



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e
nei Luoghi di Lavoro

**Rischio legionellosi nei luoghi di lavoro:
il caso studio di una struttura industriale.**

Relatore:

Prof.ssa Lory Santarelli

Tesi di Laurea di:

Simone Ascenzi

A.A. 2021/2022

Al mio faro, mio padre.

Al mio porto sicuro, mia madre.

Alla mia fida compagna tra i flutti, mia sorella.

Sommario

Introduzione	5
1. Il rischio da esposizione ad agenti biologici in ambito occupazionale	7
1.1 Definizioni e quadro normativo	7
1.1.1 Obblighi del datore di lavoro	8
1.2 Classificazione degli agenti biologici.	12
1.3 Modalità di trasmissione degli agenti biologici	13
2. La legionellosi	15
2.1 Definizione e storia	15
2.2 Fonti di infezione, modalità di trasmissione e fattori di rischio.....	15
2.3 Frequenza della malattia	17
2.4 Manifestazioni cliniche	19
2.5 Quadro normativo e aspetti di responsabilità penale e civile.....	20
2.6 Il rischio legionellosi in ambito occupazionale.....	24
3. Il caso studio.....	27
3.1 Materiali e metodi	28
3.2 Una proposta operativa: il manuale di gestione del rischio Legionella	28
3.2.1 Generalità.....	28
3.2.2 Protocollo di controllo del rischio legionellosi.....	30
3.2.3 Gestione degli impianti.....	46
3.2.4 Campionamento ed interpretazione degli esiti.....	51
3.3 Risultati	55
Conclusioni	57
Bibliografia	58
Sitografia.....	61

Ringraziamenti.....	64
---------------------	----

Introduzione

Nell' ambito del rischio da agenti biologici il rischio specifico di legionellosi viene considerato abitualmente come una problematica certamente importante ma da affrontare più che altro in una sola ottica di sanità pubblica con interventi mirati soprattutto alla salvaguardia della salute degli ospiti di strutture turistico-ricettive, stabilimenti termali, impianti sportivi e natatori oppure di strutture sanitarie, socio-sanitarie e socio-assistenziali quali ospedali, ambulatori, case di cure e comunità terapeutiche.

Questo approccio parziale tuttavia può portare a sottovalutare o addirittura ignorare che allo stesso rischio siano esposti anche coloro che quelle stesse strutture le vivono in qualità di lavoratori, senza dimenticare tutti gli altri soggetti che comunque sono impegnati in altri ambiti occupazionali.¹

Sebbene sia noto che in molti luoghi di lavoro siano diversi i microrganismi che possono essere causa di infezioni, di allergie o di effetti tossici, spesso manca infatti una adeguata consapevolezza di quali siano i rischi reali, di quali siano le eventuali conseguenze sui lavoratori e di quali siano le possibili misure di prevenzione e protezione. Questo a causa di una scarsa informazione e scenari patogeni, espositivi e di trasmissione molto diversi da ambito ad ambito.

L' emergenza pandemica da Covid-19 ha tuttavia evidenziato tragicamente come qualsiasi tipo di comunità umana sia soggetta al rischio di esposizione ad agenti biologici e aumentato la consapevolezza presso molti datori di lavoro, ma anche addetti ai lavori, di come sottostimare questo rischio nell'ambiente lavorativo possa poi dar luogo a conseguenze sanitarie, economiche e legali molto significative; da qui la necessità di approfondire questa tematica nelle proprie attività.

Poiché il rischio da legionellosi è ubiquitario in molti ambienti di vita e di lavoro obiettivo di questo elaborato sarà pertanto capire se la puntuale applicazione delle misure tecniche, organizzative e procedurali previste nelle *"Linee guida per la*

¹ Si veda EU-OSHA – European Agency for Safety and Health at Work (2011). Legionella and Legionnaires' disease. A policy overview.

prevenzione e controllo della legionellosi" del Ministero della Salute² sia efficace in ambito occupazionale per la riduzione di questo rischio e per la salvaguardia della salute e sicurezza dei lavoratori. Allo stesso tempo si cercherà di offrire anche un modello operativo di possibile *best practice* da attuare in questo ambito.

A tale scopo prenderò in considerazione il caso studio di una struttura industriale con alcune centinaia di dipendenti sita nella zona industriale di Ascoli Piceno e che ho avuto modo di seguire, relativamente al problema legionellosi, nel corso del mio percorso di tirocinio curricolare.

La mia trattazione partendo dagli aspetti normativi inerenti il rischio da esposizione agli agenti biologici in generale e il rischio legionellosi nello specifico e passando poi ai rischi per la salute connessi all'eventuale infezione da *Legionella* evidenzierà l'efficacia dell'applicazione dello strumento operativo denominato "*Manuale di gestione del rischio Legionella*" sulla base dei risultati dei piani di campionamento effettuati nella struttura industriale in oggetto.

² Approvate in sede di Conferenza Stato-Regioni nella seduta del 7 maggio 2015.

1. Il rischio da esposizione ad agenti biologici in ambito occupazionale

1.1 Definizioni e quadro normativo

Definiamo come "**rischio**" la *"probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione."*³

Il "**danno**" è invece *"qualunque conseguenza negativa derivante dal verificarsi dell'evento"*⁴

Per "**agente biologico**" intendiamo *"qualsiasi microrganismo anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni."*⁵

Un "**microrganismo**" è *"qualsiasi entità microbiologica, cellulare o meno, in grado di riprodursi o trasferire materiale genetico."*⁶

Da queste definizioni deriva di conseguenza il concetto di "**rischio da esposizione ad agenti biologici**".

In ambito occupazionale tale tipologia di rischio è presente in molti settori, sia in quelle attività che possono comportare uso deliberato degli agenti biologici sia in quelle attività definite a rischio potenziale di esposizione.

Nel primo caso il datore di lavoro intende esercitare attività che comportano l'uso deliberato di un agente biologico noto che viene introdotto intenzionalmente nel ciclo lavorativo per esservi trattato, manipolato, trasformato o per sfruttarne le proprietà biologiche (si pensi ad alcuni processi specifici nella produzione di generi alimentari).

Nel secondo caso invece non c'è un'esposizione intenzionale ad agenti biologici ma per loro caratteristiche intrinseche queste attività lavorative possono comportarne la presenza, si pensi ad esempio alle attività nei servizi sanitari, negli impianti di smaltimento dei rifiuti o negli impianti di depurazione delle acque di scarico.⁷

³ Art. 2, comma 1 lettera s, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

⁴ UNI 11230:2007 "Gestione del rischio - Vocabolario".

⁵ Art. 267, comma 1 lettera a, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

⁶ Art. 267, comma 1 lettera b, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

⁷ Si veda ALLEGATO XLIV "Elenco esemplificativo di attività lavorative che possono comportare la presenza di agenti biologici", decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Il riferimento normativo europeo principale per il rischio biologico in ambito occupazionale è costituito dalla Direttiva⁸ 2000/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 18 settembre 2000, *"relativa alla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti biologici durante il lavoro"* recepita poi dalla legislazione italiana all' interno del Titolo X *"Esposizione ad agenti biologici"* del D. Lgs 81/2008 *"Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."*

Ulteriori specifiche misure per i lavoratori del settore sanitario e ospedaliero le ritroviamo inoltre nel Decreto legislativo 19 febbraio 2014 n. 19 *"Attuazione della direttiva 2010/32/UE che attua l'accordo quadro, concluso da HOSPEEM⁹ e FSESP¹⁰, in materia di prevenzione delle ferite da taglio o da punta nel settore ospedaliero e sanitario."* (integrato sempre nel D. Lgs 81/2008 a costituire il Titolo X-bis) e nel Decreto del Ministero della Sanità del 28/09/1990 *"Norme di protezione dal contagio professionale da HIV nelle strutture sanitarie ed assistenziali pubbliche e private."*

1.1.1 Obblighi del datore di lavoro

La valutazione dei rischi e la successiva redazione del relativo documento¹¹ è uno degli obblighi fondamentali e non delegabili del Datore di Lavoro come chiaramente indicato negli articoli 17, 28 e 29 del Titolo I del D.Lgs 81/08, in particolare l'articolo 28 al comma 1 indica che la valutazione dei rischi *"deve riguardare **tutti i rischi** per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ivi compresi quelli riguardanti gruppi di lavoratori esposti a rischi particolari"*

L'obbligo di cui all'art.28 di valutare *"tutti i rischi"* impone quindi al Datore di Lavoro di valutare anche il rischio da esposizione ad agenti biologici e infatti l' art.271 del

⁸ Una Direttiva è un atto legislativo dotato di efficacia vincolante che stabilisce un obiettivo che tutti i paesi dell'Unione Europea devono realizzare. Tuttavia, spetta ai singoli Stati membri definire attraverso disposizioni nazionali come tali obiettivi vadano raggiunti.

⁹ HOSPEEM : The European Hospital and Healthcare Employers' Association

¹⁰ FSESP: Federazione dei Sindacati Europei dei Servizi Pubblici

¹¹ DVR: Documento di Valutazione dei Rischi

Titolo X del D.Lgs 81/2008 ribadisce i principi generali enunciati negli articoli 17, 28 e 29 di cui sopra ma proprio specificandoli per quanto riguarda gli agenti biologici.

Esso stabilisce che il processo di valutazione del rischio si deve basare sulla ricerca di tutte le informazioni disponibili relative alle caratteristiche dell'agente biologico e delle modalità lavorative ed in particolare deve tener conto:

- della classificazione degli agenti biologici (Allegato XLVI);
- delle malattie che possono essere contratte;
- dei potenziali effetti allergici e tossici;
- di eventuali effetti sinergici in caso di coinfezione.

Una volta analizzato l'ambiente lavorativo e raccolte le informazioni necessarie, i risultati della valutazione devono poi andare ad integrare il documento di valutazione dei rischi riportando:

- le fasi del procedimento lavorativo che comportano il rischio di esposizione ad agenti biologici;
- il numero dei lavoratori addetti alle fasi di cui sopra;
- le generalità del responsabile del servizio di prevenzione e protezione dai rischi;
- i metodi e le procedure lavorative adottate, nonché le misure preventive e protettive applicate;
- il programma di emergenza per la protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione ad un agente biologico del gruppo 3 o del gruppo 4, nel caso di un difetto nel contenimento fisico¹².

Il datore di lavoro applica i principi di buona prassi microbiologica, ed adotta, in relazione ai rischi accertati, le misure protettive e preventive adattandole alle particolarità delle situazioni lavorative.

Effettuerà poi nuovamente la valutazione dei rischi in occasione di modifiche dell'attività lavorativa significative ai fini della sicurezza e della salute sul lavoro e, in ogni caso, ogni tre anni dall'ultima valutazione effettuata.

¹² Si veda ALLEGATO XLVII "Indicazioni su misure e livelli di contenimento", decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

Ulteriori obblighi del datore di lavoro riguarderanno poi:

- **le misure tecniche, organizzative e procedurali (art.272)**

- evitare l'utilizzo di agenti biologici nocivi, se il tipo di attività lavorativa lo consente;
- limitare al minimo i lavoratori esposti, o potenzialmente esposti, al rischio di agenti biologici;
- progettare adeguatamente i processi lavorativi, anche attraverso l'uso di dispositivi di sicurezza atti a proteggere dall'esposizione accidentale ad agenti biologici;
- adottare misure collettive di protezione oppure misure di protezione individuali qualora non sia possibile evitare altrimenti l'esposizione;
- adottare misure igieniche per prevenire e ridurre al minimo la propagazione accidentale di un agente biologico fuori dal luogo di lavoro;
- usare il segnale di rischio biologico e altri segnali di avvertimento appropriati;

- **le misure igieniche (art.273)**

- rendere disponibili dei servizi sanitari adeguati provvisti di docce con acqua calda e fredda, nonché di lavaggi oculari e antisettici per la pelle;
- dotare i lavoratori di indumenti protettivi od altri indumenti idonei, da riporre in posti separati dagli abiti civili;
- rendere disponibili i dispositivi di protezione individuale e se non sono monouso, far sì che siano controllati, disinfettati e puliti dopo ogni utilizzazione, provvedendo altresì a far riparare o sostituire quelli difettosi prima dell'utilizzazione successiva;
- dare la possibilità che gli indumenti di lavoro e protettivi che possono essere contaminati da agenti biologici vengano tolti quando il lavoratore lascia la zona di lavoro, conservati separatamente dagli altri indumenti, disinfettati, puliti e, se necessario, distrutti;

- vietare di assumere cibi e bevande, fumare, conservare cibi destinati al consumo umano, usare pipette a bocca e applicare cosmetici;

- **le misure di emergenza (art.277)**

quali ad esempio l'abbandono immediato della zona interessata da parte dei lavoratori e la comunicazione al più presto all'organo di vigilanza territorialmente competente dell'evento, delle cause che lo hanno determinato e delle misure che intende adottare, o che ha già adottato, per porre rimedio alla situazione creatasi nel caso si verificano incidenti che possono provocare la dispersione nell'ambiente di un agente biologico appartenente ai gruppi 2, 3 e 4;

- **l'informazione e la formazione dei lavoratori (art.278)**

da somministrare prima che i lavoratori siano adibiti alle attività in questione e da ripetersi ogni cinque anni o comunque ogni qualvolta ci siano cambiamenti nelle lavorazioni che influiscono sulla natura e sul grado dei rischi e che deve riguardare in particolare:

- i rischi per la salute dovuti agli agenti biologici utilizzati;
- le precauzioni da prendere per evitare l'esposizione;
- le misure igieniche da osservare;
- la funzione degli indumenti di lavoro e protettivi e dei dispositivi di protezione individuale ed il loro corretto impiego;
- le procedure da seguire per la manipolazione di agenti biologici del gruppo 4;
- il modo di prevenire il verificarsi di infortuni e le misure da adottare per ridurre al minimo le conseguenze;
- le procedure da seguire in caso di infortunio o incidente e che devono essere riportate anche in apposita cartellonistica collocata in posizione ben visibile nel luogo di lavoro;

- **la sorveglianza sanitaria (capo III, art.279, 280, 281)**

Infine il datore di lavoro ha anche l'obbligo di assolvere a misure specifiche per strutture sanitarie e veterinarie (art. 274), per i laboratori e gli stabulari (art.275) e per i processi industriali comportanti l'uso deliberato di agenti biologici (art.276).

1.2 Classificazione degli agenti biologici

L'art. 268 del citato Titolo X al comma 1 classifica gli agenti biologici in quattro gruppi a seconda del rischio di infezione in soggetti umani:

a) agente biologico del gruppo 1: un agente che presenta poche probabilità di causare malattie in soggetti umani;

b) agente biologico del gruppo 2: un agente che può causare malattie in soggetti umani e costituire un rischio per i lavoratori; è poco probabile che si propaga nella comunità; sono di norma disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche;

c) agente biologico del gruppo 3: un agente che può causare malattie gravi in soggetti umani e costituisce un serio rischio per i lavoratori; l'agente biologico può propagarsi nella comunità, ma di norma sono disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche;

d) agente biologico del gruppo 4: un agente biologico che può provocare malattie gravi in soggetti umani e costituisce un serio rischio per i lavoratori e può presentare un elevato rischio di propagazione nella comunità; non sono disponibili, di norma, efficaci misure profilattiche o terapeutiche.

La classificazione è stilata sulla base della pericolosità degli agenti biologici, valutata sia nei confronti dei lavoratori che della popolazione generale, tenendo conto delle seguenti caratteristiche di un microrganismo:

- **infettività**, capacità di penetrare e moltiplicarsi nell'ospite;
- **patogenicità**, capacità di produrre malattia a seguito di infezione;
- **trasmissibilità**, capacità di essere trasmesso da un soggetto infetto a uno suscettibile;
- **neutralizzabilità**, disponibilità di efficaci misure profilattiche per prevenire la malattia o misure terapeutiche per la sua cura.

L'ALLEGATO XLVI dello stesso D.lgs riporta poi l'elenco degli agenti biologici classificati nei gruppi 2, 3 e 4 includendo nella classificazione unicamente gli agenti di cui è nota la possibilità di provocare malattie infettive in soggetti umani.

Chiaramente una corretta classificazione dei microrganismi è fondamentale per una prevenzione efficace del rischio biologico: è da questa classificazione che derivano direttamente le misure di tutela da adottare e le conseguenti sanzioni nel caso che tali misure non vengano impiegate e rispettate, oltretutto come massima precauzione *"nel caso in cui l'agente biologico oggetto di classificazione non può essere attribuito in modo inequivocabile ad uno fra i due gruppi sopraindicati, esso va classificato nel gruppo di rischio più elevato tra le due possibilità"*.

1.3 Modalità di trasmissione degli agenti biologici

Le modalità attraverso le quali gli agenti biologici si possono diffondere in ambito occupazionale sono essenzialmente le seguenti:

- **trasmissione diretta**, avviene quando si verifica un trasferimento diretto ed essenzialmente immediato di agenti infettivi da un soggetto infetto ad un soggetto recettivo tramite contatto tra superfici corporee o scambio di fluidi corporei (sangue, saliva, etc);
- **trasmissione indiretta**, si realizza senza che vi sia un effettivo contatto diretto tra l'individuo infetto e l'individuo recettivo ma piuttosto tramite un intermediario rappresentato da *"veicoli"* (substrati inerti quali superfici d'appoggio, indumenti, aghi, taglienti, generici oggetti contaminati) o *"vettori"* (insetti, animali);
- **trasmissione per via aerea**, si verifica per disseminazione in forma di aerosol di nuclei delle goccioline (*"droplet nuclei"*)¹³ o di piccole particelle di dimensioni tali (solitamente inferiori ai 5 µm di diametro) da poter essere inalate e contenenti l'agente infettivo che mantiene la sua capacità infettante a distanza di

¹³ I nuclei delle goccioline, in inglese *"droplet nuclei"*, sono formati dall'evaporazione delle goccioline respiratorie (definite a loro volta *"droplets"* o *"goccioline di Flüge"*.) Hanno generalmente diametro inferiore ai 5 µm.

tempo e spazio. I microrganismi trasportati in questo modo possono essere dispersi a grande distanza da correnti d'aria e venire inalati dall'ospite suscettibile anche quando questi non è entrato direttamente in contatto con il soggetto fonte, o addirittura non è nemmeno entrato nella stanza, a seconda dei fattori ambientali;

- **trasmissione tramite goccioline ("*droplets*")**, è una particolare forma di trasmissione diretta in cui le goccioline respiratorie generate dalla persona infetta con la respirazione, con la fonazione, con gli starnuti e con la tosse raggiungono direttamente le mucose (congiuntive, naso e bocca) del soggetto ricevente solitamente entro un breve raggio dalla fonte. Non deve essere confusa con la trasmissione per via aerea poiché le goccioline non rimangono a lungo sospese nell'aria e dopo una certa distanza si depositano a terra. Quale sia questa distanza massima è attualmente oggetto di discussione: storicamente l'area a rischio era definita entro un raggio dalla fonte di circa 1-2 metri ("*3-6 feet*" in ambiente anglosassone) ma studi sperimentali ed indagini epidemiologiche condotti durante l'attuale emergenza pandemica da Covid-19 hanno dimostrato la possibilità di raggiungere persone ad una distanza anche di 7 metri dalla fonte verosimilmente in dipendenza di fattori quali: le dimensioni delle *droplets* (per definizione maggiore di 5 μm di diametro), la velocità e il meccanismo di espulsione dalla fonte, la densità delle secrezioni respiratorie e fattori ambientali quali flussi d'aria, temperatura e umidità.¹⁴

¹⁴ Si veda Wang J., Dalla Barba F. et al. (2022). Modelling the direct virus exposure risk associated with respiratory events. *J. R. Soc. Interface*.

2. La legionellosi

2.1 Definizione e storia

Per legionellosi si intende qualsiasi sindrome clinica¹⁵ associata all'infezione da batteri Gram-negativi aerobi del genere *Legionella* che comprende 61 diverse specie.

La specie più frequentemente coinvolta, a cui sono stati collegati circa il 90% dei casi diagnosticati di legionellosi è *Legionella pneumophila*.

Essa deve il suo nome all'epidemia acuta che, nell'estate del 1976, colpì un gruppo di veterani della *American Legion* che si erano riuniti al Bellevue Stratford Hotel di Philadelphia. Questa forma di polmonite, allora sconosciuta, venne contratta da 221 partecipanti all'evento portando al decesso 34 di loro (al raduno erano presenti oltre 4.000 veterani).

La fonte di contaminazione dopo varie indagini fu identificata nel sistema di aria condizionata dell'albergo dove i veterani avevano soggiornato e dove fu isolato il batterio causale, che fu appunto denominato *Legionella pneumophila*.

2.2 Fonti di infezione, modalità di trasmissione e fattori di rischio

A livello ambientale la *Legionella* è ampiamente diffusa e ubiquitaria: il batterio si trova principalmente associato alla presenza di acqua e predilige bacini idrici naturali (laghi, fiumi, stagni e acque sorgive, comprese quelle termali) e artificiali (fontane, tubature, piscine, vasche etc.), ma anche fanghi e terreni umidi. Le *Legionelle* si replicano anche nelle sezioni caldo-umide dei sistemi d'aerazione (condizionatori, umidificatori dell'aria etc.) e delle torri di raffreddamento.

Favorevoli infatti alla proliferazione della *Legionella* sono le condizioni di stagnazione dell' acqua con un *optimum* di temperatura tra i 25 e i 42 °C anche se la *Legionella*

¹⁵ Per sindrome clinica si intende un complesso più o meno caratteristico di sintomi, senza però un preciso riferimento alle sue cause e al meccanismo di comparsa, e che può quindi essere espressione di una determinata malattia o di malattie di natura completamente diversa; è per lo più seguito da opportune specificazioni che orientano sulla sede, natura, sul carattere o sulla causa dei disturbi. <https://www.treccani.it/vocabolario/sindrome/>

riesce comunque a sopravvivere in un *range* di temperatura molto più ampio, tra i 5,7 e i 55° C. Tuttavia al di sopra o al di sotto di questi valori il batterio muore.

La *Legionella* dai bacini idrici si diffonde poi attraverso le condotte cittadine e gli impianti idrici degli edifici dove la presenza di incrostazioni, sedimenti e *biofilm*¹⁶ all'interno delle tubazioni e di eventuali serbatoi di accumulo possono rappresentare fattori estremamente favorevoli alla proliferazione del microrganismo, creando una potenziale situazione di rischio per la salute umana.

Abitualmente la malattia si manifesta con epidemie più o meno estese in ambienti collettivi a residenza temporanea (ospedali, alberghi, navi da crociera etc.) in seguito ad una limitata esposizione temporale e spaziale all'agente eziologico e limitatamente ad un' unica fonte di contagio (tipico è il caso di turisti che occupano in giorni successivi la stessa camera di albergo in cui magari la doccia è contaminata).

Sono tuttavia possibili contagi anche in ambienti a lunga permanenza quali strutture industriali e commerciali (ad es. a causa della contaminazione delle torri di raffreddamento o degli impianti di condizionamento) nonché private abitazioni.

La *Legionella* si contrae per via aerea tramite inalazione di particelle d'acqua disperse nell'ambiente in forma di vapore o aerosol. Se queste goccioline aerodisperse sono contaminate da una sufficiente quantità di batteri e sono sufficientemente piccole (1-5 µm), riescono più facilmente a penetrare nelle vie respiratorie dove possono provocare l'infezione in individui suscettibili.

Sebbene potenzialmente chiunque possa essere esposto alle particelle d'acqua contaminata a casa o nei posti di lavoro, negli ospedali o nei locali pubblici la *Legionella* colpisce preferibilmente le persone di mezza età e gli anziani, in particolar modo i fumatori. L'infezione da *Legionella* è più frequente e grave nei pazienti alcolisti, immunocompromessi, dializzati o affetti da concomitanti patologie prevalentemente di tipo cronico-degenerativo (quali diabete, ipertensione, broncopatia cronico-ostruttiva), di tipo neoplastico e di tipo infettivo che possono aggravare il quadro clinico e aumentare la letalità.

¹⁶ Il biofilm è un aggregato di cellule microbiche associate ad una superficie e incluse in una matrice polimerica extracellulare da esse prodotta.

Fortunatamente, nonostante i potenziali luoghi di contagio sia naturali che artificiali siano moltissimi, le malattie causate dalla *Legionella* sono piuttosto rare: le popolazioni che vivono in prossimità di aree contaminate solo difficilmente contraggono l'infezione. Anche nel caso di focolai epidemici la malattia umana rimane rara con tassi di contagio inferiori al 5%.

La *Legionella* non si trasmette da una persona all'altra (il contagio interumano diretto non è stato finora dimostrato), né bevendo o usando acqua per cucinare.

Il rischio di epidemie si abbatte con la prevenzione e in particolare con il controllo dei livelli di *Legionella* nei sistemi idrici con verifica regolare di campioni di acqua e la manutenzione periodica degli impianti generali attraverso gli opportuni trattamenti di disinfezione (ad es. mediante clorazione o shock termico).

2.3 Frequenza della malattia

La legionellosi è una malattia soggetta a notifica obbligatoria in Italia¹⁷ e in Europa, tuttavia si ritiene che essa sia ampiamente sottostimata per due ragioni principali: da un lato viene poco diagnosticata poiché raramente si sottopongono i pazienti ai test di laboratorio specifici prima di instaurare una terapia antibiotica, dall'altro non sempre viene notificata alle autorità sanitarie poiché a volte le schede richieste non vengono inviate. Come riportato nel "*Rapporto sulla sorveglianza della legionellosi in Europa nel 2019*", pubblicato dall' ECDC¹⁸, in Europa la legionellosi presenta tassi di incidenza

¹⁷ La notifica è prevista dal DM 15 dicembre 1990 ma dal 1983 viene anche sorvegliata da un sistema di segnalazione che raccoglie in un Registro nazionale informazioni più dettagliate circa la possibile fonte di infezione, il quadro clinico e l'accertamento eziologico di ogni caso. Dato che i due tipi di segnalazione possono provenire da fonti indipendenti, alla fine di ogni anno i casi identificati nel Registro nazionale vengono confrontati con i dati disponibili dalle notifiche. Per i pazienti di cui non è pervenuta la scheda di segnalazione dettagliata, viene fatta richiesta agli uffici regionali competenti. Le ulteriori informazioni ricevute vengono quindi inserite nel Registro nazionale della legionellosi dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS). Le schede di sorveglianza devono essere inviate sia al Dipartimento di Prevenzione del Ministero della Salute sia all'ISS e un'ulteriore verifica della completezza dei dati viene effettuata mediante un confronto tra le schede pervenute alle due istituzioni. I casi di legionellosi diagnosticati in pazienti stranieri che potrebbero avere contratto l'infezione in Italia vengono registrati dal programma di sorveglianza internazionale facente capo all'European Working Group on Legionella Infections (EWGLI) e segnalati a parte. Da Rapporto annuale sulla legionellosi in Italia nel 2002. M.C. Rota, M. Castellani, Parstoris et al. Not Ist Super Sanità 2003; 16 (12):3.

¹⁸ Il Centro europeo per la prevenzione e il controllo delle malattie (ECDC, da *European Centre for Disease Prevention and Control*) è un'agenzia indipendente dell'Unione europea creata "Al fine di rafforzare la capacità della Comunità e degli Stati membri di proteggere la salute umana attraverso la

molto variabili da Paese a Paese in relazione sia alla qualità dei sistemi di sorveglianza nazionali sia ai fattori di rischio peculiari di ciascuna realtà locale.¹⁹

I dati dimostrano comunque un *trend* in continua ascesa dei casi di legionellosi sia in Italia (come chiaramente visibile in Figura 1) sia in Europa come si legge sempre nel rapporto ECDC di cui sopra: "durante il periodo 2015 -2019 il numero di casi notificati è cresciuto del 65% da 6.947 a 11.298 mostrando un trend crescente negli anni recenti."²⁰



Figura 1 - Numero di casi e tasso di incidenza della legionellosi in Italia dal 1997 al 2018.²¹

prevenzione e il controllo delle malattie umane" e istituita con REGOLAMENTO (CE) N. 851/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 aprile 2004.

¹⁹ Da Rapporto annuale sulla legionellosi in Italia nel 2018. Notiziario Istituto Super Sanità 2019;32(11):7-13 - M.C. Rota, M.G. Caporali, A. Bella et al.

²⁰ Da ECDC (2021). Legionnaires' disease. Annual Epidemiological Report for 2019:3

²¹ Da Rapporto annuale sulla legionellosi in Italia nel 2018. Notiziario Istituto Super Sanità 2019;32(11):7-13 - M.C. Rota, M.G. Caporali, A. Bella et al.

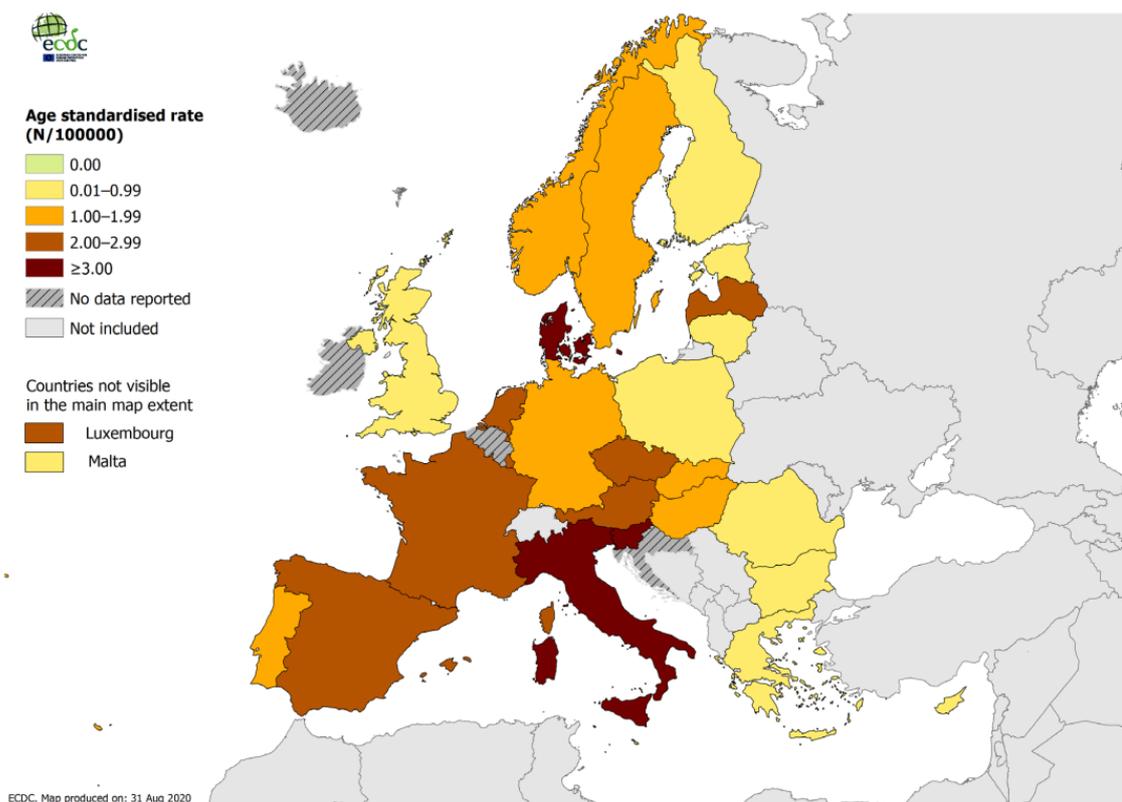


Figura 2 - Distribuzione dei casi di legionellosi e tasso di incidenza ogni 100.000 abitanti riferiti ad ogni paese membro dell' Unione Europea nel 2019.²²

2.4 Manifestazioni cliniche

Clinicamente l'infezione da *Legionella* si può manifestare principalmente in due forme:

- **Malattia dei legionari (o legionellosi o polmonite da *Legionella*)**

Rappresenta la forma morbosa più grave, con una prognosi infausta variabile dal 10 al 15% dei casi. Si tratta di una polmonite acuta che può esordire in modo insidioso con i tipici sintomi dell'influenza, di conseguenza spesso è difficile da diagnosticare e può non essere riconosciuta tempestivamente evolvendo successivamente con sintomi più gravi quali dispnea, cianosi, dolore toracico e con gravi complicanze.

²² Da ECDC (2021). Legionnaires' disease. Annual Epidemiological Report for 2019:3

- **Febbre di Pontiac**²³

E' una forma lieve di legionellosi nella quale non c'è interessamento polmonare. Si presenta con sintomi simil-influenzali, il più delle volte a risoluzione spontanea in tre o quattro giorni, spesso senza necessità di cure.

L'infezione inoltre può anche verificarsi senza alcun sintomo rimanendo silente e subclinica.

2.5 Quadro normativo e aspetti di responsabilità penale e civile

Sia *Legionella pneumophila* sia le rimanenti specie di legionelle patogene per l' uomo (*Legionella* spp.) sono classificate nell' allegato XLVI quali agente biologico del gruppo 2 ossia, come definito all' articolo 268 (Classificazione degli agenti biologici) “*un agente che può causare malattie in soggetti umani e costituire un rischio per i lavoratori; è poco probabile che si propaghi nella comunità; sono di norma disponibili efficaci misure profilattiche o terapeutiche*”.

Il già citato Titolo X nella sua interezza rappresenta quindi punto di riferimento basilare per l'inquadramento normativo del rischio legionellosi.

Pertanto, in conseguenza di quanto dettato dall' Art. 271, il Datore di Lavoro ha l'obbligo di valutare il rischio legionellosi presso ciascun sito di sua responsabilità e in particolare:

- effettuare la valutazione del rischio legionellosi, tenendo conto di tutte le informazioni disponibili sulle caratteristiche dell'agente biologico e sulle modalità lavorative che possano determinarne l' esposizione;
- adottare misure protettive e preventive in relazione al rischio valutato;
- revisionare la valutazione del rischio legionellosi in occasione di modifiche significative dell'attività lavorativa o degli impianti idrici od aeraulici o qualora siano passati 3 anni dall'ultima redazione (fanno eccezione quelle tipologie di

²³ Dal nome dell'omonima città nel Michigan (USA) in cui nel 1968 questa forma fu diagnosticata in 144 impiegati di un edificio pubblico della sanità. Da Guariniello R., Pollastrini S., Pieroni C., Principi M., Santarelli L. (2015). *Sindrome da insalubrità degli edifici nel mondo del lavoro. Sicurezza in edilizia. Wolters Kluwer Italia.*

strutture per cui è richiesto un più frequente aggiornamento della valutazione del rischio: strutture sanitarie e termali);

- adottare misure tecniche, organizzative, procedurali ed igieniche idonee al fine di minimizzare il rischio relativo se la valutazione mette in evidenza un rischio per la salute o la sicurezza dei lavoratori;
- adottare specifiche misure per l'emergenza in caso di incidenti che possono provocare la dispersione nell'ambiente dell'agente biologico;
- adottare misure idonee affinché i lavoratori e/o i loro rappresentanti ricevano l'adeguata formazione.

Nulla però è specificato su quali siano le effettive misure protettive, preventive, tecniche, organizzative, procedurali ed igieniche più idonee allo scopo.

A colmare questo vuoto ci sono attualmente le *"Linee guida per la prevenzione e controllo della legionellosi"* del Ministero della Salute, redatte per la prima volta nell'anno 2000, disponibili nell'ultima versione approvata in sede di Conferenza Stato-Regioni nella seduta del 7 maggio 2015.

Nell'elaborazione di tale documento il Ministero della Salute ha inteso infatti riunire, aggiornare e integrare in un unico testo tutte le indicazioni riportate nelle precedenti e numerose linee guida nazionali e regionali ²⁴ nonché quanto riportato nelle linee guida prodotte a livello internazionale (OMS²⁵) e europeo (EWGLI²⁶).

Sulla base di questo documento molte Regioni ed organismi territoriali negli anni successivi hanno poi elaborato proprie linee guida ma tra queste, per la loro specificità, è utile segnalare soprattutto le *"Linee guida per la prevenzione della legionella nelle torri di raffreddamento"* del Dicembre 2018 elaborate a cura della ATS (Agenzia di Tutela della Salute) di Brescia.

²⁴ Tra queste utile annoverare per la loro specificità:

- ARPA Molise (2010). Prevenzione impiantistica della legionella - parte I - impianti idrici, di raffreddamento industriali, di condizionamento dell'aria e anti-incendio - Linee guida.
- REGIONE PIEMONTE (2008). Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella nelle strutture sanitarie piemontesi pubbliche e private.

²⁵ Organizzazione Mondiale della Sanità.

²⁶ European Working Group for Legionella Infections.

A livello nazionale invece più recentemente, il 3 maggio 2020, in piena concomitanza con l'emergenza pandemica da Covid-19 è stato diramato dall' Istituto Superiore di Sanità il documento: *“Guida per la prevenzione della contaminazione da Legionella negli impianti idrici di strutture turistico recettive, e altri edifici ad uso civile e industriale non utilizzati durante la pandemia COVID-19”*.

E' bene specificare che queste linee guida, pur rappresentando certamente un punto di riferimento fondamentale nella prevenzione e nella gestione del rischio legionellosi, non rappresentano norme imperative (o cogenti).²⁷

Gli attuali orientamenti giurisprudenziali, tuttavia, sono concordi nel ritenere la non applicazione di queste linee guida, da parte del datore di lavoro e del responsabile della struttura, come una condotta di tipo omissivo in ambito di prevenzione e sicurezza per la salute dei lavoratori intrinsecamente idonea a concretizzare un danno al lavoratore. Pertanto, nel caso di focolai epidemici all'interno dell' azienda, una volta stabilito il nesso causale tra evento e condotta di tipo omissivo, si potrebbe configurare una forma di responsabilità di tipo colposo per negligenza, imprudenza e imperizia con possibili conseguenze sia di carattere penale quali la contestazione dell'omicidio colposo (art.589 c.p.) o di lesioni personali colpose (art.590 c.p.), peraltro nella forma aggravata in quanto il fatto viene commesso con violazione delle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, sia di carattere civilistico ai sensi dell'art.2043 c.c. *"risarcimento per fatto illecito"* e dell'art.2087 c.c. in base al quale *"L'imprenditore è tenuto ad adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro."*²⁸

²⁷ L'ordinamento utilizza questa espressione per indicare le norme che, per la loro importanza, non possono essere derogate dalle parti. Di regola, infatti, queste possono escludere l'applicazione di norme generali al loro specifico rapporto: non possono, però, farlo se tali norme sono state previste come inderogabili dal legislatore. La contrarietà a norme imperative determina l'illiceità di un negozio giuridico. <https://www.brocardi.it/dizionario/1713.html>

²⁸ Tribunale di Roma, Sez. Civ., 24 maggio 2011 - *Impiegato del Ministero dell'Economia e delle Finanze e morbo patogeno Legionella contratto a causa della inadeguatezza ed insalubrità degli ambienti di lavoro.*

"Morto di legionella, Asugi costretta a risarcire la famiglia di un ex dipendente." (<https://www.friulioggi.it/cronaca/asugi-costretta-risarcire-famiglia-dipendente-morto-legionella-13-agosto-2021/>)

Senza tralasciare quanto comunque previsto dalla specifica disciplina sanzionatoria riconducibile a eventuali violazioni del D.lgs. 81/2008.

Per dimostrare la puntuale applicazione delle Linee guida sarà inoltre assolutamente necessario predisporre e avere sempre disponibile una documentazione idonea che dimostri in maniera specifica e dettagliata l'effettuazione della valutazione dei rischi, l'effettiva adozione delle misure preventive individuate, l'attuazione di specifici protocolli diretti all'applicazione, monitoraggio, aggiornamento e verifica dei risultati delle pratiche dirette ad evitare o contenere le infezioni da *Legionella* da parte di un apposito gruppo di lavoro a ciò deputato.

Diversamente da quanto sopra considerato per le Linee guida, un interessante obbligo di legge, che rappresenta attualmente un *unicum* nel panorama nazionale in tema di prevenzione del rischio *Legionella*, è stato fissato dalla Regione Lombardia, l'unica a recepire le Linee guida nazionali laddove a pag. 57 indicano che *"Le Amministrazioni locali o gli Enti delegati devono predisporre e curare la tenuta di un apposito "Catasto" delle torri di raffreddamento ad umido e dei condensatori evaporativi esistenti, da implementarsi mediante notifica da parte dei responsabili degli impianti di raffreddamento."*

Regione Lombardia infatti nel *"Testo unico delle leggi regionali in materia di sanità"*²⁹ ha introdotto³⁰ l'Art.60 bis.1 *"istituzione presso i comuni del catasto delle torri evaporative di raffreddamento a umido e dei condensatori evaporativi"*³¹ che così dispone:

"1. i comuni devono predisporre e curare la tenuta di un registro delle torri di raffreddamento ad umido e dei condensatori evaporativi esistenti sul proprio territorio da implementarsi mediante notifica da parte dei responsabili degli impianti di raffreddamento."

²⁹ Legge Regionale Lombardia 30 dicembre 2009, n.33.

³⁰ Integrazione e aggiornamento tramite l'Art.36 della Legge Regionale 6 giugno 2019, n. 9 *"Legge di revisione normativa e di semplificazione 2019"*, entrata in vigore l'8 giugno 2019.

³¹ Per torre di raffreddamento si intende in questo provvedimento ogni tipo di apparato evaporativo (e.g. torre di raffreddamento a circuito aperto, torre evaporativa a circuito chiuso, condensatore evaporativo, raffreddatore evaporativo, scrubber) utilizzato in impianti di climatizzazione di edifici (residenziali o ad uso produttivo), in processi industriali, in impianti frigoriferi o in sistemi di produzione energetica, caratterizzato dall'impiego di acqua con produzione di aerosol ed evaporazione del liquido.

2. Il registro di cui al comma 1 deve contenere le seguenti informazioni:

a) sito di interesse;

b) numerosità delle torri di raffreddamento e dei condensatori evaporativi presenti.

3. Ogni nuova installazione di delle torri di raffreddamento ad umido e dei condensatori evaporativi e ogni cessazione permanente deve essere registrata entro novanta giorni.

4. Entro il mese di febbraio di ogni anno le informazioni del registro devono essere trasmesse alla Agenzia di Tutela della Salute competente per il territorio.

5. La Giunta regionale fornisce ai comuni indicazioni operative relative all'applicazione delle disposizioni di cui al presente articolo, anche in relazione alle modalità di aggiornamento delle informazioni." ³²

2.6 Il rischio legionellosi in ambito occupazionale

Sarebbe arduo elencare in modo esaustivo tutte le attività lavorative che possono presentare un maggiore rischio specifico di legionellosi vista la natura ubiquitaria di questo batterio.

Anche la frequenza di questa patologia nei luoghi di lavoro non può essere facilmente stimata vista la scarsità di informazioni precise al momento della notifica.

Il "*Rapporto annuale legionellosi*" presenta i risultati dell'analisi delle schede di sorveglianza relative ai cittadini italiani pervenute al Registro Nazionale della legionellosi presso l'ISS . Queste schede per ogni caso registrano anche l'occupazione lavorativa al fine di individuare eventuali attività associabili a maggior rischio di malattia ma esaminando le edizioni dal 2002 al 2011 emerge che mediamente nel 40/50 % dei casi questa informazione non venga fornita nelle schede di notifica.

Per la restante parte nell' edizione 2011 (l'ultima a riportare questo dato) si registrano il 56,4 % di pensionati, l'11,0 % di operai, il 4,0 % di impiegati, il 3,8 % di casalinghe, il

³² Deliberazione Giunta Regione Lombardia N° XI / 1986 del 23/07/2019 "*Ulteriori determinazioni in ordine alla gestione del servizio sanitario e sociosanitario regionale per l'esercizio 2019*", sezione 2 punto 2.3 inerente il "*CATASTO DELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO – CONDENSATORI EVAPORATIVI*".

2,8 % di liberi professionisti, lo 0,5 % di studenti e il 21,5 % di altre categorie di lavoratori.³³

Anche dalla consultazione della Banca dati statistica INAIL dal 2016 al 2019 emerge un unico caso di Legionellosi tra le malattie professionali denunciate.³⁴

In letteratura sono riportati comunque vari casi di categorie di lavoratori più a rischio: in definitiva sono coloro che sono più esposti all'acqua e al conseguente rischio di respirare aerosol contaminati.

Tutto l'ambito sanitario è da ritenersi potenzialmente a rischio³⁵ ma proprio i tecnici della prevenzione addetti agli interventi di ispezione, controllo e campionamento degli impianti idrici e aeraulici, capaci di generare aerosol potenzialmente contaminati, devono ritenersi a maggior rischio di esposizione alla *Legionella*.

Potenzialmente a rischio anche gli operatori del settore odontoiatrico poiché sono regolarmente esposti all'acqua che alimenta la poltrona odontoiatrica ed all' aerosol generato dagli strumenti utilizzati.³⁶

Infine anche gli operatori socio sanitari (OSS) possono ritenersi a rischio ad esempio durante operazioni che riguardano l'igiene personale del paziente con utilizzo di acqua nel caso in cui avvenga l'inalazione di aerosol contaminato.

Sono riportati casi di legionellosi anche per altre categorie di lavoratori quali:

- Lavoratori dei centri benessere e spa³⁷, del settore alberghiero e sulle navi da crociera;

³³ Not Ist Super Sanità 2012;25(10):17-23

³⁴ Settore ICD-10: Alcune malattie infettive e parassitarie (A00-B99) → Categoria ICD-10: Altre malattie batteriche (A30-A49)

³⁵Borella, P., et al. (2008) Prevalence of anti-legionella antibodies among Italian hospital workers, *Journal of Hospital Infections*, 69(2):148–155.

³⁶ Castiglia P., Liguori G., Montagna M.T. *et al.* Italian multicenter study on infection hazards during dental practice: Control of environmental microbial contamination in public dental surgeries. *BMC Public Health* 8, 187 (2008).

Walker JT, Bradshaw DJ, Finney M. et al. Microbiological evaluation of dental unit water systems in general dental practice in Europe. *Eur J Oral Sci.* 2004 Oct;112(5):412-8.

- Vigili del fuoco e altri operatori del soccorso pubblico e della difesa civile;
- Movimentatori di terra e minatori³⁸;
- Autisti professionali³⁹;
- Personale addetto alle operazioni di manutenzione/pulizia delle torri evaporative⁴⁰ e degli impianti di distribuzione / trattamento dell' acqua sanitaria;
- Addetti alle piattaforme di trivellazione (Pastoris et al., 1987);
- Addetti agli impianti di depurazione⁴¹;
- Addetti alla pulizia di turbine nel settore industriale;
- Giardinieri e vivaisti⁴²;
- Personale addetto alla vendita o manutenzione di vasche per idromassaggio⁴³;
- Operatori ecologici durante la pulizia delle strade con acqua a pressione;
- Lavoratori delle cave di marmo (durante le operazioni di taglio del marmo con acqua);
- Addetti alla pulizia negli autolavaggi.

³⁷ Campese, C., Roche, D., Clément, et al. (2010). Cluster of Legionnaires disease associated with a public whirlpool spa, France, April – May 2010. *Eurosurveillance*. Vol. 15, No 26, 2010, pp. 19602.

³⁸ Lohuis, M., Catmull, J. (2007) Legionella Risk Management in Mining and Processing Industries. Queensland Resources Council.

³⁹ Wallensten A, Oliver I, Ricketts K et al. Windscreen wiper fluid without added screenwash in motor vehicles: a newly identified risk factor for Legionnaires' disease. *Eur J Epidemiol*. 2010 Sep;25(9):661-5.

⁴⁰ Buehler, James W. et al. Prevalence of antibodies to Legionella pneumophila among workers exposed to a contaminated cooling tower. *Archives of environmental health* 40 4 (1985): 207-10 .

⁴¹ Kusnetsov J, Neuvonen LK et al. Two Legionnaires' disease cases associated with industrial waste water treatment plants: a case report, *BMC Infect Dis*. 2010; 10: 343.

⁴² Den Boer JW, Yzerman EP et al. A large outbreak of Legionnaires' disease at a flower show, *The Netherlands. Emerg Infect Dis* ; 8 1999; 2002: 37-43

Cramp G, Harte D., Douglas N. et al. (2010). An outbreak of Pontiac fever due to Legionella longbeachae serogroup 2 found in potting mix in a horticultural nursery in New Zealand. *Epidemiology and Infection*, 138(1), 15-20.

Stojek, N. M., Dutkiewicz, J. (2002). Legionella in sprinkling water as a potential occupational risk factor for gardeners. *Ann Agric Environ Med.*, 9(2), 261-264.

⁴³ Benkel, D. H., McClure, E. M., Woolard et al. (2000). Outbreak of Legionnaires' disease associated with a display whirlpool spa. *International Journal of Epidemiology*, Vol. 29, No 6, 2000, pp. 1092-8

3. Il caso studio

Come abbiamo visto la valutazione e la gestione del rischio legionellosi si basa fondamentalmente sulle indicazioni contenute nelle *"Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi"* tuttavia non è previsto uno schema rigido su come impostare praticamente le procedure ivi contenute né una modulistica prestabilita che debba fungere obbligatoriamente da documentazione. Viene lasciata infatti una certa libertà al responsabile della struttura e ad eventuali collaboratori su come progettare, attuare e documentare le misure tecniche, procedurali ed organizzative per affrontare questa problematica anche in considerazione del tipo di struttura (turistico-ricettivo, sanitario, socio-sanitario, industriale) e delle relative caratteristiche impiantistiche presenti.

Presso lo studio di consulenza dove ho effettuato il mio tirocinio era già in uso un *"Manuale di gestione del rischio legionellosi"*, un testo elaborato sulla base delle Linee guida e sulla base dell'esperienza maturata dallo staff dello studio specificatamente in questo settore ma modulato in funzione delle caratteristiche e delle esigenze di clienti attivi soprattutto nel settore turistico-alberghiero.

Viste però le esigenze di alcuni clienti operanti nel settore industriale mi è stato affidato il compito di rielaborare il manuale già in uso in modo mirato per le strutture industriali in modo da tenere conto delle caratteristiche impiantistiche, spesso decisamente più complesse di queste strutture, ma anche del diverso scopo di questo documento cioè di ottemperare agli obblighi del Datore di Lavoro riguardo alla salute e sicurezza dei propri dipendenti.

Il nuovo manuale così elaborato è stato poi applicato concretamente per la valutazione e gestione del rischio legionellosi ad una azienda cliente di tipo industriale con alcune centinaia di dipendenti sita nella zona industriale di Ascoli Piceno ed è stata poi valutata l'efficacia delle misure previste ed attuate.

3.1 Materiali e metodi

Il "*Manuale di gestione del rischio legionellosi*" elaborato è un documento complesso da non intendersi come un adempimento fine a se stesso ma configurandosi come un vero e proprio strumento operativo che, seguendo le varie sezioni di cui è composto e tra loro correlate, consente al professionista del settore e al responsabile della struttura di valutare con criteri standardizzati la situazione di rischio della struttura analizzata con la possibilità successivamente di pianificare modalità operative la cui attuazione consente di gestire il rischio di legionellosi all'interno dei luoghi di lavoro e salvaguardare così la salute e sicurezza dei lavoratori.

L'efficacia delle misure adottate è stata poi valutata grazie all'effettuazione di un piano di campionamento e alle successive analisi dei campioni di acqua prelevati nei diversi impianti considerati, analisi effettuate presso un laboratorio accreditato al fine di evidenziare e quantificare la presenza o meno del batterio *Legionella* ed attuare eventuali misure correttive necessarie.

Si riportano e descrivono qui di seguito le sezioni che compongono questo manuale e il loro significato nel processo di valutazione e gestione della struttura industriale del caso studio.

3.2 Una proposta operativa: il manuale di gestione del rischio Legionella

3.2.1 Generalità.

E' una sezione introduttiva in cui si definisce lo scopo e il campo di applicazione del manuale e si presenta l'azienda riportandone la ragione sociale e il tipo di struttura gestita, nel caso specifico una struttura industriale.

Si definisce anche l'ambito di responsabilità individuando il nominativo del **responsabile della struttura** e di coloro che eventualmente fanno parte del gruppo di lavoro che lo coadiuvano quali ad esempio il responsabile della manutenzione e i consulenti esterni.

Il responsabile della struttura è una figura chiave: egli infatti è il garante dell'attuazione delle disposizioni presenti nel Manuale. Conserva e mantiene in archivio per almeno tre anni la documentazione relativa alle registrazioni degli esiti dei controlli e delle verifiche effettuate. Organizza e cura il programma di formazione e informazione del personale dell'azienda per gli aspetti inerenti alla buona applicazione della gestione del rischio *Legionella* mettendo a verbale gli interventi formativi svolti. Provvede inoltre a commissionare le analisi microbiologiche necessarie al monitoraggio del rischio.

Sempre in questa sezione si provvede anche ad una descrizione della struttura in base a due precisi criteri: il primo criterio è quello della presenza o meno di determinate **caratteristiche impiantistiche**, il secondo criterio è quello della presenza o meno di determinate **caratteristiche organizzative**.

Per una corretta descrizione è necessaria sia un'attenta disamina della documentazione disponibile in sede sia un'accurata ispezione e valutazione in fase di sopralluogo.

Nel caso specifico analizzato la struttura presentava le seguenti caratteristiche impiantistiche generali come da Tabella 1.

Descrizione	SI	NO
Impianto idro - sanitario acqua fredda	X	
Impianto idro - sanitario acqua calda	X	
Impianto a torre evaporativa – condensatore evaporativo	X	
Impianto aeraulico	X	

Tabella 1 - Caratteristiche impiantistiche generali.

La valutazione degli aspetti impiantistici specifici è stata poi ulteriormente approfondita in modo dettagliato in sede di sopralluogo avvalendosi di una *check list*⁴⁴ già predisposta dalla quale si ricava un punteggio relativo alla **Valutazione del Rischio**

⁴⁴ E' rappresentata dall' "Allegato 12: Lista di controllo per il sopralluogo di valutazione del rischio legionellosi" contenuto all'interno delle "Linee guida per la prevenzione e controllo della legionellosi" del Ministero della Salute.

Impiantistico (VRI) utilizzato successivamente al momento della **Valutazione del Rischio Legionellosi (VRL)**.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche organizzative la struttura in oggetto presentava le caratteristiche di cui in Tabella 2.

Descrizione	SI (punti 1)	NO (punti 3)
1. Presenza planimetria struttura	X	
2. Presenza planimetrie reti impianti	X	
3. Impianti con vita < 10 anni		X
4. Manutentore	X	
5. Formazione del personale	X	
Punteggio VRO [(Somma dei punti assegnati alle risposte SI e NO) / 5]	1,4	

Tabella 2 - Caratteristiche organizzative e relativo punteggio VRO.

La valutazione degli aspetti organizzativi detta anche **Valutazione del Rischio relativo all' Organizzazione (VRO)** fornisce un punteggio che viene utilizzato successivamente nella **Valutazione del Rischio Legionellosi (VRL)**.

3.2.2 Protocollo di controllo del rischio legionellosi.

Il Protocollo di Controllo del Rischio legionellosi si divide in tre fasi sequenziali e correlate tra loro: valutazione del rischio, gestione del rischio e comunicazione del rischio.

A) Valutazione del rischio

In questa fase si individuano le specificità della struttura e degli impianti in essa esercitati, per le quali si possono realizzare condizioni che collegano la presenza

effettiva o potenziale di *Legionella* negli impianti alla possibilità di contrarre l'infezione. Le informazioni relative alla valutazione del rischio ed al relativo piano di controllo devono essere comunicate dall'incaricato della valutazione al gestore della struttura o a un suo preposto che, a loro volta, dovranno informare tutte le persone che sono coinvolte nel controllo e nella prevenzione della legionellosi nella struttura.

Per un'efficace prevenzione il gestore della struttura effettua e revisiona con periodicità **annuale** la valutazione del rischio legionellosi.

La valutazione deve essere rivista **ogni volta che ci sia motivo** di considerare che la situazione possa essersi modificata (ad esempio: lavori di ristrutturazioni o rifacimento di parti d'impianto, esame batteriologico positivo con valori di *Legionella* che richiedono intervento). La revisione deve essere documentata formalmente.

La valutazione del rischio viene comunque sottoposta a revisione con carattere d'urgenza ad ogni segnalazione di un possibile caso di legionellosi.

La valutazione del rischio è fondamentale per acquisire conoscenze sulla vulnerabilità degli impianti in termini di:

- potenziali di proliferazione batterica al loro interno e di esposizione ad aerosol d'acqua che essi possono determinare;
- stima del possibile impatto potenzialmente causato dagli impianti sulla salute dei loro utenti e, più in generale, dei frequentatori (lavoratori compresi);
- definizione ed implementazione delle contromisure adeguate a mitigare il rischio, con un impegno di sforzi e risorse commisurati al potenziale impatto.

Una corretta valutazione del rischio correlato ad una struttura deve partire da un'ispezione degli impianti a rischio, supportata, qualora disponibili, dagli schemi d'impianto aggiornati.

Tale analisi ispettiva deve essere finalizzata ad individuare i punti critici di ciascun impianto a rischio, in considerazione delle condizioni di esercizio e manutenzione che lo caratterizzano. In base all'ispezione ed agli schemi d'impianto disponibili, deve essere valutato quali siano i punti della rete (idrica ed aerea) e le specifiche

d'esercizio e di controllo che possano determinare un rischio per gli ospiti e per i dipendenti della struttura.

L'ispezione della struttura deve essere accurata, per poter evidenziare eventuali fonti di rischio e valutare, nella loro complessità, gli impianti e non solamente i loro singoli componenti. Il rischio legionellosi dipende da un certo numero di fattori . A seguire, si elencano quelli più importanti, che sono stati tenuti in debito conto:

- Temperatura dell'acqua compresa tra 20 e 50 °C.
- Presenza di tubazioni con flusso d'acqua minimo o assente (tratti poco o per nulla utilizzati della rete, utilizzo saltuario delle fonti di erogazione).
- Utilizzo stagionale o discontinuo della struttura o di una sua parte.
- Caratteristiche e manutenzione degli impianti e dei terminali di erogazione (pulizia, disinfezione).
- Caratteristiche dell'acqua di approvvigionamento a ciascun impianto (fonte di erogazione , disponibilità di nutrimento per *Legionella*, presenza di eventuali disinfettanti).
- Vetustà, complessità e dimensioni dell'impianto.
- Ampliamento o modifica d'impianto esistente (lavori di ristrutturazione).
- Utilizzo di gomma e fibre naturali per guarnizioni e dispositivi di tenuta.
- Presenza e concentrazione di *Legionella*, evidenziata a seguito di eventuali pregressi accertamenti ambientali (campionamenti microbiologici).

L'applicazione della *check list* alla struttura in oggetto ha permesso di raccogliere le seguenti informazioni utili alla determinazione del VRI:

IDENTIFICAZIONE STRUTTURA

Tipologia di Struttura: *industriale*

Periodo di esercizio: Annuale Stagionale da _____ a _____

VALUTAZIONE DEL RISCHIO LEGIONELLOSI EFFETTUATA DALLA STRUTTURA

Si No

Data di emissione del più recente Documento di Valutazione del rischio Legionellosi:
12/06/2020

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO IMPLEMENTATO DALLA STRUTTURA

Si No

CAMPIONAMENTI MICROBIOLOGICI DI CONTROLLO PRESENZA LEGIONELLA SPP.

Effettuati Si No

Notazioni: *si vedano rapporti analitici di laboratorio.*

REGISTRO D' IGIENE - MANUTENZIONE PRESENTE O DOCUMENTAZIONE EQUIVALENTE

Si No

MONITORAGGIO TEMPERATURE ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO

IDENTIFICAZIONE PUNTO DI CONTROLLO	TEMPERATURA ACQUA CALDA	TEMPERATURA ACQUA FREDDA	CONCENTRAZIONE DI DISINFETTANTE (SE APPLICATO)	CONDIZIONI DI PULIZIA DIFFUSORI/ROMPIGETTO
Bagno uffici	50 °C	23 °C	Perossido di idrogeno 10 mg/L	Buona
Bagno produzione	48 °C	22 °C	Perossido di idrogeno 10 mg/L	Buona

Tabella 3 - Monitoraggio temperature acqua destinata al consumo umano.

SISTEMA DI DISINFEZIONE ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO

Presente Si No

Se presente, il disinfettante usato è:

prodotto commerciale a base di perossido di idrogeno 48%.

Se presente, è disponibile la Scheda di Sicurezza del disinfettante ad indicarne la sua composizione?

Si No

Se presente, il dosaggio è

Automatico Manuale

Se presente, è stato implementato un sistema di controllo automatico del funzionamento dell'impianto di disinfezione e di monitoraggio in continuo delle concentrazioni del disinfettante?

Si No

IMPIANTO D'ACQUA FREDDA SANITARIA

Se presenti più di un impianto d'acqua fredda sanitaria, tale sezione è da compilare separatamente per ognuno di essi.

Fonte di approvvigionamento dell'acqua all'impianto

Rete idrica municipale

Pozzo

Mista

Materiale/i delle condutture: *tubi zincati.*

Se sono presenti serbatoi di raccolta dell'acqua fredda destinata al consumo umano essi sono:

In muratura

Prefabbricati

In cemento armato

Se prefabbricati essi sono isolati termicamente

Si No

Se presenti, il loro collegamento idraulico è:

In serie In parallelo Non applicabile

Numero serbatoi: 3

Capacità totale: 4500 L

Capacità parziali: 1500 L

Se presenti, è effettuato lo svuotamento e la pulizia almeno annuale dei serbatoi

Si No

FR.AF.1) Se lo svuotamento e la pulizia almeno annuale dei serbatoi non è effettuata, essa è compensata da un'azione di controllo alternativa?

Si No Non applicabile (se non presenti)

FR.AF.2) ASSENZA di rami morti (linee di distribuzione mai utilizzate)

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AF.3) ASSENZA di linee di distribuzione caratterizzate da limitato utilizzo (indicativamente utilizzate meno di 20 minuti alla settimana) o rallentamento del flusso idrico

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AF.4) ASSENZA di linee di distribuzione esterne o scarsamente/per nulla isolate termicamente

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AF.5) Il monitoraggio delle temperature ha evidenziato che tutte le temperature d'erogazione dell'acqua fredda sanitaria sono inferiori ai 20°C?

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AF.6) Il monitoraggio delle temperature ha evidenziato che la temperatura di stoccaggio dell'acqua fredda sanitaria è inferiore ai 20°C?

Si No Non applicabile (se non presenti serbatoi di raccolta dell'acqua fredda sanitaria o se sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Lavori di ristrutturazione

Sono state effettuate modifiche nell'impianto idrico negli ultimi 12 mesi?

Si No

Descrizione tipologia d'intervento: //

IMPIANTO D'ACQUA CALDA SANITARIA

Se presenti più di un impianto d'acqua calda sanitaria, tale sezione è da compilare separatamente per ognuno di essi.

Fonte di approvvigionamento dell'acqua all'impianto

- Rete idrica municipale
 Pozzo
 Mista

Materiale/i delle condutture: *tubi zincati.*

Presenza di bollitori/serbatoi di raccolta dell'acqua calda sanitaria Si No

Se presenti, essi sono isolati termicamente Si No

Se presenti, più di un bollitore/serbatoio centralizzato di alimentazione per singolo impianto di acqua calda sanitaria, il loro collegamento idraulico è

In serie In parallelo Non applicabile

Numero serbatoi: 2

Capacità totale: 2000 L

Capacità parziali: 1000 L

FR.AC.1) Se presenti bollitori/serbatoi di raccolta dell'acqua calda sanitaria, è effettuato lo spurgo regolare dalla loro valvola di fondo?

Si No Non applicabile (se non presenti)

Se presenti bollitori/serbatoi di raccolta dell'acqua calda sanitaria, è effettuata la loro disinfezione almeno semestrale?

Si No

FR.AC.2) Se la disinfezione almeno semestrale dei bollitori/serbatoi non è effettuata, essa è compensata da un'adeguata azione di controllo alternativa?

Si No Non applicabile (se non presenti)

FR.AC.3) ASSENZA di rami morti (linee di distribuzione mai utilizzate)

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AC.4) ASSENZA di linee di distribuzione caratterizzate da limitato utilizzo (indicativamente utilizzate meno di 20 minuti alla settimana) o rallentamento del flusso idrico

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AC.5) ASSENZA di linee di distribuzione esterne o scarsamente/per nulla isolate termicamente

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AC.6) Il monitoraggio delle temperature ha evidenziato che tutte le temperature d'erogazione dell'acqua calda sanitaria sono superiori ai 50°C?

Si No Non applicabile (sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Descrivere le misure di compenso, se applicate: //

FR.AC.7) Il monitoraggio delle temperature ha evidenziato che la temperatura di stoccaggio dell'acqua calda sanitaria è superiore ai 60°C?

Si No Non applicabile (se non presenti serbatoi d'acqua calda sanitaria o se sono già in atto adeguate misure di compenso di tale fattore di rischio)

Lavori di ristrutturazione

Sono state effettuate modifiche della rete idrica negli ultimi 12 mesi?

Si No

Descrizione tipologia d' intervento: //

**IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO A TORRE EVAPORATIVA /
CONDENSATORE EVAPORATIVO**

Presenza di torre di raffreddamento / condensatore evaporativo

Si No

Esercizio Annuale Stagionale da _____ a _____

FR.TC.1) Se presente torre/condensatore, è applicato un trattamento biocida?

Si No

Descrizione tipologia del trattamento biocida, se applicato:

prodotto commerciale a base di isotiazolinone, dosaggio 200 g/m³. Due cicli shock a settimana.

FR.TC.2) Se presente torre/condensatore, è applicato un trattamento contro le corrosioni e le incrostazioni?

Si No

Descrizione tipologia del trattamento contro le corrosioni e le incrostazioni, se applicato: *prodotto commerciale a base di fosfati inibitori al rame.*

FR.TC.3) Se presente torre/condensatore, è effettuato un intervento di pulizia (chimica e/o fisica) e disinfezione biocida shock con frequenza media semestrale?

Si No

Notazioni: *viene eseguita una sanificazione periodica (circa ogni 3-4 mesi) con ipoclorito di sodio.*

IMPIANTO AEREAULICO

Presenza di impianti aeraulici

Si No

Se presenti, essi prevedono l'umidificazione dell'aria con l'utilizzo dell'acqua allo stato liquido?

Si No

FR.IA.1) Se è utilizzato il sistema d'umidificazione dell'aria con l'utilizzo dell'acqua allo stato liquido, è presente un sistema di disinfezione od una procedura equivalente finalizzata al mantenimento di idonee condizioni d'igiene di tale acqua d'umidificazione?

Si No Non applicabile (se non presente o scollegato definitivamente il sistema d'umidificazione dell'aria con l'utilizzo dell'acqua allo stato liquido)

Se presente, il trattamento dell'acqua d'umidificazione applicato è:

E' presente un sistema di disinfezione.

Se presente un sistema di disinfezione dell'acqua d'umidificazione, il disinfettante usato è: *prodotto commerciale a base di perossido di idrogeno 48%.*

Se presente un sistema di disinfezione, è disponibile la Scheda di Sicurezza del disinfettante ad indicarne la sua composizione?

Si No

Se presente un sistema di disinfezione, il dosaggio è

Automatico Manuale

FR.IA.2) E' previsto un programma di regolare ispezione, pulizia e sanificazione degli impianti aeraulici?

Si No

ALTRI IMPIANTI IDRICI

Presenza dell'impianto d'irrigazione Si No

FR.IR) Se presente, esso è esercitato in orari e/o modalità tali da minimizzare l'esposizione ad aerosol d'acqua rilasciati dall'impianto?

Si No

Presenza di fontane Si No

Le fontane sono All'interno dell'edificio All'esterno dell'edificio

FR.FO) Se presenti, è applicato ad esse uno specifico piano di manutenzione, che ne preveda un'adeguata pulizia e, se valutato necessario, disinfezione?

Si No

Notazioni: //

Fattori di Rischio (FR) individuati - Stima dell'attuale livello di Controllo del Rischio Legionellosi per le seguenti tipologie d'impianti: acqua fredda e calda sanitaria, a torre evaporativa o condensatore evaporativo ed aeraulici.

La stima è da ottenersi seguendo i 2 passaggi definiti a seguire:

1. Si sommino il numero di domande di rischio (identificate dall'acronimo FR) per le quali è stata fornita risposta negativa (No).

Non si devono pertanto conteggiare né le domande di rischio (FR) per le quali è stata fornita risposta positiva (Si) né le domande di rischio (FR) per le quali la domanda di rischio non era applicabile al caso specifico.

2. Si verifichi, nella tabelle 4, 5, 6, e 7 a seguire, specifiche per ciascuna tipologia d'impianto considerato (acqua fredda e calda sanitaria, a torre evaporativa o condensatore evaporativo ed aeraulici), ove ricada il numero ottenuto. Le tabelle forniscono le indicazioni per la stima dell'attuale livello di Controllo del Rischio legionellosi di ciascun impianto oggetto di tale preliminare Valutazione:

IMPIANTO ACQUA FREDDA SANITARIA		
Numero di domande di rischio (FR.AF) alle quali è stata fornita risposta negativa (No)	Stima dell'attuale livello di Controllo del Rischio Legionellosi	Livello di Rischio
Uguale o superiore a 5	Controllo del Rischio da incrementare immediatamente, intervenendo sui fattori di Rischio individuati (FR.AF).	3 su 3
Compreso tra 2 e 4	Controllo del Rischio da migliorare, attivando celermente azioni di controllo dei Fattori di Rischio individuati (FR.AF).	2 su 3
Inferiore o uguale a 1	Controllo del Rischio complessivamente adeguato. Prestare comunque attenzione al Fattore di Rischio (qualora) individuato (FR.AF) e ridurlo ove possibile.	1 su 3

Tabella 4 - Livello di rischio impianto acqua fredda sanitaria.

IMPIANTO ACQUA CALDA SANITARIA		
Numero di domande di rischio (FR.AC) alle quali è stata fornita risposta negativa (No)	Stima dell'attuale livello di Controllo del Rischio Legionellosi	Livello di Rischio
Uguale o superiore a 5	Controllo del Rischio da incrementare immediatamente, intervenendo sui fattori di Rischio individuati (FR.AC).	3 su 3
Compreso tra 2 e 4	Controllo del Rischio da migliorare, attivando celermente azioni di controllo dei Fattori di Rischio individuati (FR.AC).	2 su 3
Inferiore o uguale a 1	Controllo del Rischio complessivamente adeguato. Prestare comunque attenzione al Fattore di Rischio (qualora) individuato (FR.AC) e ridurlo ove motivato opportuno.	1 su 3

Tabella 5 - Livello di rischio impianto acqua calda sanitaria.

IMPIANTO A TORRE EVAPORATIVA - CONDENSATORE EVAPORATIVO		
Numero di domande di rischio (FR.TC) alle quali è stata fornita risposta negativa (No)	Stima dell'attuale livello di Controllo del Rischio Legionellosi	Livello di Rischio
Uguale a 3	Controllo del Rischio da incrementare immediatamente, intervenendo sui fattori di Rischio individuati (FR.TC).	3 su 3
Uguale a 2	Controllo del Rischio da migliorare, attivando celermente azioni di controllo dei Fattori di Rischio individuati (FR.TC).	2 su 3
Uguale o inferiore a 1	Controllo del Rischio complessivamente adeguato. Prestare comunque attenzione al Fattore di Rischio (qualora) individuato (FR.TC) e ridurlo ove motivato opportuno.	1 su 3

Tabella 6 - Livello di rischio impianto a torre evaporativa - condensatore evaporativo.

IMPIANTO AERAUICO		
Numero di domande di rischio (FR.IA) alle quali è stata fornita risposta negativa (No)	Stima dell'attuale livello di Controllo del Rischio Legionellosi	Livello di Rischio
Uguale a 2	Controllo del Rischio da incrementare immediatamente, intervenendo sui fattori di Rischio individuati (FR.IA).	3 su 3
Uguale a 1	Controllo del Rischio da migliorare, attivando celermente azioni di controllo del Fattore di Rischio individuato (FR.IA).	2 su 3

Tabella 7 - Livello di rischio impianto aeraulico.

ALTRI IMPIANTI IDRICI
Per tale categoria d'impianti, l' avere fornito risposta negativa alla rispettiva domanda di rischio (FR.RO, FR.PI, FR.VI, FR.IR, FR.FO), determina che il Controllo del Rischio sia da incrementare immediatamente, intervenendo sulla mancanza individuata.

Tabella 8 - Livello di rischio altri impianti idrici.

Schema di conteggio del numero di domande di rischio (identificate dall'acronimo FR) per le quali è stata fornita risposta negativa (No).

In caso di molteplici impianti appartenenti alla medesima categoria (acqua fredda sanitaria, acqua calda sanitaria, torre/condensatore evaporativo, aeraulico) è necessario rispondere alla rispettiva serie di domande di rischio, per **ogni** impianto idrico/aeraulico presente, oggetto di valutazione.

FR.AF.1) Si No Non applicabile

FR.AF.2) Si No Non applicabile

FR.AF.3) Si No Non applicabile

FR.AF.4) Si No Non applicabile

FR.AF.5) Si No Non applicabile

FR.AF.6) Si No Non applicabile

Numero totale di domande di rischio per le quali è stata fornita risposta negativa: 1

Livello di Rischio: 1 su 3

FR.AC.1) Si No Non applicabile

FR.AC.2) Si No Non applicabile

FR.AC.3) Si No Non applicabile

FR.AC.4) Si No Non applicabile

FR.AC.5) Si No Non applicabile

FR.AC.6) Si No Non applicabile

FR.AC.7) Si No Non applicabile

Numero totale di domande di rischio per le quali è stata fornita risposta negativa: 4

Livello di Rischio: 2 su 3

FR.TC.1) Si No

FR.TC.2) Si No

FR.TC.3) Si No

Numero totale di domande di rischio per le quali è stata fornita risposta negativa: 0

Livello di Rischio: 1 su 3

FR.IA.1) Si No Non applicabile

FR.IA.2) Si No

Numero totale di domande di rischio per le quali è stata fornita risposta negativa: 0

Livello di Rischio: 1 su 3

Dall' applicazione della *check list* sono risultati quindi i seguenti punteggi di VRI per la struttura del caso studio:

- Impianto idro-sanitario acqua fredda = 1
- Impianto idro-sanitario acqua calda = 2
- Impianto a torre evaporativa - condensatore evaporativo = 1
- Impianto aeraulico = 1

A questo punto dalla composizione dei punteggi provenienti dalla **Valutazione del rischio relativo agli impianti (VRI)** e dei punteggi della **Valutazione del rischio relativo all'organizzazione (VRO)**, che potranno assumere ciascuno valori da 1 a 3 si può ottenere, in base alla formula:

$$\mathbf{VRL = VRI \times VRO}$$

un' indicizzazione della **Valutazione del rischio Legionella (VRL)**, specifica per la struttura in oggetto e che potrà assumere valori da 1 a 9.

Pericolo identificato	Quantificazione del rischio		
	VRI	VRO	VRL
Impianto idro-sanitario acqua fredda	1	1,4	1,4
Impianto idro-sanitario acqua calda	2	1,4	2,8
Impianto a torre evaporativa – condensatore evaporativo	1	1,4	1,4
Impianto aeraulico	1	1,4	1,4

Tabella 9 - Quantificazione del rischio legionellosi nella struttura (VRL) per ogni impianto.

Si possono poi confrontare agevolmente i risultati così calcolati per ciascun impianto presente nella struttura con una matrice di rischio $VRL = VRI \times VRO$ in cui sono individuate quattro classi di rischio: basso (in verde), medio (in giallo), medio-alto (in arancio) e alto (in rosso).

VRI	3	3	6	9
	2	2	4	6
	1	1	2	3
		1	2	3
		VRO		

Tabella 10 - Classi di rischio.

Le classi di rischio evidenziate in arancio ed in rosso comportano interventi mirati alla rimozione immediata dei fattori di rischio individuati (impiantistici od organizzativi), le combinazioni in verde ed in giallo comportano il rispetto delle disposizioni della gestione come definita nella sezione che segue.

Come si può vedere nel caso della struttura industriale valutata solo l' impianto idro-sanitario dell' acqua calda con un valore di VRL pari a 2,8 si è posta in zona gialla (rischio medio) mentre gli altri impianti con punteggi di VRL pari a 1,4 si sono posti in zona verde segnalando una situazione di basso rischio *Legionella*.

B) Gestione del rischio

In questa fase in base ai risultati complessivi della valutazione del rischio si procederà, anche con l'ausilio di personale tecnico qualificato, alla pianificazione di tutti gli interventi e le procedure volte a rimuovere definitivamente o a contenere costantemente le criticità individuate nella fase precedente . Qualsiasi intervento manutentivo o preventivo attuato deve essere il risultato di una strategia che preveda un gruppo di lavoro multidisciplinare, che consideri tutte le caratteristiche dell' impianto e le possibili interazioni nell'equilibrio del sistema ai fini di un ottimale gestione degli impianti.

C) Comunicazione del rischio

In questa fase si pianificheranno e attueranno tutte le azioni finalizzate a informare, formare, sensibilizzare i soggetti interessati dal rischio potenziale (gestori degli impianti, personale addetto al controllo, lavoratori, ecc.).

A tale scopo l'informazione e la formazione sono un elemento essenziale per garantire la corretta applicazione delle indicazioni per la prevenzione ed il controllo della legionellosi previste nel protocollo di gestione degli impianti.

3.2.3 Gestione degli impianti

Nel caso specifico all'interno della struttura si è stabilito di garantire, e opportunamente documentare, l'attuazione delle seguenti misure di controllo sui rispettivi impianti.

Impianti idro-sanitari

- a) almeno annualmente si procede ad una pulizia completa dei serbatoi e della rubinetteria e ad una disinfezione dell'intera rete idrica sia calda che fredda, facendo anche defluire a lungo l'acqua da tutte le erogazioni da essa servite.

In tale intervento si provvede tra l'altro a:

- svuotare e disinfettare (se necessario anche disincrostare) i bollitori/serbatoi di accumulo dell'acqua calda sanitaria (compresi i boiler elettrici) almeno una volta all'anno e ripristinarne il funzionamento dopo accurato lavaggio. Nel caso in cui tale sanificazione non potesse essere applicata, tale mancanza deve essere compensata dall'implementazione di un'attività alternativa il cui effetto sia valutato almeno altrettanto valido;
- disinfettare l'impianto dell'acqua calda sanitaria con sostanze biocide di comprovata efficacia, dopo interventi sugli scambiatori di calore;

- mantenere le docce, i diffusori delle docce e i rompigetto dei rubinetti puliti e privi di incrostazioni, sostituendoli all'occorrenza, preferendo quelli aperti (es. a stella o croce) rispetto a quelli a reticella e agli aeratori/riduttori di flusso);
- b) viene verificata la temperatura dell'acqua fredda che deve essere $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) se le caratteristiche dell'impianto lo permettono, l'acqua calda sanitaria deve avere una temperatura d'erogazione costantemente superiore ai 50°C .

Per evitare il rischio di ustioni è necessario installare rubinetti dotati di valvola termostatica (TMV). Qualora le caratteristiche dell'impianto o il rischio ustioni non possa essere mitigato con rubinetti dotati di valvola termostatica e quindi la temperatura d'esercizio d'impianto ricada all'interno dell'intervallo di proliferazione della *Legionella* ($< 50^{\circ}\text{C}$) viene compensato questo fattore di rischio con l'implementazione di un'attività avente efficacia analogica (es. disinfezione su base continua dell'impianto, incremento degli spurghi dei serbatoi e dei flussaggi delle erogazioni);

- d) viene effettuata l'ispezione mensile dei serbatoi dell'acqua sanitaria accertandosi che tutte le coperture siano intatte e correttamente posizionate;
- e) ci si accerta sempre che eventuali modifiche apportate all'impianto, oppure nuove installazioni, non creino rami morti o tubazioni con scarsità di flusso dell'acqua o flusso intermittente. Ogniqualvolta si proceda a operazioni di disinfezione, occorre accertarsi che siano oggetto del trattamento anche i rami stagnanti o a ridotto utilizzo, costituiti dalle tubazioni di spurgo o prelievo, le valvole di sovrappressione ed i *bypass* presenti sugli impianti;
- f) ove si riscontri un incremento significativo della crescita microbica che possa costituire un incremento del rischio legionellosi, vengono attivati appropriati trattamenti disinfettanti;
- g) si provvede, se necessario, a applicare un efficace programma di trattamento dell'acqua, capace di prevenire sia la formazione di *biofilm*, che potrebbe fungere da luogo ideale per la proliferazione della *Legionella*, sia la corrosione e le incrostazioni che, indirettamente, possono favorire lo sviluppo microbico.

Impianti a torre evaporativa – condensatore evaporativo

- a) la qualità dell'acqua utilizzata viene controllata attraverso analisi microbiologiche periodiche;
- b) vengono effettuati interventi di disinfezione routinaria;
- c) viene effettuato il ricambio periodico di parte della massa d'acqua circolante e, qualora necessario, l'addolcimento dell'acqua di reintegro all'impianto;
- d) le azioni di cui alla lettera b) e c) sono volte a impedire la proliferazione microbica e ridurre il rischio di precipitazioni di sali responsabili di incrostazioni e corrosioni nell'impianto, la cui influenza indiretta nei confronti del potenziale di proliferazione batterica è significativa.
- e) gli interventi di pulizia e drenaggio del sistema, accompagnati dalla sua disinfezione, devono essere effettuati:
 - prima del collaudo
 - alla fine della stagione di raffreddamento o prima di un lungo periodo di inattività
 - all'inizio della stagione di raffreddamento o dopo un lungo periodo di inattività
 - almeno due volte l'anno nel caso di funzionamento continuativo dell'impianto
- f) i separatori di gocce sulle torri di raffreddamento e sui condensatori evaporativi devono essere mantenuti sempre in perfetta efficienza.

Impianti aeraulici

All'interno della struttura viene garantita l'attuazione delle seguenti misure di controllo sugli impianti aeraulici:

- a) vengono effettuate ispezioni tecniche per controllarne e rilevarne il corretto funzionamento;
- b) vengono effettuate ispezione igienico sanitaria volte a verificare le condizioni dell'impianto nel suo insieme dalla presa d'aria primaria, alle unità di trattamento dell'aria (UTA), ai canali di mandata e di ripresa, fino alle bocchette di immissione in ambiente;
- c) i controlli vengono eseguiti, in particolare, presso le seguenti sezioni dell'impianto considerate più critiche:

- **Filtri.** È da controllare lo stato di efficienza dei filtri (misura della pressione differenziale, tempo di esercizio). Si raccomanda il periodico ricambio dei filtri, nel rispetto delle specifiche fornite dal costruttore.
 - **Batterie di scambio termico.** Vanno periodicamente pulite e disinfettate le vasche di raccolta della condensa e le superfici alettate con la rimozione dello sporco organico ed inorganico.
 - **Umidificatori dell'aria ambiente.** Deve essere assicurato che non si verifichi formazione di acqua di condensa durante il funzionamento; tutte le parti a contatto con acqua in modo permanente devono essere pulite e, se necessario, periodicamente disinfettate.
 - **Umidificatori adiabatici.** La qualità dell'acqua utilizzata nelle sezioni di umidificazione adiabatica deve essere periodicamente controllata. La frequenza di controllo deve essere fornita dalla valutazione del rischio legionellosi. L'incremento della carica batterica deve essere prevenuta mediante sistemi di disinfezione oppure mediante periodica pulizia dei sistemi. La carica batterica totale dell'acqua circolante non deve eccedere il valore standard di 10^6 UFC/L con una temperatura di incubazione di $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $36^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. La presenza di *Legionella* negli umidificatori è prossima allo 0, se la carica batterica non eccede 10^3 UFC/L.
- d) sulla base delle evidenze emerse durante l'ispezione igienico sanitaria, qualsiasi fattore che potrebbe comportare un pericolo immediato per la salute umana, dovuto all'inquinamento dell'aria respirata, deve essere eliminato mediante sanificazione dell'impianto.
- e) periodicamente e in caso di necessità si procede alla sanificazione dell'impianto con le seguenti modalità:

- **Unità di trattamento aria (UTA)**

Tutte le batterie di scambio termico, le vasche di raccolta dell'acqua di condensa, gli umidificatori, i ventilatori, le serrande e le griglie devono essere puliti utilizzando uno (o una combinazione) dei seguenti metodi:

- lance ad aria ad alta pressione;
- sistemi a vapore;
- apparecchiature ad acqua;
- aspirazione con aspiratori dotati di filtri HEPA;
- detergenti non aggressivi;
- disinfettanti;
- sistemi manuali;

Le operazioni di pulizia non devono causare alcun danno apprezzabile, né provocare l'erosione o la modifica della disposizione delle alette di passaggio dell'aria.

- **Sezione filtrante**

La sezione filtrante deve essere accuratamente pulita ed ogni residuo o ruggine deve essere rimosso. I filtri devono essere regolarmente sostituiti, nel rispetto delle specifiche fornite dal costruttore.

- **Umidificatori adiabatici**

Sulla base della valutazione del rischio, il circuito della sezione di umidificazione deve essere regolarmente sanificato senza compromettere l'integrità del componente. Qualora necessario, è richiesta anche la disincrostazione e la regolazione degli ugelli nebulizzatori.

- **Canalizzazioni degli impianti centralizzati**

Sulla base della valutazione del rischio, le canalizzazioni devono essere preliminarmente pulite e successivamente disinfettate mediante nebulizzazione, con apparecchiature idonee, del prodotto disinfettante. Tale operazione deve essere eseguita in più punti della distribuzione aerea, per consentire la diffusione del prodotto disinfettante su tutta la superficie delle canalizzazioni.

3.2.4 Campionamento ed interpretazione degli esiti

Il campionamento è un momento fondamentale per la valutazione dell'efficacia delle misure preventive di gestione del rischio pianificate e attuate.

Può essere effettuato prima che venga attuato un qualunque intervento di disinfezione o pratica preventiva (pulizia e/o disinfezione con qualunque metodo) oppure a distanza di un tempo congruo dalla sua esecuzione (rif. dopo circa 48 ore dall'avvenuta messa a regime dell'impianto post intervento): nella presente struttura industriale si è scelta la seconda ipotesi.

Nel caso di sospensioni periodiche del funzionamento della struttura, il campionamento deve, comunque, essere sempre effettuato prima della riapertura.

Inoltre se si rendesse necessario effettuare la disinfezione di uno o più impianti, il piano di controllo andrà aggiornato, tenendo conto della periodicità di campionamento da rivalutarsi a seguito della situazione occorsa.

Il protocollo operativo per effettuare il campionamento è quello descritto al Par.1.1 dell'Allegato 3 *"Campionamenti di matrici ambientali per la ricerca di Legionella"* contenuto nelle Linee guida ufficiali già menzionate.

È opportuno che il numero di campioni sia proporzionato alle dimensioni dell'impianto e comunque per la struttura in oggetto si è deciso di procedere come segue.

Per ciascun impianto di acqua calda sanitaria devono essere effettuati almeno i seguenti prelievi:

- mandata (oppure dal rubinetto più vicino al serbatoio/i ricircolo)
- fondo serbatoio/i
- almeno 3 punti rappresentativi (ovvero i più lontani nella distribuzione idrica e i più freddi)

Per ciascun impianto di acqua fredda devono essere effettuati almeno i seguenti prelievi:

- fondo serbatoio/i
- almeno 2 punti rappresentativi (ovvero il più lontano nella distribuzione idrica ed il più caldo).

Per ciascun impianto di raffreddamento a torri evaporative/condensatori evaporativi deve essere effettuato almeno il seguente prelievo:

- bacino di raccolta dell'acqua (tenendosi lontani dal punto di immissione dell'acqua tramite galleggiante) e/o dal ritorno caldo dalle utenze (torri evaporative).

In presenza di eventi epidemici, è opportuno effettuare anche un campionamento dell'aria che viene espulsa dalle torri/condensatori evaporativi.

Per ciascun impianto aeraulico deve essere effettuato almeno il seguente prelievo:

- acqua a monte e a valle dell'impianto

I risultati delle analisi microbiologiche vengono poi annotate in un apposito **registro analisi**.

Si procede quindi all'interpretazione degli esiti del campionamento che viene effettuata in base al confronto dei valori riscontrati con quelli riportate in specifiche tabelle. Nelle Tabelle 11 e 12 che seguono⁴⁵ sono descritti infatti gli interventi da compiere sulla base delle concentrazioni di *Legionella* rilevate negli impianti considerati in presenza o meno di casi di legionellosi.

Si sottolinea che il riscontro di positività in un impianto non comprova in modo automatico il nesso di causalità con un eventuale caso di malattia. La *Legionella*, infatti, è un batterio ubiquitario e quindi il suo ritrovamento in un sito ambientale non è correlabile in maniera univoca al caso, a meno che gli accertamenti di biologia molecolare non evidenzino un alto grado di omologia con il ceppo eventualmente isolato dal malato.

⁴⁵ Tabelle tratte dalle "Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi" del 2015

Legionella (UFC/L)	Intervento richiesto
Sino a 100	Verificare che le correnti pratiche di controllo del rischio siano correttamente applicate.
Tra 101 e 1.000	<p>In assenza di casi: Verificare che la struttura abbia effettuato una valutazione del rischio e che le misure di controllo elencate nelle presenti linee guida siano correttamente applicate.</p> <p>In presenza di casi: Verificare che siano in atto le misure di controllo elencate nelle presenti linee guida, sottoporre a revisione la specifica valutazione del rischio e effettuare una disinfezione dell'impianto.</p>
Tra 1001 e 10.000	<p>In assenza di casi: - Se meno del 20% dei campioni prelevati risulta positivo l'impianto idrico deve essere ricampionato, almeno dagli stessi erogatori risultati positivi, dopo aver verificato che le correnti pratiche di controllo del rischio siano correttamente applicate. Se il risultato viene confermato, si deve effettuare una revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive. L'impianto idrico deve essere ricampionato, dopo l'applicazione delle misure correttive. - Se oltre il 20% dei campioni prelevati risultano positivi, è necessaria la disinfezione dell'impianto e deve essere effettuata una revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive. L'impianto idrico deve essere ricampionato, almeno dagli stessi erogatori risultati positivi.</p> <p>In presenza di casi: A prescindere dal numero di campioni positivi, è necessario effettuare la disinfezione dell'impianto e una revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive. L'impianto idrico deve essere ricampionato dopo la disinfezione, almeno dagli stessi erogatori risultati positivi.</p>
Superiore a 10.000	Sia in presenza che in assenza di casi, l'impianto deve essere sottoposto a una disinfezione (sostituendo i terminali positivi) e a una revisione della valutazione del rischio. L'impianto idrico deve essere ricampionato, almeno dagli stessi erogatori risultati positivi.

Tabella 11 - Tipi di intervento richiesto per diversi range di concentrazione di Legionella (UFC/L) negli impianti idrici a rischio legionellosi esercitati in tutti i siti.

Legionella (UFC/L)	Intervento richiesto
Sino a 1000	Verificare che le correnti pratiche di controllo del rischio siano correttamente applicate.
Tra 1001 e 10.000	L'impianto idrico deve essere ricampionato, dopo aver verificato che le correnti pratiche di controllo del rischio siano correttamente applicate e dopo aver incrementato il dosaggio di un biocida appropriato. Se il risultato viene confermato, si deve effettuare una revisione della valutazione del rischio per identificare le necessarie ulteriori misure correttive.
Tra 10.001 e 100.000	Effettuare una disinfezione con un biocida appropriato e la revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive, quale l'eventuale pulizia meccanica del bacino dell'impianto a supporto della disinfezione.
Maggiore di 100.000	Fermare l'impianto, effettuare una disinfezione con un biocida appropriato e la revisione della valutazione del rischio, per identificare le necessarie ulteriori misure correttive, quale l'eventuale pulizia meccanica del bacino dell'impianto a supporto della disinfezione. Riavviare l'impianto quando l'esito del campionamento dopo disinfezione torna a livelli <1000 UFC/L.

Tabella 12 - Tipi di intervento richiesto per diversi range di concentrazione di Legionella (UFC/L) negli impianti di raffreddamento a torri evaporative o a condensatori evaporativi.

3.3 Risultati

A seguito della valutazione del rischio, effettuata nel giugno 2020, per la struttura industriale in oggetto si sono avuti valori di VRL pari a 2,8 per l'impianto idro-sanitario dell'acqua calda, con conseguente rischio medio, e valori di VRL pari a 1,4 per gli altri impianti, corrispondente ad una situazione di basso rischio di legionellosi.

E' stato quindi pianificato nel settembre 2020 un primo piano di campionamento relativo all'impianto idro-sanitario dell'acqua calda con l'obiettivo di verificare una eventuale contaminazione dell'impianto da parte del batterio *Legionella*.

Si è scelto di eseguire sei prelievi dell'acqua calda sanitaria da diversi lavabi e docce di bagni e spogliatoi all'interno della struttura assunti come punti rappresentativi dell'impianto e sono stati inviati per le opportune analisi ad apposito laboratorio diagnostico accreditato.

Le analisi hanno evidenziato l'assenza di *Legionella* in quattro campioni mentre due campioni hanno segnato valori di contaminazione rispettivamente di 1500 UFC/L e 2400 UFC/L.

Questi valori sono stati interpretati in base alla tabella 11 di cui sopra.

Inserendosi nel range "tra 1001 e 10.000" e nell'ipotesi "in assenza di casi" ma con "oltre il 20% dei campioni prelevati positivi" (nello specifico erano il 33,3% ad essere positivi) questi risultati hanno comportato l'applicazione da parte del Responsabile della struttura di tutte le misure correttive preventivamente pianificate nel "Manuale di gestione del rischio legionella", quali la disinfezione dell'impianto mediante clorazione con 30 mg/L di Cl₂ per 2 ore e la pulizia dei serbatoi di accumulo, nonché la verifica della corretta applicazione per tutti gli impianti delle misure già in atto come previsto dalla sezione "Gestione degli impianti" del Manuale.

Nel novembre 2020 si è proceduto poi a ricampionare gli stessi punti risultati precedentemente positivi riscontrando la non conformità solamente di un campione ma con valori di soli 300 UFC/L che, in base alle tabella 11 di cui sopra, rientrando nel range "tra 100 e 1000" e nell'ipotesi "in assenza di casi" ha comportato la sola verifica della corretta applicazione delle misure di controllo.

Nel giugno e nell'agosto 2021 si poi è deciso di campionare rispettivamente la torre di raffreddamento presente nella struttura e le tre Unità di Trattamento Aria (UTA).

La torre di raffreddamento nei tre punti di campionamento ha evidenziato valori di contaminazione inferiori a 91 UFC/L e quindi ampiamente conformi in base alla tabella 12 rientrando nel *range* "*sino a 1000*".

Delle tre UTA analizzate due hanno dato valori inferiori a 91 UFC/L e una di 360 UFC/L, valori anche questi ampiamente nel *range* di conformità per cui anche in questo caso si è proceduto soltanto alla verifica della corretta applicazione delle misure di controllo.

Questo ultimo piano di campionamento, in particolare, ha confermato quanto il gruppo di lavoro si aspettava in base alla valutazione del rischio: si era infatti piuttosto fiduciosi nei riguardi dell'impianto della torre di raffreddamento e delle tre UTA considerando la valutazione di rischio basso, la minore estensione ed età di questi impianti e una relativa maggiore facilità di manutenzione rispetto all' impianto dell'acqua calda sanitaria.

Conclusioni

Al termine dell'elaborato si può affermare che l'applicazione dello strumento operativo denominato "*Manuale di gestione del rischio legionella*" può essere un mezzo efficace per la corretta valutazione e gestione del rischio legionellosi in una struttura industriale. Gli esiti del monitoraggio microbiologico hanno evidenziato come la puntuale e scrupolosa applicazione delle misure procedurali, tecniche ed organizzative previste nel Manuale siano state idonee nel prevenire e contenere la proliferazione della *Legionella* negli impianti della struttura industriale osservata e laddove i risultati delle analisi si sono rivelati non conformi hanno permesso comunque l'attuazione in tempi brevi, perché già precedentemente pianificate, di valide misure correttive.

L'adozione del documento denominato "*Manuale di gestione del rischio legionella*" può inoltre assolvere agli obblighi previsti per il Datore di Lavoro fungendo sia da documento di valutazione del rischio di esposizione ad agenti biologici specifico per la *Legionella*, sia da prova documentale delle operazioni svolte ai fini della corretta applicazione delle Linee guida ministeriali. Questo in piena ottemperanza alla normativa vigente e agli attuali orientamenti giurisprudenziali in materia di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, salvaguardando adeguatamente il Datore di Lavoro da eventuali conseguenze di carattere penale e civile nel caso di focolai epidemici.

Se ne può quindi consigliare l'adozione in tutti gli ambiti occupazionali vista la natura ubiquitaria di questo batterio e visto che i dati epidemiologici dimostrano un andamento in continua ascesa dei casi di legionellosi sia in Italia che in Europa.

Quest'ultimo dato infatti, unito ad un invecchiamento costante della forza lavoro⁴⁶ e alla conseguente possibilità di comorbidità⁴⁷ legata all'età dei lavoratori, potrebbe in futuro avere effetti estremamente negativi se sottostimato e non affrontato con opportuni strumenti di prevenzione.

⁴⁶ "Ufficio Studi Cgia Mestre: abbiamo gli operai e gli impiegati più anziani d'Europa."
http://www.cgiamestre.com/wp-content/uploads/2017/10/popolazione_lavorativa_anziana.pdf

⁴⁷ La presenza contemporanea nello stesso soggetto di due o più malattie; comorbidità.
<https://www.treccani.it/vocabolario/comorbidita>

Bibliografia

- ABC Legionella. Strategie di controllo e prevenzione (2020). *LEGIONELLA ZERO. Firotek Srl.*
- ANFOS (2013). Il rischio biologico in ambiente di lavoro.
- ARPA Molise (2010). Prevenzione impiantistica della legionella - parte I - impianti idrici, di raffreddamento industriali, di condizionamento dell'aria e anti-incendio - Linee guida.
- ATS Brescia (2018). Linee guida per la prevenzione della legionella nelle torri di raffreddamento.
- Benkel, D. H., McClure, E. M., Woolard et al. (2000). Outbreak of Legionnaires' disease associated with a display whirlpool spa. *International Journal of Epidemiology*, Vol. 29, No 6, 2000, pp. 1092-8
- Bersani F. (2019). Prevenzione del rischio legionellosi nei luoghi di lavoro. Aspetti legali responsabilità civile e penale. *Corso di aggiornamento AUSL Modena: prevenzione del rischio legionellosi nei luoghi di lavoro. Modena, 11 dicembre 2019.*
- Borella, P., et al. (2008) Prevalence of anti-legionella antibodies among Italian hospital workers, *Journal of Hospital Infections*, 69(2):148–155.
- Buehler, James W. et al. Prevalence of antibodies to Legionella pneumophila among workers exposed to a contaminated cooling tower. *Archives of environmental health* 40 4 (1985): 207-10
- Campese, C., Roche, D., Clément, et al. (2010). Cluster of Legionnaires disease associated with a public whirlpool spa, France, April – May 2010. *Eurosurveillance*. Vol. 15, No 26, 2010, pp. 19602.
- Castiglia P., Liguori G., Montagna M.T. et al. (2008). Italian multicenter study on infection hazards during dental practice: Control of environmental microbial contamination in public dental surgeries. *BMC Public Health* 8, 187.
- Cramp G, Harte D., Douglas N. et al. (2010). An outbreak of Pontiac fever due to Legionella longbeachae serogroup 2 found in potting mix in a horticultural nursery in New Zealand. *Epidemiology and Infection*, 138(1), 15-20.

- D. Lgs. 81/2008. Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D. Lgs. 19/2014. Attuazione della direttiva 2010/32/UE che attua l'accordo quadro, concluso da HOSPEEM e FSESP, in materia di prevenzione delle ferite da taglio o da punta nel settore ospedaliero e sanitario.
- Decreto del Ministero della Sanità del 28/09/1990. Norme di protezione dal contagio professionale da HIV nelle strutture sanitarie ed assistenziali pubbliche e private.
- Den Boer JW, Yzerman EP et al. A large outbreak of Legionnaires' disease at a flower show, *The Netherlands. Emerg Infect Dis* ; 8 1999; 2002: 37–43
- Direttiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 18 settembre 2000, relativa alla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti biologici durante il lavoro.
- ECDC (2021). Legionnaires' disease. Annual Epidemiological Report for 2019.
- EU - OSHA (2011). Legionella and Legionnaires' disease. A policy overview.
- Fiumara A. (2019). Profili di responsabilità penale e civile derivanti dall'esposizione a Legionella. *Seminario. Legionella: prevenzione e gestione del rischio. Aggiornamenti e casi pratici. Torino, 25 settembre 2019.*
- Guariniello R., Pollastrini S., Pieroni C., Principi M., Santarelli L. (2015). Sindrome da insalubrità degli edifici nel mondo del lavoro. *Sicurezza in edilizia. Wolters Kluwer Italia.*
- INAIL (2018). Zoonosi trasmesse da zecche. *Collana salute e sicurezza.*
- Indoor Air Quality. Valutare il Rischio Biologico correlato agli impianti di condizionamento negli ambienti di lavoro (2020). *ARIA SICURA. Firetek Srl.*
- ISS (2020). Guida per la prevenzione della contaminazione da Legionella negli impianti idrici di strutture turistico recettive, e altri edifici ad uso civile e industriale non utilizzati durante la pandemia COVID-19. *Rapporto ISS COVID-19 2020:21.*
- Joppolo C.M., Molinaroli L. (2007). Legionella, impianti idrici e di condizionamento. *Politecnico di Milano. Congresso. Il rischio della legionellosi: misure di controllo e prevenzione. Milano, 26 ottobre 2007.*

- Kusnetsov J, Neuvonen LK et al. Two Legionnaires' disease cases associated with industrial waste water treatment plants: a case report, *BMC Infect Dis.* 2010; 10: 343.
- Lohuis, M., Catmull, J. (2007) Legionella Risk Management in Mining and Processing Industries. Queensland Resources Council.
- Mansi A. (2016) Il rischio di esposizione a Legionella spp. in ambito occupazionale: misure di prevenzione e controllo. *INAIL. Workshop Ambiente Lavoro. Bologna, 21 ottobre 2016.*
- MINISTERO DELLA SALUTE (2015). Linee guida per la prevenzione e controllo della legionellosi approvate in sede di Conferenza Stato-Regioni nella seduta del 7 maggio 2015.
- REGIONE LOMBARDIA - Legge Regionale 30 dicembre 2009 , n. 33. Testo unico delle leggi regionali in materia di sanità.
- REGIONE PIEMONTE (2008). Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella nelle strutture sanitarie piemontesi pubbliche e private.
- Rota M.C., Caporali M.G., Bella A. et al. Rapporto annuale sulla legionellosi in Italia nel 2018. *Not Ist Super Sanità 2019;32(11):7-13*
- Stojek, N. M., Dutkiewicz, J. (2002). Legionella in sprinkling water as a potential occupational risk factor for gardeners. *Ann Agric Environ Med.*, 9(2), 261-264.
- Tribunale di Roma, Sez. Civ., 24 maggio 2011 - Impiegato del Ministero dell'Economia e delle Finanze e morbo patogeno Legionella contratto a causa della inadeguatezza ed insalubrità degli ambienti di lavoro.
- Walker JT, Bradshaw DJ, Finney M. et al. Microbiological evaluation of dental unit water systems in general dental practice in Europe. *Eur J Oral Sci.* 2004 Oct;112(5):412-8.
- Wallensten A, Oliver I, Ricketts K et al.(2010). Windscreen wiper fluid without added screenwash in motor vehicles: a newly identified risk factor for Legionnaires' disease. *Eur J Epidemiol.* 2010 Sep;25(9):661-5.
- Wang J., Dalla Barba F. et al. (2022). Modelling the direct virus exposure risk associated with respiratory events. *J. R. Soc. Interface.*

Sitografia

- AriaSicura.it.
<https://www.ariasicura.it/>
- Camcom.gov.it. Il portale delle Camere di Commercio d'Italia. Seminario.
http://images.lab-to.camcom.it/f/Corsi/25/2577_LCCCT_1102019.pdf
- CGIA Mestre. Ufficio Studi. Articolo.
http://www.cgiamestre.com/wp-content/uploads/2017/10/popolazione_lavorativa_anziana.pdf
- Consiglio Regionale Lombardia, banca dati delle leggi regionali.
<https://www.consiglio.regione.lombardia.it/wps/portal/crl/home/leggi-e-banche-dati>
- ECDC. Sezione Malattia del Legionario.
<https://www.ecdc.europa.eu/en/legionnaires-disease>
- ECDC. Sezione Pubblicazioni. Malattia del Legionario - Rapporto epidemiologico annuale 2019.
<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2019>
- EpiCentro. L'epidemiologia per la sanità pubblica. Istituto Superiore di Sanità. Sezione Legionellosi.
<https://www.epicentro.iss.it/legionellosi/>
- EU-OSHA. Sezione Pubblicazioni. Legionella and Legionnaires' disease: a policy overview.
<https://osha.europa.eu/en/publications/legionella-and-legionnaires-disease-policy-overview>
- EUR - Lex. L'accesso al diritto dell' Unione Europea.
<https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=it>
- Firetek.it. Azienda specializzata nei servizi di prevenzione e sanificazione rischio biologico.
<https://www.firetek.it/>
- FRIULIOGGI.IT. Quotidiano online. Articolo.

<https://www.friulioggi.it/cronaca/asugi-costretta-risarcire-famiglia-dipendente-morto-legionella-13-agosto-2021>

- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.
<https://www.gazzettaufficiale.it/>
- INAIL. Sezione Attività > Prevenzione e sicurezza > Conoscere il rischio > Agenti biologici.
<https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/conoscere-il-rischio/agenti-biologici.html>
- INAIL. Sezione Pubblicazioni. Zoonosi trasmesse da zecche.
https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-zoonosi-trasmesse-da-zecche_6443122335273.pdf
- INAIL. Sezione Atti e Documenti. Seminario.
<https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-antonella-mansi-il-rischio-esposizione-a-legionella.pdf>
- Legionella.it.
<https://legionella.it/>
- Legionellaonline.it. Il primo portale italiano interamente dedicato allo studio del batterio *Legionella*.
- <http://www.legionellaonline.it/>
- Legionella Zero.
<https://legionellazero.com/>
- Ministero della Salute.
<https://www.salute.gov.it/portale/home.html>
- Ministero della Salute. Sezione Notizie.
https://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=null&id=2060
- Ministero della Salute. Sezione Documentazione.
https://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?id=2362
- Normattiva.it. Il portale della legge vigente.
<https://www.normattiva.it/>
- OLYMPUS. Osservatorio per il monitoraggio permanente della legislazione e giurisprudenza sulla sicurezza del lavoro. Sentenza.

https://olympus.uniurb.it/index.php?option=com_content&view=article&id=5419:tribunale-di-roma-sez-civ-24-maggio-2011-impiegato-del-ministero-delleconomia-e-delle-finanze&catid=72&Itemid=138

- OSHWIKI. Legionella in the workplace.
https://oshwiki.eu/wiki/Legionella_in_the_workplace
- PubMed.gov.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- PuntoSicuro.it. Articolo. Inail: conoscere e prevenire il rischio dell'esposizione a legionella.
<https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/rischi-da-agenti-biologici-C-52/inail-conoscere-prevenire-il-rischio-dell-esposizione-a-legionella-AR-13035/>
- PuntoSicuro.it. Articolo. Legionella: il batterio, i lavoratori a rischio e la prevenzione .
<https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/rischi-da-agenti-biologici-C-52/legionella-il-batterio-i-lavoratori-a-rischio-la-prevenzione-AR-18572/>
- PuntoSicuro.it. Articolo. Rischio biologico: classificazione e inquadramento normativo.
[https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/rischi-da-agenti-biologici-C-52/rischio-biologico-classificazione-inquadramento-normativo-AR-18335/#:~:text=di%20lavoro%20\(D.-,Lgs.,infezioni%2C%20allergie%20o%20intossicazioni%E2%80%9D.](https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/rischi-da-agenti-biologici-C-52/rischio-biologico-classificazione-inquadramento-normativo-AR-18335/#:~:text=di%20lavoro%20(D.-,Lgs.,infezioni%2C%20allergie%20o%20intossicazioni%E2%80%9D.)
- Sicurezzaoperatoresanitario.it
<http://www.sicurezzaoperatoresanitario.it/aspetti-normativi/dlgs81-08.php>
- Tempco.it
<https://www.tempco.it/soluzioni/torri-evaporative/torri-evaporative/>
- Treccani. Vocabolario.
<https://www.treccani.it/vocabolario/>

Ringraziamenti

Questo elaborato di tesi di laurea segna per me la conclusione di un lunghissimo percorso personale segnato da grandi entusiasmi ma anche grandissime delusioni, tantissimi dubbi e poche certezze. Però tra queste poche certezze sicuramente la certezza di aver intrapreso finalmente un nuovo cammino che mi appassiona e che spero mi porti lontano.

Per questo devo ringraziare la mia relattrice, Prof.ssa Lory Santarelli, nonché la Dott.ssa Catia Pieroni e il Dott. Massimo Principi che in questi ultimi tre anni con la loro guida sempre attenta e puntuale e i loro preziosi consigli mi hanno fatto appassionare sempre di più a questa professione trasmettendomi i valori e l'importanza sociale e confermando in me la convinzione della validità della mia scelta.

Devo ringraziarli anche per avermi nominato di loro iniziativa rappresentante degli studenti del Corso di Tecniche della Prevenzione nell' Ambiente e nei Luoghi di Lavoro riconoscendo in me qualità tali da meritare questo ruolo: spero di aver ricambiato la loro fiducia in questo triennio di collaborazione segnato anche dalla difficile esperienza della pandemia . Per me è stato un onore.

Ci tengo a ringraziare tutti i miei compagni di corso uno per uno e in ordine sparso: Andrea, Cristian, Alex, Leo, Francesca, Francesco A. e F., Iacopo, Sara e Matteo. Con un sorriso, una chiacchiera e una risata avete reso più leggere le mie tantissime albe e i mie interminabili viaggi in treno di questi anni. Nonostante la differenza di età siamo stati uniti fin dal primo giorno e ci siamo aiutati anche nei momenti più complicati, spero di poter contare su di voi anche in futuro.

Un ringraziamento ovviamente agli amici di sempre e a quelli nuovi che in questi anni mi sono stati accanto condividendo gioie, dolori, ansie, idee e speranze.

Un grandissimo ringraziamento ai miei genitori e a mia sorella. Mi hanno sempre supportato in qualsiasi modo e con qualsiasi mezzo in tutto questo mio percorso anche quando non dividevano le mie scelte. Mi hanno sempre spronato, anche nei momenti più difficili, a non accontentarmi e a non arrendermi mai nel trovare la mia vera strada.

Infine, ma non importanza, ringrazio Sara per esserci sempre, dovunque e comunque.