

L'acqua della piscina: "chimica dell'acqua" e "rischio chimico"

***Roberto Messori - ARPA Emilia Romagna
Sezione provinciale di Reggio Emilia***

Reggio Emilia, 19 maggio 2009



Requisiti dell'acqua di approvvigionamento

Deve possedere tutti i requisiti dell'acqua potabile, ad eccezione della temperatura.

Se non deriva da acquedotto pubblico sono previsti controlli annuali o semestrali per poter dare un giudizio di idoneità al consumo umano.

Rischio chimico dell'acqua in vasca

Sostanze
chimiche

*Responsabilità
bagnanti e gestione accessi*

Dai bagnanti:

*urina, sudore, muco,
sporcizia, cosmetici ...*

Trattamenti di disinfezione

**Sottoprodotti della disinfezione
(DBPs):**

**cloroammine, clorofenoli,
trialometani, acidi aloacetici, ...**

Dall'acqua di immissione:

**sottoprodotti della
disinfezione (DBPs dalla
rete)**

**residui dei trattamenti con
flocculanti, algicidi,
correttori di pH...**

Responsabilità conduzione impianto

Requisiti dell'acqua di immissione e di quella in vasca

Requisiti fisici

<i>Parametro</i>	<i>Acqua di immissione</i>	<i>Acqua di vasca</i>
Temperatura:		
- Vasche coperte in genere	24 °C - 32 °C	24 °C - 30 °C
- Vasche coperte bambini	26 °C - 35 °C	26 °C - 32 °C
- Vasche scoperte	18 °C - 30 °C	18 °C - 30 °C
pH (per disinfezione a base di cloro)	6,5 - 7,5	6,5 - 7,5
Torbidità in SiO ₂	< 2 mg/l SiO ₂ (o corrispondenti FTU)	< 4 mg/l SiO ₂ (o corrispondenti FTU)
Solidi grossolani	Assenti	Assenti
Solidi sospesi	< 2 mg/l (filtrazione su membrana da 0,45 µm)	< 4 mg/l (filtrazione su membrana da 0,45 µm)
Colore	Valore dell'acqua potabile	< 5 mg/l Pt/Co oltre l'acqua di approvvigionamento

Requisiti dell'acqua di immissione e di quella in vasca

Requisiti chimici

<i>Parametro</i>	<i>Acqua di immissione</i>	<i>Acqua di vasca</i>
Cloro attivo libero	0,6 ÷ 1,8 mg/l Cl ₂	0,7 ÷ 1,5 mg/l Cl ₂
Cloro attivo combinato	< 0,2 mg/l Cl ₂	< 0,4 mg/l Cl ₂
Acido isocianurico	< 75 mg/l	< 75 mg/l
Sostanze organiche (Kubel)	< 2 mg/l di O ₂ oltre l'acqua di approvvigionamento	< 2 mg/l di O ₂ oltre l'acqua di immissione
Nitrati	Valore dell'acqua potabile	< 20 mg/l NO ₃ oltre l'acqua di approvvigionamento
Flocculanti	< 0,2 mg/l in Al o Fe (rispetto al flocculante impiegato)	< 0,2 mg/l in Al o Fe (rispetto al flocculante impiegato)

Temperatura

Il controllo ed il rispetto della temperatura in vasca è importante per:

- mantenere una sensazione di benessere
- contenere i consumi energetiche (t° non troppo elevata)
- contenere la proliferazione batterica ed algale (t° non troppo elevata)

pH

I fattori che influenzano questo parametro sono costituiti principalmente dall'utilizzo dei prodotti usati per il trattamento e, secondariamente, dalla presenza dei bagnanti che apportano continuamente sostanze che possono alterarne il valore.

pH

Il valore ottimale è intorno alla neutralità.

- valori troppo bassi (acidi) determinano irritazioni cutanee e agli occhi, corrosione degli impianti e uso eccessivo di disinfettante
- valori troppo alti (basici) determinano irritazioni cutanee e agli occhi, favoriscono lo sviluppo di alghe e batteri, inibiscono l'azione disinfettante del cloro, precipitazione di sali (torbidità)

Torbidità, solidi grossolani e disciolti

Valori elevati di questi parametri:

- hanno un deciso effetto antiestetico
- sono indice della presenza di sostanze organiche e colloidali che ostacolano l'azione dei disinfettanti e possono essere nutrimento e ricettacolo di batteri

Cloro attivo libero e combinato

I disinfettanti di gran lunga più utilizzati in piscina sono normalmente a base di cloro e sono i seguenti:

- **ipocloriti** (di sodio o di calcio)
- **clorocomposti organici** (sali di sodio dell'acido dicloroisocianurico o acido tricloroisocianurico)

Il controllo del cloro attivo libero è senz'altro fra più importanti per la gestione della vasca.

Cloro attivo libero e combinato

Tutti i disinfettanti a base di cloro esplicano la loro azione sulla base della capacità di liberare in acqua lo ione ipoclorito, che, in funzione del pH, forma l'acido ipocloroso indissociato HClO che agisce da vero disinfettante riuscendo a penetrare la membrana batterica e bloccando i sistemi enzimatici dei batteri.

L'azione dell'ipoclorito è inefficace contro le spore e i batteri sporigeni (non è in grado di penetrare le pareti delle spore) e dei virus (che sono privi di sistemi enzimatici).

Cloro attivo libero e combinato

Un'altra funzione del cloro è quella di ossidare le sostanze organiche e l'ammoniaca formando le *clorammine* la cui presenza costituisce il "**cloro attivo combinato**" che rappresenta quindi la quota di cloro che ha già reagito e che, pur essendo una forma di cloro attivo, risulta molto meno efficace come disinfettante e, non da ultimo, è fra i principali responsabili dell'"*odore di cloro*" in piscina e delle irritazione di occhi e mucose.

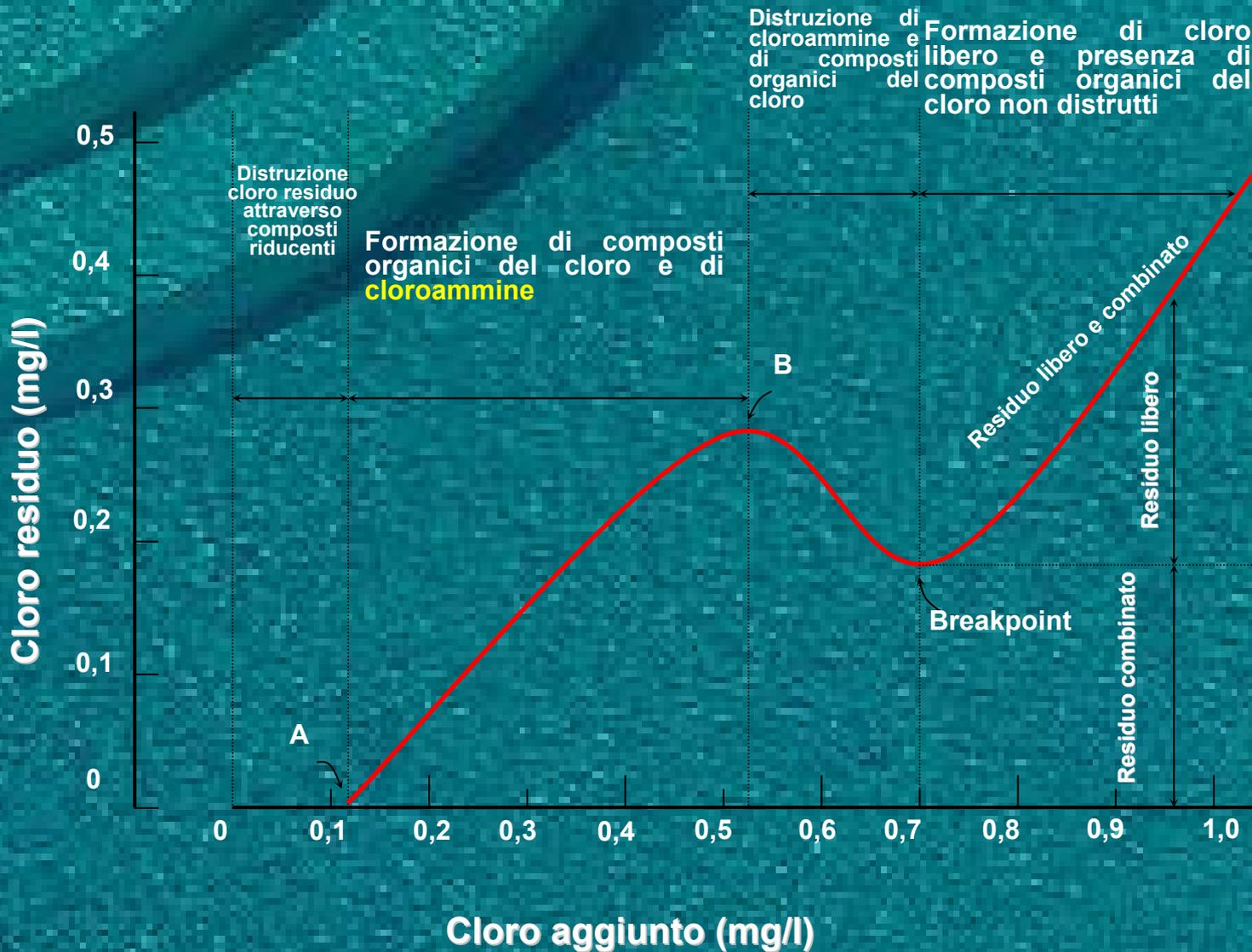
Clorazione al break-point

Per ovviare agli inconvenienti prima descritti, in presenza di carica microbica elevata, alto carico inquinante e ammoniacale, per ridurre l'eccesso di cloro attivo combinato, si può utilizzare una

clorazione al break-point



Clorazione al break-point



Clorazione al break-point

All'aumentare della concentrazione di cloro aggiunto si ha un progressivo aumento di clorammine, fino a che è presente ammoniaca: tutto il cloro aggiunto è cloro combinato (primo tratto del grafico).

Successivamente ha inizio l'ossidazione delle cloro ammine e il cloro residuo combinato scende rapidamente fino a che si raggiunge un rapporto molare rispetto all'ammoniaca presente pari a $\approx 1,6$ (*break-point*).

Clorazione al break-point

Al break-point, tutta l'ammoniaca è scomparsa essendo stata principalmente ossidata ad N_2 con una piccola frazione di NO_3^- .

Per concentrazioni di cloro aggiunto superiori a quella del punto di rottura, l'eccesso di cloro è tutto sotto forma di cloro residuo libero (ultimo tratto del grafico), con buon potere disinfettante.

Cloro attivo libero e combinato

L'utilizzo dei disinfettanti a base di **ipoclorito** deve essere sempre seguito da un trattamento di correzione del pH (acidificazione), in quanto la sua aggiunta porta ad un progressivo aumento del pH stesso, con un progressivo rallentamento dell'azione disinfettante.

La forma attiva HClO , a causa della dissociazione del sale e della successiva idrolisi, è fortemente influenzata dal pH.

Cloro attivo libero e combinato

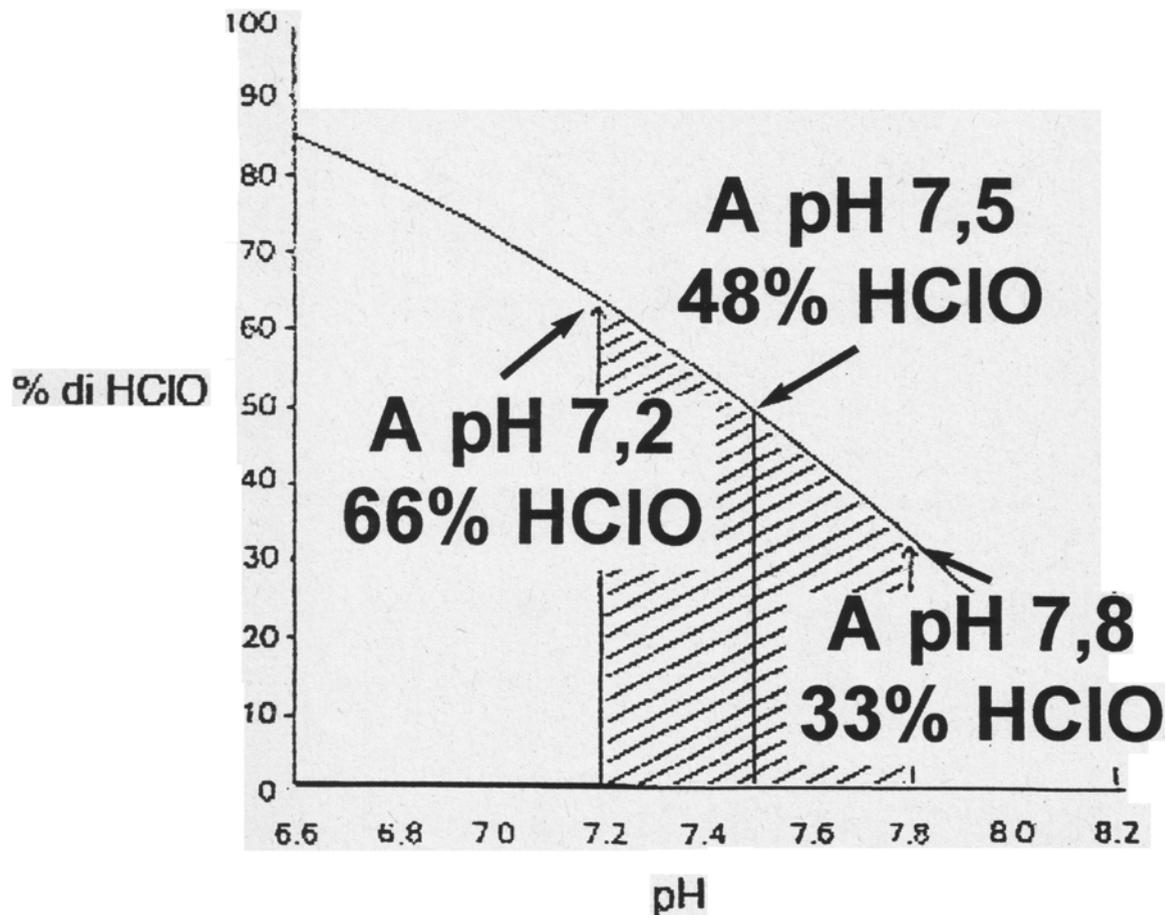
La reazione degli ipocloriti in acqua è:



La diluizione dell'ipoclorito in acqua favorisce, come già detto, un aumento del pH (aumento di $[\text{OH}^-]$), con la conseguenza che se il pH supera il valore di 7,5 prevarrà la reazione verso sinistra e quindi si avrà prevalenza dell'ipoclorito rispetto all'acido ipocloroso (il vero disinfettante).

vero
disinfettante

Cloro attivo libero e combinato



Acido isocianurico

I cloroisocianurati li possiamo immaginare come la combinazione dell'acido ipocloroso con una molecola, l'acido cianurico, che funge da supporto e rilascia il cloro più lentamente.

In acqua queste molecole danno la reazione:



Gli isocianurati sono molto più stabili (anche alla luce del sole) degli ipocloriti e non provocano variazioni di pH.

Acido isocianurico

È quindi logico che:

- man mano che l'acido ipocloroso viene consumato per la sua azione disinfettante una frazione del cloroisocianurato si decomponga dando altro acido isocianurico;
- essendo l'acido isocianurico più stabile dell'acido ipocloroso la sua concentrazione nel tempo tenderà ad aumentare.

Acido isocianurico

Un elevato valore di acido isocianurico trovato in vasca denota quindi uno scarso ricambio e/o un'alta concentrazione di sostanze ossidabili che consumano cloro.

Sostanze organiche (Ossidabilità - Kubel)

È il parametro che misura l'inquinamento dell'acqua dovuto alle sostanze normalmente rilasciate dai bagnanti.

Un valore elevato indica una cattiva gestione o un sottodimensionamento dell'impianto di trattamento e/o uno scarso rinnovo dell'acqua in vasca.

Nitrati

Il tenore di nitrato in vasca dipende principalmente dalla concentrazione di questo nell'acqua di approvvigionamento, ma può aumentare per decomposizione e ossidazione delle sostanze organiche azotate portate dai bagnanti (con sudore, muco, urina).

Un aumento di questo parametro rispetto all'acqua di approvvigionamento denota pertanto insufficiente ricambio dell'acqua e può favorire lo sviluppo delle alghe.

Flocculanti

Il valore in concentrazione da non superare per ferro o alluminio (usati come flocculanti nei processi di filtrazione dell'acqua) è lo stesso richiesto per la potabilità.

Un superamento indica una fuga di dette sostanze dagli impianti di trattamento, che non sono pericolose in quanto tali, ma possono denotare la reintroduzione in vasca delle impurità trattenute dai filtri.

Altri parametri chimici - trialometani

Nell'Accordo Stato-Regioni viene indicato, come parametro chimico da verificare su richiesta, il controllo dei **trialometani**: fra questi il più rilevante è il **cloroformio**.

Questi sono composti derivanti dall'azione del cloro sulla sostanza organica, sono volatili e sono quindi presenti nell'acqua e nell'aria sopra il livello dell'acqua.

Altri parametri chimici - trialometani

I trialometani rivestono un'importanza sanitaria per la loro tossicità acuta (mai comunque raggiunta in piscina) ma, soprattutto, per i possibili effetti mutageni e/o cancerogeni (il cloroformio è classificato come possibile cancerogeno per l'uomo - 2B per la IARC)

La normativa di riferimento delle piscine non indica un valore limite per la presenza di queste sostanze, ma è certo auspicabile che questa risulti la più contenuta possibile.

Altri parametri chimici - trialometani

Per raggiungere questo obiettivo occorre:

- non eccedere con l'uso del cloro;
- ridurre l'apporto di sostanze organiche (di qui ad es. l'importanza della doccia di pulizia prima dell'ingresso in vasca!);
- utilizzare acqua di buona qualità (povera di precursori);
- favorire la ventilazione e i ricambi d'aria nelle piscine coperte.

La sicurezza nell'uso di sostanze chimiche

L'uso di sostanze chimiche comporta rischi per l'operatore.

È quindi molto importante essere informati sulle normative di sicurezza negli ambienti di lavoro (**D.Lgs 81/2008**).

La sicurezza nell'uso di sostanze chimiche

Norme generali

Porre molta attenzione (leggere le schede di sicurezza dei prodotti) per capire quali siano le sostanze che risultano incompatibili.

In particolare:

- evitare di miscelare tra loro sostanze acide con sostanze basiche,
- mai mescolare prodotti a base di cloro con acidi (si svilupperebbe cloro gas – molto tossico).

La sicurezza nell'uso di sostanze chimiche

Norme generali

Lo stoccaggio dei prodotti chimici deve avvenire in appositi locali, ben aerati, dove devono essere presenti vasche di contenimento, per i prodotti liquidi, dedicate ad ogni singola sostanza.

CONCLUSIONI

I controlli dei pochi parametri chimico fisico richiesti hanno, come si è visto, una duplice valenza:

**verifica del buon funzionamento
dell'impianto**



**corretta gestione sotto il profilo igienico
sanitario**

CONCLUSIONI

Una corretta informazione e formazione sulle caratteristiche funzionali degli impianti legata ad una capacità di comprendere il significato dei parametri ricercati permette in definitiva ai responsabili delle piscine di gestire in sicurezza l'impianto, e all'organo di controllo di svolgere la propria attività in maniera più consapevole.

Grazie per l'attenzione



Roberto Messori - ARPA Emilia Romagna
Sezione Provinciale di Reggio Emilia
Responsabile Riferimento Analitico Regionale Acque Interne
tel. 0522.336058 - fax 0522 330546
e-mail: rmessori@arpa.emr.it