentrazioni risiede nella loro azione di contrasto alla funzione respiratoria dell'emoglobina del sangue; inoltre, l'organismo umano trasforma i nitrati in nitriti che, reagendo con composti organici normalmente presenti nelle cellule (le *ammine*), formano le **nitrosammine**, sospette di **cancerogenicità**. Allo scopo di prevenire rischi così importanti, la normativa vigente fissa il valore guida di 5 mg/L di nitrati per l'acqua consumata nell'età infantile.
- Cloruri (Cl^-)** - la presenza di questi anioni deriva dalla composizione dei suoli, da scarichi industriali e urbani, dall'uso di sale per sciogliere il ghiaccio sulle strade.
- Solfiti (SO_3^{2-})** - se presenti, sono considerati inquinanti, in quanto moltissimi alimenti (ad es. carni insaccate, pesce e crostacei congelati, frutta secca, succhi, marmellate, vini, conserve sott'olio), sono trattati con SO_2 (anidride solforosa) o con solfiti, forti inibitori dello sviluppo di batteri o muffe e pertanto largamente aggiunti a scopo di conservazione. Il limite massimo dovrebbe essere di **0,7 mg/kg di peso corporeo** (al giorno) ma spesso **se ne assume una quantità di gran lunga maggiore**. Individui poco tolleranti possono avere reazioni anche violente a carico dell'intestino e dell'encefalo. Pertanto, il consumo di acqua che contenga queste sostanze aggrava il rischio di una loro assunzione eccessiva, **dannosa per la salute**.
- Rame e Ferro** – nelle acque sono presenti metalli che, se in quantità limitate, aiutano l'organismo umano, le cosiddette acque ferruginose. Sono elementi di facile assimilazione e contribuiscono al benessere dell'organismo.
- Fosfati** – gran parte dei problemi che questo anione provoca in eccesso è la **"fioritura" algale**, che causa l'**eutrofizzazione** e, infine, **una drastica diminuzione della biodiversità** acquatica. Quando muoiono le alghe, i **microrganismi aerobi** decompongono la materia organica utilizzando l'ossigeno disciolto in acqua, a danno della flora e della fauna in essa presenti. La quantità di fosfati consentita nelle acque ad uso umano è di $0,4 - 0,7 \text{ mg/L}$.

METODICA

ACIDITA' / BASICITA' (pH)

Per questo parametro si usano degli indicatori che hanno un intervallo prossimo a pH 7 ad esempio il **blu di bromotimolo*** che ha un intervallo di viraggio 6,0 - 7,7. Aggiungere 1-2 gocce di **indicatore** in un becher contenente l'acqua da esaminare e visualizzare il colore assunto; ripetere la stessa procedura con un'acqua minerale e confrontare le due acque. Questa analisi è **qualitativa**: per avere un'analisi più accurata si usa l'**EDTA*** (acido etildiamminotetracetico) che tramite una titolazione complessometrica ci permette di individuare con precisione il pH dell'acqua.

ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **10 ml.**
- Aggiungere una goccia di indicatore e agitare
- Aggiungere **titolante** goccia a goccia mescolando dopo ogni aggiunta. Contare le gocce di titolante necessarie per ottenere una colorazione rosa – violetto che persista almeno 30 secondi. Ogni goccia di titolante consumata corrisponde ad un contenuto di CO₂ di 0,5 °f.
- ATTENZIONE: procedere più velocemente possibile per non perdere la CO₂.

CLORURI (Cl⁻)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **5 ml.**
- Aggiungere **6 gocce di reattivo A** e agitare
- Aggiungere **6 gocce di reattivo B** e agitare nuovamente
- Dopo **5 minuti** porre la provetta sulla scala cromatica e traguardando dall'alto individuare il colore che si avvicina maggiormente.

AMMONIACA (NH₄⁺)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **5 ml.**
- Aggiungere **2 gocce di reattivo A** e agitare
- Aggiungere **1 goccia di reattivo B** e agitare nuovamente
- Dopo **5 minuti** porre la provetta sulla scala cromatica e guardando dall'alto individuare il colore che si avvicina maggiormente.

FOSFATI (PO₄)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **5 ml.**
- Aggiungere **4 gocce di reattivo A** e agitare
- Aggiungere **8 gocce di reattivo B** e agitare nuovamente
- Dopo **5 minuti** porre la provetta sulla scala cromatica e guardando dall'alto individuare il colore che si avvicina maggiormente.

NITRITI (NO₂⁻)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **5 ml**
- Aggiungere **8 gocce di reattivo** e agitare
- Dopo **10 minuti** porre la provetta sulla scala cromatica e guardando dall'alto individuare il colore che si avvicina maggiormente.

NITRATI (NO₃⁻)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **5 ml**
- Aggiungere **1 cucchiaino raso** di reagenti per nitrati. Tappare la provetta ed agitare energicamente per 1 minuto
- Dopo **5 minuti** porre la provetta sulla scala cromatica e guardando dall'alto individuare il colore che si avvicina maggiormente.

SOLFITI (SO₃⁼)

- Riempire la provetta ben pulita fino alla tacca di **5 ml.**
- Aggiungere **10 gocce di reattivo A** e agitare
- Aggiungere **5 gocce di reattivo B** e agitare nuovamente

TABELLA DEI VALORI RILEVATI

PARAMETRO	VALORI DI RIFERIMENTO	VALORI RILEVATI
pH	6.5 - 9.5	
Durezza totale	15-50 °f	
nitriti (NO ₂)	max 0,5 mg/L	
nitriti (NO ₂)	max 0,5 mg/L	
solfiti	max 200 mg/L	
cloruri	max 250 mg/L	
Ammonio (NH ₄)	max 0,5 mg/L	
rame	max 1 mg/L	
ferro	max 200 mg/L	
CO ₂ libera	max 250 mg/L	
Solfati (SO ₄)	Max 250 mg/L	
Solfati (SO ₃)	Max 100 mg/L	
Fosfati(PO ₄)	Max 100 mg/L	