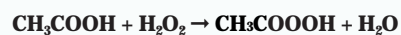


L'acido peracetico viene proposto come alternativa ai tradizionali prodotti disinfettanti a base cloro e derivati. Oltre alla notevole attività battericida, le sue caratteristiche di ecotossicità e biodegradabilità lo rendono insostituibile in molte applicazioni.

L'acido peracetico è un perossido organico e nella sua molecola è presente il gruppo funzionale caratteristico (-O-O-) che imparte proprietà fisiche e chimiche specifiche.

La formazione di acido peracetico è regolata da un equilibrio; il prodotto finito risulta perciò una miscela contenente acido acetico, perossido d'idrogeno, peracido ed acqua.



Il prodotto viene stabilizzato per assicurare un adeguato periodo di stoccaggio: se stoccato in modo appropriato è stabile anche per dodici mesi senza che si verifichi alcuna apprezzabile perdita di attività dello stesso.

Il prodotto commerciale, etichettato come Comburente e Corrosivo generalmente contiene dal 5% al 15% di acido peracetico e perossido di idrogeno dal 15% al 24 %.

I vantaggi

I principali vantaggi connessi con l'uso dell'acido peracetico si possono così elencare:

- ◆ *Ampio spettro di azione* nei confronti dei microorganismi.
- ◆ *Bassa tossicità* nei confronti degli organismi superiori animali e vegetali.
- ◆ *Non reagisce con i microinquinanti* per formare cloroammine o alometani.
- ◆ *Si decompone totalmente* in acido acetico, ossigeno ed acqua,

prodotti questi che non sono né tossici né mutageni.

- ◆ *Elevata efficienza ed efficacia* di azione anche in presenza di sostanze organiche
- ◆ *Impiantistica semplice* nelle applicazioni.

Sottoprodotti di reazione

Accanto alle caratteristiche sino ad ora analizzate, altri due aspetti importanti rendono vantaggioso l'uso dell'acido peracetico nella disinfezione delle acque reflue:

- ◆ *L'assenza di prodotti di reazione tossico-nocivi;*
- ◆ *Il bassissimo potenziale mutageno dell'acqua trattata.*

L'acido peracetico, contrariamente a quanto avviene con il cloro ed i suoi derivati, non reagisce con i derivati azotati evitando la formazione di cloroammine e alometani.

nessun prodotto alogeno-organico risulta essere presente dopo la disinfezione con PAA.

Potenziale mutageno

Il potenziale mutageno dell'acqua trattata, cioè la valutazione del danno potenziale causato al DNA dalle impurezze presenti e dai sottoprodotti di reazione, viene determinato con il test di Ames.

Questo test viene condotto su diversi ceppi di salmonelle con o senza induzione metabolica (ceppo TA98, TA99, TA100 ecc.), valutando il numero di batteri mutati per litro di acqua (revertenti netti/litro di acqua).

In **Tabella 2** vengono riportati i risultati ottenuti durante la sperimentazione condotta nel 1998 sull'impianto di depurazione di Peschiera del Garda.

Questa indagine ha mostrato come l'acido peracetico abbia indotto in una sola prova una lieve attività mutagenica (con TA98 senza attivazione metabolica), mentre il

Trattamento di disinfezione	TA98-S9		TA98+S9		TA100-S9		TA100+S9	
	min	max	min	max	min	max	min	max
nessuno (liq. fognario)	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0
nessuno (liq. depurato)	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0
acido peracetico	0.0	- 13.7	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0
biossido di cloro	110.1	- 111.0	0.0	- 24.9	0.0	- 169.5	0.0	- 103.4
ozono	26.8	- 40.7	0.0	- 22.8	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0
radiazioni UV	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0	0.0	- 0.0

Tabella 2 - Risultati ottenuti in una sperimentazione condotta a Peschiera del Garda

biossido di cloro e l'ozono hanno indotto una discreta attività mutagenica nelle acque trattate.

Stabilità

Come tutti i perossidi organici, la presenza del gruppo funzionale caratteristico impartisce alla molecola una elevata reattività nei confronti della maggior parte dei prodotti chimici organici ed inorganici. Per tale ragione è importante seguire attentamente le modalità di stoccaggio e manipolazione consigliate, evitando nel modo più assoluto ogni forma di inquinamento del prodotto. La decomposizione dell'acido peracetico avviene secondo la seguente reazione:



Questa reazione è catalizzata dalla maggior parte delle sostanze organiche ed inorganiche ed in particolare dalla presenza di metalli pesanti o loro ioni. La velocità di reazione, oltre che dalla temperatura, dipenderà in questo caso anche dal tipo e dalla quantità di ioni metallici presenti.

Nel **Grafico 1** viene riportata la perdita % del titolo in ossigeno attivo, a temperatura ambiente, contro il tempo. I dati sono relativi ad

Perdita % titolo O ₂	Perdita % titolo O ₂	Perdita % titolo O ₂	Perdita % titolo O ₂
3 mesi	6 mesi	9 mesi	12 mesi
1.2	2.9	4.3	6.3

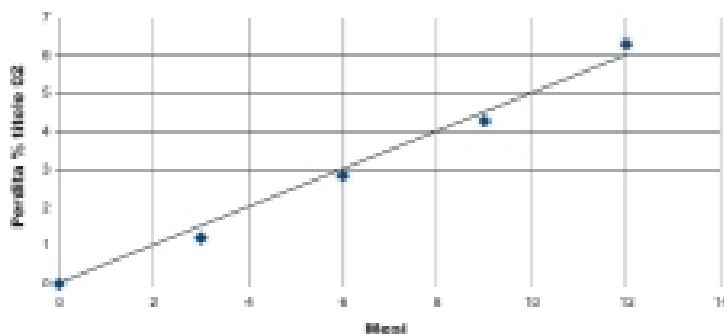


Grafico 1 - Perdita % del titolo in ossigeno attivo.

una soluzione di PAA al 15 % per un periodo di 12 mesi. Come evidenziato dai dati sperimentali, la perdita % del contenuto in ossigeno attivo del prodotto sembra essere lineare a temperatura costante (attestandosi attorno ad un valore del 5% su base annua).

Il medesimo andamento della linea di tendenza è stato da noi osservato in analisi successive al periodo riportato nel grafico. A conferma dei dati precedenti si riporta il grafico relativo alla stabilità della composizione del PAA nel tempo (**Grafico 2**).

Mesi	O ₂ Titolo %	O ₂ Perdita %	H ₂ O ₂ Titolo %	H ₂ O ₂ Perdita %	PAA Titolo %	PAA Perdita %
0	14,5	0	24	0	15,3	0
3	14,32	-1,2	23,5	-2,0	15,54	+ 1.5
6	14,1	-2,8	23,4	-2,5	15	- 1.9
9	13,9	-4,1	23,4	-2,5	14	- 8.4
12	13,6	-6,3	23,2	-3,3	13,5	- 11.7

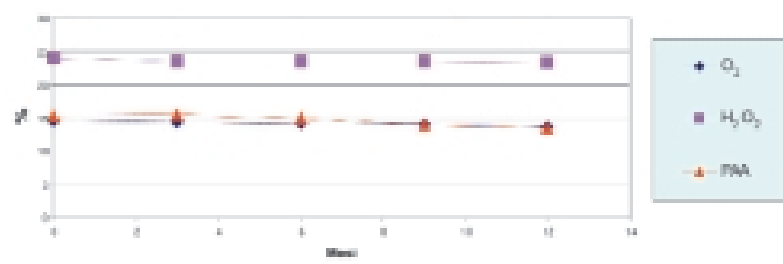


Grafico 2 - Stabilità della composizione del PAA nel tempo.

La composizione della soluzione esaminata è identica a quella relativa al grafico precedente.

Solo pochi materiali offrono garanzia di inerzia chimica nei confronti dell'ac. peracetico. Tra i materiali metallici solo l'AlSi 316L, opportunamente

decapato e passivato, non influenza la stabilità del prodotto e ne permette una lunga conservazione, mentre la maggior parte delle materie plastiche vengono fortemente degradate. Nylon e PVC mostrano immediatamente fenomeni di blistering ed una rapidissima caduta delle proprietà meccaniche con infragilimento delle strutture. Solo i polimeri fluorurati, Teflon e PVDF danno garanzie di resistenza e durata nel tempo. Possono essere eventualmente utilizzate tubazioni in polietilene a alta densità che mostrano una buona

resistenza per almeno 12 mesi a contatto con soluzioni di acido peracetico al 15%.

Disinfezione di acque reflue

Sono in numero crescente i depuratori che in Italia attualmente hanno scelto di risolvere il problema della disinfezione mediante l'utilizzo di acido peracetico o che comunque hanno già valutato positivamente il suo utilizzo mediante accurate sperimentazioni. Dall'esame dei risultati ottenuti si

può affermare che tutti questi depuratori hanno risolto brillantemente il problema della disinfezione arrivando a scaricare delle acque perfettamente a norma. Una così ampia casistica di risultati permette inoltre di affermare che, indipendentemente dall'efficacia del trattamento a monte, le condizioni ottimali di disinfezione sono sempre individuabili entro limiti molto ristretti come a seguito illustrato:

- ◆ La concentrazione di principio attivo è compresa tra 1.0 e 2.0 ppm;
- ◆ Il tempo di contatto minimo richiesto è di circa 20 minuti.

E' importante sottolineare comunque che ciascuna situazione richiede un'analisi ed una specifica messa a punto dell'intero sistema, tenendo conto di fattori quali:

- ◆ Concentrazione del disinfettante;
- ◆ Qualità dell'acqua da trattare;
- ◆ Modalità di dispersione;
- ◆ Tempo di contatto;
- ◆ Geometria della vasca di contatto.

Abbattimento delle alghe

Il contenimento degli organismi fitoplanctonici nei bacini di accumulo di acque da destinare ad uso irriguo è estremamente importante per le numerose conseguenze che i fenomeni di crescita algale possono determinare.

Per tali motivi sono state condotte delle sperimentazioni con l'obiettivo di verificare la possibilità di utilizzo dell'acido peracetico nei bacini di accumulo per eliminare e/o contenere la crescita delle alghe.

Ad un'acqua contenente in ogni millilitro 10^5 cellule di un'alga verde unicellulare (*Selenastrum Capricornutum*) sono state aggiunte quantità diverse di PAA (1 - 2,5 ed 5 ppm di principio attivo). La crescita delle alghe è stata determinata a tempi diversi di incubazione mediante il conteggio al microscopio del numero di cellule per unità di volume.

Nel **Grafico 3** sono visibili le curve di crescita, ottenute riportando il valore medio della concentrazione cellulare in funzione al tempo, per ciascuna delle concentrazioni di acido peracetico utilizzate.

POTENZIALE TEGUA	POT. LV
Aspetto	liquido
Odore	pungente
Miscibilità	acqua e solventi organici

Come si può osservare l'acido peracetico ad una concentrazione di 2,5 ppm di principio attivo riesce ad esercitare un effetto inibente sulla crescita di *S. Capricornutum*. L'impiego di soluzioni con 5 ppm di principio attivo portano alla totale eliminazione della flora algale in tempi inferiori ad 1 ora (20-30 minuti di contatto).

La presenza di alghe in grado di riprodursi può essere viceversa ben evidenziata con la determinazione del contenuto in clorofilla nell'acqua. Nel corso di alcune prove sono state aggiunte 5 ppm di PAA come principio attivo all'acqua di un laghetto contenente 6×10^5 alghe/ml. ed è stato determinato il contenuto in clorofilla in funzione del tempo.

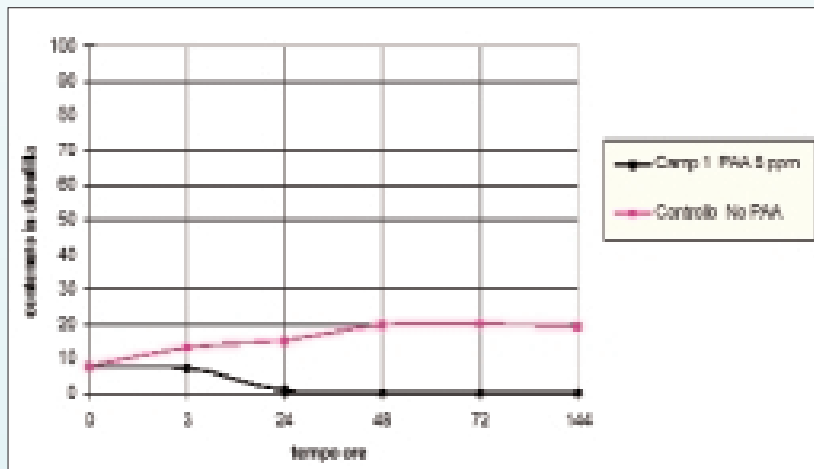
Le alghe presenti erano in gran parte della specie *Cosmarium*, con

la presenza di *Chlorella*, *Cenedesmus*, diatomee ed *Euglena*.

La diminuzione del contenuto in clorofilla (**Grafico 4**) mostra chiaramente l'abbattimento delle forme algali ottenuto per effetto dell'aggiunta di acido peracetico. L'assenza di clorofilla è indice della completa assenza di alghe in grado di riprodursi.

Disinfezione dei reflui grezzi

E' stata valutata la possibilità di utilizzare l'acido peracetico nella disinfezione di reflui grezzi, cioè di acque in ingresso ai depuratori che hanno subito come unici trattamenti la grigliatura e la dissabbiatura. Questa applicazione è nata dalla necessità di disinfettare



le acque grezze nel caso debbano essere convogliate all'uscita del depuratore senza subire alcun trattamento, sia per emergenze temporanee sia per manutenzione dell'impianto stesso.

La valutazione dell'efficacia del trattamento di disinfezione è stata effettuata in laboratorio, simulando una cinetica di abbattimento batterico nelle condizioni operative applicate in un impianto di depurazione di reflui civili.

La prova di disinfezione è stata condotta con una concentrazione di acido peracetico di 11 ppm seguendo la diminuzione nel tempo del parametro Coliformi totali.

Nel **Grafico 5** sono riportati i dati ottenuti durante la prova (il decremento della carica batterica è riportato in scala logaritmica).

Nel campione tale quale la carica batterica iniziale era di circa 15.000.000 u.f.c./100 ml.

I dati sperimentali evidenziano come il trattamento con acido peracetico di acque reflue grezze sia estremamente efficace.

Infatti, nonostante l'elevato valore di carica batterica iniziale, una concentrazione di 11 ppm di principio attivo è stata sufficiente a garantire la disinfezione del refluo con un tempo di contatto di 30 minuti circa.

Lavanderie industriali

I problemi posti dal lavaggio della biancheria industriale e specialmente di quella ospedaliera sono molteplici.

Oltre al buon aspetto visivo, quali grado di bianco ed assenza di macchie od aloni, è necessario che venga raggiunto un elevato grado di disinfezione.

I vantaggi relativi all'uso dell'acido peracetico nelle lavanderie derivano dalle caratteristiche del prodotto e si traducono in:

- ◆ **Elevata efficacia** alle basse temperature (45-50 °C);
- ◆ **Elevata efficacia già a pH 9;**
- ◆ **Bassissima usura chimica** (diminuzione del grado di polimerizzazione della cellulosa, degradazione del colore e degli appretti);
- ◆ **Non fissa le macchie** di antisettici a base di clorexidina.

TEMPO DI CONTATTO (minuti)	COLIFORMI TOTALI (u.f.c./100 ml)
0	15.000.000
20	40.000
40	12.000
60	3.000

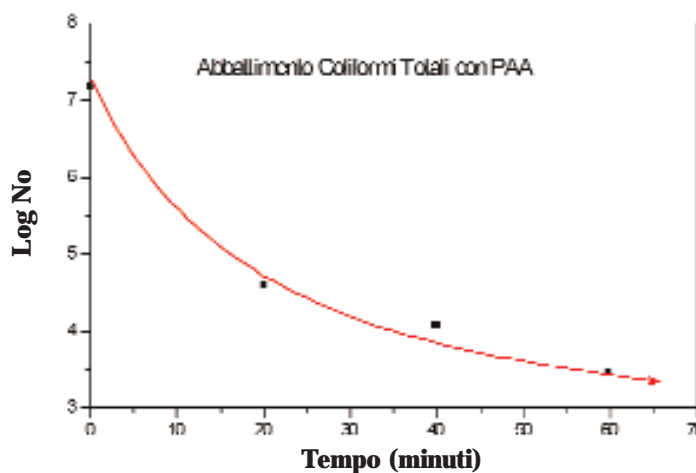


Grafico 5 - Dati ottenuti durante la prova di simulazione effettuata in laboratorio.

E' noto il pericolo di attacco delle fibre cellulose impiegando bagni a base di ipoclorito; esso è funzione non solo della dose di cloro attivo impiegato ma anche principalmente del pH e della temperatura.

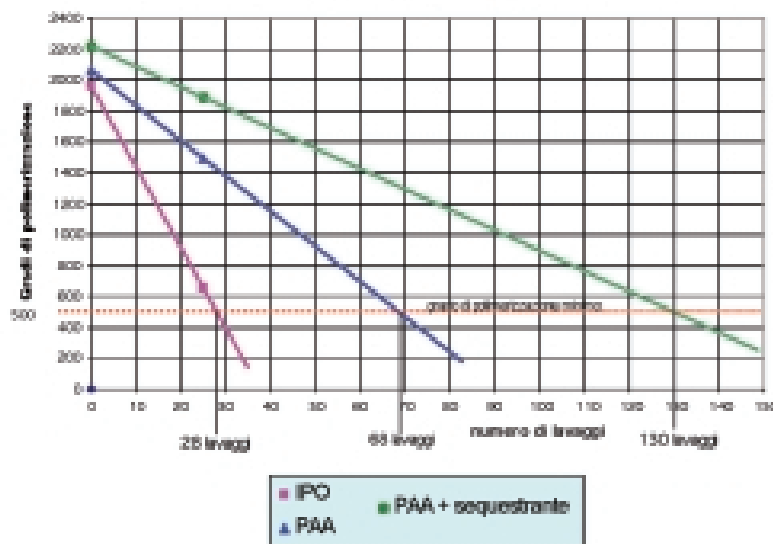
Nel caso dei prodotti perossidati l'attacco eventuale della fibra è dovuto essenzialmente ad un processo che prende avvio dalla presenza di tracce metalliche (ferro, rame, nichel, cromo ...).

Riutilizzo delle acque reflue in agricoltura

La possibilità di utilizzare il prodotto nella disinfezione delle acque reflue da destinare all'irrigazione, discende direttamente

dalle caratteristiche intrinseche del PAA (bassissima tossicità, decomposizione in prodotti non tos-

Variazione del grado di polimerizzazione del cotone in funzione del tipo e numero di lavaggi



sici) e dalla stretta normativa Italiana che disciplina la materia.

Con i tradizionali prodotti clorati, per arrivare ai limiti imposti (2 UFC di coli totali per 20 ml per irrigazione illimitata e 100 per irrigazione limitata) sarebbe necessario utilizzarne quantità talmente elevate da superare abbondantemente i limiti imposti per i residui; con il PAA le quantità (ugualmente elevate) renderebbero il trattamento estremamente oneroso, mentre con i soli raggi UV non si ottiene il rispetto dei valori parametrici.

Il raggiungimento dei limiti microbiologici prefissati è possibile, compatibilmente con le ragioni economiche e ambientali citate in precedenza, accoppiando l'uso del PAA con il trattamento U.V..

Alcune sperimentazione sono già state pubblicate e Promox sta conducendo delle prove presso alcuni depuratori al fine di determinare le condizioni ottimali di applicazione del trattamento combinato. In ogni caso l'esperienza acquisita permette di fissare alcuni punti fondamentali:

- ◆ *Le concentrazioni di PAA* si attestano tra 2 e 5 ppm;
- ◆ *I dosaggi UV* tra 100 e 200 mW.s.cm⁻²

Il trattamento combinato ha mostrato una notevole sinergia so-

Peso molecolare	76.05 (rel. al 100% di PAA)
Peso equivalente	38.03 (rel. al 100% di PAA)
Potenziale redox	1.81 Ev
Aspetto	liquido
Odore	pungente
Miscibilità	acqua e solventi organici

prattutto se il PAA viene dosato a monte dei raggi UV, questo perché la radiazione a 254 nm permette la scissione del legame perossidico favorendo la decomposizione del PAA e quindi il suo effetto disinfettante.

I raggi UV sono dei potenti sterilizzatori ma non danno garanzie sulla copertura a valle del trattamento, mentre il residuo del PAA non reagito può contenere, anche in un eventuale bacino di accumulo, la ricrescita batterica.

Attiva dal 1983 la società Promox è specializzata nella produzione di perossidi organici, in particolare chetonperossidi, utilizzati quali iniziatori di polimerizzazione per resine poliestere insature a temperatura ambiente.

Nel 1988 Promox ha sviluppato un proprio know-how per la produzione di Acido Peracetico (PAA), impegnandosi contemporaneamente nel suo sviluppo applicativo.

Credendo nella versatilità di impiego e nelle potenzialità offerte dal PAA sono state intraprese numerose collaborazioni con Docenti universitari, enti Pubblici ed utilizzatori.

L'impianto sito in Leggiuno (Varese) garantisce, ormai da diversi anni, una elevata capacità produttiva con caratteristiche chimico-fisiche costanti ed un elevato standard qualitativo del prodotto finito. L'estrema versatilità dell'impianto è tale da poter soddisfare le diverse richieste del cliente: concentrazione e formulazione del prodotto, confezionamento, modalità e tempi di consegna.