

# ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO: TRATTAMENTI



Dipartimento di Biotecnologie  
Comparto e Alimentazione



Fondazione  
Studi Universitari  
di Vicenza



# FONTI DI ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO NELL'INDUSTRIA ALIMENTARE

## Acquedotto

- Nessun impianto di potabilizzazione
  - Minimi investimenti
  - Nessun costo per manutenzione
- Minori adempimenti burocratici
- Prezzo proporzionale al consumo, definito dall'ente gestore dell'acquedotto
- Limiti alla possibilità di prelievo

## Pozzo (acqua di falda)

- Necessari impianti di potabilizzazione
  - Investimento che può essere gravoso (x elevati volumi di acqua da trattare e/o acque di pozzo di scarsa qualità)
  - Costi per manutenzione e adempimenti burocratici non trascurabili
- Costi unitari (€/mc) bassi
- Prelievi limitati solo dalla capacità del pozzo (a meno di restrizioni locali)

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## Tecnologie impiegate per il miglioramento delle caratteristiche chimiche dell'acqua

- Resine a scambio ionico
- Adsorbimento
- Osmosi inversa
- Ossidazioni chimiche

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## RESINE A SCAMBIO IONICO



- Lo scambio ionico è un processo chimico-fisico reversibile in cui uno ione “mobile” legato ad una resina scambiatrice è stechiometricamente scambiato con un altro ione presente nella fase liquida (acqua)



- La resina si esaurisce progressivamente ed è quindi necessario procedere periodicamente alla sua rigenerazione, effettuata con soluzioni concentrate di Sali

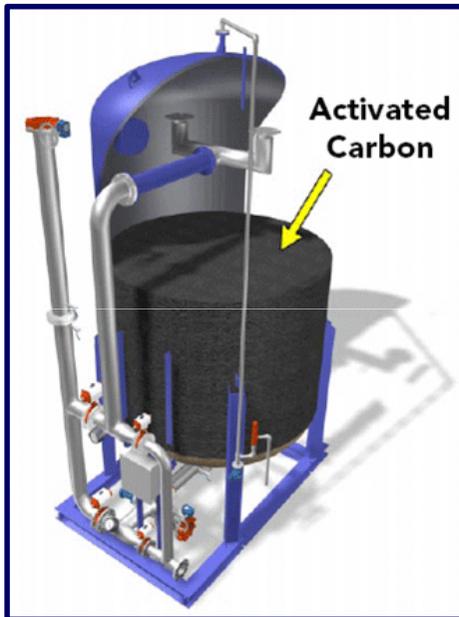
# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## RESINE A SCAMBIO IONICO

- Nell'ambito del miglioramento qualitativo dell'acqua potabile le resine a scambio ionico vengono impiegate prevalentemente nei processi di rimozione dei nitrati e di addolcimento (eliminazione durezza dell'acqua)
- Nel processo di addolcimento  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  vengono sostituiti da  $\text{Na}^+$ , e si impiegano soluzioni di  $\text{NaCl}$  per la rigenerazione
- Nel processo di rimozione dei nitrati questi vengono sostituiti da ioni  $\text{Cl}^-$ , e si usano sempre soluzioni di  $\text{NaCl}$  per la rigenerazione
- I reflui prodotti dal processo di rigenerazione (acqua con alte concentrazioni di cloruri) sono fortemente inquinanti; il loro smaltimento è critico ed è causa di un progressivo abbandono di tale tecnologia a favore di sistemi con un minore impatto ambientale (RO etc.)

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

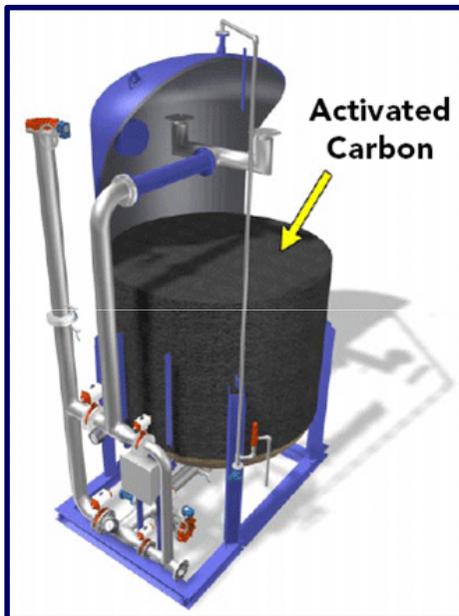
## ADSORBIMENTO



- Nel processo di adsorbimento molecole o ioni (*adsorbati*) vengono trattenuti dalla superficie di alcuni solidi porosi (*adsorbenti*), passando dalla fase liquida alla fase solida
- Progressivamente la capacità di assorbimento va riducendosi: quando insufficiente ai fini del trattamento il materiale adsorbente deve essere rimosso ed inviato a smaltimento o rigenerazione (o, in rari casi, rigenerato *in situ*)

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

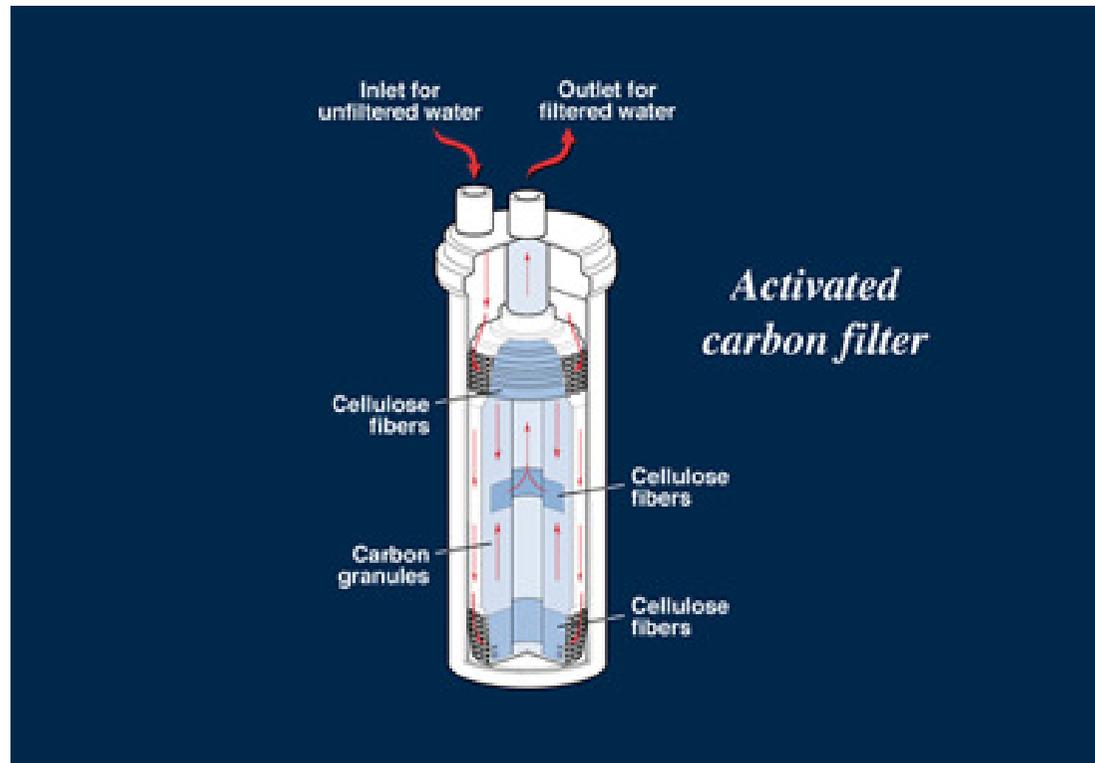
## ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO



- E' il processo di adsorbimento più comunemente utilizzato, di fondamentale importanza nel campo della potabilizzazione
- Permette di rimuovere sostanze difficilmente rimovibili con i trattamenti tradizionali
- Viene utilizzato per rimuovere eccessi di agenti disinfettanti ossidanti
  - può essere posto a valle di trattamenti di disinfezione per ossidazione molto forti
  - Viene impiegato per proteggere apparecchiature incompatibili con sostanze ossidanti (es. RO)

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO



# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO

---

Impiegato per la rimozione di

- Molecole organiche specifiche causa di deterioramento delle qualità organolettiche dell'acqua (geosmina)
- Pesticidi e loro sottoprodotti (atrazina)
- Sottoprodotti di disinfezione (THM, HAAs, NDMA etc.)
- Sostanze organiche di sintesi alogenate (VOC etc.)
- Interferenti endocrini (benzene, diossina, ftalati, bisfenoli etc.) ed altri microinquinanti
- Prodotti di origine farmaceutica o legati alla cura della persona (PPCP)

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## ALTRE TIPOLOGIE DI ADSORBENTI

<b>Materiale</b>	<b>Sostanze adsorbite</b>
Allumina attiva	Arsenico, fluoruri, sostanze umiche
sabbie rivestite di ossidi di Fe	Arsenico, fluoruri, sostanze umiche
Idrossido ferrino granulare	Arsenico, fluoruri, vanadio
Ossido di Titanio	Arsenico
Zeoliti	Arsenico

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## OSMOSI INVERSA



- ❑ La filtrazione ad osmosi inversa è un particolare caso di filtrazione su membrane semipermeabili
- ❑ Le dimensioni dei pori ( $<0,01 \mu\text{m}$ ) le rendono permeabili al solvente (acqua) ma non al soluto (ioni)
- ❑ Il grado di rimozione del soluto può essere molto alto ( $> 99.8 \%$ , mediamente  $> 98 \%$ )
- ❑ Si possono efficacemente rimuovere ioni inorganici ed organici, metalli in sospensione, molecole organiche residue, batteri e virus

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## OSMOSI INVERSA

- Impiegata comunemente:
  - per la rimozione di nitrati
  - Nella desalinizzazione di acque salmastre
  - Per il trattamento di acque con molteplici sostanze prossime ai limiti massimi di accettabilità
  - Per l'abbattimento dei valori di durezza
- A valle di un trattamento di RO possono essere richiesti trattamenti di rimineralizzazione per limitare l'aggressività dell'acqua osmotizzata e garantire la durezza minima prevista delle norme vigenti per l'acqua potabile ottenuta da processi di RO o addolcimento (15 °F)

# TRATTAMENTI ACQUE DI POZZO

## OSSIDAZIONE CHIMICA



Impiegata comunemente per la rimozione di ferro e manganese, in un processo che prevede più fasi:

Ossidazione con  $\text{NaClO}$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ , resine catalitiche



Trasformazione di Fe e Mn in ossidi ed idrossidi, insolubili



Filtrazione su filtri a sabbia o antracite

# DISINFEZIONE



La disinfezione di un'acqua destinata al consumo umano ha due scopi:

- ❑ Inattivare microrganismi patogeni di qualunque tipo (disinfezione primaria)
- ❑ Mantenere elevata la qualità microbiologica dell'acqua nelle rete fino all'utenza (disinfezione secondaria, di copertura o post-disinfezione)

In reti che si approvvigionano da acquedotti è possibile limitarsi alla sola disinfezione secondaria

# DISINFEZIONE



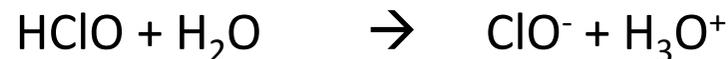
- ❑ L'efficacia di una disinfezione dipende dalla qualità dell'acqua da trattare ed in particolare dal suo contenuto di solidi sospesi e sostanze organiche
- ❑ La disinfezione di un'acqua di pozzo deve essere preceduta da una filtrazione fine (p.es. eseguita con filtri a sabbia) ed è consigliabile anche un trattamento di adsorbimento su carboni attivi
- ❑ Questi trattamenti riducono le quantità di sottoprodotti della disinfezione (THM etc.)

## DISINFEZIONE - CLORAZIONE

- ❑ La clorazione è il metodo chimico di disinfezione più antico e risulta essere ancora quello maggiormente utilizzato
- ❑ Il cloro, nelle industrie alimentari, viene solitamente dosato come ipoclorito di sodio (NaClO) che, in acqua, si trasforma in acido ipocloroso, la vera specie attiva



- ❑ In acqua HClO è in equilibrio con la sua forma ionica, biocida molto meno efficace



- ❑ L'impiego della clorazione è quindi poco efficace nel trattamento di acqua a pH > 8 e perde significativamente di efficacia già a pH > 7,5

## DISINFEZIONE – CLORAZIONE

- ❑ Il cloro è estremamente efficace nell'inattivazione dei batteri (anche se alcuni di questi, nella forma di spore, risultano avere elevata resistenza) ed è efficace anche nel controllo dei virus: per tale motivo viene giudicato un ottimo sanificante per il trattamento delle acque di pozzo
- ❑ Le indicazioni circa l'impiego della clorazione per la disinfezione delle acque fornite da WHO sono:
  - Deve essere garantito un residuo di cloro libero non inferiore a 0,5 ppm dopo 30 minuti di tempo di contatto
  - Il dosaggio massimo consentito di cloro libero è 5 ppm
  - Il dosaggio consigliato di cloro è 2-3 ppm (per le acque di pozzo tali valori possono essere eccessivi)

## DISINFEZIONE – POST DISINFEZIONE PER CLORAZIONE



- Il mantenimento in una rete di distribuzione di una concentrazione di cloro di 0,4 ppm è in grado di prevenire la formazione di biofilm in una rete (a pH <8)
- Reti realizzate in materiale plastico richiedono concentrazioni di cloro decisamente inferiori (0,1 ppm)
- In Europa, nelle reti di distribuzione pubbliche, il residuo di cloro libero garantito alle utenze varia generalmente tra 0,1 e 0,3 ppm

## DISINFEZIONE – POST DISINFEZIONE PER CLORAZIONE



- ❑ Le principali criticità nell'impiego del cloro come agente per la post disinfezione sono:
  - Alterazione delle caratteristiche organolettiche e corrosione, soprattutto in prossimità del punto di iniezione
  - Rapida diminuzione in rete (ore)
- ❑ L'economicità del prodotto, la facilità d'uso e l'efficacia rendono il cloro libero il biocida più comunemente utilizzato nei trattamenti di post disinfezione nell'industria alimentare

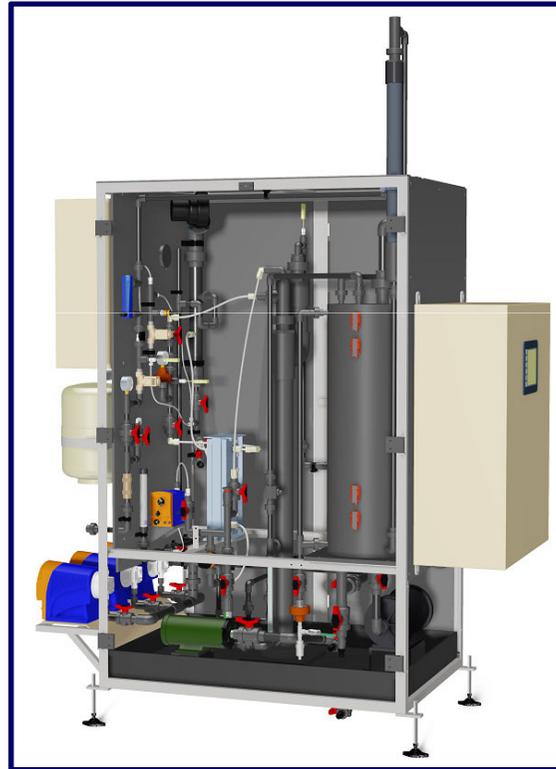
## DISINFEZIONE – BIOSSIDO DI CLORO

- ❑ Il biossido di cloro è un composto instabile
- ❑ Nelle industrie alimentari viene solitamente preparato per reazione tra clorito di sodio ed acido cloridrico



- ❑ Tale reazione viene effettuata in generatori appositi che, allo stato attuale, risultano di facile conduzione e sicuri; rimane comunque un fattore di rischio non eliminabile: l'accidentale miscelazione dei reattivi con conseguente sviluppo di componenti volatili tossiche
- ❑ La necessità di garantire facilità d'uso ed elevati livelli di sicurezza rende i generatori di biossido, concettualmente molto semplici, apparecchiature decisamente più costose di un sistema di dosaggio di NaClO

# DISINFEZIONE – BIOSSIDO DI CLORO



Dipartimento di Biotecnologia  
Comparto e Alimentazione



Fondazione  
Studi Universitari  
di Vicenza



## DISINFEZIONE – BIOSSIDO DI CLORO

- ❑ Ottimo battericida e virucida, è più efficace del cloro in caso di tempi di contatto brevi
- ❑ Nel campo della disinfezione in acque potabili l'efficacia del biossido di cloro non dipende dal pH
- ❑ Ha una azione migliore del cloro nel contrasto ed eradicazione del biofilm e ciò lo rende potenzialmente un agente sanificante migliore per le disinfezioni di copertura
- ❑ L'efficacia nella protezione della rete può essere però fortemente ridotta per la sua naturale volatilità (che cresce al crescere della temperatura) e per la tendenza alla decomposizione
- ❑ La diffusione del biossido di cloro è ostacolata dai costi di impianto (investimento, manutenzione, gestione)

## DISINFEZIONE – OZONO

- ❑ L'ozono ha fortissime proprietà ossidanti, superiori a quelle degli altri agenti sanificanti, e viene utilizzato nel trattamento delle acque potabili prevalentemente per questo motivo; la disinfezione è una conseguenza di questo trattamento ossidativo
- ❑ Con l'ozono è possibile ossidare:
  - Micro-inquinanti di difficile rimozione (pesticidi, antiparassitari)
  - Tensioattivi
  - Sostanze organiche naturalmente presenti nell'acqua (NOM)
  - Sostanze in grado di alterare le caratteristiche organolettiche dell'acqua
  - Ferro e manganese

## DISINFEZIONE – OZONO

- ❑ L'effetto sanificante è superiore a quello dei trattamenti alternativi
- ❑ L'ozono ha un tempo di permanenza in acqua molto breve: non può quindi essere utilizzato per le disinfezioni di copertura e deve essere associato ad un trattamenti di post-disinfezione fatti con altri agente sanificante
- ❑ Nel caso di accoppiamento con clorazione o dosaggio di biossido di cloro è necessaria, tra ozonizzazione e post-disinfezione, una filtrazione su carboni attivi (o trattamento analogo); questo al fine di eliminare le sostanze organiche prodotte dall'ossidazione che determinerebbero la formazione di THM ed altri sottoprodotti in alte concentrazioni

## DISINFEZIONE – OZONO

- ❑ L'ozono è un gas instabile: non viene quindi commercializzato in bombole ma prodotto in situ
- ❑ Gli impianti industriali di produzione dell'ozono hanno costi rilevanti di acquisto, gestione e manutenzione (se confrontati con quelli degli altri sistemi di disinfezione)
- ❑ Un impianto di produzione di ozono industriale ha un livello di rischio superiore a quello di un impianto di produzione di biossido di cloro
- ❑ Tutto ciò limita la diffusione dell'ozono come agente sanificante per le acque di pozzo nell'industria alimentare

## DISINFEZIONE – CLOROAMMINE

- ❑ L'agente sanificante impiegato è la monocloroammia, ottenuta per reazione tra cloro ed ammoniaca (o precursori di questi composti) in un apposito impianto
- ❑ La loro capacità di azione nei confronti dei batteri e dei virus è inferiore a quella delle specie chimiche viste precedentemente e quindi trovano scarsa applicazione nella disinfezione primaria
- ❑ Persistono però a lungo nella rete, hanno un'ottima efficacia nella prevenzione ed eradicazione del biofilm, hanno scarsa tendenza a formare sottoprodotti: questo le rende ottimi agenti per le disinfezioni di copertura; il dosaggio in rete viene mantenuto tra 0,5 e 2 ppm
- ❑ Al momento sono poco impiegate in Italia ma ci si attende in futuro un aumento della loro diffusione.

## DISINFEZIONE – LAMPADE UV



- ❑ Le lampade UV sono impiegate da molto tempo per la disinfezione dell'acqua potabile
- ❑ negli ultimi anni l'efficacia di tali apparecchiature è divenuta tale da renderle una valida alternativa ai trattamenti chimici per la disinfezione primaria delle acque di pozzo

## DISINFEZIONE – LAMPADE UV



- ❑ L'efficacia delle lampade UV è però depressa da tutte le sostanze in grado di opacizzare la lampada (ferro, manganese, calcio, biofilm) o di incrementare la torbidità dell'acqua: per tale motivo sono impiegabili solo per il trattamento di acque di buona qualità ed hanno costi di manutenzione non trascurabili
- ❑ Non sono idonee per trattamenti di disinfezione di copertura: a valle del loro impiego deve essere quindi previsto sempre il dosaggio di un disinfettante secondario

## CASE HISTORY N°4: DISINFEZIONE E SOTTOPRODOTTI



- ❑ Magazzino frigorifero specializzato in prodotti da orto, Centro Italia, 2006
- ❑ L'acqua impiegata per il lavaggio dei locali, proveniente da un pozzo di prima falda, risulta contaminata: non era previsto alcun trattamento di sanificazione ma solo una filtrazione
- ❑ Il responsabile sanitario del magazzino si oppone duramente a trattamenti sanificanti effettuati con prodotti chimici (“producono sostanze cancerogene”)

## CASE HISTORY N°4: DISINFEZIONE E SOTTOPRODOTTI



- Vengono installate due lampade UV con risultati insoddisfacenti per la pessima qualità dell'acqua di pozzo, la situazione non migliora nonostante investimenti rilevanti fatti sugli impianti a monte delle lampade UV
- Nel 2008 viene installato un sistema di clorazione che risolve il problema
- nel 2010 il sistema di clorazione è sostituito da un generatore di biossido di cloro per aumentare l'efficienza delle disinfezioni di copertura

# DISINFEZIONE – SOTTOPRODOTTI

## Confronto tra i rischi

- ❑ Il rischio di morte per la presenza di patogeni è almeno da 100 a 1000 volte il rischio di sviluppare un tumore a causa della presenza di sottoprodotti della disinfezione
- ❑ Il rischio di contrarre una malattia dovuta a patogeni è da 10000 ad un milione di volte maggiore del rischio di sviluppare un tumore dovuto alla presenza di sottoprodotti della disinfezione
- ❑ I rischi per la salute da sottoprodotti della disinfezione sono enormemente inferiori ai rischi microbiologici connessi al consumo della medesima acqua non sanificata

## DISINFEZIONE – SOTTOPRODOTTI

- ❑ L'OMS afferma che anche se il processo di disinfezione può provocare la presenza di molecole in grado di causare effetti a lungo termine sulla salute dei consumatori non si può fare a meno della disinfezione se si vogliono prevenire rischi molto più gravi dovuti ad agenti patogeni presenti nell'acqua potabile
- ❑ La Commissione Europea afferma che: il rischio diretto ed immediato per la salute e per la vita provocato dalla presenza nelle acque di microrganismi patogeni rende impensabile l'abbandono del processo di disinfezione. I valori parametrici proposti per i sottoprodotti della disinfezione non possono essere pertanto così restrittivi da compromettere la possibilità del processo di disinfezione

## DISINFEZIONE – SOTTOPRODOTTI

- ❑ Tutti i trattamenti di disinfezione e post-disinfezione chimica causano la formazione di sottoprodotti
- ❑ Non tutti i sottoprodotti dei processi di disinfezione e post-disinfezione sono stati studiati
- ❑ I THM sono i sottoprodotti della disinfezione più noti e studiati, non è detto siano automaticamente anche i più nocivi

# DISINFEZIONE – SOTTOPRODOTTI

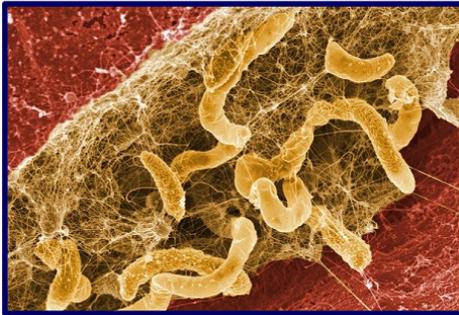
Sottoprodotti di disinfezione di vari disinfettanti			
Disinfettante	Sottoprodotti di disinfezione Organoalogenici	Sottoprodotti di disinfezione inorganici	Sottoprodotti di disinfezione non-alogenici
<i>cloro (Cl<sub>2</sub>)/ acido ipocloroso (HOCl)</i>	trialometani, acidi acetici alogenici, aloacetoni, cloro idrato, cloropicrina, clorofenoli, N-clorammine, alofuranoni, bromoidrine	clorati (soprattutto per applicazione di ipoclorito)	aldeidi, acidi alcanici, benzene, acidi carbossilici
<i>Diossido di cloro (ClO<sub>2</sub>)</i>		clorito, clorato	non noto
<i>clorammine (NH<sub>3</sub>Cl etc.)</i>	aloacetoni, ciano clorina, cloroammine organiche, cloramino acidi, cloroidrati, alochetoni,	nitrito, nitrato, clorato, idrazina	aldeidi, chetoni
<i>ozono (O<sub>3</sub>)</i>	bromoformio, monobromina acido acetico, dibromina acido acetico, dibromina acetone, ciano bromina	clorato, iodato, bromato, perossido di idrogeno, acido ipobromoso, epossidi, ozonati	aldeidi, chetoni, chetoacidi, acidi carbossidilici

# DISINFEZIONE – SOTTOPRODOTTI

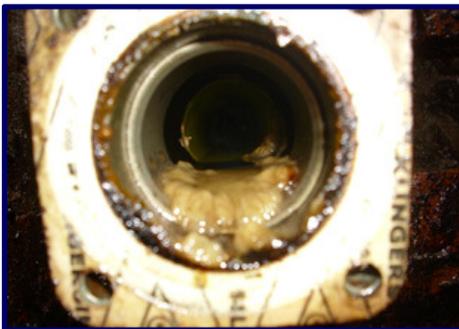
Valori Guida (OMS, 2003) per i  
“DISINFECTANTS BY-PRODUCTS”

<u>Disinfectants By-products</u>	<u>Valori guida (µg/l)</u>
<b>Bromati</b>	10
<b>Bromodichlorometano</b>	60
<b>Bromoformio</b>	100
<b>Tricloroacetaldeide</b>	10
<b>Clorati</b>	700
<b>Cloriti</b>	700
<b>Cloroformio</b>	200
<b>Cloruro di cianogeno</b>	70
<b>Dibromoaceto nitrile</b>	70
<b>Dibromoclorometano</b>	100
<b>Dicloroacetato</b>	40
<b>Dicloroacetoneitrile</b>	20
<b>Formaldeide</b>	900
<b>Monocloroacetato</b>	20
<b>Tricloroacetato</b>	200
<b>2,4,6-Triclorofenolo</b>	200
<b>Trialometani totali</b>	(somma rapporti dei 4 singoli composti < 1)

## SANIFICAZIONI DI EMERGENZA



Procedure che si applicano nel caso di contaminazioni rilevanti della rete o di tratti di questa, con formazione di biofilm in quantità tale da determinare un inaccettabile incremento della concentrazione di specie microbiche (patogene o meno) nell'acqua che attraversa tale rete o tratto di rete



# SANIFICAZIONI DI EMERGENZA

## Norma UNI 9182 – impianti di alimentazione e distribuzione di acqua calda e fredda – criteri di progettazione, collaudo e gestione

- ❑ Si utilizzano come agenti sanificanti cloro o suoi derivati (normalmente ipoclorito di sodio 12-14 %)
- ❑ L'agente sanificante deve essere dosato in modo tale da garantire 50 ppm di cloro libero in tutti i punti della rete
  - Il dosaggio minimo di sodio ipoclorito 12.14 % è quindi di 500 ppm
  - la concentrazione di cloro deve essere determinata in più punti della rete
- ❑ Il tempo di contatto deve essere non inferiore a 8 ore, la sanificazione può essere “statica”, senza flusso di soluzione di ricircolo.

# SANIFICAZIONI DI EMERGENZA

## Norma UNI 9182 – impianti di alimentazione e distribuzione di acqua calda e fredda – criteri di progettazione, collaudo e gestione

- Serbatoi ed autoclavi si sanificano in maniera analoga
- E' necessario garantire un residuo di cloro non inferiore a 200 ppm
  - Il dosaggio minimo di sodio ipoclorito è di 2 kg/mc
- Il tempo minimo di contatto è due ore
- Terminata la sanificazione della rete, dei serbatoi e delle autoclavi si sciacqua fino a residuo di cloro in uscita dalle utenze minore di 0,5 ppm

# SANIFICAZIONI DI EMERGENZA

## Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi

- ❑ Si utilizzano come agenti sanificanti cloro o suoi derivati (normalmente ipoclorito di sodio 12-14 %)
- ❑ L'agente sanificante deve essere dosato in modo tale da garantire almeno 20 ppm in tutti i punti della rete, meglio se 50 ppm
- ❑ Raggiunto il livello di cloro desiderato il flussaggio di acqua deve continuare per almeno 1 ora, se la concentrazione di cloro è non inferiore a 50 ppm, da portare ad almeno due ore se la concentrazione di cloro è compresa tra le 20 e le 50 ppm
- ❑ Terminata la sanificazione si sciacqua fino a residuo di cloro in uscita dalle utenze minore di 0,5 ppm

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

- ❑ Soddisfare i criteri di potabilità può non essere sufficiente per le acque impiegate nel processo di produzione delle industrie alimentari
- ❑ Può essere infatti necessario modificare caratteristiche dell’acqua che non sono legate ad aspetti sanitari ma “tecnologici”
- ❑ Queste modifiche hanno la finalità di prevenire:
  - Interferenza tra ioni disciolti nell’acqua (calcio, magnesio), ingredienti e processi produttivi degli alimenti
  - La formazione di depositi ed incrostazioni
  - L’innescò di fenomeni corrosivi

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

## Importanza del contenuto di calcio dell’acqua di impasto del pane

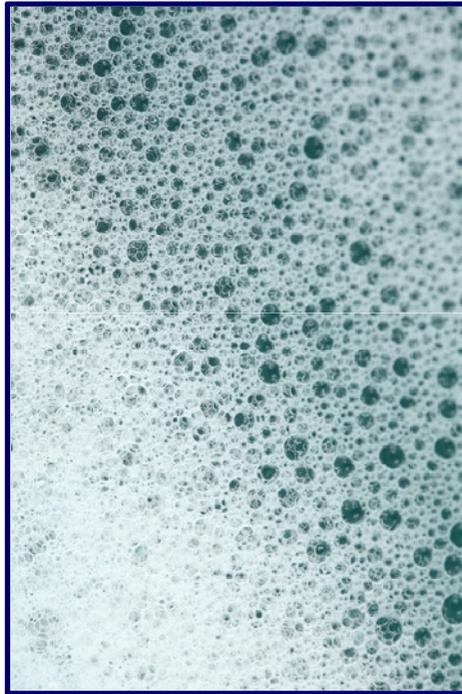
- ❑ L’impiego di acqua con durezza maggiore di 20°F nella preparazione dell’impasto del pane industriale porterà ad una struttura del glutine eccessivamente chiusa che ostacolerà la fase di fermentazione
- ❑ Acque molto dure possono poi ostacolare la fermentazione poiché hanno la naturale tendenza ad essere alcaline: possono perciò innalzare il pH dell’impasto al di sopra del valore ottimale per l’attività enzimatica necessaria alla fermentazione
- ❑ Acque molto dolci portano invece ad impasti molli ed appiccicosi

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

## Altre relazioni tra la qualità di alcuni alimenti e la durezza dell’acqua

- ❑ La cottura di frutta e verdura in acque contenenti calcio porta alla formazione di pectati di calcio che conferiscono al prodotto finito un’ottima compattezza
- ❑ Una elevata concentrazione di calcio porta ad una eccessiva formazione di pectati di calcio che rendono il prodotto duro
- ❑ La reidratazione di legumi secchi è difficile in acque molto dure
- ❑ In acque dolci, ottenute con il processo di addolcimento (calcio sostituito da sodio), l’acqua estrae maggiore caffeina dalla polvere di caffè rendendolo la bevanda più amara e forte

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



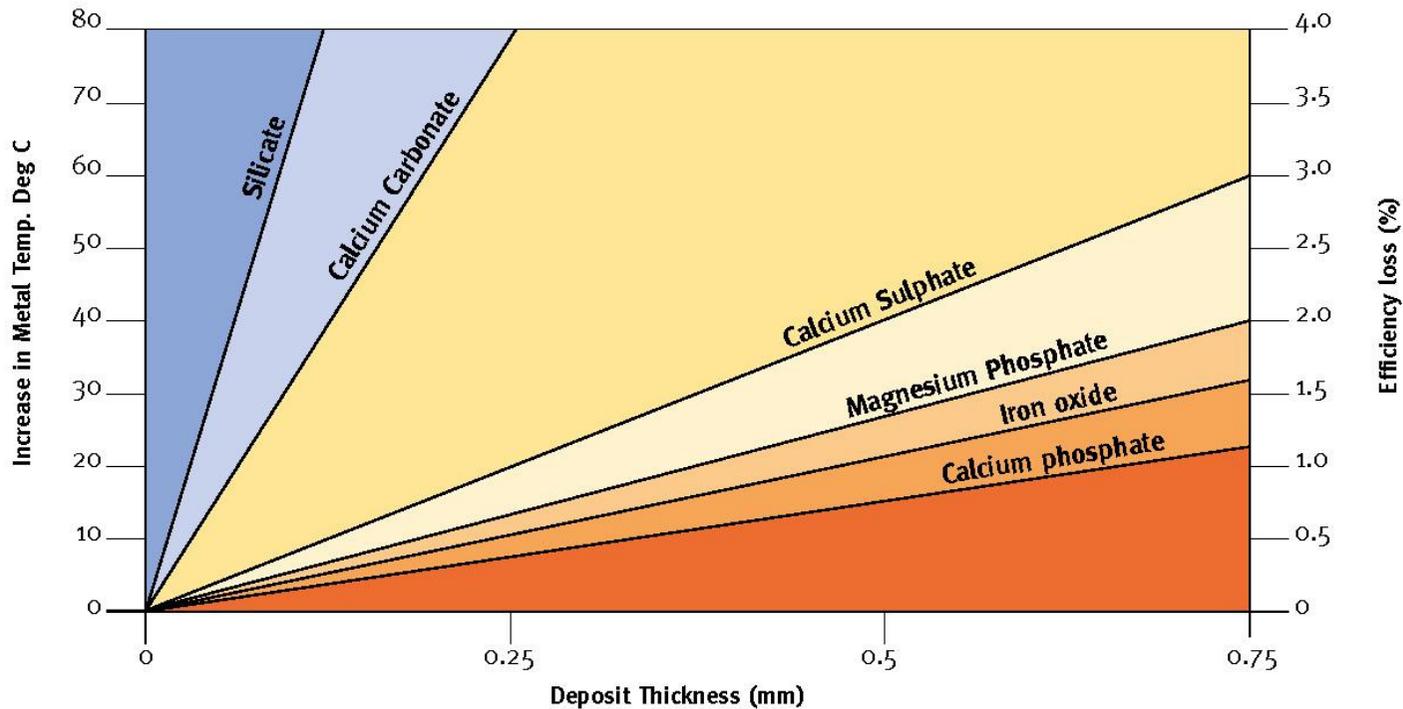
## Durezza dell’acqua e detergenza

- ❑ Gli ioni calcio e magnesio possono interferire con i processi di detergenza poiché alcuni detergenti reagiscono con essi formando sali insolubili
- ❑ Le operazioni di detergenza effettuate con acqua dura richiedono quindi un maggiore impiego di saponi e tensioattivi
- ❑ I Sali possono formare depositi sulle superfici trattate, ostacolando le operazioni di disinfezione successive

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

## Extract from Good Practice Guide 221

Improving boiler energy efficiency through water treatment



**Graphical Representation of the effects of scale on boiler efficiency**

Chemical constituents of boiler scale can be any one or a combination of all of the above

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



## Addolcimento

- ❑ Si impiegano resine a scambio ionico
- ❑ Gli ioni calcio e magnesio presenti nell’acqua sono sostituiti da ioni sodio
- ❑ Il trattamento avviene in serbatoi cilindrici verticali (“colonne”)
- ❑ La resina viene rigenerato con soluzioni concentrate di salamoia

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



## Addolcimento

- ❑ Si producono acque aggressive per alcune metallurgie (alluminio, acciai zincati e, in alcuni casi, acciai al carbonio)
- ❑ Le acque tendono ad alcalinizzarsi molto se riscaldate a lungo
- ❑ Gli impianti sono economici sia in termini di investimento che di costi di gestione, la gestione è semplice
- ❑ Producono un refluo da considerarsi fortemente inquinante

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



## Osmosi

- ❑ Filtrazione su membrana semipermeabile
- ❑ Si produce un’acqua (permeato) a basso contenuto salino (< 2 % della salinità iniziale)
- ❑ La rimozione degli ioni è aspecifica
- ❑ Si produce un refluo (concentrato) con alta concentrazione salina
- ❑ Il rapporto permeato/concentrato varia normalmente da 70/30 a 80/20

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



## Osmosi

- ❑ L’acqua prodotta è aggressiva per tutte le metallurgie ad eccezione degli acciai inox
- ❑ L’impianto non è economico e diviene costoso nel caso di grandi produzioni
- ❑ La gestione dell’impianto è costosa e non elementare
- ❑ I reflui prodotti sono (tranne rare eccezioni) non inquinanti

# REQUISITI MINIMI DELLE APPARECCHIATURE IMPIEGATE PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

- ❑ Definite nel D.M. 25/2012 e relative a “le apparecchiature tendenti a modificare le caratteristiche dell’acqua potabile”
- ❑ Tale norma fa specifico riferimento ad acque impiegate in ambito domestico o nei pubblici esercizi per l’erogazione al pubblico o la preparazione di alimenti
- ❑ Fornisce però indicazioni di base che non possono essere trascurate nell’ambito dell’industria alimentare poiché finalizzate ad evitare fenomeni negativi (contaminazione microbica, inquinamento delle acque etc.) che sono indipendenti dall’ambito di utilizzo dell’acqua

# REQUISITI MINIMI DELLE APPARECCHIATURE IMPIEGATE PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

- Il DM 25/2012 sottolinea in più parti l’importanza di garantire una corretta gestione e manutenzione delle apparecchiature e dei sistemi di trattamento dell’acqua
- Nei casi vincolati al rispetto del “Manuale di autocontrollo” di un Operatore del Settore Alimentare (OSA), è indispensabile utilizzare un “Registro di impianto” che deve essere mantenuto aggiornato dall’addetto responsabile della gestione/ manutenzione
  - Scopo del “Registro” è di consentire da un lato una verifica della regolare esecuzione delle operazioni previste e, d’altro lato, di evidenziare difetti di funzionamento o la necessità di ulteriori azioni di manutenzione.
  - Il “Registro” potrebbe rendere possibile l’individuazione di cause e/o la prevenzione di eventuali effetti negativi per la salute umana nonché dimostrare la dovuta diligenza dell’addetto responsabile alla gestione del sistema.

# REQUISITI MINIMI DELLE APPARECCHIATURE IMPIEGATE PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

## Requisiti minimi di una apparecchiatura utilizzato per il trattamento dell’acqua potabile

- Tutti i materiali impiegati devono essere rispondenti alle prescrizioni per uso alimentare (D.M. 174/2004)

Per gli addolcitori:

- Dispositivo per la rigenerazione automatica
- Sistema automatico di auto-disinfezione delle resine durante la rigenerazione\*

\* = una ricerca effettuata in toscana all’inizio degli anni 90 dalle locali USL ha dimostrato come in assenza di tale sistema (o con tale sistema non funzionante) il passaggio dell’acqua attraverso un addolcitore comporta un incremento della carica microbica di 6-8 volte

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



## Trattamenti chimici di condizionamento per acque potabili

- Consentono di prevenire fenomeni corrosivi e/o la formazione di incrostazioni
- L'efficienza nella prevenzione delle incrostazioni cala drasticamente con acque a temperature  $> 60^{\circ}\text{C}$
- Si utilizzano prodotti specifici (vedi normativa descritta in seguito), molto meno efficaci dei condizionanti chimici impiegati per il trattamento delle acque ad uso tecnologico

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA



## Trattamenti chimici di condizionamento per acque potabili

- ❑ Le concentrazioni di principio attivo nell’acqua trattata sono molto basse (< 10 ppm)
- ❑ Non vengono modificate le caratteristiche non “tecnologiche” dell’acqua (sanitarie, organolettiche etc)
- ❑ I sistemi di dosaggio sono estremamente semplici, i trattamenti e la loro gestione molto economici

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

## Quando eseguire un trattamento chimico antincrostante

- ❑ Distribuzione di acque incrostanti ( $RY < 6.5$ ) in reti con temperature massime  $< 80^{\circ}\text{C}$
- ❑ Valutarne l’uso se l’acqua permane molto tempo a  $T > 60^{\circ}\text{C}$
- ❑ La presenza di componenti realizzate in materiali facilmente corrodibili in ambiente acido (leghe di alluminio, acciaio zincato, acciaio al carbonio) aumenta la necessità di effettuare trattamenti chimici antincrostanti poiché i decapaggi acidi necessari per eliminare le incrostazioni danneggerebbero tali componenti

# TRATTAMENTI PER IL MIGLIORAMENTO “TECNOLOGICO” DELL’ACQUA

## Quando eseguire un trattamento chimico anticorrosivo

- ❑ Distribuzione di acque corrosive ( $RY > 6.5$ ) sia naturali che ottenute mediante trattamenti chimico-fisici di osmosi od addolcimento
- ❑ Distribuzione di acque sottoposte a trattamenti di post-disinfezione effettuati con cloro libero o biossido di cloro
- ❑ Trattamenti anticorrosivi sono superflui in reti realizzate in materiali plastici o acciai inox (ad eccezione dell’AISI 304)
- ❑ E’ importante ricordare che nelle reti realizzate con componenti in acciaio al carbonio, ghisa ed acciaio zincato i trattamenti anticorrosivi coadiuvano i trattamenti di post-disinfezione

# REQUISITI MINIMI DEI PRODOTTI IMPIEGATI PER IL TRATTAMENTO DELL'ACQUA

**Linee guida sui dispositivi di trattamento delle acque destinate al consumo umano ai sensi del DM 7 Febbraio 2012, n° 25, ministero della salute**

- ❑ Trattamenti antibatterici e di disinfezione:  
“Fondamentale è, in tale contesto. L'utilizzo di reagenti con adeguate caratteristiche di purezza”
- ❑ Trattamenti di condizionamento antincrostante/anticorrosivo  
“Considerazione particolare per questa tipologia di trattamenti è da rivolgere alle caratteristiche dei prodotti impiegati, che devono rispondere alle prescrizioni di purezza previste dal settore alimentare”

# REQUISITI MINIMI DEI PRODOTTI IMPIEGATI PER IL TRATTAMENTO DELL'ACQUA



- ❑ Le caratteristiche di purezza adeguate al trattamento di acque potabili sono definite, per ogni singola materia prima, dalle norme UNI sezione “chemicals used for treatment of water intended for human consumption”
- ❑ Il fornitore del prodotto chimico utilizzato per il trattamento delle acque potabili deve garantire che quanto da lui fornito sia realizzato impiegando esclusivamente materie prime che soddisfano le norme UNI appena citate

# REQUISITI MINIMI DEI PRODOTTI IMPIEGATI PER IL TRATTAMENTO DELL'ACQUA



Possono poi essere richieste altre dichiarazioni di conformità, le più comuni della quali sono l'inserimento delle materia prime del prodotto nelle liste positive redatte da

- FDA
- FDA GRAS
- NSF/ANSI 60
- DIN EN
- Lista degli additivi x alimenti ammessi all'uso

# PIANI DI AUTOCONTROLLO



Sezione basata su:

**“Linee guida per il controllo dell’acqua  
utilizzata nelle imprese alimentari”**

Dipartimento sanitario regionale

Emilia-Romagna

Servizio igiene alimenti e nutrizione

Dipartimento di Biotecnologie  
Comparto e Alimentazione



Fondazione  
Studi Universitari  
di Vicenza



# PIANI DI AUTOCONTROLLO



I criteri di stesura dei piani di autocontrollo per le aziende che operano nel settore alimentare si basano sull'esame di quattro parametri:

- Provenienza dell'acqua
  - Acquedotto
  - Altro
- Tipologia dell'impresa alimentare
- Impiego dell'acqua
- Presenza di situazioni di rischio
  - Presenza di accumuli e/o addolcitori
  - Vetustà dell'impianto
  - Dimensione della rete

# PIANI DI AUTOCONTROLLO

## Definizioni

- Acque destinate al consumo umano

“Acque utilizzate da un’impresa alimentare per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l’immissione su mercato di prodotti o sostanze destinate al consumo umano, escluse quelle la cui qualità non può avere conseguenze sulla salubrità del prodotto finale”

- Impresa alimentare

“ogni soggetto che svolge una qualsiasi delle attività connesse ad una delle fasi di produzione, trasformazione e distribuzione degli alimenti” (reg. CEE 178/2002/CE)

# PIANI DI AUTOCONTROLLO

## Definizioni

### □ Punti di rispetto delle conformità

“I valori di parametro fissati nell'allegato 1 del decreto legislativo 31/2001 devono essere rispettati, per le acque utilizzate nelle imprese alimentari, nei punti in cui sono utilizzate nell'impresa”  
(D.Lgs. 31/2001)

# PIANI DI AUTOCONTROLLO

## Ambiti di esclusione delle linee guida in esame

Le linee guida in esame non si applicano

- Ad aziende il cui prodotto finale ha come ingrediente principale l'acqua (soft drink, birra etc.)
- Ad aziende operanti nella produzione primaria

# PIANI DI AUTOCONTROLLO

## Documentazione necessaria per la redazione del piano di controllo

- Planimetria di tutte le reti di distribuzione dell'acqua presente nell'impianto; in caso di presenza di reti di acqua potabile e acqua tecnologica deve essere evidenziata la loro non interconnessione
- La planimetria dovrebbe essere perfezionata con la rappresentazione delle apparecchiature connesse alla rete e con l'identificazione chiara dei punti di prelievo
- Dovrà poi esserci un registro delle attività effettuate sulla rete, sia ordinarie che straordinarie

## Nota

- Tale documentazione è spesso carente, non aggiornata, imprecisa, soprattutto in strutture di realizzazione non recente

## PIANI DI AUTOCONTROLLO



La potabilità dell'acqua non è richiesta per tutte le acque impiegate dall'industria alimentare ma solo per quelle il cui utilizzo può avere conseguenze sulla salubrità del prodotto finito: è possibile definire quindi una "gradualità" nella qualità che è richiesta all'acqua in funzione degli utilizzi

Dipartimento di Biomedicina  
Comparata e Alimentazione



Fondazione  
Studi Universitari  
di Vicenza



# PIANI DI AUTOCONTROLLO

Impiego	Requisiti minimi
Alimento (anche se acqua in forma di ghiaccio)	Acqua destinata al consumo umano (potabili)
Lavaggio impianti, attrezzature, utensili	Parametri microbiologici: come acque potabili Sostanze nocive: come acque potabili Altri parametri: da valutare volta per volta
Lavaggio locali	Parametri microbiologici: come acque potabili Sostanze nocive: come acque potabili Altri parametri: non necessari
Tecnologico	Acqua non potabili
Vapore	Privo di sostanze pericolose o in grado di contaminare gli alimenti

## PIANI DI AUTOCONTROLLO – TIPOLOGIA DI ANALISI

Tipo di analisi	Analisi microbiologica	Analisi chimica
Punto prelievo, completa	3 parametri	42 parametri chimico/fisici
Routine, rete	2 parametri	13 parametri chimico/fisici
Semplificata, rete	4 parametri	29 parametri chimico/fisici
Completa, rete	4 parametri	45 parametri chimico/fisici
Spesso x reti estese viene aggiunta una tipologia di analisi		
microbiologica	4 parametri	nessuna

# PIANI DI AUTOCONTROLLO APPROVVIGIONAMENTO DA ACQUEDOTTO

## Azienda senza serbatoi di accumulo e/o impianti di addolcimento

Frequenza minima analisi	Analisi microbiologica	Analisi chimica
Ogni anno nei punti in cui l'acqua viene incorporata come alimento (anche se vapore)	Routine e semplificata, in alternanza	Routine più parametri che possono subire modifiche in funzione delle caratteristiche della rete

# PIANI DI AUTOCONTROLLO APPROVVIGIONAMENTO DA ACQUEDOTTO

## Azienda con serbatoi di accumulo e/o impianti di addolcimento

Frequenza analisi	Analisi microbiologica	Analisi chimica
Due volte l'anno nei punti in cui l'acqua viene incorporata come alimento (anche se vapore)	Routine e semplificata + carica batterica a 37°C, in alternanza	Routine più parametri che possono subire modifiche in funzione delle caratteristiche della rete, dei serbatoi di accumulo e degli addolcitori

# PIANI DI AUTOCONTROLLO APPROVVIGIONAMENTO DIVERSO DA ACQUEDOTTO

## Punto di approvvigionamento (pozzo)

Frequenza minima analisi	Analisi microbiologica	Analisi chimica
Una volta l'anno	Verifica completa	Verifica completa

# PIANI DI AUTOCONTROLLO APPROVVIGIONAMENTO DIVERSO DA ACQUEDOTTO

**Punti di incorporo dell'acqua come ingrediente (anche in fase vapore)**

<b>Frequenza minima analisi</b>	<b>Analisi microbiologica</b>	<b>Analisi chimica</b>
Due volte l'anno	Alternando verifica completa e semplificata	Alternando verifica completa e semplificata

# PIANI DI AUTOCONTROLLO APPROVVIGIONAMENTO DIVERSO DA ACQUEDOTTO

**Punti ove l'acqua viene utilizzata per il lavaggio delle attrezzature**

<b>Frequenza minima analisi</b>	<b>Analisi microbiologica</b>	<b>Analisi chimica</b>
Una volta l'anno	Semplificata	Semplificata

# PIANI DI AUTOCONTROLLO APPROVVIGIONAMENTO DIVERSO DA ACQUEDOTTO

**Punti ove l'acqua viene utilizzata per il lavaggio dei locali**

<b>Frequenza minima analisi</b>	<b>Analisi microbiologica</b>	<b>Analisi chimica</b>
Una volta ogni due anni	routine	Parametri tossici

Dipartimento di Biomedicina  
Comparata e Alimentazione



Fondazione  
Studi Universitari  
di Vicenza



## PIANI DI AUTOCONTROLLO

- ❑ I piani di controllo appena descritti sono degli standard minimi da rispettare
- ❑ In riferimento alla vulnerabilità della risorsa idrica, alla presenza di fonti locali di rischio, ai dati storici può essere deciso di estendere lo spettro dei parametri da determinare, incrementare il numero dei punti da campionare o aumentare la frequenza dei campionamenti
- ❑ In particolare in caso di trattamenti chimico/fisici delle acque quali deferrizzazione, demanganizzazione, osmosi inversa, adsorbimento la tipologia dei parametri, la frequenza dei controlli ed il monitoraggio nei punti critici di controllo del trattamento dovranno trovare specifica indicazione nel piano di autocontrollo e variare in funzione della tipologia di impianto, del volume di acqua trattata, della tipologia di prodotto finito

# PIANI DI AUTOCONTROLLO: UN ESEMPIO

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
Miscelazione 1	C			M			S			M		
Miscelazione 2	C			M			S			M		
Mensa			M			M			M			M
Osmosi produzione IN	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Osmosi produzione OUT	C	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M	M
ingresso clorazione	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
ingresso UV	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
ingresso rete	M	M	I	M	M	I	M	M	I	M	M	I
Collettore pozzi 1		I	I		I	I			I		I	
Collettore pozzi 2		I	I		I	I			I		I	
Collettore pozzi 3		I	I		I	I			I		I	
Spinte	C	M	M	M	M	M	S	M	M	M	M	M
Pozzo 1	I			S			C			S		
Pozzo 2	I			S			C			S		
Pozzo 3	I			S			C			S		

C = COMPLETA, I = INTERMEDIA, S = SEMPLIFICATA, M = MICROBIOLOGICA, IN GIALLO ANALISI MINIME CONC. CON USL

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE



La qualità delle acque tecnologiche può, in alcuni casi, essere correlata alla sicurezza per i consumatori in relazione agli alimenti prodotti industrialmente.

La maggiore frequenza di questi casi si ha quando vengono impiegati:

- vapore
- acque glicolate

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – IL VAPORE



- Il vapore è il principale fluido di scambio termico impiegato nelle industrie alimentari per i processi di riscaldamento
- La produzione è centralizzata ed avviene mediante caldaie, spesso di grandi dimensioni; la distribuzione del vapore ed il recupero delle condense avviene mediante linee (vapore/condense) spesso molto estese

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – IL VAPORE

- ❑ Tutto il sistema di produzione e distribuzione vapore rappresenta un fattore di rischio rilevante per i lavoratori (si genera e distribuisce un fluido estremamente caldo e sotto pressione)
- ❑ L'elevata temperatura aumenta fortemente la probabilità di avere fenomeni chimici (corrosione, incrostazione) in grado di compromettere l'integrità degli impianti, con conseguenze nefaste
- ❑ E' quindi obbligatorio il condizionamento chimico delle acque di caldaia e fortemente consigliato, da un punto di vista tecnologico, quello della linea vapore condense
- ❑ I condizionanti usati possono però, almeno potenzialmente, contaminare l'alimento prodotto

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – IL VAPORE

Denominazione vapore	Caratteristiche
Conforme norma ISO TS 22002	Trattamento eseguito solo sulle acque di caldaia, impiegando prodotti non volatili che contengono principi attivi inseriti nella lista degli additivi alimentari ammessi o impiegabili per il trattamento di acque potabili
Puro	Trattamento eseguito solo sulle acque di caldaia, impiegando prodotti non volatili
“Conforme FDA”	Trattamento eseguito sulle acque di caldaia e nella linea vapore condense, impiegando prodotti che contengono principi attivi inseriti nella lista 21CFR173.310 -
Tecnologico	Trattamento eseguito sulle acque di caldaia e vapore con qualunque additivo

## LA NORMA ISO TS 22002

- ❑ Lo standard **ISO/TS 22002-1: Prerequisite Programmes on Food Safety - Part 1: Food Manufacturing** specifica i requisiti per definire, implementare e mantenere un programma di prerequisiti che contribuisca a gestire i pericoli sanitari nell'industria alimentare
- ❑ La norma specifica i requisiti che devono essere considerati in tutte le attività svolte dall'industria alimentare tra cui (punto 7.2.3.f) “gestione del materiale acquistato (ad es. materie prime, ingredienti, prodotti chimici e imballaggi), forniture (ad es. **acqua**, aria, **vapore e ghiaccio**), eliminazione (ad es. rifiuti e scoli) e manipolazione di prodotti (ad es. conservazione e trasporti)”

# LA NORMA ISO TS 22002

- ❑ In relazione alla fornitura di acqua e ghiaccio le raccomandazioni della norma coincidono con quelle già precedentemente viste quando di sono esaminati i piani di autocontrollo
- ❑ La norma ISO TS 22002 si occupa specificatamente del condizionamento chimico dei generatori di vapore indicando che per tale trattamento possono essere usati esclusivamente:
  - Additivi per alimenti approvati
  - Additivi approvati per il trattamento delle acque potabili

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – IL VAPORE

Impiego del vapore	Tipologia di vapore da impiegare
Di processo	ISO TS 22002 o puro
Per pulizia attrezzature o tecnologico ma con possibile contatto, diretto od indiretto, con alimenti od ingredienti	Puro o “conforme FDA”
Uso tecnologico, possibile occasionale contatto indiretto con alimenti	“conforme FDA”
Tecnologico, nessun possibile contatto diretto od indiretto	Tecnologico

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – ACQUE GLICOLATE



- ❑ Le acque glicolate sono impiegate nei processi di raffreddamento (ciclo del freddo)
- ❑ La presenza del glicole è dovuta alla sua funzione antigelo
- ❑ I glicoli favoriscono i fenomeni di corrosione: devono perciò essere sempre additivati di specifici inibitori di corrosione



## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – ACQUE GLICOLATE

- ❑ Le acque glicolate sono miscele acqua/glicole con una percentuale di glicole variabile tra il 20 ed il 50 %
- ❑ Industrialmente il glicole più impiegato, perché più performante, è il glicole etilenico, tossico per ingestione (la dose letale per un uomo di 70 kg di peso è circa 50 cc)
- ❑ L'alternativa non tossica al glicole etilenico è il glicole propilenico
- ❑ Quando il glicole propilenico viene inibito con sostanze approvate per il trattamento delle acque potabili viene denominato “glicole propilenico per uso alimentare”
- ❑ In ogni caso anche l'uso del glicole propilenico per uso alimentare non annulla il rischio di contaminazione degli alimenti in caso di accidentale contatto acqua glicolata/alimento

## NOTE SULLE ACQUE TECNOLOGICHE – ACQUE GLICOLATE



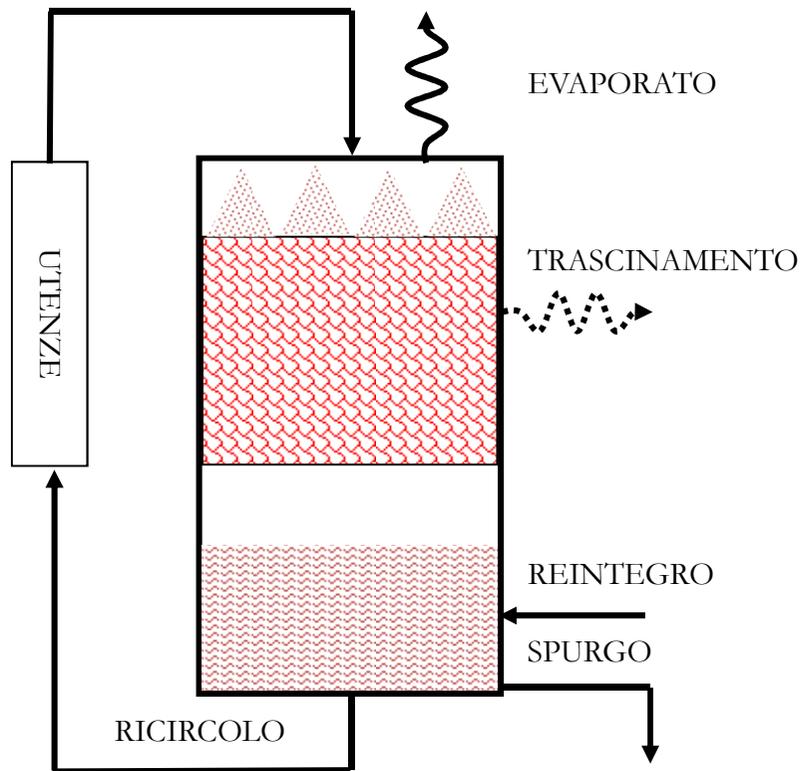
Al fine di ridurre al minimo il rischio di contaminazione del prodotto finito causato da acque glicolate le precauzioni da adottare sono:

- **Impiegare le acque glicolate solamente quando necessario**
- In caso di potenziale contatto, diretto od indiretto, di acque glicolate ed alimenti utilizzare glicole propilenico per uso alimentare **verificandone la composizione**
- Se il rischio di contatto è trascurabile usare glicole etilenico

# PREVENZIONE DELLE LEGIONELLOSI NELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO

- ❑ L'impiego di acque tecnologiche potenzialmente più pericoloso per la salute è rappresentato dai sistemi di raffreddamento evaporativi (“torri evaporative”)
- ❑ L'acqua raffreddata dalle torri evaporative è il fluido di scambio termico usato maggiormente per i processi di raffreddamento industriali, industria alimentare compresa
- ❑ Una industria alimentare di medie dimensioni raffredda ogni giorno centinaia di metri cubi di acqua utilizzando torri evaporative
- ❑ La torre evaporativa produce aerosol (anche se molto poco, nei sistemi moderni e ben mantenuti) e ciò la rende un impianto fonte di rischio per contaminazione da Legionelle

# PREVENZIONE DELLE LEGIONELLOSI NELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO



## LE LEGIONELLOSI

- ❑ Infezione polmonare causata dal batterio *Legionella Pneumophila*
- ❑ Si manifesta come una grave polmonite, con un tasso di mortalità particolarmente elevato
- ❑ I soggetti a rischio sono anziani, fumatori, immunodepressi o con patologie croniche ai polmoni
- ❑ Il contagio avviene inalando acqua contaminata sottoforma di "aerosol"
- ❑ Le contaminazioni causate da torri di raffreddamento si manifestano come vere e proprie epidemie

# PREVENZIONE DELLE LEGIONELLOSI NELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO



- ❑ Prevenire le legionellosi provocate dalle torri di raffreddamento richiede l'applicazione di specifici protocolli sviluppati sulla base di linee guida
- ❑ La redazione dei protocolli di prevenzione è solitamente rapida ed economica; richiede però il supporto di esperti di trattamento delle acque al fine della corretta definizione
  - Dei piani di manutenzione
  - Dei piani di controllo ed intervento
  - Dei trattamenti chimici necessari

# PREVENZIONE DELLE LEGIONELLOSI NELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO

- ❑ La prevenzione delle legionellosi associate alle torri di raffreddamento richiede l'esecuzione di trattamenti chimici ad azione biocida, antincrostante ed anticorrosiva, volti a prevenire la formazione di biofilm e garantire costantemente un basso valore di contaminazione della torre
- ❑ E' poi necessaria la corretta manutenzione della torre
- ❑ L'applicazione delle linee guida per la prevenzione della legionellosi in Italia è scarsa, soprattutto in ambiente industriale
- ❑ La situazione pare però in deciso miglioramento, e il settore industriale più sensibile a questa problematica è quello dell'industria alimentare

# PREVENZIONE DELLE LEGIONELLOSI NELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO

- ❑ Prevenire le legionellosi provocate dalle torri di raffreddamento richiede l'applicazione di specifici protocolli redatti sulla base di apposite linee guida
- ❑ La redazione dei protocolli di prevenzione è solitamente rapida ma richiede il supporto di esperti per la corretta definizione dei piani di controlli e di trattamento chimico
- ❑ La prevenzione richiede infatti l'esecuzione di trattamenti chimici ad azione biocida, antincrostante ed anticorrosiva, volti a prevenire la formazione di biofilm e garantire costantemente un basso valore di contaminazione della torre
- ❑ E' poi necessaria la corretta manutenzione della torre
- ❑ L'applicazione delle linee guida per la prevenzione della legionellosi in Italia

## PFAS NELLE ACQUE POTABILI

- ❑ Le sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS) sono composti di largo uso ed utilizzati come refrigeranti, intermedi per la sintesi di tensioattivi, polimeri, farmaci, come ritardanti di fiamma, lubrificanti, adesivi. L'impiego industriale di PFAS risale ad almeno 60 anni fa.
- ❑ Questi composti sono altamente persistenti nell'ambiente.
- ❑ Sono sufficientemente idrosolubili da diffondersi nell'ambiente idrico; l'acqua rappresenta in principale mezzo di trasporto ed esposizione a PFAS da parte degli organismi viventi
- ❑ Dette sostanze non sono incluse dalla normativa vigente fra i parametri da ricercare nelle acque potabili (D.lvo 31/2001 e seguenti).

# PFAS NELLE ACQUE POTABILI

**Documento ISS protocollo 11/08/2015 – 0024565**

**Documento ISS protocollo 16/01/2014 - 0001584**

Si può ritenere che concentrazioni nelle acque destinate al consumo umano di PFBA (acido perfluorobutanoico) fino a 500 ng/l e PFBS (acido perfluorobutansolfonico) fino a 500 ng/l non configurano rischi per la salute umana; si raccomanda, nel contempo, il rispetto del limite di performance di 500 ng/l per la somma degli altri PFAS, e dei valori di performance già indicati per PFOS (ac. Perfuloroottan sulfonato, 30 ng/l) e PFOA (ac. Perfluoroottanoico , 500 ng/l).

Per valore di performance si intende la concentrazione limite a cui tendere dopo un eventuale trattamento chimico fisico di depurazione

# PFAS NELLE ACQUE POTABILI

## Trattamenti di rimozione PFAS da acque potabili

- ❑ La tecnologia più impiegata è la filtrazione su carbone attivo granulare, GAC (rimozione per adsorbimento)
- ❑ Il “New Jersey Drinking Water Quality Institute Treatment Subcommittee” ha emanato un documento a giugno 2015 in cui si affermava che con l’impiego di GAC è possibile rimuovere una quota superiore al 90 % di PFOS, PFOA, PFNA dall’acqua potabile
- ❑ EPA suggerisce l’applicazione di questa tecnologia (o, in alternativa, l’applicazione di sistemi ad osmosi) per l’eliminazione di PFAS dalle acque potabili

# BIBLIOGRAFIA

---

## Biofilm e corrosione

1. LeChevallier, et alt. (1996). "Full scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water"; Applied and environmental microbiology, July 1996, p 2201-2211
2. LeChevalier, M.W. (1990), " coliform retrogrowth in drinking water: a review", J.Am.water works assoc. 82(11):74-86

## Case study n°2, intossicazione per consumo germogli in Germania

1. <http://www.ilfattoalimentare.it/storia-errori-epidemia-escherichia-coli-o104h4.html>

## Qualità acque irrigue in veneto

1. ARPAV Veneto "indagine per l'individuazione dei requisiti delle acque idonee all'irrigazione di colture alimentari" – 2008

## Qualità acque in zootecnia

1. Indagine sulla presenza di microrganismi contaminati in acque impiegate in aziende zootecniche da latte – Terrosu G er alt., Italian Journal of food safety, Vol. 1 n° 5 Settembre 2012
2. La qualità dell'acqua di abbeverata negli allevamenti veneti – izsvenezie.it

## Sottoprodotti della disinfezione

1. <http://prevenzione.ulss20.verona.it/docs/Sian/IgieneNutrizione/Formazione/CorsoAcque07/Sottoprodotti%20della%20disinfezione%20con%20cloro.pdf>

