

**Consulenza sulla valutazione dell'effetto della
disinfezione con Anolyte prodotta dal dispositivo
Envirolyte della Società Envirolyte International
Industries Ltd., sulla base delle esigenze e dei criteri
dei regolamenti sull'Acqua potabile.**

Ordinante:

Envirolyte Industries International, Tallinn

Data ordinazione:

29.02.2000

Gutachten Nr. G00-345b.tmd

Lollar, 06.07.2000

Contenuti

	Pagina
1. Introduzione	3
2. Principio e funzionamento del dispositivo Enviolyte	5
3. Scopo relazione	7
4. Svolgimento degli esperimenti e analisi gascromatografiche	8
4.1. Esperimenti con Anolyte senza batteri di prova (in bianco)	9
4.2. Esperimenti con Anolyte e organismi di prova	10
4.3. Coltivazione e individuazione degli organismi di prova e carica batterica	11
4.4. Gas cromatografia dei test per composti organici alogenati (CFC) e trialometani (THM)	12
4.5. Procedimento Applicato	14
5. Risultati di chimica e studi fisici nei lotti di prova senza batteri (test cieco)	20
6. Risultati delle prove fisiche, chimiche e microbiologiche in lotti di prova con alta concentrazione di Escherichia coli	30
7. Risultati delle prove fisiche, chimiche e microbiologiche in lotti di prova con media concentrazione di Escherichia coli	41
8. Risultati delle prove fisiche, chimiche e microbiologiche in lotti di prova con alta concentrazione di Pseudomonas aeruginosa	45
9. Risultati delle prove fisiche, chimiche e microbiologiche in lotti di prova con media concentrazione di Pseudomonas aeruginosa	56
10. Risultati delle prove fisiche, chimiche e microbiologiche in lotti di prova con media concentrazione di Pseudomonas aeruginosa	67
11. Valutazione	71

1. Introduzione

La qualità microbiologica dell'acqua potabile in Germania è disciplinata dal Regolamento sull'acqua potabile (ultimo il 12.12.1990).

Il Regolamento per l'acqua potabile richiede alla Sezione 1 (Qualità dell'acqua potabile), al § 1, le seguenti operazioni:

(1) L'acqua potabile deve essere priva di agenti patogeni. Tale requisito non è soddisfatto, se l'acqua potabile contiene Escherichia coli in 100 ml (limite). Non possono essere contenuti batteri coliformi in 100 ml (limite).

(2) Nell'acqua potabile il numero di colonie non dovrebbe superare il punto di riferimento di 100 per ml ad una temperatura di non-incubazione di $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e ad una temperatura di incubazione di $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. L'acqua potabile disinfettata dopo la conclusione del trattamento non dovrebbe superare l'obiettivo di un numero di colonie di 20 per ml ad una temperatura di incubazione $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

(4) In acqua potabile disinfettata con cloro, sodio, magnesio o ipoclorito di calcio o di sodio, è anche richiesto, dopo il completamento del trattamento, un contenuto residuo rilevabile di almeno 0.1 mg di cloro libero per litro di acqua potabile. Nell'acqua potabile disinfettata con biossido di cloro deve essere rilevato un contenuto residuo di almeno 0,05 mg/l di biossido di cloro dopo il completamento del trattamento.

Con tali requisiti del regolamento sull'acqua potabile, si richiede che dopo l'attuazione della disinfezione con Anolyte prodotto dal dispositivo Enviolyte deve essere verificabile la presenza di almeno 0,1 mg/l di cloro libero. Inoltre, il numero di colonie non può superare 20 per ml e 100 ml di acqua devono essere esenti da Escherichia coli e batteri coliformi.

L'ordinanza disciplina l'acqua potabile alla Sezione 2 (trattamento dell'acqua potabile). Il § 5, comma 1, afferma:

Per il trattamento dell'acqua potabile è autorizzato l'uso di additivi e loro ioni elencati in appendice 3, colonna b, a condizione che siano eseguiti da scambio ionico o per **elettrolisi**. Gli additivi presenti nell'appendice 3, colonna d possono essere aggiunti per le finalità specificate.

Con il dispositivo Envirolyte l'Anolyte è generato dal cloro salino, in modo consentito per il trattamento dell'acqua potabile, rispondente al corrente Capitolo n° 1, appendice 3. Durante l'elettrolisi si ha la formazione di cloro libero. L'acqua è disinfettata dal cloro. Ai sensi del Regolamento per l'acqua potabile, l'aggiunta massima ammissibile è di 1,2 mg per litro. La soglia per il trattamento è di 0,3 mg/l di cloro.

Secondo il § 5 comma 2 del Regolamento sull'acqua potabile

può venire aggiunta solo fino a una quantità determinata di additivi per l'acqua potabile presenti nell'appendice 3, colonna e e f. Dopo il completamento del trattamento non può essere superata la quantità di additivi autorizzati e il contenuto dei prodotti di reazione in acqua potabile ivi stabiliti nell'appendice 3, colonna g.

Inoltre dopo il completamento del trattamento non devono essere superati i limiti di cui alle appendici 2 e 4.

I trialometani ammessi come somma all'Appendice 3 non devono superare 0,01 mg per litro. Nella disinfezione con cloro, i trialometani si formano come prodotti di reazione. Ci sono i seguenti composti:

- Cloroformio,
- Diclorobromometano,
- Dibromoclorometano e
- Bromoformio.

2. Principi e Funzionamento del dispositivo Envirolyte

Per il funzionamento del processo di elettrolisi, viene introdotta nel dispositivo una soluzione di sale (NaCl) mescolato con l'acqua. L'unità contiene due elettrodi, uno positivo e uno a carica negativa e vi sono due camere separate da una membrana. Nella camera dell'anodo viene prodotto il cosiddetto Anolyte, che viene utilizzato per la disinfezione. Nella camera del catodo, si ha la produzione di catholyte, usato per altri scopi e che non può essere utilizzato per la disinfezione.

Con il processo elettrolitico, il cloruro di sodio si scompone in ioni sodio (Na^+) e ioni cloruro (Cl^-). Mentre scorre attraverso la cella elettrolitica, gli ioni caricati positivamente (Na^+) si dirigono verso il catodo, e gli ioni caricati negativamente (Cl^-) verso l'anodo. Gli ioni in arrivo agli elettrodi si scaricano e si depositano come atomi neutri o nuove forme di molecole di reazione con l'acqua. L'acido ipocloroso (HOCl) è formato da cloruro (Cl^-). Questo è il disinfettante, e in questo caso è denominato Anolyte. Nell'altro elettrodo, separato dalla membrana, si forma idrossido di sodio (NaOH).

Nella figura sottostante (Figura 1) è rappresentato schematicamente il dispositivo per l'elettrolisi.

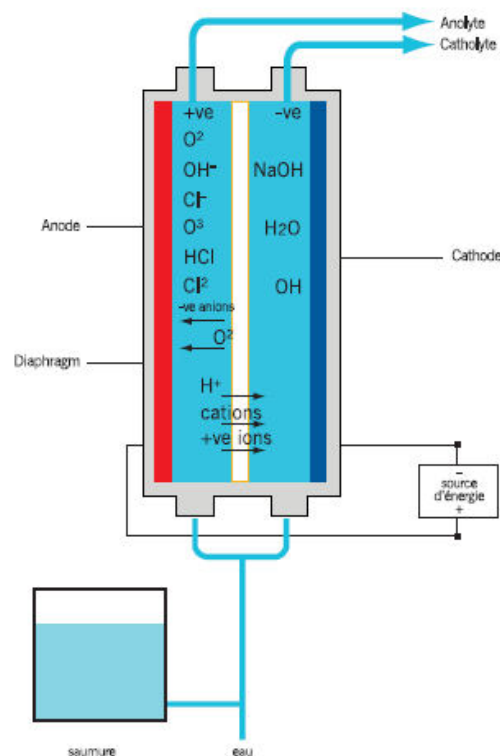


Figura 1: Schema dell'impianto di elettrolisi (Envirolyte della ditta Envirolyte)

In questo modo vengono prodotti disinfettanti a base acido ipocloroso, normalmente immagazzinati in un serbatoio e iniettati da una pompa dosatrice nell'acqua potabile o in acque di balneazione, in una concentrazione adeguata. Nel quadro descritto in questa relazione di sintesi è stato testato l'Anolyte così prodotto per l'utilizzo in disinfezione dell'acqua potabile.



Figura 2: presentazione fotografica dello strumento Enviolyte della ditta Enviolyte con cui è stato preparato l'Anolyte con il quale si sono svolte le prove.

3. Scopo della Relazione

Questa relazione verifica l'effetto di disinfezione dell'Anolyte prodotto dal dispositivo Envirolyte della ditta Envirolyte Industries International.

Si sono controllati i criteri considerati dalle norme sull'acqua potabile, vale a dire si è esaminato l'effetto microbiologico dell'Anolyte a concentrazioni differenti su diversi organismi di prova, che sono

- Escherichia coli
- e
- Pseudomonas aeruginosa

Si sono esaminati secondo i requisiti del regolamento per l'acqua potabile i prodotti di reazione, come i trialometani.

4. Esecuzione degli esperimenti e delle analisi gascromatografiche

Per effettuare le prove abbiamo ricevuto dal Sig. van Schaik diverse soluzioni di Anolyte con concentrazioni di cloro libero tra 300 e 500 mg / l, prodotti dalle unità Envirolyte

Al fine di avere una disponibilità pratica di organismi di prova da utilizzare per gli esperimenti, batteri di

- Escherichia coli e
- Pseudomonas aeruginosa

sono stati isolati da campioni di acqua analizzati nell'ambito della routine del nostro laboratorio e sono stati coltivati in brodo Caso-Bouillon. Diluendo con soluzione salina sterile le sospensioni di germi derivanti sono state preparate le soluzioni di controllo necessarie. Per tutti i test sperimentali si è utilizzata acqua del rubinetto della città di Lollar.

Tutte le sperimentazioni e l'acqua utilizzata per le diluizioni sono state testate per gli idrocarburi alogenati e i trialometani in conformità con i regolamenti sull'acqua potabile (TVO, Allegati 2 e 3).

4.1 Sperimentazione con Anolyte senza batteri di prova (in bianco)

Gli esperimenti sono stati condotti con un bicchiere da 2 litri. Esso è stato riempito con 1600 ml di acqua del rubinetto. Sisono immersi nell'acqua un elettrodo pH e un elettrodo redox. In una prima fase, gli esperimenti sono stati effettuati senza aggiunta di batteri. Dopo aver stabilizzato i valori visualizzati sui misuratori, è stato aggiunto il volume di Anolyte richiesto al fine di raggiungere la concentrazione desiderata di cloro libero. Poi, dopo ogni

- 1 Minuto,
- 5 Minuti,
- 10 Minuti,
- 30 Minuti e
- 60 Minuti

si sono rilevati

- pH,
- Temperatura dell'acqua e
- Potenziale Redox

e si sono rimossi 100 ml di campione per la misurazione della concentrazione di

- Cloro libero,
- Cloro combinato e
- Cloro totale

Inoltre si è prelevato un altro campione di 100 ml per i test di

- Trialometani

In questo secondo campione è stato aggiunto immediatamente dopo il campionamento sodio tiosolfato, un reagente che distrugge il cloro libero, per escludere che il cloro libero potesse ancora rimanere efficace dopo il prelievo.

4.2. Esperimenti con Anolyte e batteri di prova

Gli esperimenti sono stati effettuati con uno stesso bicchiere da 2 litri, come per gli esperimenti senza batteri. Il bicchiere è stato riempito con 1600 ml di acqua di rubinetto e subito dopo si è aggiunto un volume opportunamente diluito di sospensione batterica, come richiesto per impostare la concentrazione desiderata di batteri di *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Prima di aggiungere l'Anolyte, si sono prelevati 100 ml di campione per determinare la concentrazione iniziale di batteri. Come per gli esperimenti senza batteri, sono stati immersi in acqua un elettrodo di pH e un elettrodo redox. Dopo aver stabilizzato i valori visualizzati sui misuratori, è stato aggiunto il volume richiesto di Anolyte per raggiungere la concentrazione desiderata di cloro libero. Poi, dopo ogni

- 1 Minuto,
- 5 Minuti,
- 10 Minuti,
- 30 Minuti e
- 60 Minuti

si sono rilevati

- pH e
- Temperatura dell'acqua

e si sono rimossi 100 ml di campione per la misurazione della concentrazione di

- Cloro libero,
- Cloro combinato e
- Cloro totale

Inoltre, si sono rimossi altri 120 ml di campione per la prova di

- Trialometani,
- Rilevamento di *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* in 100 ml e
- Conta batterica

In questo secondo campione è stato aggiunto immediatamente dopo il campionamento sodio tiosolfato, un reagente che distrugge il cloro libero, per escludere che il cloro libero potesse ancora rimanere efficace dopo il prelievo.

4.3. Coltivazione dei batteri di prova e rilevazione della carica batterica

È stata fatta una serie di diluizioni che vanno da 1:10 a 1:10¹⁰, 1 ml di ciascuna diluizione è stato riversato su agar nutriente, le piastre di agar nutritivo sono state incubate per due giorni a 36°C e conseguentemente si sono contate le colonie. La rilevazione di E. coli e Pseudomonas aeruginosa è stata effettuata con brodi di lattosio e malachite verde, e in assenza di una risposta positiva dopo 2 giorni di incubazione a 36 °C è stata fatta ancora una piastratura in Endo-agar o Cetremid-agar.

Per gli organismi test di Escherichia coli e Pseudomonas aeruginosa, si sono considerate tre diverse concentrazioni batteriche, in particolare nelle aree

- 78.000-150.000 UFC/100 ml (alta concentrazione batterica),
- 4.100-7.500 UFC/100 ml (media concentrazione batterica) e
- 300 UFC/100 ml (bassa concentrazione batterica).

La calibrazione della concentrazione iniziale di cloro libero negli esperimenti variava da

- 0,15 mg / l
- 0,3 mg / l
- 0,5 mg / l, e
- 1,2 mg / l.

Nelle pagine che seguono vi sono per primi i risultati degli esperimenti senza organismi di prova (vedi Tabella 1-8) e poi i risultati degli esperimenti con Escherichia coli e Pseudomonas aeruginosa a differenti concentrazioni batteriche iniziale (cfr. Tabella 9 - 36).

4.4. Gas cromatografia delle sperimentazioni per i composti organici alogenati (CFC) e trialometani (THM)

Per l'elaborazione di questa recensione al prodotto sono state applicate le sperimentazioni ai composti organici alogenati (CFC)

- diclorometano,
- 1,1,1-tricloroetano,
- Tetracloruro di carbonio,
- tricloroetilene e
- Tetracloroetilene,

nonché ai trialometani (THM)

- Cloroformio,
- Diclorobromometano,
- dibromoclorometano e
- Bromoformio

Per l'analisi dei diversi test si sono impiegati 10 ml ogni volta. La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia capillare ed è stato utilizzato per l'individuazione di un rivelatore ECD.

Parametri dell'analisi gas cromatografica

Colonna: colonna capillare JW DB 624, spessore colonna 1,8 micron

Temperatura GC: all'iniettore: 150 °C
Alla sonda (CD): 300 °C

Programma di temperatura

il forno GC: isoterma 4 min 30°C
5°/ min a 135°C

L'analisi è stata eseguita con la tecnica Headspace. Ogni volta è stato iniettato 1 ml nella fase gassosa a temperatura controllata.

Nella prova a vuoto sono stati testati gli idrocarburi clorurati e i trialometani nell'acqua di rubinetto (Acqua potabile di Lollar). Successivamente, le sperimentazioni sono state eseguite aggiungendo i volumi corrispondenti di Anolyte per stabilire i livelli di cloro libero nel range di 0,15 a 1,2 mg / l e analizzando, e, infine, i campioni contenenti le stesse miscele di Anolyte utilizzate per i test senza batteri di prova sono stati contaminati con batteri di Escherichia coli e Pseudomonas aeruginosa.

4.5. Metodo Applicato

In tutti gli studi qui descritti, le misurazioni sono state effettuate secondo le seguenti norme DIN:

Misura della temperatura:	DIN 38404 C4
Misura del pH:	DIN 38404 C5
Misura ORP:	DIN 38404 C6
Determinazione cloro libero e combinato:	DIN 38.408 G4
Determinazione degli idrocarburi organici clorurati e trialometani	EN ISO 10 301
Determinazione del numero totale delle colonie	DIN 38 411 K5
Rilevamento Escherichia coli:	DIN 38 411 K6
Rilevamento Pseudomonas aeruginosa:	DIN 38 411 K8

Le figure seguenti mostrano i gascromatogrammi.

- La miscela di prova di composti organici clorurati e trialometani (Fig. 3),
- Il test iniziale (acqua del rubinetto), senza batteri e senza Anolyte (Fig. 4),
- Il test senza batteri e con sperimentazione dell'Anolyte con una concentrazione iniziale 1,2 mg/l di cloro libero dopo un periodo di prova 60 minuti (Fig. 5),
- Il test con alta concentrazione di Escherichia coli e con Anolyte ad una concentrazione iniziale 1,2 mg / l di cloro libero dopo un periodo di prova 60 minuti (Fig. 6) e
- Il test con alta concentrazione di Pseudomonas aeruginosa e Anolyte con una concentrazione iniziale 1,2 mg / L di cloro libero dopo un periodo di prova di 60 minuti (Fig. 7)

5. Risultati dell'analisi chimica e degli studi fisici sui lotti di prova senza batteri (in bianco)

Le seguenti tabelle mostrano come appaiono i criteri come temperatura, pH, potenziale redox a diverse concentrazioni di cloro.

Inoltre, è stata testata in tutti gli esperimenti la formazione di trialometani e composti organici alogenati alle differenti concentrazioni iniziali di cloro.

Tab. 1: Parametri chimici e fisici della miscela sperimentale senza organismi in funzione del tempo**Gamma di concentrazione di Cloro****: 0,15 mg / l**

Parametro	Unità	Acqua di rete prima di aggiungere Analyte	Test della miscela con acqua di rete dopo l'aggiunta di Analyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
Cloro libero	mg/l	0	0,16	0,16	0,15	0,12	0,09
Cloro combinato	mg/l	0	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02
Cloro Totale	mg/l	0	0,16	0,16	0,16	0,14	0,10
Potenziale Redox	mV	245	668	668	668	667	666
pH	-	7,80	7,78	7,77	7,77	7,78	7,83
Temperatura	° C	12,8	13,1	13,5	14,1	16,4	19,3

Tab. 2: Composti organici alogenati e trialometani senza organismi di prova in funzione del tempo

Gamma di concentrazione di Cloro : 0,15 mg / l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00006	0,00006	0,00007	0,00006	0,00007	0,00007
Tetracloroetilene	mg/l	0,00012	0,00009	0,00010	0,00009	0,00010	0,00009
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00045	0,00041	0,00049	0,00052	0,00051	0,00053
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab.3: Parametri chimici e fisici della miscela sperimentale senza organismi in funzione del tempo**Gamma di concentrazione di Cloro: 0,3 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rete prima di aggiungere Anolyte	Test della miscela con acqua di rete dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
Cloro libero	mg/l	0	0,31	0,31	0,30	0,27	0,24
Cloro combinato	mg/l	0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Cloro Totale	mg/l	0	0,31	0,31	0,31	0,28	0,25
Potenziale Redox	mV	245	705	705	704	704	702
pH	-	7,83	7,79	7,78	7,78	7,80	7,82
Temperatura	° C	17,1	17,2	17,3	17,4	18,5	19,7

Tab. 4: Composti organici alogenati e trialometani senza organismi in funzione del tempo

Gamma di concentrazione di Cloro: 0,3 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Analyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00011	0,00010	0,00009	0,00009	0,00010	0,00012
Tetracloroetilene	mg/l	0,00018	0,00012	0,00016	0,00014	0,00012	0,00012
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00003
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00043	0,00044	0,00047	0,00049	0,0051	0,00056
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0002
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab.5: Parametri chimici e fisici della sperimentazione senza organismi in funzione del tempo**Gamma di concentrazione di Cloro: 0,5 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rete prima di aggiungere Anolyte	Test della miscela con acqua di rete dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
Cloro libero	mg/l	0	0,54	0,54	0,53	0,49	0,46
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloro Totale	mg/l	0	0,55	0,55	0,54	0,50	0,47
Potenziale Redox	mV	245	734	733	733	732	730
pH	-	7,84	7,79	7,78	7,78	7,78	7,81
Temperatura	° C	10,3	10,8	11,1	11,8	13,8	16,4

Tab. 6: Composti organici alogenati e trialometani senza organismi in funzione del tempo

Gamma di concentrazione di Cloro: 0,5 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	Mg/l	0,00011	0,00007	0,00006	0,00006	0,00004	0,00008
Tetracloroetilene	mg/l	0,00018	0,00009	0,00009	0,00009	0,00010	0,00012
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00003
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00038	0,00066	0,00058	0,00060	0,00063	0,00079
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0002
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0003	0,0006
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 7: Parametri chimici e fisici della sperimentazione senza organismi in funzione del tempo**Gamma di concentrazione di Cloro: 1,2 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rete prima di aggiungere Anolyte	Test della miscela con acqua di rete dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
Cloro libero	mg/l	0	1,22	1,21	1,20	1,18	1,14
Cloro combinato	mg/l	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cloro Totale	mg/l	0	1,24	1,23	1,22	1,20	1,16
Potenziale Redox	mV	245	772	772	772	770	768
pH	-	7,88	7,71	7,71	7,72	7,74	7,76
Temperatura	° C	17,0	17,1	17,2	17,4	18,4	19,3

Tab. 8: Composti organici alogenati e trialometani senza organismi in funzione del tempo

Gamma di concentrazione di Cloro: 1,2 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00005	0,00019	0,00006	0,00005	0,00010	0,00014
Tetracloroetilene	mg/l	0,00016	0,00019	0,00021	0,00021	0,00019	0,00025
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00004	0,00004	0,00003	0,00004	0,00006
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00051	0,00158	0,00153	0,00133	0,0152	0,00144
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	0,0003	0,0004	0,0003	0,0006	0,0005
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	0,0003	0,0004	0,0003	0,0007	0,0009
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0010

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 9: Panoramica delle proprietà chimiche e criteri fisici della serie di test a crescente contenuto di cloro senza microrganismi per ogni 60 minuti di tempo di reazione

Criterio	Unità	Concentrazione iniziale di Cloro libero [mg/l]			
		0,15	0,30	0,50	1,20
Cloro combinato	[mg/l]	0,02	0,01	0,02	0,02
Potenziale Redox	[mV]	666	702	730	768
pH	[-]	7,83	7,82	7,81	7,76
Trialometani nella miscela di prova	[mg/l]	0,00123	0,00136	0,00209	0,00384
Trialometani nella miscela dopo la deduzione dei Trialometani dall'acqua di rete	[mg/l]	0,00008	0,00021	0,00094	0,00269

Le indagini hanno mostrato che il potenziale redox dell'acqua di rubinetto Lollar è 245 mV, e con l'aggiunta di Anolyte aumenta di conseguenza, a circa 666 mV a una concentrazione di cloro libero 0,15 mg / l, e a circa 770 mV con una concentrazione di cloro libero 1,2 mg / l. Questi valori sono nel range ottimale per la disinfezione.

Il pH dell'acqua di rubinetto è solo lievemente interessato dall'Anolyte. Poiché l'Anolyte è una soluzione acida, dopo la somministrazione esso provoca un calo del pH dell'acqua di rubinetto. Ma anche con un'elevata aggiunta di Anolyte sino a una concentrazione di cloro libero 1,2 mg / l, questa diminuzione del pH è inferiore allo 0,2 unità di pH.

Con l'aggiunta di Anolyte i trialometani formati sono ben al di sotto del limite di 0,01 mg/l indicati dal Regolamento per l'acqua potabile, e anche il cloro combinato, dopo un tempo di reazione 1 ora, mostra un valore molto basso di 0,02 mg / l.

6. Risultati delle prove fisiche, chimiche e microbiologiche in lotti di prova con alta concentrazione di Escherichia coli

Concentrazione di Escherichia coli nella sperimentazione: 78.000 - 140.000 UFC/100 ml

Le seguenti tabelle mostrano le risultanze attuali di temperatura, pH e dei valori microbiologici a diverse concentrazioni di cloro.

Inoltre, è stata testata in tutti gli esperimenti la formazione di trialometani e composti organici alogenati nelle differenti concentrazioni di cloro iniziale.

Tab. 10: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di *Escherichia coli*: 120.000 UFC/100 ml
 Gamma di concentrazione del Cloro: 1,2 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	1,23	1,22	1,21	1,15	1,10
Cloro combinato	mg/l	0	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05
Cloro Totale	mg/l	0	1,25	1,24	1,23	1,19	1,15
pH	-	7,81	7,69	7,70	7,71	7,73	7,78
Temperatura	° C	10,6	11,0	11,3	11,7	13,6	16,0
100 ml di miscela in brodo di Lattosio		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su Endo-agar		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.200	0	0	0	0	0
Escherichia coli in 100 ml	UFC per 100 ml	120.000	0	0	0	0	0

Tab. 11: Composti organici alogenati e Trialometani con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di Escherichia coli: 120.000 UFC/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 1,2 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00005	0,00007	0,00012	0,00018	0,00005	0,00003
Tetracloroetilene	mg/l	0,00063	0,00011	0,00030	0,00021	0,00011	0,00008
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00002	0,00004	0,00002	0,00002	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00051	0,00088	0,00082	0,00072	0,0096	0,00083
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0004
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	0,0004	0,0006
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 12: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di Escherichia coli: 140.000 UFC/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 0,5 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,47	0,44	0,43	0,40	0,35
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05
Cloro Totale	mg/l	0	0,48	0,46	0,45	0,43	0,40
pH	-	7,81	7,76	7,75	7,75	7,78	7,84
Temperatura	° C	10,7	11,5	11,8	12,3	14,0	16,8
100 ml di miscela in brodo di Lattosio		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su Endo-agar		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.400	0	0	0	0	0
Escherichia coli in 100 ml	UFC per 100 ml	140.000	0	0	0	0	0

Tab. 13: Composti organici alogenati e Trialometani con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di *Escherichia coli*: **140.000 UFC/100 ml**
 Gamma di concentrazione del Cloro: **0,5 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00011	0,00018	0,00011	0,00013	0,00008	0,00008
Tetracloroetilene	mg/l	0,00018	0,00022	0,00015	0,00021	0,00013	0,00011
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002	0,00001	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00038	0,00068	0,00061	0,00097	0,0066	0,00086
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0004
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0003	0,0005	0,0008
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0008

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 14: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di Escherichia coli: 120.000 UFC/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 0,3 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
		Dopo la miscelazione					
Cloro libero	mg/l	0	0,32	0,30	0,29	0,26	0,21
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Cloro Totale	mg/l	0	0,33	0,32	0,31	0,28	0,25
pH	-	7,78	7,76	7,75	7,75	7,78	7,85
Temperatura	° C	11,5	12,0	12,3	12,7	14,5	16,8
100 ml di miscela in brodo di Lattosio		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su Endo-agar		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.200	0	0	0	0	0
Escherichia coli in 100 ml	UFC per 100 ml	120.000	0	0	0	0	0

Tab. 15: Composti organici alogenati e Trialometani con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di *Escherichia coli*: 120.000 CFU/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 0,3 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00011	0,00013	0,00011	0,00017	0,00011	0,00011
Tetracloroetilene	mg/l	0,00018	0,00017	0,00022	0,00017	0,00017	0,00028
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00001	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00043	0,00057	0,00064	0,00063	0,0072	0,00050
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0002	0,0004	0,0004
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 16: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di Escherichia coli: 78.000 UFC/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,17	0,15	0,14	0,12	0,09
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
Cloro Totale	mg/l	0	0,18	0,17	0,16	0,15	0,13
pH	-	7,81	7,79	7,79	7,78	7,84	7,97
Temperatura	° C	13,3	13,5	14,0	14,6	16,7	19,7
100 ml di miscela in brodo di Lattosio		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su Endo-agar		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	780	0	0	0	0	0
Escherichia coli in 100 ml	UFC per 100 ml	78.000	≥ 1 < 100	0	0	0	0

Tab. 17: Composti organici alogenati e Trialometani con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di *Escherichia coli*: **78.000 UFC/100 ml**
 Gamma di concentrazione del Cloro: **0,15 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2 Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00006	0,00007	0,00005	0,00006	0,00004	0,00006
Tetracloroetilene	mg/l	0,00012	0,00009	0,00011	0,00008	0,00008	0,00009
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00001	0,00001	0,00002	0,00001	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00045	0,00050	0,00070	0,00047	0,0055	0,00081
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 18: Panoramica delle proprietà chimiche e criteri fisici al crescente contenuto di cloro nelle sperimentazioni con *Escherichia coli* ad alta concentrazione batterica per ogni 60 minuti di tempo di reazione

Criterio	Unità	Concentrazione iniziale di Cloro libero [mg/l]			
		0,15	0,30	0,50	1,20
Cloro combinato	[mg/l]	0,04	0,04	0,05	0,05
pH	[-]	7,97	7,85	7,84	7,78
Trialometani nella miscela di prova	[mg/l]	0,00171	0,00150	0,00286	0,00183
Trialometani nella miscela di prova dopo la deduzione dei trialometani nell'acqua di rete	[mg/l]	0,00126	0,00107	0,00248	0,00132

Valutazione della serie di test con *Escherichia coli* in alta concentrazione batterica

Negli esperimenti con alta concentrazione batterica di *Escherichia coli* in cui all'inizio delle operazioni vi erano concentrazioni di cloro nella gamma da 1,2 a 0,3 mg/l, dopo 1 minuto non è rilevato più alcun germe in 100 ml. Solo con la più bassa concentrazione di cloro iniziale, regolato a 0,15 mg/l, si è avuta una reazione positiva su 100 ml sperimentali in brodo di lattosio e striscio sul corrispondente endo-agar. Visto che nella sperimentazione con 1 ml dopo 1 minuto non sono stati rilevati batteri, ciò significa che dopo 1 minuto in 100 ml di sperimentazione il numero di batteri non solo è meno di 100 ufc/100 ml ma pure inferiore a 1 ufc/100 ml.

Quindi, un'altra serie di esperimenti è stata effettuata con media concentrazione di *Escherichia coli*.

7. Risultati delle verifiche chimico-fisiche e microbiologiche in lotti di prova con *Escherichia coli* in media concentrazione

Concentrazione di *Escherichia coli* nella miscela di prova: 7.500 UFC/100 ml

Le seguenti tabelle mostrano come appaiono i criteri come temperatura, pH, e i valori microbiologici alle diverse concentrazioni di cloro.

Inoltre, è stata testata in tutti gli esperimenti la formazione di trialometani e composti organici alogenati nelle differenti concentrazioni iniziali di cloro.

Tab. 19: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di Escherichia coli: 7.500 UFC/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,16	0,15	0,14	0,12	0,09
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Cloro Totale	mg/l	0	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12
pH	-	7,81	7,79	7,79	7,79	7,82	7,93
Temperatura	° C	13,1	13,3	13,9	14,4	16,7	19,9
100 ml di miscela in brodo di Lattosio		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su Endo-agar		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC Per 1 ml	75	0	0	0	0	0
Escherichia coli in 100 ml	UFC per 100 ml	7.500	0	0	0	0	0

Tab. 20: Composti organici alogenati e Trialometani con *Escherichia coli* in funzione del tempo

Concentrazione di *Escherichia coli*: 7.500 UFC/100 ml
Gamma di concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00006	0,00005	0,00003	0,00005	0,00005	0,00001
Tetracloroetilene	mg/l	0,00012	0,00007	0,00006	0,00005	0,00003	0,00003
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00045	0,00040	0,00057	0,00054	0,0045	0,00036
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Valutazione della serie di test con Escherichia coli in media concentrazione

A causa del fatto che alla concentrazione di Escherichia coli di 7.500 UFC/100 ml dopo 1 minuto con la più bassa concentrazione di cloro iniziale di 0,15 mg/l, in 100 ml sperimentali non era più rilevabile Escherichia coli, non è stato necessario indagare gli effetti con più alte concentrazioni iniziali di cloro sulla concentrazione media di E. coli e effettuare ulteriori studi con concentrazioni di Escherichia coli ancora più piccole nelle differenti concentrazioni iniziali di cloro.

8. Risultati delle prove fisico-chimiche e microbiologiche in lotti di prova con *Pseudomonas aeruginosa* in alta concentrazione

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*

nella soluzione di prova: 120.000 - 150.000 UFC/100 ml

Le seguenti tabelle mostrano le risultanze attuali di temperatura, pH e dei valori microbiologici a diverse concentrazioni di cloro.

Inoltre, è stata testata in tutti gli esperimenti la formazione di trialometani e composti organici alogenati nelle differenti concentrazioni di cloro iniziale

Tab. 21: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: **140.000 UFC/100 ml**
 Concentrazione del Cloro: **1,2 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	1,16	1,14	1,13	1,07	1,01
Cloro combinato	mg/l	0	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
Cloro Totale	mg/l	0	1,18	1,17	1,16	1,11	1,06
pH	-	7,82	7,70	7,69	7,69	7,71	7,79
Temperatura	° C	13,4	13,9	14,3	14,8	17,1	20,2
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.400	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC per 100 ml	140.000	≥ 1 <100	0	0	0	0

Tab. 22: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: **140.000** UFC/100 ml
 Concentrazione del Cloro: **1,2** mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00004	0,00005	0,00003	0,00005	0,00005	0,00001
Tetracloroetilene	mg/l	0,00005	0,00007	0,00006	0,00005	0,00003	0,00003
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00040	0,00040	0,00057	0,00054	0,00045	0,00036
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 23: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 150.000 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,5 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,49	0,46	0,44	0,40	0,34
Cloro combinato	mg/l	0	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Cloro Totale	mg/l	0	0,51	0,48	0,47	0,44	0,38
pH	-	7,81	7,78	7,77	7,78	7,79	7,86
Temperatura	° C	13,4	14,0	14,4	14,8	17,0	20,1
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.500	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC per 100 ml	150.000	≥ 1 <100	0	0	0	0

Tab. 24: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas*

***aeruginosa* in funzione del tempo**

Concentrazione di Pseudomonas aeruginosa: 150.000 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,5 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00015	0,00005	0,00002	0,00003	0,00003	0,00005
Tetracloroetilene	mg/l	0,00015	0,00007	0,00006	0,00007	0,00014	0,00013
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00003	0,00001	0,00001	0,00002	0,00002	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Triometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00057	0,00028	0,00032	0,00035	0,00057	0,00058
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0004
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 25: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 140.000 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,3 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,29	0,28	0,26	0,23	0,19
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Cloro Totale	mg/l	0	0,30	0,30	0,28	0,25	0,22
pH	-	7,80	7,79	7,79	7,78	7,85	7,95
Temperatura	° C	13,2	13,5	14,0	14,6	16,8	19,7
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.400	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC per 100 ml	140.000	≥ 1 <100	0	0	0	0

Tab. 26: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 140.000 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,3 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00005	0,00004	0,00006	0,00004	0,00004	0,00003
Tetracloroetilene	mg/l	0,00007	0,00009	0,00011	0,00011	0,00009	0,00008
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00004	0,00003	0,00003	0,00004	0,00002	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00048	0,00070	0,00067	0,00079	0,00078	0,00090
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 27: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: **120.000 UFC/100 ml**
 Concentrazione del Cloro: **0,15 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
		Dopo la miscelazione					
Cloro libero	mg/l	0	0,16	0,13	0,11	0,09	0,06
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Cloro Totale	mg/l	0	0,17	0,15	0,13	0,12	0,09
pH	-	7,80	7,78	7,79	7,79	7,82	7,96
Temperatura	° C	13,8	14,4	14,8	15,2	17,2	20,1
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	1.200	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC per 100 ml	120.000	≥ 1 <100	0	0	0	0

Tab. 28: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: **120.000 UFC/100 ml**
 Concentrazione del Cloro: **0,15 mg/l**

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00004	0,00003	0,00009	0,00004	0,00003	0,00003
Tetracloroetilene	mg/l	0,00006	0,00005	0,00009	0,00010	0,00005	0,00005
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00001	0,00001
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00050	0,00030	0,00046	0,00030	0,00028	0,00051
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 29: Panoramica delle proprietà chimiche e criteri fisici della serie di test a crescente contenuto di cloro con *Pseudomonas aeruginosa* in alta concentrazione per ogni 60 minuti di tempo di reazione

Criterio	Unità	Concentrazione iniziale di Cloro libero [mg/l]			
		0,15	0,30	0,50	1,20
Cloro combinato	[mg/l]	0,03	0,03	0,04	0,05
pH	[-]	7,96	7,95	7,86	7,79
Trialometani nella miscela di prova	[mg/l]	0,00061	0,00100	0,00098	0,00046
Trialometani nella miscela di prova dopo la deduzione dei trialometani nell'acqua di rete [mg/l]		0,00011	0,00052	0,00041	0,00006

Valutazione della serie di test con *Pseudomonas aeruginosa* in alta concentrazione batterica

Negli esperimenti con alta concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa* con tutte le concentrazioni iniziali di cloro si è verificato che non veniva più rilevato alcun germe in 100 ml dopo 5 minuti. Dopo un periodo di 1 minuto di test di 100ml in brodo di malachite e adeguata piastratura Agar Cetremid, si è rilevata una reazione positiva a tutte le concentrazioni di cloro iniziale. Poiché in test di 1 ml per 1 minuto non sono stati rilevati batteri, ciò significa che dopo 1 minuto di test su 100 ml, la carica batterica è inferiore a 100UFC/100ml ma è almeno di 1 UFC/100ml.

Quindi è stata effettuata un'altra serie di esperimenti con concentrazione media di *Pseudomonas* medio per tutte e quattro le concentrazioni di cloro iniziale.

9. Risultati delle verifiche chimico-fisiche e microbiologiche in lotti di prova con *Pseudomonas aeruginosa* in media concentrazione batterica.

**Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*
nelle miscele di prova: 4.100 - 5.600 UFC/100 ml**

Le seguenti tabelle mostrano come appaiono i criteri come temperatura, pH, e i valori microbiologici alle diverse concentrazioni di cloro.

Inoltre, è stata testata in tutti gli esperimenti la formazione di trialometani e composti organici alogenati nelle differenti concentrazioni iniziali di cloro.

Tab. 30: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 5.400 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 1,2 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	1,21	1,20	1,19	1,17	1,14
Cloro combinato	mg/l	0	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Cloro Totale	mg/l	0	1,23	1,22	1,21	1,20	1,17
pH	-	7,87	7,76	7,76	7,77	7,77	7,78
Temperatura	° C	16,9	17,1	17,2	17,4	18,1	19,2
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC per 1 ml	54	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC per 100 ml	5.400	0	0	0	0	0

Tab. 31: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 5.400 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 1,2 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00004	0,00005	0,00004	0,00011	0,00010	0,00012
Tetracloroetilene	mg/l	0,00028	0,00030	0,00030	0,00030	0,00031	0,00030
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00001	0,00002	0,00002	0,00003	0,00003	0,00003
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00045	0,00043	0,00051	0,00050	0,00047	0,00066
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 32: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 4.100 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,5 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,51	0,50	0,48	0,47	0,44
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Cloro Totale	mg/l	0	0,52	0,52	0,50	0,49	0,47
pH	-	7,87	7,82	7,83	7,82	7,84	7,86
Temperatura	° C	16,8	16,9	17,1	17,4	18,1	19,1
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC pro 1 ml	41	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC pro 100 ml	4.100	0	0	0	0	0

Tab. 33: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 4.100 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,5 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00004	0,00003	0,00003	0,00004	0,00006	0,00006
Tetracloroetilene	mg/l	0,00019	0,00024	0,00020	0,00021	0,00027	0,00026
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00001	0,00002	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00028	0,00032	0,00041	0,00046	0,00049	0,00056
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 34: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: **5.600** UFC/100 ml
 Concentrazione del Cloro: **0,3** mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min	dopo 60 min
		Dopo la miscelazione					
Cloro libero	mg/l	0	0,28	0,27	0,27	0,23	0,20
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Cloro Totale	mg/l	0	0,29	0,28	0,28	0,25	0,22
pH	-	7,87	7,84	7,86	7,86	7,86	7,87
Temperatura	° C	16,7	16,8	16,9	17,0	18,0	19,3
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	neg	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC pro 1 ml	56	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC pro 100 ml	5.600	0	0	0	0	0

Tab. 35: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 5.600 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,3 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte				
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00004	0,00003	0,00003	0,00004	0,00006	0,00006
Tetracloroetilene	mg/l	0,00019	0,00024	0,00020	0,00021	0,00027	0,00026
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00001	0,00002	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00028	0,00032	0,00041	0,00046	0,00049	0,00056
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 36: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 5.200 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,16	0,15	0,15	0,13	0,11
Cloro combinato	mg/l	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Cloro Totale	mg/l	0	0,18	0,16	0,16	0,15	0,13
pH	-	7,88	7,86	7,87	7,87	7,88	7,89
Temperatura	° C	16,8	16,8	16,9	17,1	18,2	19,4
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC pro 1 ml	52	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC pro 100 ml	5.200	≥ 1 <100	0	0	0	0

Tab. 37: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 5.200 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00002	0,00003	0,00005	0,00004	0,00006	0,00006
Tetracloroetilene	mg/l	0,00011	0,00020	0,00020	0,00018	0,00019	0,00024
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00001	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00018	0,00022	0,00031	0,00029	0,00031	0,00042
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tab. 38: Panoramica delle proprietà chimiche e criteri fisici della serie di test a crescente contenuto di cloro con *Pseudomonas aeruginosa* in media concentrazione per ogni 60 minuti di tempo di reazione

Criterio	Unità	Concentrazione iniziale di Cloro libero [mg/l]			
		0,15	0,30	0,50	1,20
Cloro combinato	[mg/l]	0,02	0,02	0,03	0,03
pH	[-]	7,89	7,87	7,86	7,78
Trialometani nella miscela di prova	[mg/l]	0,00052	0,00056	0,00056	0,00066
Trialometani nella miscela di prova dopo la deduzione dei trialometani nell'acqua di rete	[mg/l]	0,00034	0,00028	0,00028	0,00021

Valutazione della serie di test con *Pseudomonas aeruginosa* in media concentrazione batterica

Negli esperimenti con media concentrazione batterica di *Pseudomonas aeruginosa*, non si sono più rilevati batteri dopo 1 minuto a concentrazioni iniziali di cloro tra 1,2 e 0,3 mg/l. Solo alla più bassa concentrazione di cloro di 0,15 mg/l si è avuta una reazione positiva per coltura in brodo di malachite e adeguata piastratura su Agar Cetramide. Poiché in test di 1ml per 1 minuto non sono stati rilevati batteri, ciò significa che dopo 1 minuto di test su 100ml, la carica batterica è inferiore a 100UFC/100ml ma è almeno di 1 UFC/100ml.

Quindi è stata condotta un'altra serie di esperimenti con bassa concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*.

10. Risultati delle verifiche chimico-fisiche e microbiologiche in lotti di prova con *Pseudomonas aeruginosa* in bassa concentrazione batterica.

**Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*
nelle miscele di prova: 300 UFC/100 ml**

Le seguenti tabelle mostrano come appaiono i criteri come temperatura, pH, e i valori microbiologici alle diverse concentrazioni di cloro.

Inoltre, è stata testata in tutti gli esperimenti la formazione di trialometani e composti organici alogenati nelle differenti concentrazioni iniziali di cloro.

Tab. 39: Parametri fisico-chimici e microbiologici delle sperimentazioni con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 300 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto con aggiunta di batteri	Campione di acqua di rubinetto e batteri dopo l'aggiunta di Anolyte				
			Dopo la miscelazione	dopo 1 min	dopo 5 min	dopo 10 min	dopo 30 min
Cloro libero	mg/l	0	0,14	0,13	0,12	0,09	0,07
Cloro combinato	mg/l	0	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloro Totale	mg/l	0	0,14	0,14	0,13	0,10	0,08
pH	-	7,88	7,86	7,87	7,87	7,88	7,88
Temperatura	° C	16,7	16,7	16,9	17,2	18,1	19,1
100 ml di miscela in brodo di malachite		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Piastratura su agar Cetramide		pos	pos	neg	neg	neg	neg
Numero di colonie in 1 ml a 36°C	UFC pro 1 ml	3	0	0	0	0	0
Ps. Aeruginosa in 100 ml	UFC pro 100 ml	300	≥ 1 <100	0	0	0	0

Tab. 40: Composti organici alogenati e Trialometani con *Pseudomonas aeruginosa* in funzione del tempo

Concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa*: 300 UFC/100 ml
Concentrazione del Cloro: 0,15 mg/l

Parametro	Unità	Acqua di rubinetto	Prova della miscela di acqua di rubinetto dopo l'aggiunta di Anolyte					
			dopo 1 min	dopo 5 min.	dopo 10 min.	dopo 30 min	dopo 60 min	

Composti organici Alogenati secondo l'Appendice 2, Nr di serie 12 del TVO

1,1,1-Tricloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001
Tricloroetilene	mg/l	0,00002	0,00002	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003
Tetracloroetilene	mg/l	0,00012	0,00013	0,00017	0,00016	0,00016	0,00018
Diclorometano	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Tetraclorometano	mg/l	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00002
-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Limite della TVO = 0,003 mg/l

Trialometani (THM) secondo l'Appendice 3 del TVO

Cloroformio	mg/l	0,00014	0,00020	0,00021	0,00019	0,00021	0,00023
Diclorobromometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibromoclorometano	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Bromoformio	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Limite della TVO come somma dei 4 componenti = 0,01mg/l

Valutazione delle prove con *Pseudomonas aeruginosa* a bassa concentrazione batterica

Anche alla bassa concentrazione di *Pseudomonas aeruginosa* di 300 UFC/100 ml in 100 ml di soluzione sperimentale, alla più bassa concentrazione di cloro iniziale di 0,15 mg/l, si è avuta una reazione positiva per la coltura in brodo di malachite e adeguata piastratura su Agar Cetramide. Poiché in test di 1 ml per 1 minuto non sono stati rilevati batteri, ciò significa che dopo 1 minuto di test su 100ml, la carica batterica è inferiore a 100UFC/100ml ma è almeno di 1 UFC/100ml.

Lo *Pseudomonas aeruginosa*, anche con livelli batterici molto bassi, in una concentrazione di cloro iniziale di 0,15 mg / l dopo 1 minuto di test è ancora rilevabile. Alle più alte concentrazioni di cloro iniziale, comprese fra 0,3 e 1,2 mg / l, anche lo *Pseudomonas aeruginosa* viene ucciso entro 1 minuto.

11. Valutazione

Per la verifica dell'effetto disinfettante dell'"Anolyte", le indagini svolte a varie concentrazioni di batteri

- *Escherichia coli* e
- *Pseudomonas aeruginosa*,

hanno previsto che essi fossero stati testati con il cloro libero. Per praticità, gli organismi della prova di cui sopra sono stati isolati nei campioni di acqua analizzati come da routine nel nostro laboratorio, coltivati e utilizzati per gli esperimenti. L'acqua proveniva dal sistema idrico della città di Lollar.

I risultati dei vari esperimenti con la soluzione "Anolyte" hanno dimostrato che l'"Anolyte" in esame è un efficace disinfettante.

Gli esperimenti con i batteri *Escherichia coli* hanno dimostrato che una data concentrazione di Anolyte con cloro libero tra 1,2 mg/l e 0,3 mg/l in concentrazioni batteriche fino a 140.000 UFC/100 ml già dopo un tempo di reazione di un minuto provoca la morte di tutti i batteri. Tuttavia, ad una concentrazione con cloro libero inferiore a 0,3 mg/l, il tempo di esposizione in caso di un'elevata concentrazione di *Escherichia coli* aumenta, arrivando a 5 minuti. In concentrazioni di *Escherichia coli* fino a 7.500 UFC/100 ml, una concentrazione con cloro libero pari a 0,15 mg/l è già sufficiente per ottenere una completa disinfezione dopo 1 minuto.

Gli esperimenti con i batteri *Pseudomonas aeruginosa* test hanno mostrato che questo germe è più resistente all'Anolyte. Una concentrazione di Anolyte con cloro libero tra 1,2 mg/l e 0,15 mg/l causa in concentrazioni maggiori di *Pseudomonas aeruginosa* tra 120.000 e 150.000 UFC/100 ml, a differenza di *Escherichia coli*, dopo 5 minuti già una completa distruzione dei batteri. Anche a medie concentrazioni di *Pseudomonas aeruginosa* pari a 4100-5600 UFC/100 ml e cloro libero in un intervallo di concentrazione tra 1,2 mg/l e 0,3 mg/l di cloro libero, si raggiunge la completa disinfezione dopo 1 minuto.

Ulteriori esperimenti hanno mostrato, tuttavia, che 0,15 mg/l di cloro libero non sono sufficienti per l'uccisione completa di *Pseudomonas aeruginosa* entro 1 minuto, perché nonostante la concentrazione così bassa di *Pseudomonas aeruginosa* pari a 300 UFC/100 ml, la completa disinfezione si è verificata dopo soli 5 minuti.

Lo studio sui composti organoclorurati e trialometani ha dimostrato che, mediante il trattamento dell'acqua del rubinetto con Anolyte, i composti organici alogenati presenti diventano significativamente inferiori a quelli indicati dalla normativa vigente relativa all'acqua potabile, e cioè in tutto il range esaminato e compreso tra 0,15 mg/l e 1,2 mg/l di cloro libero.

Anche il cloro combinato, dopo un'ora di tempo di reazione ad una elevata concentrazione iniziale di cloro libero pari a 0,5-1,2 mg/l in esperimenti con maggiore concentrazione batterica, ha manifestato un valore massimo di soli 0,05 mg/l.

Alcuni studi hanno in seguito dimostrato che il potenziale di ossidoriduzione, che nell'acqua di rubinetto della città di Lollar equivale a 245 mV, con l'aggiunta di Anolyte subisce di conseguenza un aumento, e raggiunge circa 666 mV con una concentrazione di cloro libero di 0,15 mg/l, e circa 770 mV con una concentrazione di cloro libero di 1,2 mg/l.

Il pH dell'acqua di rubinetto sarà influenzato solo lievemente dall'Anolyte. Poiché quella dell'Anolyte è una soluzione acida, esso provoca una diminuzione del pH dopo la somministrazione di acqua del rubinetto. Questa diminuzione del pH è, con una elevata concentrazione di cloro libero pari a 1,2 mg / l e con la corrispondente aggiunta di Anolyte, inferiore a 0,2 unità di pH.

In sintesi possiamo dire che "Anolyte" prodotto dal dispositivo Enviolyte della società Enviolyte Industries International Ltd. sia un efficace disinfettante.

Inoltre, dato che i composti organici alogenati che solitamente sono presenti quando si utilizzano strumenti di disinfezione a base di cloro rimangono chiaramente sotto il limite indicato dalla normativa vigente relativa all'acqua potabile e che il pH dell'acqua del rubinetto è influenzato solo in modo esiguo, si può affermare che l'"Anolyte" prodotto dal dispositivo Enviolyte della società Enviolyte Industries International Ltd. è adatto alla disinfezione dell'acqua del rubinetto.