QUALITA' DELL'ACQUA DELLE PISCINE

Azienda USL 12 Viareggio

Servizio Sanitario della Toscana

Stefano Pieroni

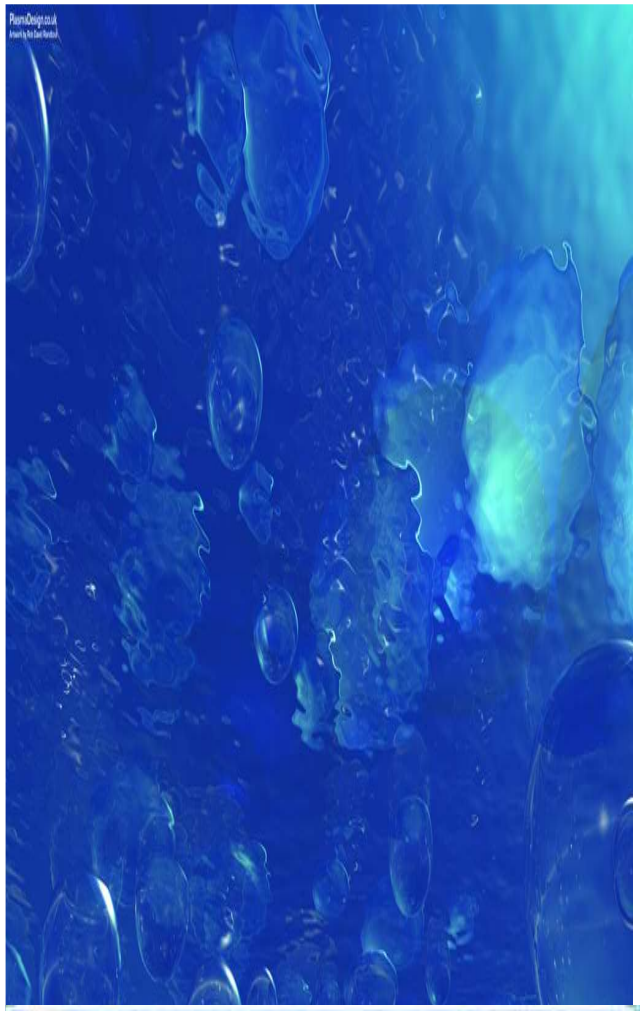
Montecatini Terme

22 ottobre 2010

Fin dall' antichità l'uso ricreativo e terapeutico dell'acqua ha avuto un ruolo importante nella cultura e nello stile di vita di molti popoli

Ai giorni nostri le piscine hanno avuto un enorme sviluppo e vengono frequentate da una popolazione molto eterogenea che varia per età, salute e standard-igienici

Per le loro caratteristiche di "Ambienti Circoscritti" le piscine possono favorire l'instaurarsi di condizioni di rischio per la salute dei bagnanti e per gli operatori



In Toscana

•L.R. 9 marzo 2006, n. 8

Norme in materia di requisiti igienico-sanitari delle piscine ad uso natatorio.

Art. 05 – Regolamento regionale

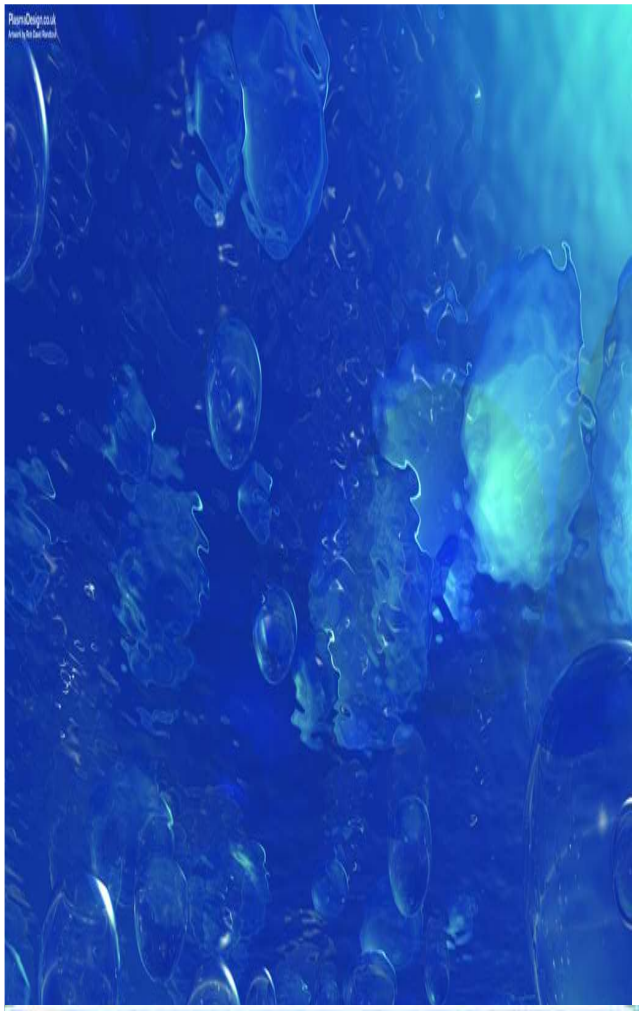
definisce …

b) i requisiti fisici, chimico-fisici, chimici e microbiologici delle acque di vasca;

Art. 09 - Requisiti igienico-sanitari dell'acqua

•D.P.G.R. 26 febbraio 2010 n. 23/R

Regolamento di attuazione della legge regionale 9 marzo 2006, n. 8



LA NORMATIVA DISTINGUE TRA:

ACQUA DI APPROVVIGIONAMENTO

ACQUA DI IMMISSIONE IN VASCA

ACQUA CONTENUTA IN VASCA

I requisiti dell'acqua

Acqua di approvvigionamento

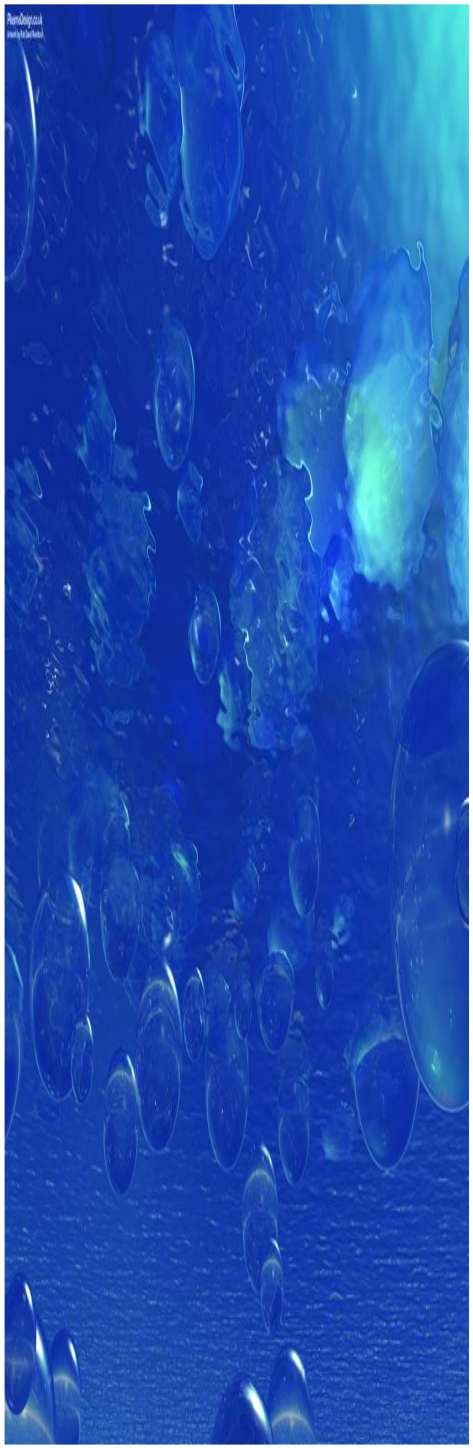
Qualità delle acque destinate al consumo umano

Acqua di immissione

Allegato A del R.R.

Acqua in vasca

Allegato A del R.R.

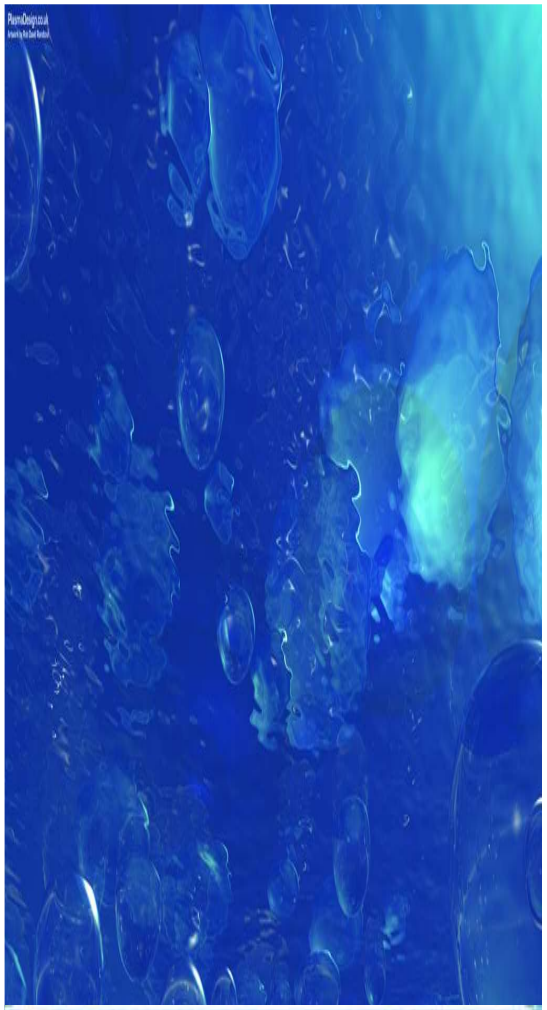


Requisiti fisici chimici e microbiologici dell'acqua

- Acqua di approvvigionamento: (campione da prelevarsi da apposito rubinetto posto su tubo di adduzione a valle di eventuale impianto di trattamento di potabilizzazione)

- Acqua di immissione in vasca: è quella costituita sia dall'acqua di ricircolo che da quella di reintegro opportunamente trattate per assicurare i necessari requisiti. (campione da prelevarsi da rubinetto posto sulle tubazioni di mandata alle singole vasche a valle degli impianti di trattamento)

- Acqua contenuta in vasca: è quella presente nel bacino natatorio e pertanto a diretto contatto con i bagnanti. (campione da prelevarsi in qualsiasi punto in vasca)



ACQUA DI APPROVVIGIONAMENTO

Da acquedotto o attingimento autonomo

"possiede caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche conformi alla legislazione vigente concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano"

D. Lgs. 31/2001

[art. 36, c. 1 RR 23/R del 26/02/2010]

DEROGHE

[art. 37, RR 23/R del 26/02/2010]

APPROVVIGIONAMENTO CON ACQUE MARINE CLASSIFICATE COME ACQUE DI BALNEAZIONE

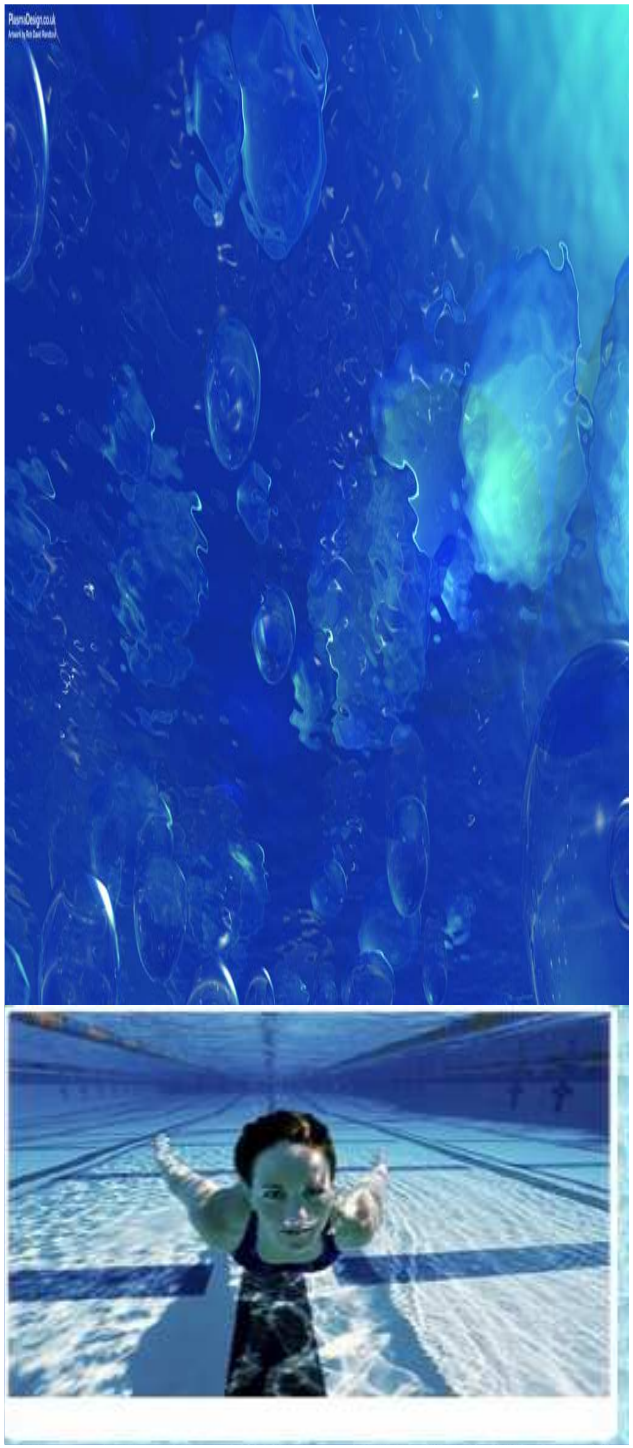
[art. 46, RR 23/R del 26/02/2010]

QUALITA' ACQUA DI APPROVVIGIONAMENTO

dopo eventuale trattamento di potabilizzazione

ANALISI DI VERIFICA	ANALISI DI MONITORAGGIO
Parametri microbiologici: Conteggio della colonie a 22 °C Conteggio delle colonie a 37 °C Clostridium perfringens Coliformi totali Enterococchi Escherichia Coli Pseudomonas aeruginosa Stafilococco aureo	**Parametri microbiologici:** Conteggio della colonie a 22 °C Conteggio delle colonie a 37 °C Clostridium perfringens Coliformi totali Enterococchi Escherichia Coli Pseudomonas aeruginosa Stafilococco aureo
Parametri chimici * Ammonio # Arsenico * Cloruro Composti organo alogenati * Ferro * Manganese # Nitrato # Nitriti * Sodio * Solfato	**Parametri chimici** * Ammonio * Cloruro # Nitrato
Parametri chimico-fisici * Concentrazione ioni idrogeno pH * Conduttività * Torbidità	**Parametri chimico-fisici** * Concentrazione ioni idrogeno pH * Conduttività * Torbidità

* = Derogabile ASL # = Derogabile ASL/Regione



IL NOSTRO CORPO IN UN'ORA DI PERMANENZA IN UNA PISCINA ASSORBE CIRCA MEZZO LITRO DI ACQUA PERCIO' L'ACQUA IN VASCA DEVE GARANTIRE CARATTERISTICHE ANALOGHE ALL'ACQUA **DA BERE**

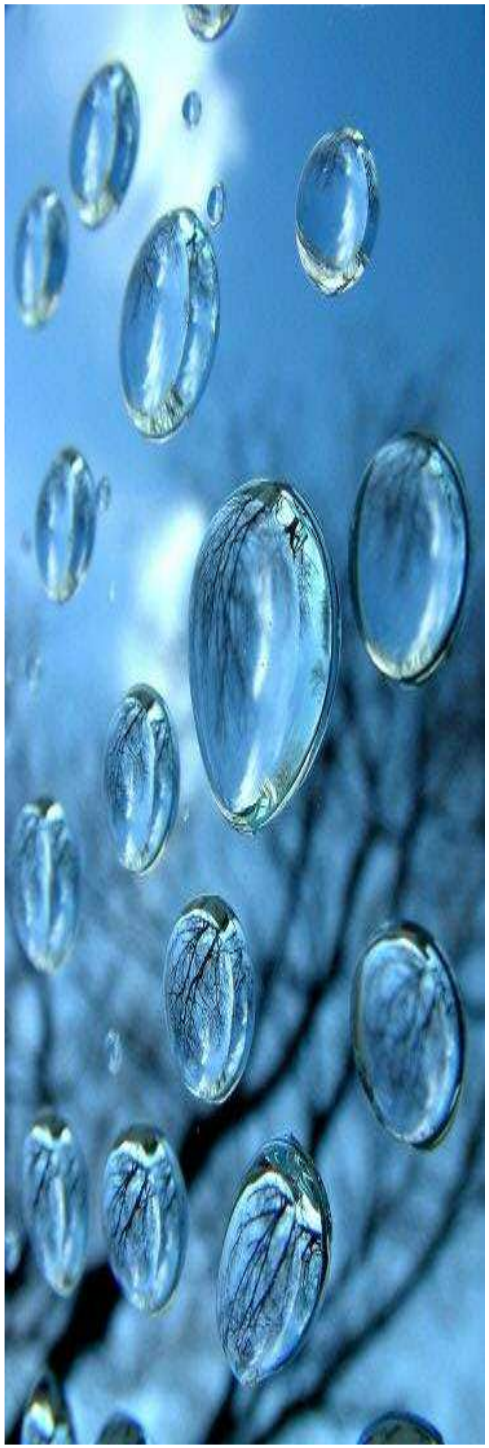
L'ACQUA DI IMMISSIONE IN VASCA E

L'ACQUA CONTENUTA IN VASCA

DEVONO GARANTIRE

Requisiti fisici
Requisiti chimici
Requisiti microbiologici

PARAMETRO	ACQUA DI IMMISSIONE IN VASCA	ACQUA CONTENUTA IN VASCA
Requisiti fisici		
Temperatura: - Vasche coperte in genere - Vasche coperte bambini - Vasche scoperte	 24 °C – 32 °C 26 °C – 35 °C 18 °C – 30 °C	 24 °C – 30 °C 26 °C – 32 °C 18 °C – 30 °C
pH per disinfezioni a base di cloro Ove si utilizzino disinfettanti diversi il pH dovrà essere opportunamente fissato al valore ottimale per l'azione disinfettante	6,5 -7,5	6,5 -7,5
Torbidità in SiO2	2 mg/l di SiO_2	4 mg/l di SiO_2
Solidi grossolani	ASSENTI	ASSENTI
Solidi sospesi	2 mg/l	2 mg/l
Colore	COME L'ACQUA POTABILE	5 mg/l Pt/Co oltre quello dell'acqua di approvvigionamento



TEMPERATURA

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

- Mantenere una sensazione di benessere
- Contenere i consumi energetici (t° non troppo elevata)
- Contenere la proliferazione batterica ed algale (t° non troppo elevata)

pH

I fattori che influenzano questo parametro sono costituiti principalmente dai 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)

TORBIDITA' SOLIDI GROSSOLANI E SOSPESI

Valori elevati di questi parametri:

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

PARAMETRO	ACQUA DI IMMISSIONE IN VASCA	ACQUA CONTENUTA IN VASCA
Requisiti microbiologici		
Carica Batterica Totale a 22 °C	100 ufc/l ml	200 ufc/l ml
Carica Batterica Totale a 37 °C	10 ufc/l ml	100 ufc/l ml
E. Coli	0 ufc/ 100ml	0 ufc/ 100ml
Enterococchi	0 ufc/ 100ml	0 ufc/ 100ml
Staphylococcus aureus	0 ufc/ 100ml	0 ufc/ 100ml
Pseudomonas aeruginosa	0 ufc/ 100ml	0 ufc/ 100ml

Significato degli indicatori microbiologici

La conta microbica a 22° e a 36° C:

Stima della concentrazione microbica in acqua

Dà indicazioni di carattere generale sul livello igienico in vasca

Dà informazioni sulla potenziale ricrescita dei microrganismi in acqua

Pseudomonas aeruginosa

Dà informazioni sulla potenziale ricrescita dei microrganismi in acqua

Escherichia Coli ed Enterococchi *(correlati con il tratto intestinale)*

Monitorizzano l'evenienza di una contaminazione di origine fecale, i secondi più efficaci del primo in quanto più resistenti alla disinfezione, la loro assenza non implica però l'assenza di cisti ed oocisti di protozoi più resistenti al cloro

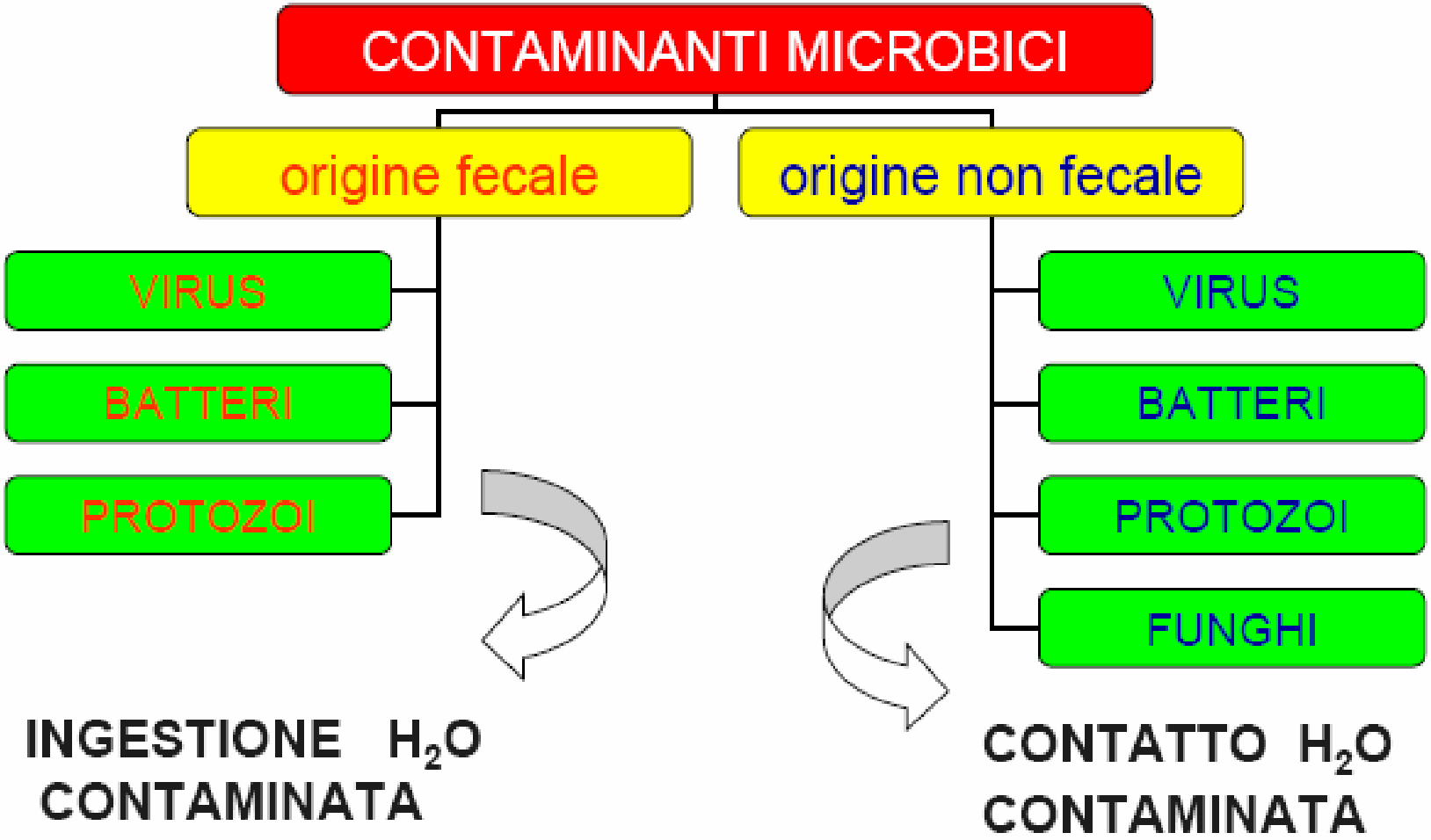
Staphylococcus aureus

indice di rilascio di materiale organico di origine non fecale da parte umana

è presente in acque deteriorate dalla presenza di bagnanti

Rischio igienico-sanitario

piscine



AGENTI INFETTIVI RISCONTRABILI NEGLI IMPIANTI NATATORI

MICETI

Tricophyton	b/a	micosi cutanee
Epidemophyton	b/a	piede atleta
Candida	b/a	candidosi cutanea, mucose

VIRUS

Adenovirus	fecale	congiuntiviti
Papovavirus	superfici	verruche
Norovirus	fecale	gastroenteriti

METAZOI

Cercaria	Dermatite nuotatori
Enterobius	Elmintiasi intestinale

PROTOZOI

Giardia	fecale	enteriti
Trychomonas	b	vaginiti
Acanthamoeba	aer.	meningoencefaliti
Noegleria	aerosol	meningoencefaliti
Cryptosporidium	fecale	enterite

BATTERI

Salmonella	fecale	aff. intestinali
Escherichia	fecale	aff. intestinali
Proteus	fecale	aff. intestinali
Pseudomonas	ambientale	otiti
Mycobacterium	s	granuloma piscine
Streptococcus	bagnanti	tonsilliti
Staphylococcus	b	suppurazioni
Legionella	aerosol	polmoniti

Agente	*Origine*	*Trasmissione*
Adenovirus	Cont. fecale	Ingestione/inalazione
Virus dell'epatite A	Cont. fecale	Ingestione
Norovirus	Cont. fecale	Ingestione/inalazione
Echovirus	Cont. fecale	Ingestione/inalazione
Sighella	Cont. fecale	Ingestione
Escherichia coli 0157	Cont. fecale	Ingestione
Giardia	Cont. fecale	Ingestione
Cryptosporidium	Cont. fecale	Ingestione
Naegleria fowleri	Aerosol (cont. Ambientale)	Inalazione
Acantamoeba	Aerosol (cont. Ambientale)	Inalazione

Agente	*Origine*	*Trasmissione*
Legionella	Aerosol (cont. Ambientale)	Inalazione
Mycobacterium	Aerosol (cont. Ambientale	Inalazione
Stafilococcus aureo	Acqua contaminata da individui infetti e portatori asintomatici	Contatto
Pseudomonas spp	Cont. Ambientale, bagnanti	contatto
Molluscipoxvirus	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
Human Papilloma Virus	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
Trchophyton	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto
Epidermophyton floccosum	Superfici contaminate da individui infetti	Contatto

RISCHIO MICROBIOLOGICO

Origine fecale

Virus : Adenovirus, Epatite A, Norovirus, Echovirus,

Batteri : E.coli 0157, Shigella Spp

Protozoi: Giardia, Cryptosporidium

Origine non fecale
Batteri

Microrganismo	*Infezione/Malattia*	*Origine*
Legionella spp	**Legionellosi**	**Aerosol prodotti da invasi acquaticin naturali, vasche idromassaggio, impianti di riscaldamento, ecc**
Pseudomonas aerugunosa	**Infezioni a carico delle vie urinarie e respiratorie,otite del nuotatore, infezione delle cornee e dei follicoli piliferi**	**Bagnanti che eliminano il batterio in acqua e sulle superfici umide intorno alle piscina o alle vasche**
Staphylococcus aureus	**Rush cutanei, impetigine,infezione delle ferite,del tratto urinario, degli occhi e delle orecchie**	**Bagnanti che eliminano il batterio in acqua e sulle superfici umide intorno alle piscina o alle vasche**
Mycobacterium spp	**Granuloma dei nuotatori** **Affezioni polmonari**	**Bagnanti che eliminano il batterio in acqua e sulle superfici umide intorno alle piscina o alle vasche** ***Aerosol prodotto da vasche idromassaggio, impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento aria***

MICRORGANISMI PRESENTI IN DIVERSI DISTRETTI DEL CORPO UMANO

CUTE	ascelle	2-3 milioni/cm^2
	cuoio capelluto	1-2 milioni/cm^2
	fronte	200.000/cm^2
	avambraccio	100 ÷ 5.000/cm^2
	dorso	330/cm^2
NASO-FARINGE	Saliva	100 milioni/ml
	secrezione nasale	1 ÷ 10 milioni/ml
ORECCHIO	cerume	10 ÷100 milioni/g

Qualche dato..... Legato alle superfici degli impianti

Le condizioni di umidità relativa, temperature idonee e scarse condizioni di igiene e pulizia possono creare microambienti favorevoli alla sopravvivenza e alla diffusione di molti microrganismi

E' stato stimato che nel 39% dei casi le infezioni siano dovute a funghi,

nel 33% a contaminazione virale

(prevalentemente verruche)

nel 27% alla presenza di batteri

nell'1% alla presenza di protozoi

PARAMETRO	ACQUA DI IMMISSIONE IN VASCA	ACQUA CONTENUTA IN VASCA
Requisiti chimici		
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
Impiego combinato Ozono Cloro: Cloro attivo libero Cloro attivo combinato ozono	 0,4 -1,6 mg/l Cl_2 0,05 mg/l Cl_2 0,01 mg/l O_3	 0,4 -1,0 mg/l Cl_2 0,2 mg/l Cl_2 0,01 mg/l O_3
Acido isocianurico	75 mg/l	75 mg/l
Sostanze organiche (analisi al permanganato)	2 mg/l di O_2 Oltre l'acqua approvvigionamento	2 mg/l di O_2 Oltre l'acqua di immissione
Nitrati	COME ACQUA POTABILE	20 mg/l NO_3 Oltre l'acqua approvvigionamento
Flocculanti	0,2 mg/l in Al o Fe	0,2 mg/l in Al o Fe

TRATTAMENTO DELL'ACQUA DI PISCINA

Per mantenerne la qualità l'acqua delle piscine viene trattata attraverso varie fasi di depurazione che prevedono:

1. **Trattamenti Fisici**
2. **Trattamenti Chimici**

TRATTAMENTO DELL'ACQUA DI PISCINA

Trattamenti Fisici

tramite il passaggio da

FILTRI

Trattengono i colloidi: particelle di materiale organico, come frammenti di pelle, fibre tessili, saliva, resti di sapone, prodotti cosmetici e grassi della pelle.

Quando queste sostanze inquinanti sono molto abbondanti, causano **TORBIDITA'**.

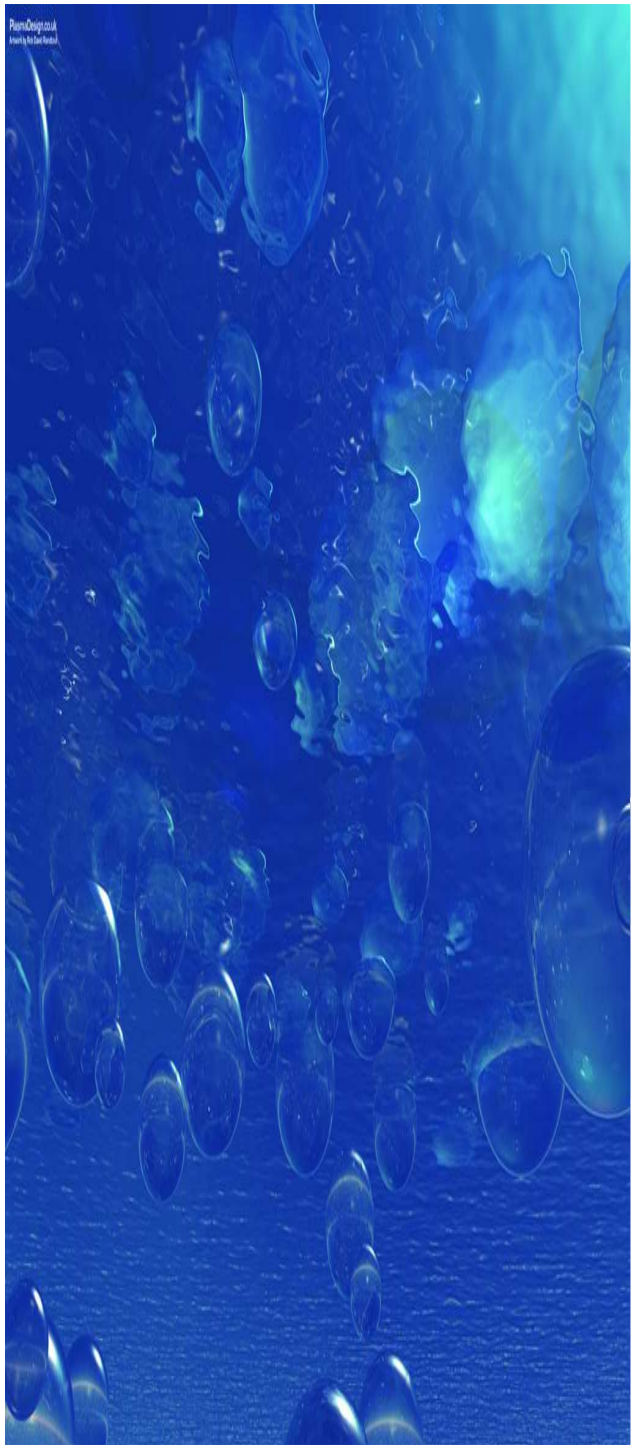
L'efficacia della filtrazione può essere potenziata ricorrendo all'aggiunta di **flocculanti** che agiscono andando a legare insieme le particelle colloidali piu' piccole.

FLOCCULANTI

- Solfato di alluminio
- Cloruro ferrico
- Clorosolfato ferrico
- Poli-idrossicloruro di alluminio
- Poli-idrossiclorosolfato di alluminio
- Alluminato di sodio

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

Elevati livelli di Fe e Al in vasca indicano una fuga di dette sostanze dagli impianti di trattamento e quindi la reintroduzione in vasca delle impurità trattenute dai filtri.



Sostanze da utilizzare per il trattamento dell'acqua

Disinfettanti

Ozono,
Cloro liquido,
Ipoclorito di sodio,
Ipoclorito di calcio,
Dicloroisocianurato sodico anidro,
Dicloroisocianurato sodico biidrato,
Acido tricloroisocianurico.

Flocculanti

Solfato di alluminio (solido),
Solfato di alluminio (soluzione),
Cloruro ferrico,
Clorosolfato ferrico,
Polidrossicloruro di alluminio,
Polidrossiclorosolfato di alluminio,
Alluminato di sodio (solido),
Alluminato di sodio(soluzione).

Correttori di ph

Acido cloridico,
Acido solforico,
Sodio idrossido,
Sodio bisolfato,
Sodio bicarbonato.

Antialghe

N-alchil-dimetil-benzilammonio cloruro,
Poli(idrossietilene(dimetiliminio)etilene(dimetiliminio)metilene dicloruro)
Poli(ossietilene(dimetiliminio)etilene(dimetiliminio)etilene dicloruro)"

Disinfettanti per le acque di piscina

Cloro

cloro liquido

ipoclorito di sodio e di calcio

cloroisocianurati

Ozono

utilizzato in combinazione con il cloro

DISINFEZIONE CON OZONO

$$3O_2 \longrightarrow 2O_3$$

L'ozono è stato utilizzato dai primi anni '50 per trattare l'acqua di piscina, soprattutto in Europa. Ci sono oggi più di 2000 piscine europee (natatorie e termali) che sono depurate con ozono.

La depurazione dell'acqua per piscine tramite ozono è uno dei metodi più avanzati e moderni che esistano. L'ozono, tra tutti gli agenti disinfettanti omologati per la depurazione dell'acqua, è quello che presenta il più elevato potere di ossidazione. Grazie a tale caratteristica, agisce rapidamente ed efficacemente contro i batteri, le alghe ed i virus

MA NON HA AZIONE RESIDUA!

OZONO O CLORO

L'ozono si decompone durante l'impiego formando ossigeno naturale

AZIONE NELL'ACQUA	CLORO	OZONO
Odore	Sgradevole	Nessuno
Sapore	Sgradevole	Nessuno
Colore	giallognolo	Incolore
Potere ossidante	Buono	Elevato
Attività antivirale	Quasi nulla	Elevata
Attività antibatterica	variabile da specie a specie	Ampio spettro di batteri
Attività distruttiva su alghe	Lieve	Elevata
Attività distruttiva su miceti	Lieve	Elevata
Attività distruttiva su spore e cisti	Lieve	Elevata
Attività su materiale organico sgradevole (odore e sapore)	Nessuna	Elevata
Meccanismo reazione di ossidazione	Ossidazione indiretta con produzione di cloramine, clorofenoli ecc.	Ossidazione diretta con ossigenazione dell'acqua

Cloro e clorazione

- **E’ il sistema più utilizzato per la disinfezione delle acque.**

Agisce tramite la formazione in acqua di acido ipocloroso (HClO) che corrisponde al Cloro attivo libero ed è il vero agente disinfettante

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$$

Il Cloro attivo libero ossida le sostanze organiche ma anche composti inorganici contenenti ferro, ammoniaca, manganese.

↓

Disinfection By-Products (DBPs)

Cloro e clorazione

In presenza di ammoniaca e di sostanze organiche il cloro dà origine a DBPs quali clorammine e clorofenoli, responsabili dei cattivi odori e dei fenomeni irritativi di cute e mucose.

Questi cloroderivati costituiscono il Cloro attivo combinato.

Cloro attivo libero + Cloro attivo combinato = Cloro attivo totale

Cloro e clorazione

In presenza di carica microbica elevata, alto carico inquinante, ammoniaca e per ridurre l'eccesso di Cloro attivo combinato, si può utilizzare una

clorazione-d'urto al break-point.

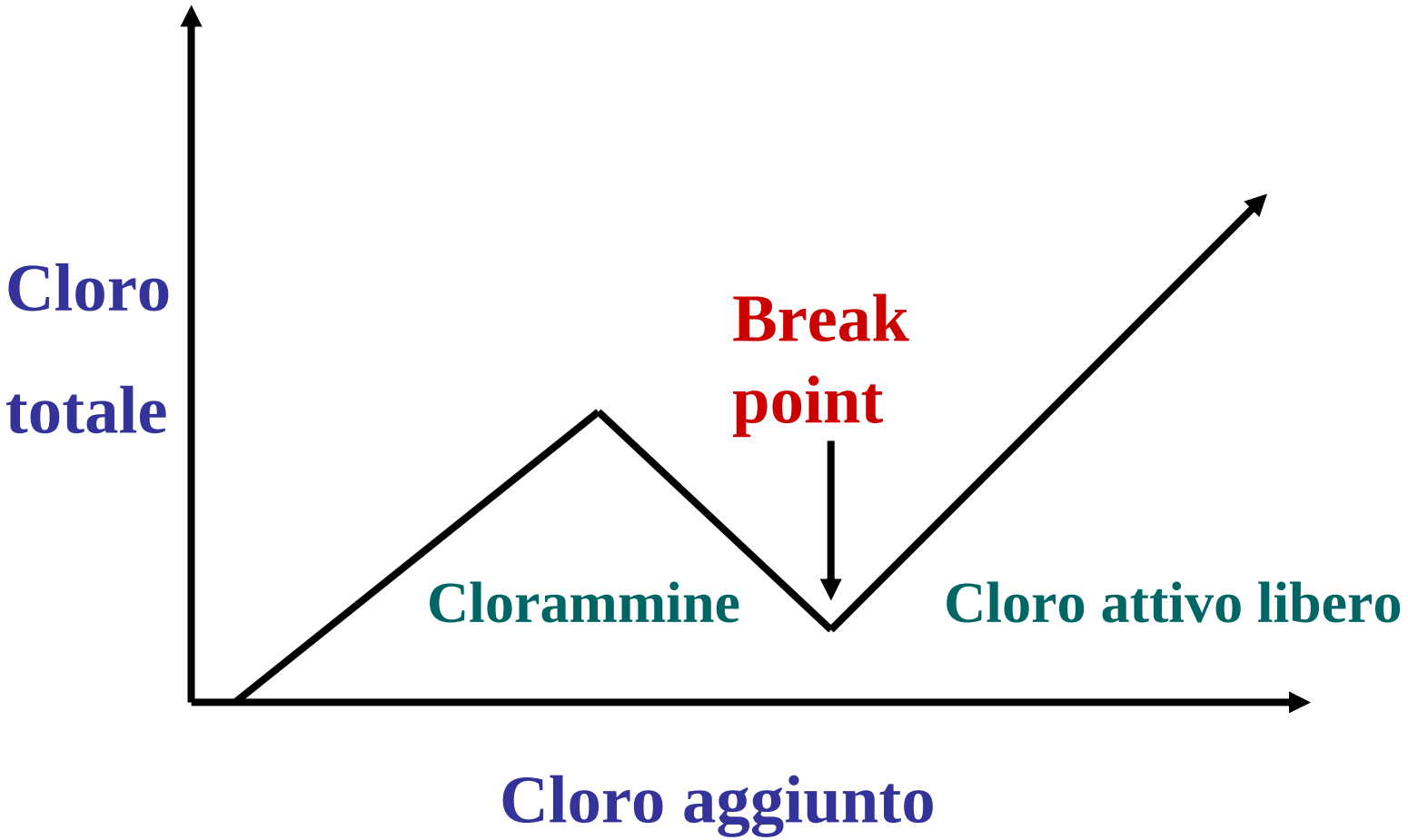
1. **Si aggiunge una opportuna dose di cloro direttamente in vasca ed in un'unica soluzione (tecnicamente si attua una superclorazione).**
2. **Ad un certo valore di cloro aggiunto (break-point), la formazione di clorammine raggiungerà un valore massimo, seguito poi dalla loro totale scomparsa.**
3. **Il cloro aggiunto oltre questo valore sarà tutto Cloro attivo libero, con buon potere disinfettante.**

CLORAMMINE

La formazione di di- e tri-clorammine aumenta quando la concentrazione di cloro attivo libero aumenta ed il pH si abbassa.

L'odore del cloro tipico nelle piscine si forma ad un livello di urea di 0.5 mg/l ed a concentrazioni di cloro libero di 1.0 mg/l.

Clorazione al break-point



Cloro e clorazione

Tuttavia:

I trattamenti di clorazione a valori elevati (al break-point) portano alla formazione di alcuni composti indesiderati tra i Disinfection By-Products (DBPs), in particolare i Trialometani:

- **Cloroformio**
- **Bromoformio**
- **Dibromoclorometano**
- **Diclorobromometano**

Cloroformio e diclorobromometano sono classificati come sostanze possibili cancerogene per l'uomo (2B per la IARC).

Rischio chimico:

Sottoprodotti della disinfezione

(DBPs)

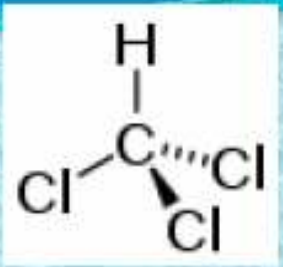
Tabella 3. Disinfettanti utilizzabili per il trattamento delle acque di piscina e relativi sottoprodotti di disinfezione

Agente disinfettante	DBPs
Cloro / ipoclorito	trialometani (THMs) acidi aloacetici (HAAs) aloacetonitrili (HANs) Alochetoni Tricloroacetaldeide Triclorонitrometano idrato di cloralio cianogeno cloruro Clorati clorammine
Ozono	bromati aldeidi chetoni chetoacidi acidi carbossilici bromoformio acidi acetici brominati

Sottoprodotti della disinfezione: Trialometani (THMs)

- Derivano dalla reazione del cloro con le sostanze organiche
- Sono cloro e bromo-derivati:
  - **Cloroformio (gruppo 2B della IARC)**
  - **Bromoformio**
  - **Dibromoclorometano**
  - **Diclorobromometano (gruppo 2B della IARC)**
- Tutti questi composti sono volatili e quindi nuotatori e operatori vengono esposti per inalazione nelle piscine coperte
- La loro concentrazione nell'aria indoor è in funzione della ventilazione e della temperatura dell'acqua

Cloroformio



- Il cloroformio è classificato come *possibile cancerogeno per l'uomo*
- la sua concentrazione nell'aria delle piscine coperte può raggiungere valori anche elevati
- Oltre che tramite le vie aeree viene significativamente assorbito per via cutanea
- Si distribuisce in tutto il corpo ed in particolare nel sangue e nell'adipe
- Si accumula con effetti tossici nei reni, nei polmoni e nel sistema nervoso

Acidi aloacetici (HAAs)

Acido monocloroacetico, acido dicloroacetico, acido tricloroacetico, acido monobromoacetico e acido dibromoacetico

- Sono composti non volatili
- Sospettati di aumentare il rischio di cancro (tumori epatici)
- Sono stati descritti anche effetti sulla riproduzione e, ad alte dosi, neurotossici

Sottoprodotti della disinfezione con O_3

Aldeidi

- Sospettate di essere mutagene e cancerogene
- Soprattutto la formaldeide oltre ad essere un irritante per occhi e mucose delle vie aeree a concentrazioni >0.1 ppm è considerato ***cancerogeno per l'uomo***

Sottoprodotti della disinfezione con O_3

Bromati

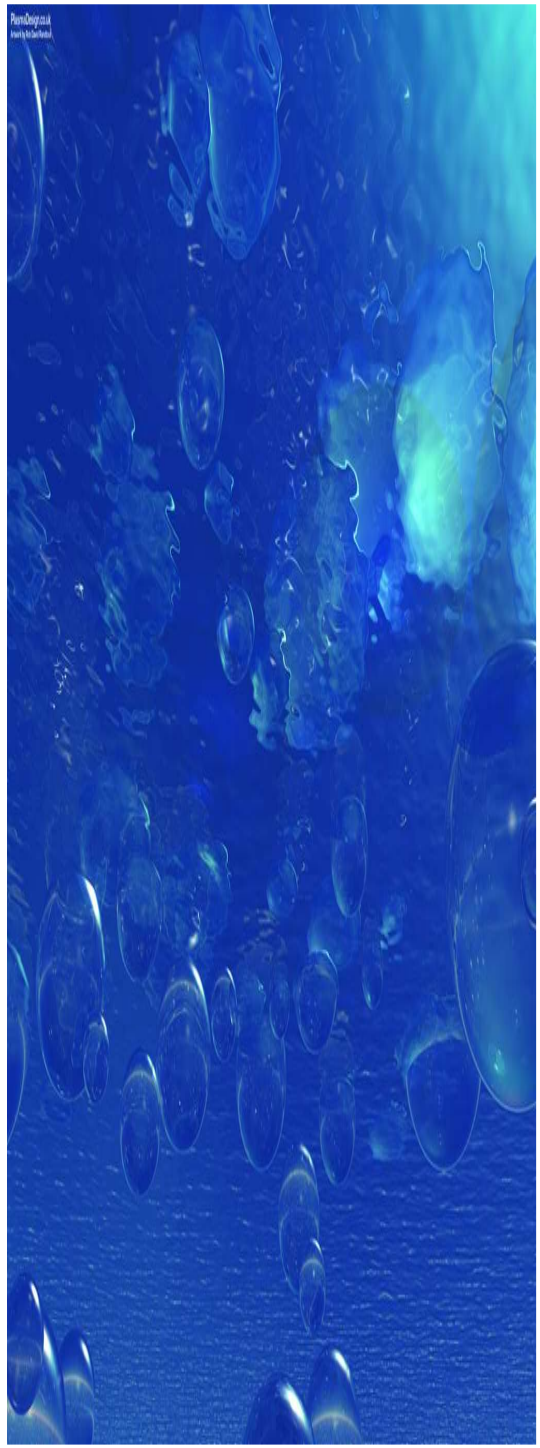
- Il bromato di potassio è definito dalla IARC come *possibile cancerogeno per l'uomo* (gruppo 2B)

L’acido Isocianurico

- E’ un componente presente nei formulati più diffusi per la disinfezione dell'acqua di piscina: il Dicloro ed il Tricloro

- E’ UNO STABILIZZANTE DEL CLORO

- Il cloro è facilmente attaccabile dai raggi ultravioletti, dai quali viene degradato e reso inefficace, per questo motivo già da molti anni viene "aiutato" con gli isocianurati che migliorano la stabilità del cloro, rendendolo più persistente.



L'acido Isocianurico

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

In acqua queste molecole danno la reazione

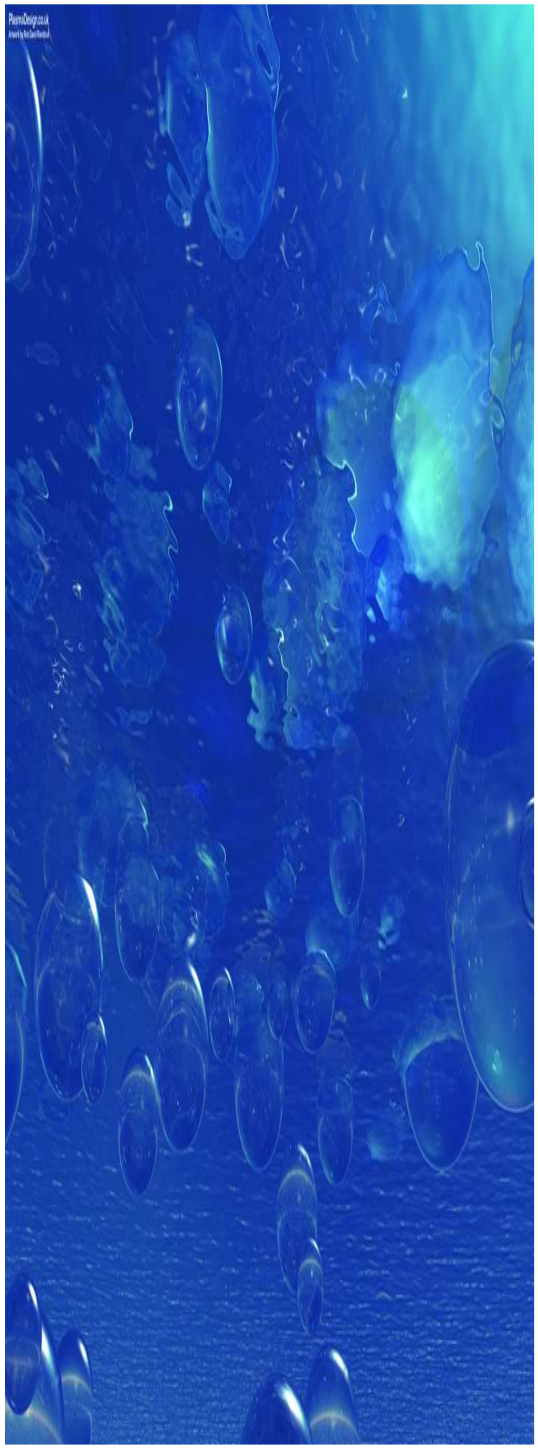
Cloroisocianurato ⟺ HClO + acido isocianurico

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

E' quindi logico che:

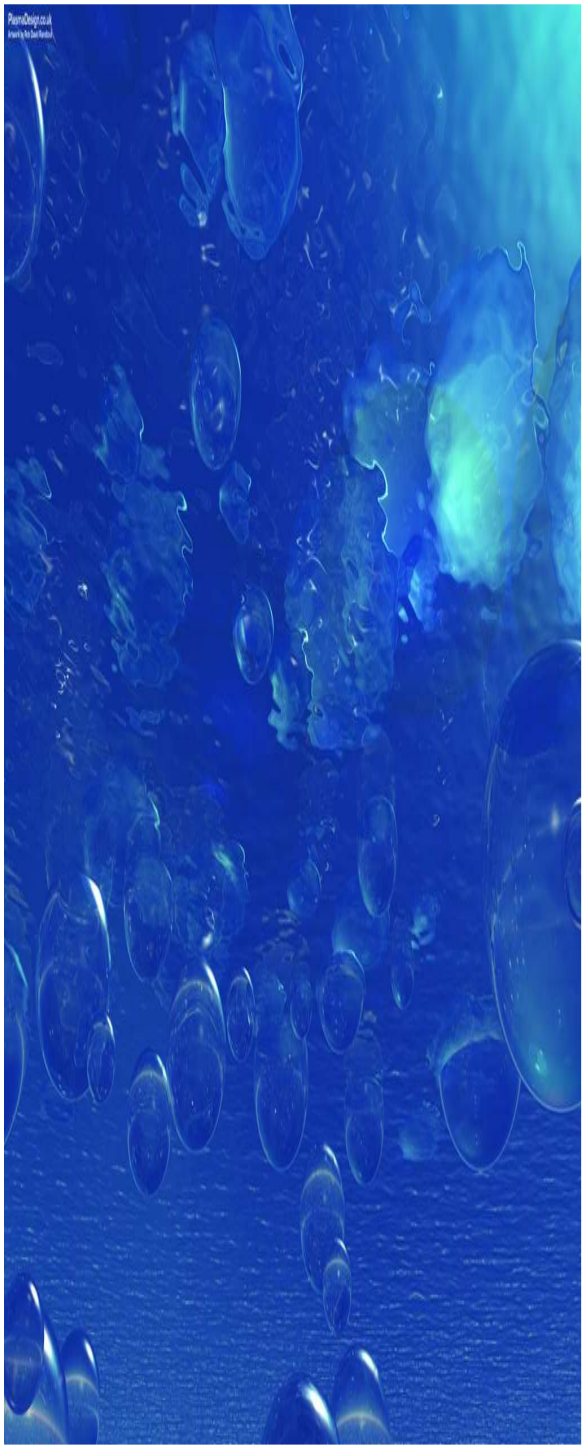
Man mano che l'acido ipocloroso viene consumato per la sua azione disinfettante una frazione del cloroisocianurato si decompone dando altro acido isocianurico;

Essendo l'acido isocianurico più stabile dell'acido ipocloroso la sua concentrazione nel tempo tenderà ad aumentare

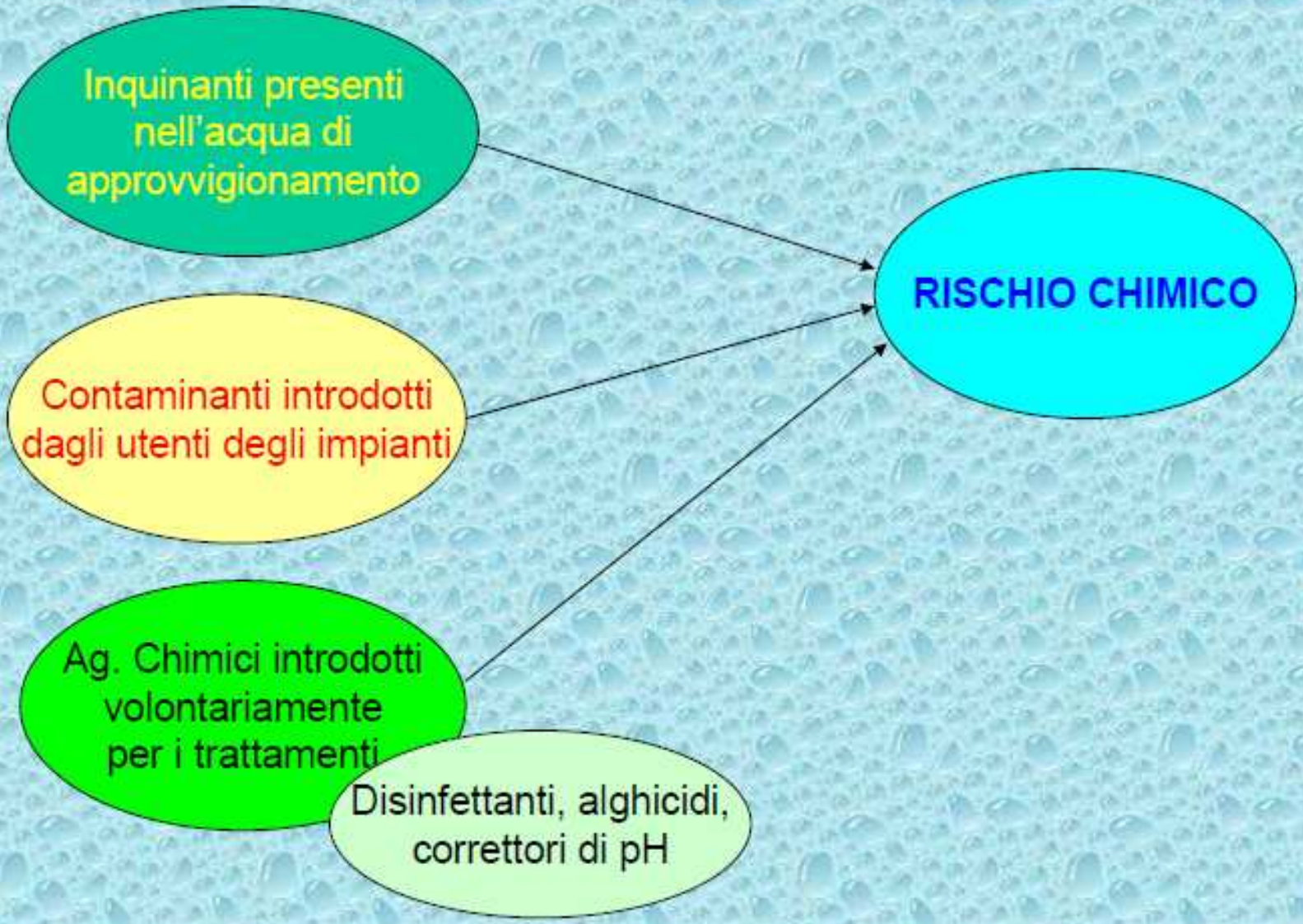


L'acido Isocianurico

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



Rischi da agenti chimici



Gestione del rischio

- Il rischio da agenti chimici nelle piscine dovuto sia ai prodotti di disinfezione che ai loro sottoprodotti è una realtà che però se correttamente gestito può mantenersi ad livello molto contenuto
- D'altra parte l'utilizzo di questi prodotti è allo stato dei fatti indispensabile per tenere sotto controllo il rischio biologico sicuramente presente e rilevante

Gestione del rischio

Le misure più importanti per contenere il rischio chimico a livello accettabile sono:

- Adozione di regole di comportamento per i bagnanti
- Corretta manutenzione dell'impianto sportivo
- Riduzione del carico di materiale organico
- Pulizia della vasca e degli spazi perimetrali
- Controllo della temperatura dell'acqua e della stabilità del pH
- Adozione di un efficace sistema di filtrazione e disinfezione
- Reintegro quotidiano di acqua fresca (almeno il 5%)
- Garantire adeguati ricambi d'aria
- Stoccare e manipolare gli agenti chimici in maniera consona
- Formazione specifica di coloro che operano nell'impianto