

Cristiano Vergani
Responsabile R & D
Deparia Engineering S.r.l.
E-mail: cristiano.vergani@deparia.com

Il pericolo Legionella

Il microrganismo Legionella pneumophila è un ospite molto frequente degli impianti civili di distribuzione dell'acqua: è stato responsabile, negli ultimi anni, di molti incidenti legati in modo particolare alla inalazione di aerosol infetto. Vediamo come è possibile combattere efficacemente questa contaminazione batterica.

La *Legionella pneumophila* è una protagonista frequente delle cronache: ogni anno troviamo decine di casi più o meno gravi di contaminazione, a volte con perdite di vite umane. E' opinione comune che molti incidenti passino del tutto inosservati, perchè le persone più esposte all'infezione si trovano spesso in condizione di salute precarie (malati cronici, immunodepressi, anziani) e perciò un eventuale decesso per polmonite non desta interrogativi sufficienti ad un approfondimento delle cause, a meno che l'infezione non assuma proporzioni notevoli.

Alcune campagne di monitoraggio hanno evidenziato una percentuale di contaminazione pericolosamente elevata negli impianti idrici e di condizionamento delle strutture ospedaliere (dal 12% al 70% di positività dei campioni): un sintomo di insufficiente prevenzione, probabilmente anche di scarsa informazione o di colpevole sottovalutazione del problema.

La *Legionella* è un microrganismo che prolifera nell'acqua stagnante, in un intervallo di temperatura compreso tra 20° e 50°C, più facilmente in presenza di nutrienti adatti, come altri batteri, alghe e protozoi: si tratta di condizioni facilmente riscontrabili in impianti idrici

e di condizionamento con qualche anno sulle spalle, magari scarsamente curati e mantenuti.

La maggior parte degli incidenti di contaminazione avviene attraverso le docce, perché l'infezione può instaurarsi solo per via aerogena. Per contrarre la legionellosi è infatti necessario inalare un certo numero minimo di batteri (carica infettante), veicolato da un aerosol, come quello generato dall'acqua battente all'interno di una doccia. I pochi casi restanti sono dovuti alla respirazione dell'aerosol emesso dalle torri di raffreddamento o da condensatori evaporativi, e riguardano per lo più gli addetti alla manutenzione che non usano indossare una mascherina di protezione durante il lavoro.

Il ruolo della temperatura

Tutte le informazioni disponibili indicano che la *Legionella* non sopravvive a temperature superiori a 54°C. Per questo motivo, uno dei metodi più comuni per controllarne la proliferazione consiste nel mantenere la temperatura dell'acqua calda intorno ai 60°C. Per evidenti motivi di sicurezza, una temperatura così alta può essere impiegata unicamente in impianti dotati di miscelatori termostatici. Nella maggior parte degli impianti civili di distribuzione dell'acqua calda, la temperatura rimane invece compresa tra 40°C e 43°C, proprio l'intervallo ideale per lo sviluppo della *Legionella*.

Le zone a rischio

La moltiplicazione batterica è particolarmente favorita nelle zone di stagnazione, come i serbatoi e le tubazioni a fondo cieco. La presenza in queste zone di detriti e di microflora sotto forma di sottili pellicole (bio-film), costituisce il vero fattore predisponente. Nelle tubazioni a transito elevato è molto difficile trovare le condizioni ideali per lo sviluppo: perciò è bene mantenere velocità elevate nella rete di distribuzione, senza superare i 2 m/s, oltre i

quali cominciano a divenire importanti gli effetti corrosivi dovuti alla velocità. La presenza di incrostazioni negli erogatori delle docce costituisce un ottimo substrato per la proliferazione della *Legionella*, mentre altre zone particolarmente pericolose si trovano nei circuiti idraulici delle piscine e delle vasche per idromassaggio (dove per di più le bolle che si rompono in superficie rappresentano una fonte di aerosol potenzialmente infetto). Sono stati segnalati casi di colonie presenti sulla superficie delle guarnizioni in gomma naturale.

I metodi di controllo

Esistono diversi metodi, ognuno provvisto di pro e contro che dovranno essere attentamente valutati caso per caso. I più comuni consistono nel mantenimento di temperature elevate, in cicli periodici di flussaggio a alta temperatura o nell'uso di additivi a base di sostanze alogene o di ioni metallici. Meno usati i metodi che prevedono l'utilizzo di ozono e di raggi ultravioletti, oppure l'iperclorazione o la filtrazione meccanica.

Il mantenimento di temperature elevate è senz'altro il metodo più semplice ed efficace: come abbiamo visto, presenta però una seria controindicazione, in quanto esige la sostituzione di tutti i miscelatori con degli equivalenti dotati di valvola termostatica, per evitare il possibile rischio di scottature.

I cicli periodici di flussaggio ad alta temperatura consistono nel portare la temperatura dell'acqua ad almeno 65°C e di lasciare scorrere l'acqua in ogni punto di erogazione per circa mezz'ora. Nel caso ci si trovi in presenza dimostrata di *Legionella*, è conveniente operare a temperature ancora più alte, intorno ai 70-75°C. Questo metodo si è dimostrato efficace in molti casi, e possiede il vantaggio di non richiedere equipaggiamenti addizionali. Inoltre può essere sempre disponibile in caso di necessità ed applicato in tempi brevi. Per contro, negli impianti molto estesi può essere di difficoltosa applicazione e, naturalmente, non è utilizzabile dove sono installati miscelatori termostatici. E' da tenere presente che questo metodo può offrire solo una soluzione temporanea, perchè il batterio

può facilmente reinsediarsi e colonizzare di nuovo l'impianto.

L'impiego degli ioni metallici comporta l'installazione di una camera di ionizzazione contenente elettrodi in rame ed argento. L'applicazione di una corrente elettrica provoca il rilascio di ioni metallici aventi carica positiva, capaci di inattivare efficacemente ogni forma batterica presente nell'acqua. La concentrazione ottimale è di circa 400 ppb per il rame e di circa 40 ppb per l'argento. L'installazione e la conduzione della camera di ionizzazione sono relativamente semplici, ed il sistema permette di mantenere permanentemente sotto controllo la popolazione batterica. Lo svantaggio consiste nei costi di impianto e di esercizio, che in genere hanno relegato questa tecnica nel settore dei piccoli impianti. Una possibile alternativa più economica consiste nell'utilizzo di pompe dosatrici in grado di aggiungere in permanenza all'impianto una quantità predeterminata di una soluzione contenente ioni metallici: tuttavia, questa soluzione richiede una assistenza ed una manutenzione molto scrupolose e puntuali, in quanto un possibile malfunzionamento del sistema può esporre gli utenti al rischio di intossicazione.

Il dosaggio di biossido di cloro in forma gassosa permette di ottenere un buon effetto di disinfezione: questo agente chimico è in grado di raggiungere le colonie batteriche più protette al di sotto dei sedimenti, non richiede elevate concentrazioni e rimane in soluzione per molto tempo. Grazie a queste caratteristiche, gli effetti di corrosione del cloro sulle tubature sono poco evidenti. Si tratta però di un metodo applicabile soprattutto agli impianti medio-grandi, poiché richiede un investimento non indifferente. L'uso degli alogenuri (cloro, bromo, iodio) in concentrazione variabile da 0,3 a 1 ppm (come ione libero) rappresenta una soluzione efficace a patto di mantenere il pH su valori neutri o leggermente alcalini: più si abbassa il pH e meno efficiente diventa l'azione biocida. Infine, non bisogna dimenticare che queste sostanze sono state messe sotto accusa, perché provocano la formazione in acqua di alcuni sottoprodotti (trialometani), fortemente sospettati di cancerogenicità.

La radiazione ultravioletta può essere utilizzata per eliminare i batteri solo in un punto

determinato dell'impianto: per questo è in genere impiegata solo nei piccoli impianti con una estensione molto limitata delle tubazioni, oppure per proteggere singoli punti di erogazione.

Anche l'uso dell'ozono ha un effetto limitato alle vicinanze del punto di erogazione, quindi anche questo rimedio è di solito limitato ai piccoli impianti. D'altro canto, permette di evitare tutti i costi e le complicazioni derivanti dal dosaggio dei disinfettanti chimici, e non induce la formazione di sottoprodotti "a rischio".

L'iperclorazione è molto efficace contro i batteri, però comporta diversi aspetti negativi. Innanzi tutto, alla concentrazione ottimale per il migliore effetto battericida, può innescare dei fenomeni corrosivi molto pericolosi per l'integrità delle tubazioni; inoltre, non si può trascurare il problema dei sottoprodotti potenzialmente cancerogeni.

Il metodo della filtrazione / riclorazione permette di utilizzare dosi di cloro molto più basse, in quanto la presenza di una efficace filtrazione meccanica permette di eliminare i residui organici ed i sedimenti che offrono riparo alla *Legionella*. L'impianto consiste generalmente in una coppia di filtri a tasche (inseribili alternativamente nel circuito) efficaci su tutte le particelle uguali o maggiori di 5 micron, in abbinamento ad un dosaggio, controllato elettronicamente, di composti clorati. In alternativa è possibile usare altri prodotti come i sali dell'ammonio quaternario o i tiosolfati. Come regola generale è consigliabile non utilizzare continuamente una sola molecola biocida, per evitare l'insorgere di colonie resistenti.

Indicazioni per il controllo della Legionella

In realtà l'agente patogeno della Legionellosi è molto diffuso, ed è possibile trovarlo nell'acqua erogata da moltissimi impianti: quello che importa veramente è impedire che si verifichino le condizioni per un suo sviluppo incontrollato. A questo fine, è buona norma adottare una serie di interventi preventivi, piuttosto che dovere intervenire con misure di

sterilizzazione su impianti fortemente compromessi. Le normali operazioni di pulizia e manutenzione corrente sono fondamentali, come i controlli sulle fonti di approvvigionamento dell'acqua. Una buona filtrazione e una decalcificazione efficace possono da soli prevenire gran parte degli incidenti. Tutti i dispositivi in grado di generare aerosol (aeratori dei rubinetti, diffusori delle docce, apparecchi per inalazione e idromassaggio, fontane decorative, umidificatori ad ultrasuoni) devono essere periodicamente puliti e disinfettati, sostituiti se eccessivamente sporchi e incrostanti. In tutti gli impianti di nuova realizzazione è bene prevedere l'utilizzo di tubi in rame, meno adatti allo sviluppo di biofilm rispetto a quelli realizzati in ferro zincato. Nelle grandi strutture di accoglienza (alberghi, caserme, ricoveri per anziani, ospedali, stabilimenti termali) è raccomandata l'analisi periodica dei campioni dell'acqua erogata ed il controllo assiduo di tutte le possibili fonti di contaminazione nell'impianto di condizionamento dell'aria (torri di raffreddamento, condensatori evaporativi, umidificatori, canalizzazioni e pompe per lo scarico della condensa). L'arma preventiva più efficace è sempre rappresentata dall'informazione e dalla educazione del personale: tutti gli addetti ai servizi e alla cura degli ospiti devono essere a conoscenza del problema e dei fattori che ne possono favorire l'insorgenza, poiché la maggior parte degli incidenti deriva dalla trascuratezza nella manutenzione e dall'ignoranza delle norme elementari di prevenzione.

Riferimenti legislativi e normativi

Dal punto di vista tecnico, i documenti da prendere come riferimento sono le linee guida nazionali (Linee-guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi del 04/04/00 - GU 103 del 5/5/00) e le linee guida regionali (Allegato alla Circolare H1.1999.0060415 della Regione Lombardia - Direzione Generale della Sanità - Servizio Prevenzione Sanitaria - 05/11/99).

Riferimento o Ente emettitore	Titolo	Data di emissione	Rif. di pubblicazione
Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le provincie autonome di Trento e Bolzano	Linee-guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi	04/04/00	GU 103 del 5/5/00
Regione Lombardia - Direzione Generale della Sanità - Servizio Prevenzione Sanitaria	Precisazioni in merito alle misure di profilassi a lungo termine per il controllo della legionellosi	18/02/00	Circolare H1.2000.0011283
Regione Lombardia - Direzione Generale della Sanità - Servizio Prevenzione Sanitaria	Sorveglianza e controllo delle legionellosi	05/11/99	Allegato a Circolare H1.1999.0060415
Regione Lombardia - Direzione Generale della Sanità - Servizio Prevenzione Sanitaria	Sorveglianza e controllo della legionellosi in Lombardia	05/05/99	Circolare prot. 28699
Regione Lombardia - Direzione Generale della Sanità - Servizio Prevenzione Sanitaria	Sorveglianza e controllo della legionellosi	21/08/97	Circolare prot. 267368
Circolare Ministero della Sanità n.400.2/9/5708	Sorveglianza delle legionellosi	29/12/93	
DPR n.236	Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183	24/05/88	GU 152 del 30/6/88

Quando è il caso di intervenire e come

La sola identificazione della Legionella nei campioni non è significativa. Il vero pericolo comincia ad una concentrazione di oltre 1000 Unità Formanti Colonia per litro, che impone l'adozione di una serie di misure. Concentrazioni minori possono però segnalare una situazione potenzialmente pericolosa, da tenere sotto sorveglianza.

Concentrazione di Legionella [UFC/l]	Casi accertati di legionellosi	Stato di contaminazione	Misure da applicare
≤ 100	0	presenza limitata	nessuna azione
1.000 - 10.000	0	contaminazione presente	<ul style="list-style-type: none">- aumentare sorveglianza clinica.- adottare misure specifiche di prevenzione e controllo indicate nelle linee guida.- non usare docce.- evitare abluzioni che potrebbero generare aerosol.- ripetere periodicamente i controlli batteriologici.
0 - 10.000	≥ 1	contaminazione presente	Oltre a quanto esposto sopra, <ul style="list-style-type: none">- effettuare la bonifica ambientale.- adottare misure specifiche di prevenzione e controllo.
> 10.000	0	contaminazione massiva	Attuare immediatamente procedure di decontaminazione: shock termico o iperclorazione

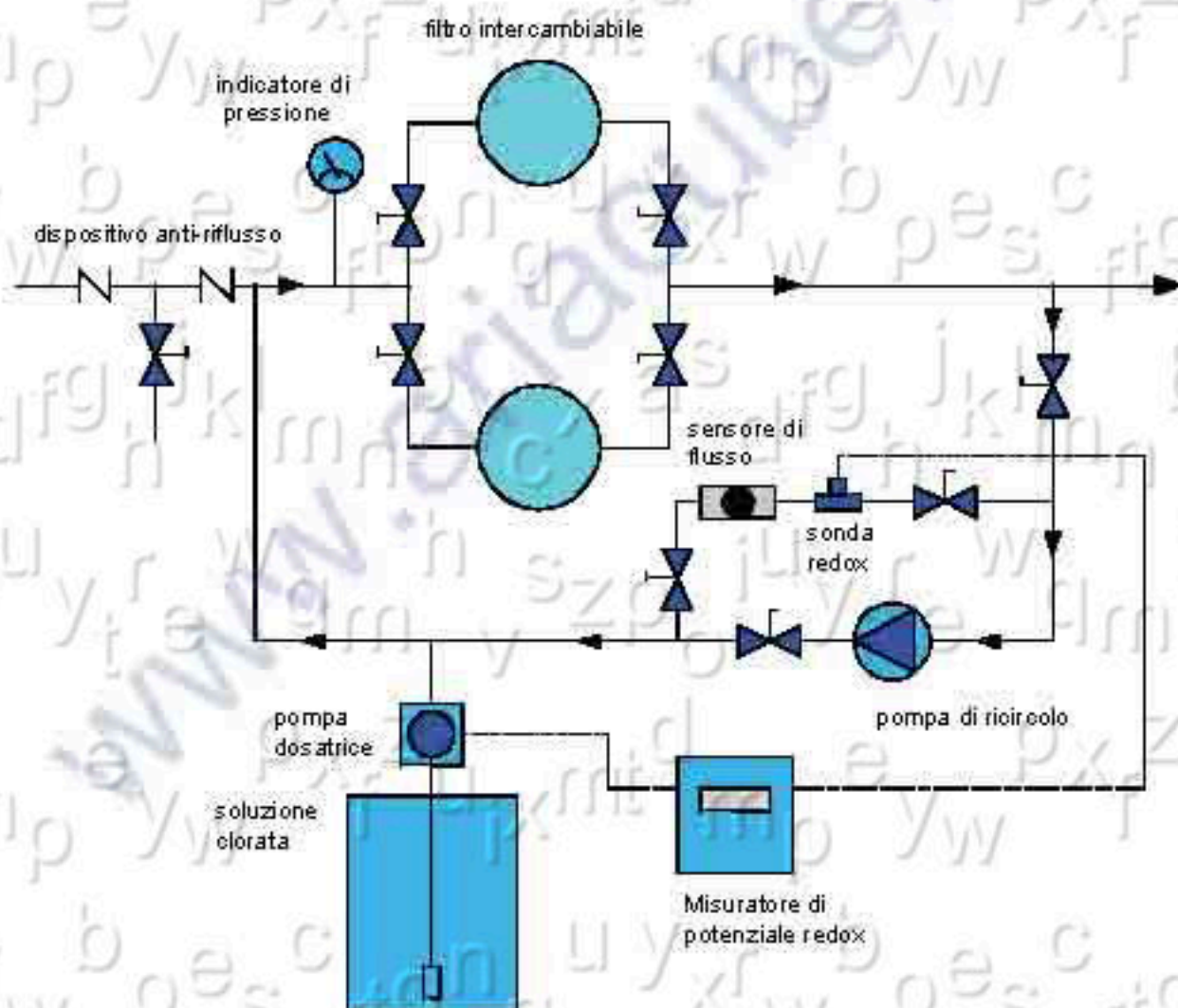
Gli interventi di bonifica

Questi i metodi suggeriti dalle linee-guida. La scelta deve essere attentamente ponderata in base alle caratteristiche degli impianti, per evitare interventi poco efficaci o, al limite, conseguenze negative per le persone e le strutture.

Metodo di trattamento	Linee guida Nazionali	Linee guida Regionali
Shock termico	<ul style="list-style-type: none">- Elevare la temperatura dell'acqua a 70-80°C- Tenere questa temperatura per almeno 3 giorni- Far scorrere l'acqua da ogni rubinetto per almeno 30 minuti- Verificare che la temperatura in uscita dai rubinetti sia sempre $\geq 60^{\circ}\text{C}$	<ul style="list-style-type: none">- Elevare la temperatura dell'acqua in modo che raggiunga 70°C in uscita da tutti i rubinetti.- Far scorrere l'acqua da ogni rubinetto per almeno 30 minuti
Iperclorazione	<ul style="list-style-type: none">- Immettere cloro nell'acqua fino ad ottenere Cl residuo di 20 mg/l e mantenere il contatto per 2 ore.- oppure- Immettere cloro nell'acqua fino ad ottenere Cl residuo di 50 mg/l e mantenere il contatto per 1 ora.- Svuotare l'impianto e risciacquare fino ad ottenere una concentrazione di cloro residuo di 0,5 - 1 mg/l	<ul style="list-style-type: none">- Immettere cloro nell'acqua fino ad ottenere Cl residuo di 15 mg/l e mantenere il contatto per 24 ore.- oppure- Immettere cloro nell'acqua fino ad ottenere Cl residuo di 50 mg/l e mantenere il contatto per 12 ore.- Risciacquare l'impianto

Esempio di impianto di filtrazione e clorazione

Quando la qualità dell'acqua non è garantita oppure può essere soggetta a peggioramenti occasionali (maltempo, aumento stagionale dei consumi), è consigliabile utilizzare un sistema in grado di limitare l'apporto di sedimenti organici ed inorganici, nonché un livello costante di disinfezione: nell'esempio illustrato, quando il filtro inserito è eccessivamente carico di residui (l'indicatore di pressione segnala un valore troppo elevato), si commuta in servizio il filtro di riserva e si procede alla sostituzione. Un dosatore automatico provvede a dosare il cloro a seconda della portata effettiva in tempo reale.



Esempio di impianto di adduzione ioni metallici

In alternativa alla clorazione, in alcuni casi è preferibile ricorrere al dosaggio di ioni metallici (rame e argento) nel flusso idrico. Esistono due tecniche differenti: la prima prevede l'utilizzo di due elettrodi in rame e argento attraverso i quali viene fatta scorrere una corrente elettrica, ed è indicata per le piccole utenze. Quando le dimensioni crescono, è più conveniente utilizzare una coppia di dosatori che aggiungono una quantità controllata di sali di rame e di argento in soluzione.

