



AICARR

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria
Riscaldamento e Refrigerazione

■ *Osservatorio Sanità*

LIBRO BIANCO SULLA LEGIONELLA

- Linee Guida Ministero Sanità
- Linee Guida ASHRAE 12-2000
- Alcune considerazioni sulle linee guida e sul controllo della contaminazione da Legionella negli impianti idrici e di climatizzazione

A cura di C.M. Joppolo



**Alcune considerazioni sulle linee guida
e sul controllo della contaminazione
da Legionella negli impianti idrici
e di climatizzazione**

Cesare Maria Joppolo

Dipartimento di Energetica – Politecnico di Milano

Maria Antonia Sanvito

Dipartimento di Prevenzione – ASL Milano 2

Alcune considerazioni sulle linee guida e sul controllo della contaminazione da *Legionella* negli impianti idrici e di climatizzazione

CESARE MARIA JOPPOLO* - MARIA ANTONIA SANVITO**

* - Dipartimento di Energetica – Politecnico di Milano

** - Dipartimento di Prevenzione – ASL Milano 2

1. Introduzione

Questa relazione vuole presentare due documenti di Linee Guida, entrambi pubblicati nel 2000. Il primo, nazionale, predisposto dal Ministero della Sanità e adottato dalla Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Provincie Autonome¹, l'altro, Linee Guida ASHRAE 12-2000², preparato negli USA nel periodo 1994 – 1999 da un comitato costituito da igienisti, specialisti nel trattamento delle acque, progettisti di impianti idrici e di climatizzazione, produttori di apparati/componenti ed esperti nelle analisi biologiche. Le ASHRAE 12-2000 contengono indicazioni per la minimizzazione dei rischi di Legionellosi associati con un gran numero di sistemi (tra cui reti di acqua sanitaria, impianti idrici di emergenza, piscine riscaldate, fontane decorative, torri di raffreddamento, condensatori evaporativi, sistemi di raffrescamento evaporativo, umidificatori e lavatori d'aria, ecc.). Le Linee Guida ASHRAE (e il loro documento di posizione³) forniscono indicazioni specifiche per le diverse tipologie impiantistiche ed enfatizzano l'importanza di una corretta gestione e manutenzione degli impianti, dell'adozione di trattamenti chimici e del controllo delle temperature, come principali metodi di intervento. I due documenti vengono presentati nell'ambito di un quadro nazionale ed internazionale di proposte ed iniziative.

Non si ritiene necessario fornire una presentazione della ecologia e della epidemiologia della *Legionella*. Dettagliate informazioni possono essere ritrovate nelle Linee Guida già citate e pubblicate in questo stesso volume. Peraltro si sottolinea che l'attenzione per il problema *Legionella* è elevata. I casi notificati in Italia sono circa 100-150 per anno; ma i dati ufficiali vengono comunemente ritenuti una sottostima della reale incidenza della patologia. Stime attendibili¹ forniscono per l'Italia un numero di casi di malattia almeno dieci volte superiore a quello attualmente notificato; viene anche stimato che le legionelle sono responsabili di una frazione compresa tra 1% e 5% dei casi totali di polmonite comunitaria e di una quota tra il 3% e il 20% di tutte le polmoniti nosocomiali. Negli USA l'incidenza totale è di circa 10000 casi per anno.

Dopo venticinque anni da quando fu per la prima volta isolato come agente eziologico in un caso di polmonite epidemica, la *Legionella* è ora un agente patogeno riconosciuto di polmonite e di altre malattie respiratorie, che desta viva preoccupazione e per il quale vanno ancora compiutamente delineate le strategie di controllo.

2. Il razionale per un approccio ingegneristico alla prevenzione ed al controllo

La legionella è batterio presente negli ambienti acquatici naturali e artificiali. L'insorgenza della patologia richiede che vi sia una elevata concentrazione dei batteri patogeni nell'acqua, che questa venga dispersa sotto forma di aerosol con dimensioni delle gocce, e meccanismi di trasporto che consentano l'inalazione da parte di persone suscettibili. L'elevata concentrazione di batteri in acqua segue un processo detto di proliferazione che avviene quando esistono condizioni "ambientali" adatte.

Lo schema di Fig. 1 (tratto dalle Linee Guida Ashrae 12-2000²) in modo sintetico illustra la "catena di trasmissione" con la successione di eventi e, per ciascuno di essi, i fattori ambientali o clinici coinvolti.

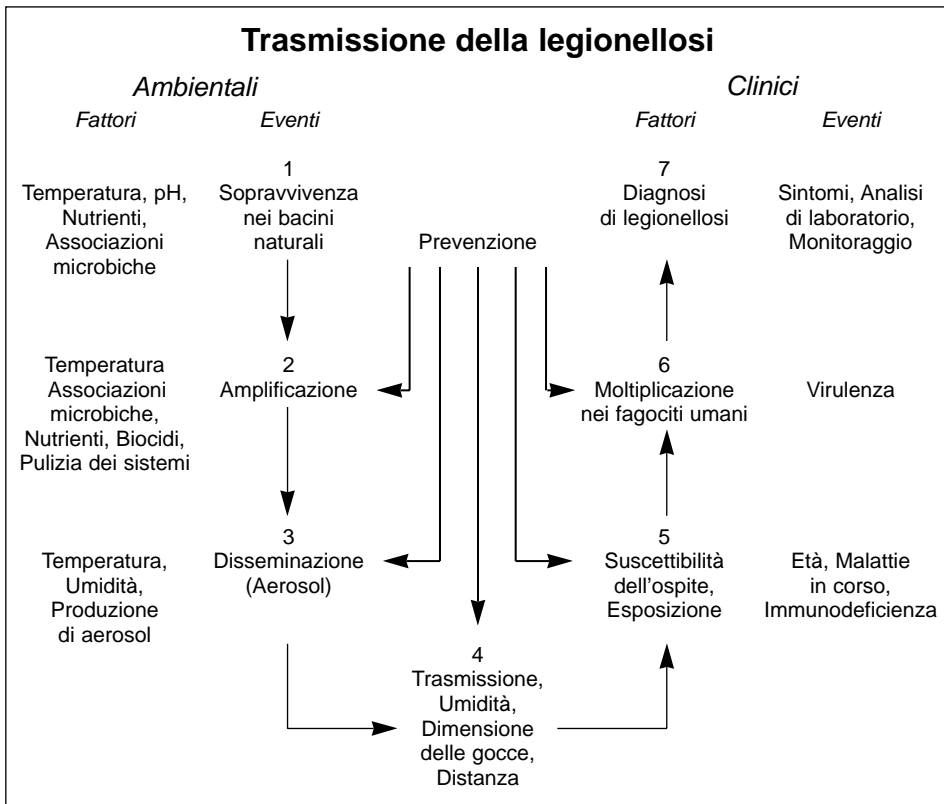


Fig. 1 - Schema della "catena di trasmissione" delle patologie da Legionella (tratto dalle Linee Guida Ashrae 12-2000²)

2.1 Intervenire in ogni anello della catena di trasmissione

Ciascun evento della catena deve essere percorso perchè possa verificarsi la patologia, e su ciascun evento hanno influenza dei fattori "ambientali" o clinici. E' dunque approccio ingegneristico pratico, e al tempo stesso prudente, quello di cercare di

intervenire sui tutti i singoli step della catena che possono essere influenzati dalle scelte e dalle pratiche di progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione degli edifici e degli impianti ad essi destinati.

Nell'analisi di ciascuna tipologia impiantistica e, nell'ambito di quest'ultima, della specifica configurazione adottata, sarà dunque estremamente importante seguire come una sorta di check-list la successione degli eventi e, per ciascuno step, considerare tutti i fattori potenzialmente rilevanti. Le ASHRAE 12-2000 sviluppano in modo sufficientemente sistematico e specifico questo approccio, e forniscono un contributo culturale importante ai fini del coinvolgimento dei tecnici del settore nel pensare al problema ed alle possibili soluzioni.

2.2 Individuazione delle aree impiantistiche caratterizzate da più elevata criticità

La considerazione della catena di trasmissione e dei fattori ambientali e clinici coinvolti ha anche un'altra importante funzione: quella di fornire indicazioni su quali siano le aree impiantistiche più critiche per la loro incidenza sul numero di esposizioni e sul tipo di esposti.

Le sorgenti di contaminazione che sono state più frequentemente individuate come causa di casi multipli e di epidemie, sono accomunate dalla proliferazione di *Legionella* in acqua mantenuta a temperature comprese tra 25°C e 42°C^{2,4}, con condizioni ottimali nell'intorno di 37°C (si veda la Fig. 2) e dalla facilità di formazione di aerosol:

- circuiti di distribuzione di acqua calda sanitaria alimentanti docce;
- vasche e piscine utilizzate per relax o per terapie nelle quali l'acqua è calda (> 30°) e agitata (idromassaggio, ecc.);
- torri di raffreddamento;
- apparati di umidificazione dell'aria;
- apparecchi medici per trattamenti respiratori;
- fontane decorative.

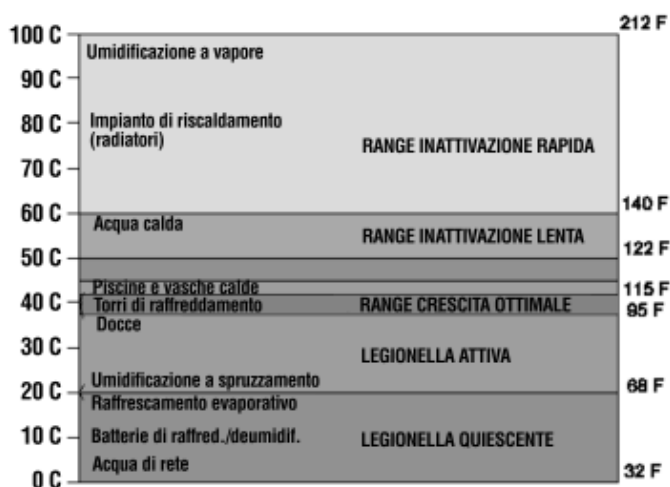


Fig. 2 - Effetti della temperatura sui meccanismi di riproduzione delle Legionelle e campi di funzionamento in alcune applicazioni.

2.3 Le situazioni applicative

Terzo elemento, basato sempre sulla catena di trasmissione, del razionale per un approccio ingegneristico alla prevenzione ed al controllo delle Legionellosi, è quello di considerare le tre situazioni applicative che (per ciascun tipo di impianto, ad esempio quello di distribuzione dell'acqua calda sanitaria) rendono massima la rilevanza del problema:

- i. ospedali e altre strutture sanitarie (case di cura, ambulatori, ecc.); in questo caso i rischi vengono considerevolmente incrementati sia dalle malattie di base e dalle caratteristiche di potenziale suscettibilità degli esposti che dall'utilizzo, in taluni casi, di apparecchi terapeutici destinati alla produzione di aerosol o comunque in grado di produrne;
- ii. comunità (alberghi, impianti sportivi, impianti termali, ecc.); i rischi sono rilevanti sia per le caratteristiche dimensionali e tipologiche degli impianti sia per l'elevato numero ed il frequente turn-over degli esposti;
- iii. esposizione lavorativa di addetti a specifiche operazioni di manutenzione (trattamenti preventivi, trattamenti di decontaminazione, ecc.).

3. Le reti di distribuzione di acqua sanitaria

Le reti di distribuzione di acqua calda sanitaria sono senza alcun dubbio, in termini di frequenza di casi di legionellosi ad esse riconducibili, quelle su cui prioritariamente vanno orientati gli interventi tecnici di prevenzione, controllo e decontaminazione. Le concentrazioni residue di disinfettante che giungono all'ingresso dei circuiti sono in generale insufficienti a garantire l'assenza di Legionella nelle reti di distribuzione. Se dunque in questa, e nei diversi apparati che vi sono inseriti, vengono a verificarsi condizioni adatte per la proliferazione (temperatura, stagnazione e presenza di nutrienti), si raggiungono concentrazioni elevate del batterio in acqua.

3.1 Effetto della temperatura sulla proliferazione e reti di acqua calda sanitaria

La temperatura ha sicuramente un ruolo molto importante nella determinazione dell'habitat necessario al processo di proliferazione e pertanto le reti di acqua calda sanitaria sono quelle nelle quali assai facilmente (Fig. 2) esso si sviluppa. Si noti, a proposito del campo di temperatura, che mentre ASHRAE delimita il campo ad elevato rischio di proliferazione nell'intervallo 25 – 42°C, le Linee guida italiane lo indicano come 25 – 55°C (par. 7.1.2), ma anche 25 – 50°C (par. 8.1). Più esplicitamente il Codice di Pratica Inglese prevede che, nel caso si voglia adottare la temperatura come un mezzo di controllo permanente della Legionella, la rete di acqua sanitaria deve essere progettata con una temperatura di ritorno all'apparecchio produttore di almeno 50°C; per di più richiede che l'acqua uscente da qualsiasi terminale si porti a 50°C in non più di 1 minuto dall'apertura. Le ASHRAE 12-2000 prescrivono solo nel caso degli ospedali (e altre strutture sanitarie) che l'acqua calda venga tenuta negli accumuli a temperature non inferiori a 60°C e, che nel caso si utilizzino anelli di ricircolo, la temperatura di ritorno sia non inferiore a 51°C. In alternativa, quando non sia possibile mantenere costantemente tali valori di temperatura prevede periodici shock termici a temperature non

inferiori a 66°C. In edifici che non siano ospedali, vengono ritenute accettabili² temperature di accumulo di almeno 49°C.

3.2 Prevenzione e controllo nelle reti idriche: i diversi approcci

Per quanto riguarda gli altri fattori (stagnazione e presenza di nutrienti), anche essi possono svolgere, da soli e/o sinergicamente, un ruolo nella riproduzione dei batteri e, dunque, vanno adeguatamente considerati. Piuttosto diversi sono gli atteggiamenti adottati nelle Linee Guida del Ministero della Sanità e nelle ASHRAE 12-2000, per quanto riguarda sia la prevenzione che il controllo della contaminazione delle reti idriche.

Per il documento nazionale, la Tav. 1 riporta in modo schematico tutte le raccomandazioni contenute (si veda il cap.8). La Tav. 2 contiene le indicazioni, valide per ospedali e case di cura, relative a soglie di accettabilità basate su campionamenti ed analisi delle acque (par. 9.1).

Metodi	Quando?	Commenti
Ricerca della <i>Legionella</i> nell'impianto idrico	Nelle strutture recettive: in presenza di 1 o più casi In ospedale: monitoraggio periodico nei reparti ad alto rischio	Rischio elevato di infezioni nosocomiali nel caso in cui la concentrazione di legionelle sia $\geq 10^3$ UFC/L
Trattamento termico: Aumento della T° dell'acqua calda a 70-80°C continuativamente per tre giorni consecutivi con scorrimento per 30 minuti al giorno (shock termico) Oppure Mantenimento di una temperatura tra i 55-60°C nella rete dell'acqua calda	In caso di infezioni da <i>Legionella</i> sp. e in presenza di massiva contaminazione dell'impianto Quando si mette in funzione il sistema idrico	Indispensabili controlli microbiologici, da ripetere periodicamente Controlli periodici della temperatura in punti periferici rappresentativi dell'impianto. Controlli microbiologici in presenza di uno o più casi
Clorazione: Iperclorazione shock: Immettere cloro nell'acqua fino ad ottenere concentrazioni di cl residuo di 20-50 mg/L. Periodo di contatto: 2 ore con 20mg/L oppure 1 ora con 50mg/L. Oppure Iperclorazione continua: aggiungere cloro in modo che la concentrazione residua sia compresa tra 1-3 mg/L.	In caso di infezioni da <i>Legionella</i> sp. e in presenza di massiva contaminazione dell'impianto	Disinfezione sistemica, con una concentrazione disinfectante residua. Azione corrosiva del cloro sulle tubature Minimizza la colonizzazione di legionella nei punti distali
Raggi ultravioletti	Misura di riserva applicabile in circostanze particolari	Metodo relativamente costoso. I raggi UV hanno solo un effetto locale e sono possibili contaminazioni distali
Ionizzazione rame/argento	In presenza di contaminazione da <i>Legionella</i> sp nell'impianto idrico o come misura preventiva in alternativa alla disinfezione termica	Facile applicazione e non influenzato dalla T° dell'acqua Verificare che la concentrazione degli ioni Cu e Ag non superi la CMA prevista dalla legislazione vigente
Persossido d'idrogeno e argento stabilizzati	In presenza di contaminazione da <i>Legionella</i> sp nell'impianto idrico o come misura preventiva in alternativa alla disinfezione termica o con cloro.	Tecnica recente che necessita di ulteriori conferme sperimentali
Biossido di cloro	In presenza di contaminazione da <i>Legionella</i> sp nell'impianto idrico o come misura preventiva in alternativa alla disinfezione termica o all'iperclorazione.	Indicato per contrastare la crescita di biofilm Tecnica recente che necessita di ulteriori conferme sperimentali

Tav. 1 - Raccomandazioni contenute nelle linee guida del Ministero della Sanità e relative ai metodi di prevenzione e controllo della contaminazione delle reti idriche (quadro di sintesi cap.8).

Le ASHRAE 12-2000 invece, per quanto riguarda gli interventi di prevenzione, raccomandano di utilizzare tutti gli accorgimenti, ingegneristicamente ed economicamente fattibili, che possono interrompere o rendere problematica la catena di trasmissione, indipendentemente dalla applicazione (ospedali, comunità, ecc.) e dai livelli di contaminazione raggiunti. In modo sistematico parte dalle condizioni operative (temperature, concentrazioni di cloro, presenza di componenti “critici” quali rami morti, ecc., scelte di materiali), e prosegue con la presenza del necessario nutrimento (microrganismi e/o altri contaminanti), con la formazione di gocce di dimensioni respirabili e con il trasporto di aerosol. Vengono quindi fornite raccomandazioni relative all’impiego di trattamenti preventivi (temperatura, ioni rame-argento), ed ai diversi trattamenti di decontaminazione (shock termico, clorazione shock).

Concentrazione di Legionella [UFC/l]	Casi Accertati di Legionella nosocomiale	Stato di contaminazione	Misure da applicare
≤100	0	Presenza limitata	Nessuna azione
1 000 – 10 000	0	Contaminaz. Presente	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentare sorveglianza clinica - Adottare misure specifiche di prevenzione e controllo indicate nelle L.G. - Evitare docce o abluzioni che possono provocare la formazione di aerosol - Ripetere periodicamente i controlli batteriologici
0 – 10 000	≥1	Contaminaz. Presente	Oltre a quanto esposto sopra <ul style="list-style-type: none"> - Effettuare la bonifica ambientale - Adottare misure specifiche di prevenz. e controllo
>10 000	0	Contaminaz. Massiva	<ul style="list-style-type: none"> - Attuare immediatamente procedure di decontaminazione: shock termico o iperclorazione

Tav. 2 - Indicazioni, valide per ospedali e case di cura, relative a soglie di accettabilità basate su campionamenti ed analisi delle acque (par. 9.1 Linee Guida Min. San.)

Le ASHRAE 12-2000 non forniscono alcuna indicazione sullo stato di contaminazione e sugli interventi basata su campi di valori rilevati della concentrazione di Legionella. Anzi dedicano un intero paragrafo (par. 11) ad illustrare come l’effettuazione “di routine” di campionamenti ed analisi delle acque per determinare concentrazioni di Legionella (e concentrazioni batteriche totali) non dovrebbe essere considerata un metodo attendibile di valutazione del rischio di trasmissione della patologia. Le ragioni addotte sono le seguenti:

- la presenza del batterio non può essere direttamente correlata al rischio di infezione
- l’interpretazione dei risultati delle colture è resa problematica dall’utilizzo di metodiche batteriologiche differenti nei diversi laboratori, dalla variabilità dei risultati ottenuti da campioni prelevati in punti diversi di uno stesso impianto, e addirittura

dalle fluttuazioni (nel tempo) delle concentrazioni di Legionella misurate nello stesso punto;

- il rischio di malattia legato all'esposizione ad una determinata sorgente, dipende da un gran numero di fattori, e non solo dalla concentrazione batterica in un campione. Tra questi fattori rientrano (fra gli altri) la virulenza del ceppo batterico, la suscettibilità dell'ospite, l'efficienza con la quale gli organismi vengono dispersi in un aerosol con gocce della dimensione richiesta per raggiungere le basse vie respiratorie;
- la coltura di un campione fornisce solo la conta batterica in quel campione nel momento temporale in cui è stato effettuato il prelievo. Un risultato negativo (assenza di proliferazione) può indurre una arbitraria sensazione di sicurezza, in quanto in quell'ambiente, se trascurato, la proliferazione potrebbe avviarsi e procedere con estrema rapidità.
- le tecniche di coltura utilizzate nei laboratori richiedono 10-14 giorni per il completamento dell'analisi, periodo troppo lungo per utilizzarle come strumento efficace di controllo.

Vengono peraltro citate le condizioni "particolari" nelle quali, per uno specifico scopo, rimane corretto impiegare i campionamenti e le analisi (ad esempio per verificare l'efficacia di un protocollo di trattamento dell'acqua, per individuare l'origine di una epidemia, per valutare in uno specifico ambiente le potenziali fonti di proliferazione/trasmmissione, per verificare se le procedure di decontaminazione hanno avuto successo, per tutelare in un contesto ospedaliero i pazienti particolarmente a rischio).

Nel Codice di pratica inglese⁴ il monitoraggio della Legionella nelle reti idrosanitarie viene raccomandato nei seguenti casi:

- nelle reti trattate con biocidi quando le temperature di accumulo e di distribuzione dell'acqua sono ridotte rispetto a quelle suggerite ai fini di un controllo solo termico della legionella;
- nelle reti nelle quali risultano non raggiunte le condizioni richieste (ad esempio temperature, livello dei biocidi) dai trattamenti di controllo adottati;
- quando vi sia sospetto o evidenza di insorgenza di patologie;
- in reparti ospedalieri con pazienti a rischio (ad esempio immunodepressi).

Viene anche fornita una guida alle azioni da intraprendere quando i valori misurati superano la soglia di 100 UFC/l (ma restano inferiori a 1000) e quando superano 1 000 UFC/l. Tra 100 e 1000 UFC/l, due sono i casi e le azioni richieste: 1) se solo uno o due campioni sono positivi, va ripetuto il campionamento; se i risultati sono confermati, va effettuata una revisione delle misure di prevenzione e delle valutazioni di rischio; 2) se gran parte dei campionamenti fornisce all'analisi risultati nel range di positività, il sistema potrebbe essere colonizzato da Legionella anche se a livelli moderati; va considerata una procedura di decontaminazione e, comunque, va effettuata immediatamente una revisione delle misure di prevenzione e delle valutazioni di rischio.

Se si hanno più di 1000 UFC/l di Legionella, va effettuata immediatamente una revisione delle misure di prevenzione e delle valutazioni di rischio per identificare le azioni correttive necessarie tra cui la decontaminazione.

4. Le torri di raffreddamento*

Se si escludono le reti idriche, di tutti gli altri impianti potenzialmente in grado di dare luogo a patologie da Legionelle quelli maggiormente a rischio sono le torri di raffreddamento di tipo evaporativo (sia a pacco che a batteria). Torri di raffreddamento sono state più volte implicate nei casi epidemici di rilievo e la loro ubicazione all'aperto, e spesso in posizione elevata (sulla copertura di edifici), privilegia la distribuzione dell'aerosol che può veicolare la malattia a distanza.

La torre evaporativa è un apparecchi di concezione e di conduzione relativamente semplice. L'acqua da raffreddare (per scaricare in ambiente il calore di scarto di gruppi frigoriferi, centrali di produzione di potenza elettrica, impianti industriali) viene avviata da apposite pompe ad un circuito di distribuzione che la spruzza su un materiale di riempimento, il quale a sua volta viene attraversato da una portata di aria generalmente mossa tramite ventilatori (tiraggio forzato). Una modesta frazione dell'acqua spruzzata evapora; l'acqua non evaporata si raffredda e ricade nel bacino di raccolta (solitamente parte integrante della stessa torre) da dove viene prelevata e riavviata all'utenza.

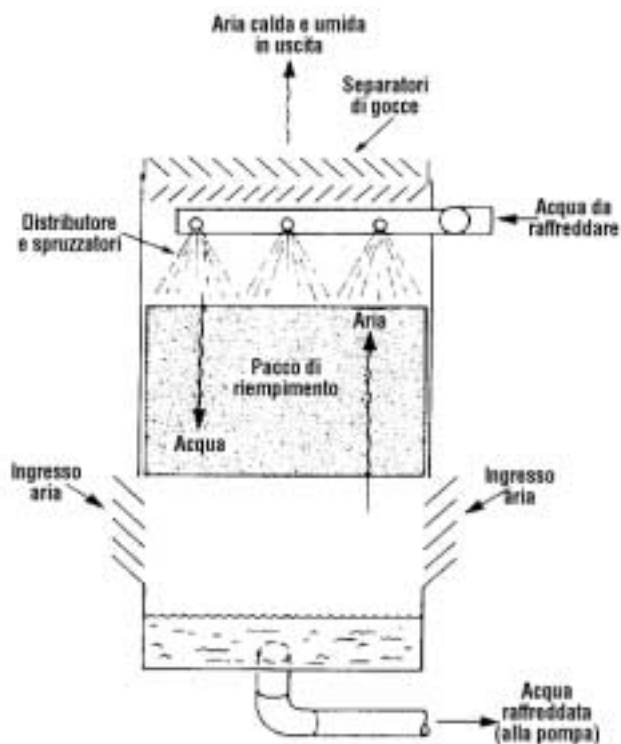


Fig. 3 - Schema di funzionamento di una torre di raffreddamento di tipo evaporativo

* Alla stesura della parte relativa alle torri di raffreddamento ha fornito un contributo Mark Izard, MA CEng MInstE AMICHEM, libero professionista in Monza.

La sensibilità per le problematiche della Legionella, e specificamente per i rischi connessi con l'impiego di torri di raffreddamento, è particolarmente elevata nei Paesi Anglo-sassoni (U.S.A., G.B. e Australia), paesi nei quali si sono verificati i casi epidemici di maggiore rilievo e dove le torri di raffreddamento per impianti di climatizzazione sono ampiamente utilizzate. Nelle Linee Guida del Ministero della Sanità si fa un cenno alla problematica ai par. 7.2.7 e 7.2.8. Una trattazione assai più ampia si ritrova nelle ASHRAE 12-2000, nel già citato Codice di pratica inglese⁵, nelle Linee Guida del Cooling Technology Institute⁷ e nelle Linee guida australiane (si vedano gli articoli^{8,9}). Alcune esperienze francesi sono riportate in un recente articolo¹⁰.

Si noti peraltro, che, a parte le Linee Guida specificamente predisposte, alcune importanti informazioni ed istruzioni vengono già da alcuni anni normalmente fornite all'interno del Manuale per l'uso e la manutenzione predisposto dai costruttori delle torri di raffreddamento, anche in ottemperanza alla Direttiva Macchine. Gli aspetti tipicamente contemplati in questo documento, e rilevanti ai fini della prevenzione di Legionellosi, sono due:

i. **Rischi biologici.**

L'installatore e l'utilizzatore vengono edotti del fatto che l'acqua in circolazione può contenere prodotti chimici o inquinanti biologici potenzialmente nocivi per la salute in caso di esposizione respiratoria o di ingestione. Pertanto il personale (e chiunque altro) nel caso sia esposto direttamente alla portata di aria umidificata (e con trascinarsi di goccioline di liquido) in uscita dalla torre e/o agli aerosol determinati dall'impiego di aria compressa nelle operazioni di pulizia e manutenzione, deve indossare adeguati strumenti personali di protezione respiratoria (approvati dalle autorità competenti o dalla direttiva 89/686/CEE).

ii. **Trattamenti chimici e impiego di biocidi.**

L'installatore e l'utilizzatore vengono edotti del fatto che nel funzionamento della torre vanno impiegati, per limitare la deposizione di calcare, i processi di corrosione ed il fouling biologico, adeguati trattamenti chimici. La deposizione di contaminanti presenti nell'aria, la proliferazione di alghe, e di altri contaminanti biologici può ridurre in modo inaccettabile le prestazioni della torre e produrre rischi per la salute dovuti alla disseminazione in aria di sostanze potenzialmente patogene per l'uomo. I trattamenti chimici e biocidi vengono sistematicamente impiegati e vanno effettuati seguendo le indicazioni del produttore.

4.1 Evoluzione tecnologica ed applicativa in anni recenti

Nel nostro paese le applicazioni delle torri nel campo della climatizzazione (escludendo dunque gli impieghi industriali di questi sistemi di raffreddamento), non sono largamente diffuse ed, anzi, si è assistito ad un trend di progressiva riduzione delle nuove installazioni, in parte anche determinato dalle preoccupazioni ambientali. Alcuni documenti e Linee Guida hanno suggerito di valutare la sostituzione della soluzione evaporativa (torri) con altre a secco come radicale soluzione al problema della Legionella.

Tale atteggiamento non si ritrova nelle Linee Guida nazionali e nelle ASHRAE 12-2000, e appare esageratamente punitivo nei confronti di una soluzione tecnica che può essere vantaggiosa dal punto di vista energetico (e dunque ambientale). Nei contesti

di utilizzo industriale delle torri fino ad ora non sono registrati casi di legionellosi; adeguate soluzioni tecnologiche, pratiche manutentive e di scelta del sito possono garantire, nel contesto industriale e in quello civile, le necessarie condizioni di sicurezza. In definitiva la scelta se adottare o meno la soluzione evaporativa deve essere effettuata tenendo conto, nello specifico contesto, delle variabili ambientali, di sicurezza, energetiche e di costo economico.

Le esigenze di migliore manutenibilità, e di riduzione della possibilità di proliferazione e disseminazione di aerosol hanno già portato in anni recenti ad una ampia adozione di interventi tecnici da parte dei costruttori nella concezione dell'apparecchio; tra questi si citano:

- l'aggiunta di uno sportello d'ispezione a livello del sistema di distribuzione dell'acqua;
- la realizzazione di un bacino inclinato con lo scarico nel punto più basso
- le modifiche nei materiali (abbandono del legno) e nelle prestazioni dei separatori di gocce.

4.2 Indicazioni per la prevenzione ed il controllo della legionellosi

Le torri di raffreddamento sono sistemi nei quali possono verificarsi condizioni ottimali per la proliferazione e la disseminazione in aria di Legionella.

Le torri, frequentemente, lavorano con acqua a temperature nell'intorno di 35 °C. Le polveri ed il particolato presenti nell'aria possono svolgere il ruolo di nuclei di condensazione e pertanto le torri tendono ad avere un effetto "filtrante" sull'aria e a raccogliere contaminanti nell'acqua; in aree urbane, e dove l'inquinamento atmosferico è elevato, non è semplice mantenere i necessari livelli di pulizia delle torri. L'uso di trattamenti biocidi è prassi corrente ma la presenza di depositi e livelli eccessivi di contaminanti possono rendere inefficaci tali trattamenti.

Le Linee Guida predisposte dal Ministero della Sanità si limitano a prescrivere la pulizia della torre e lo svuotamento del bacino all'inizio ed alla fine della stagione di raffreddamento, e almeno due volte all'anno. Raccomandano l'effettuazione periodica di analisi microbiologiche e suggeriscono un limite di ammissibilità pari a 10⁷ UFC/l.

Le ASHRAE 12-2000 seguono lo schema di percorrere le diverse fasi della catena di trasmissione evidenziando dove e come intervenire. Gli argomenti trattati sono:

- a. il nutrimento necessario per la proliferazione;
- b. manutenzione ordinaria e mantenimento della pulizia;
- c. schede di registrazione delle operazioni di gestione e manutenzione;
- d. trattamenti anticallcare, anticorrosivi e biocidi dell'acqua;
- e. separatori di gocce e controllo della quantità e delle dimensioni delle gocce rilasciate;
- f. procedure di fermata e di avviamento;
- g. decontaminazione da Legionella;
- h. scelta del sito (con riguardo alla presenza di contaminanti nell'aria in ingresso alla torre ed al trasporto di aerosol con l'aria in uscita).

Le indicazioni ASHRAE possono essere ulteriormente estese a considerare alcuni aspetti costruttivi e di progettazione:

- a. adottare separatori ad elevata efficienza di captazione per le gocce di piccola dimensione;
- b. realizzare efficaci chiusure del bacino in modo da limitare la possibilità di fuoriuscita laterale dal bacino di spruzzi d'acqua e la possibilità di trascinamento di aerosol;
- c. rendere facile l'accessibilità a tutte le zone bagnate/umide per ispezioni e manutenzione;
- d. garantire, mediante adeguata forma del bacino, il drenaggio completo in caso di svuotamento;
- e. impiegare materiali costruttivi che minimizzino la corrosione e la cessione di nutrienti (e dunque materiali plastici, eventualmente rinforzati con fibre, acciaio inossidabile, ecc.);
- f. realizzare i componenti interni critici (pacco di riempimento, separatori di gocce, deflettori di aspirazione) in materiali (plastici, ecc.) in modo che non siano suscettibili di attacco biologico e che non possano fornire nutrienti;
- g. scegliere adeguatamente la posizione in cui collocare l'unità tenendo conto della presenza e della distanza di aree in cui soggiornano persone, di finestre, di prese d'aria di impianti di climatizzazione, ecc..

Più in particolare per quanto riguarda i separatori di gocce, per minimizzare le perdite d'acqua per trascinamento da una torre evaporativa bisogna in primo luogo assicurare il migliore funzionamento possibile « a monte » dei separatori, evitando sia passaggi di by-pass del pacco di riempimento, sia la presenza di ostruzioni nel pacco. La distribuzione dell'acqua deve essere uniforme e la fluidodinamica dei passaggi dell'aria deve essere studiata al fine di contenere le turbolenze.

La considerazione delle prestazioni dei separatori di gocce, nel campo di dimensioni di interesse per la tutela della salute delle persone, è complicata dal fatto che le gocce possono modificare le loro dimensioni per trasformazioni sia di evaporazione che di condensazione dopo l'espulsione dalla torre. Non vanno inoltre confuse le gocce d'acqua trascinate (che escono sotto forma di liquido dalla torre e che potenzialmente veicolano i batteri) con le gocce che si formano (il cosiddetto pennacchio) per la condensazione di vapore presente nell'aria umida in uscita dalla torre a seguito della miscelazione di questa con aria umida esterna più secca e fredda. Queste gocce non veicolano la Legionella in quanto l'acqua è uscita dalla torre sotto forma di vapore.

I valori comuni di efficienza dei separatori prefabbricati per torri evaporative sono dell'ordine del 99%. Incrementi di efficienza fino al 99,99 % sarebbero auspicabili e su questo obiettivo sono impegnati i costruttori dei separatori di gocce.

4.3 Trattamenti delle acque

Per il corretto funzionamento delle torri risulta fondamentale predisporre un programma completo di trattamento delle acque basato sui parametri fisici e operativi del sistema di raffreddamento e su accurate analisi dell'acqua di alimentazione. Il programma deve essere continuamente aggiornato in modo da adattarsi ad eventuali variazioni delle condizioni.

L'efficacia dei trattamenti viene influenzata da fattori quali la corrosione, la formazione di depositi calcarei, il fouling delle superfici e l'attività microbiologica;

questi fattori sono sempre tra loro correlati e mancanze nel controllo di uno solo di essi possono riflettersi nella perdita di controllo di tutti i processi che a loro volta hanno influenza sulla proliferazione di Legionella. Dal momento che la corrosione, la formazione di depositi calcarei e il fouling sono processi chimico-fisici continui, gli inibitori dovrebbero essere utilizzati in modo continuo. L'utilizzo di metodi automatici di dosaggio (pompe dosatrici, eiettori, ecc.), oltre che evitare l'esposizione degli addetti ai trattamenti, dovrebbe essere preferito sia per garantire la frequenza dei trattamenti che le quantità aggiunte. Le diverse opzioni per i trattamenti delle acque sono descritti nelle ASHRAE 12-2000², nel Codice di pratica HSE⁵ e nelle Linee Guida CTI⁷. Nel Codice di pratica HSE⁵ viene presentata una tabella con la lista dei test, e le relative frequenze di effettuazione, sia nell'acqua della torre che nell'acqua di alimentazione, raccomandate ai fini del controllo delle condizioni di funzionamento.

Per quanto riguarda il monitoraggio della Legionella, sia ASHRAE che CTI non raccomandano l'adozione come routine di campionamenti ed analisi per la determinazione della concentrazione specificamente di questi batteri. Piuttosto da CTI viene indicato un controllo routinario della contaminazione del sistema idrico attraverso campionamenti del plancton (nell'acqua) e della microflora sessile (sulle superfici). I valori da rispettare (ottenibili mediante i trattamenti continui delle acque) sono riportati in Tav. 3.

Parametro	Dipslide	Terreni agarizzati su piastre di Petri	Esame microscopico
Conta della flora planctonica (nell'acqua)	< 10 000 UFC/ml	< 10 000 UFC/ml	Assenza di amebe/protozoi (forme di vita superiore)
Conta microflora sessile (sulle superfici)	< 100 000 UFC/cm ²	< 100 000 UFC/cm ²	Assenza di amebe/protozoi (forme di vita superiore)
Depositi	(non pertinente)	(non pertinente)	Assenza di amebe/protozoi (forme di vita superiore)

Tav. 3 - Controlli routinari della contaminazione microbiologica del sistema idrico: valori di target suggeriti da CTI⁷

La ricerca di Legionella viene raccomandata^{2,7} solo in casi e per scopi specifici, come ad esempio per individuare l'origine di una epidemia, per valutare in uno specifico ambiente le potenziali fonti di proliferazione/trasmissione, per verificare se le procedure di decontaminazione hanno avuto successo, o per tutelare in un contesto ospedaliero i pazienti che hanno livelli particolarmente elevati di rischio di contrarre la Legionellosi. Le ragioni che sconsigliano l'adozione di test di routine per la ricerca di Legionella sono già state riportate nel par. 3.2.

Nei casi "specifici" per i quali possa rendersi necessaria la ricerca di Legionella, CTI raccomanda di effettuare parallelamente anche dei campionamenti dell'acqua e dei

depositi superficiali su cui effettuare la ricerca al microscopio di amebe/protozoi (forme di vita superiore) e la conta microbica totale. Gli scenari possibili, derivanti dalla combinazione dei risultati ottenuti, sono i seguenti:

1. bassi valori di conta della Legionella nell'acqua, con assenza o limitata presenza di amebe/protozoi e con bassi valori di conta della microflora sessile; in questo caso si ha una indicazione di un sistema in buone condizioni di pulizia e manutenzione e dunque di limitati rischi per la salute;
2. bassi valori nella conta della Legionella nell'acqua, con assenza o limitata presenza di amebe/protozoi nei depositi superficiali, ma con elevati valori di carica microbica, nel biofilm; in questo secondo caso si ha l'indicazione di un basso livello attuale di rischio ma di un potenziale di sviluppo di futuri problemi se non vengono intraprese adeguate contromisure per la riduzione del biofilm;
3. bassi valori di conta della Legionella nell'acqua, associati ad una elevata presenza di amebe/protozoi, indicano una situazione potenzialmente in grado di produrre una proliferazione e pertanto vanno considerati come indici di elevato rischio per la salute.

5. Conclusioni

Questa relazione ha affrontato specificamente i due sistemi impiantistici (reti idro-sanitarie e torri di raffreddamento) che sono ritenuti quelli di maggiore rilievo per la esposizione umana alla Legionella. Peraltro l'esposizione può derivare anche da fenomeni di proliferazione e disseminazione del microorganismo in molti altri specifici componenti degli impianti nei quali si utilizza acqua prelevata dalla rete. Alcuni casi sono trattati nelle Linee guida del Ministero della Sanità e nelle ASHRAE 12-2000.

Ai fini del controllo dei rischi per la salute derivanti dalla inalazione di aerosol contaminato da Legionella, in ogni caso risulta importante:

1. percorrere l'intera catena di trasmissione individuando i punti critici e le possibilità pratiche di agire con interventi radicali atti ad interromperla;
2. considerare le condizioni di normale funzionamento, le fasi di arresto e messa in sicurezza, le fasi di avviamento, le diverse operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, in quanto le condizioni di rischio sono specifiche per ciascuna di queste fasi;
3. considerare il controllo della carica di Legionella non uno strumento di routine sul quale basare ripetuti interventi di decontaminazione, ma piuttosto provvedere a rimuovere le condizioni (progettuali/operative) che determinano la proliferazione del batterio;
4. adottare quanto più possibile un approccio di documentazione puntuale delle prestazioni e delle azioni effettuate per conseguirle e verificarle (standard of performance).

Riferimenti bibliografici

- 1 Ministero della Sanità – Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato, le regioni e le provincie autonome, *Linee-guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi*, G.U. 103, 5/5/2000.
- 2 ASHRAE Guideline 12-2000, 2000, *Minimizing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems*, ASHRAE, Atlanta, USA. (tradotte in italiano “Minimizzazione dei rischi di legionellosi associati con i sistemi idrici a servizio degli edifici”, Libro bianco AICARR, Milano, 2001.)
- 3 ASHRAE, 1999, Legionellosi: la posizione ufficiale ASHRAE, CDA Condizionamento dell’Aria, n. 2, 1999, pp. 140 – 147, Miller Freeman, Milano.
- 4 Yee R.B., and R.M. Wadowsky, 1982, *Multiplication of Legionella Pneumophila in unsterilized tap water*, Appl. Env. Microbiol, 43:1330-1334.
- 5 Health & Safety Commission, 2000, *Legionnaires’ Disease. The control of legionella bacteria in water systems: approved code of practice and guidance*, HSE Books, Health and Safety Enquiries, Sudbury Suffolk, UK.
- 6 D’Ambrosio M., 2000, Recenti problematiche di sviluppo biologico all’interno dei circuiti di distribuzione acqua sanitaria: biofilm e Legionella Pneumophila, Atti 41° Convegno Naz. AICARR, AICARR, Milano.
- 7 CTI Cooling Technology Institute, 2000, *Legionellosis – Guideline: Best Practices for Control of Legionella*, CTI Guidelines, CTI, Houston, USA.
- 8 Broadbent C.R., 1999, *Control of Legionnaires’ Disease: an Australian Perspective*, ASHRAE Transactions vol. 105, pt. 2, ASHRAE, Atlanta, USA.
- 9 Puckorius P.R., 1999, *Update on Legionnaires’ Disease and Cooling Systems: Case History Reviews – What Happened/What To Do and Current Guidelines*, ASHRAE Transactions vol. 105, pt. 2, ASHRAE, Atlanta, USA.
- 10 Oberty S., Nicolas G., 2000, *Tours aerorefrigerantes et reseaux ECS conception et exploitation. Les erreurs a eviter*, CVC Chauffage Ventilation Conditionnement, n.12, 2000, pp. 31-33, Paris, F.