



ELCE COME TECNOLOGIA COADIUVANTE ALLA DIMINUIZIONE DELLE INFEZIONI DA LEGIONELLA IN TORRI DI RAFFREDDAMENTO E CONDENSATORI EVAPORATIVI

INTRODUZIONE

La **legionella** è un genere di batteri tra i quali si evidenzia la "LEGIONELLA PNEUMOPHILA", causa del 85 % delle infezioni da **Legionella**. Esso risiede principalmente in ambiente acquatico naturale, ma trova un "habitat" molto adatto anche all'interno di sistemi idrici prodotti dall'uomo, che sono possibili amplificatori o propagatori del batterio, che viene disperso nell'aria e penetra nei polmoni, all'interno dei quali può risultare patogeno per l'uomo.

La malattia (Legionellosi) si presenta in due forme diverse: un lieve stato febbrile chiamato Febbre di Pontiac o una pneumonia chiamata Malattia del Legionario. La trasmissione avviene per via aerea, essendo il batterio trasportato da piccole gocce d'acqua (aerosol) che possono essere inalate dalle persone. Il rischio di contrarre la malattia dipende dal grado di esposizione e dallo stato di salute dell'individuo.

Sistemi nei quali può apparire la legionella:

Il Real Decreto 865/2003 cataloga chiaramente i tipi di impianto che con maggiore probabilità possono fare in modo che proliferi e si disperda la **legionella**, e sono:

1. TORRI DI RAFFREDDAMENTO sia ad aria forzata quanto ad induzione, dove si creano forti correnti d'aria mediante l'impiego di ventilatori e nelle vasche delle quali si crea una condizione ottima per la sua proliferazione.
2. CONDENSATORI EVAPORATIVI
3. APARECCHI DI RAFFREDDAMENTO EVAPORATIVO E UMIDIFICAZIONE
4. SISTEMI DI ACQUA POTABILE E SANITARIA

Questo rapporto è incentrato sui primi due tipi di impianti menzionati:

- TORRI DI RAFFREDDAMENTO
- CONDENSATORI EVAPORATIVI

Allo stesso modo, per comprendere il metodo di attivazione dell'acqua proposto da ELCE si tratteranno nel dettaglio i seguenti aspetti:

- Diminuzione della grandezza dei "clusters" (grappoli) dell'acqua attivata nelle tubature
- Tensione superficiale
- Incrostazioni
- Corrosione



SITUAZIONE ATTUALE DELLA TENDENZA AD USARE TORRI DI RAFFREDDAMENTO E CONDENSATORI EVAPORATIVI

La comparsa delle prime leggi di controllo della Legionellosi nell'anno 2000-01, obbligava le aziende con impianti con torri di raffreddamento e condensatori evaporativi a registrarsi e comunicare la loro presenza ai Comuni.

Prodotto dei controlli stabiliti, il timore di responsabilità penali e, principalmente, la non esistenza di tecnologie che garantissero l'eliminazione dei fattori che aiutano la moltiplicazione della **legionella**, si è generalizzata la diminuzione tanto di torri di raffreddamento quanto di condensatori evaporativi, come nel caso del Comune dell'Hospitalet in Catalonia:

Anno 2002 37 Torri di Raffreddamento e 11 Condensatori Evaporativi

Anno 2003 27 Torri di Raffreddamento e 9 Condensatori Evaporativi

Il che significa che praticamente in un anno questi sistemi sono diminuiti del 25%, cui si aggiunge che il numero di attività che utilizzavano questi tipi di impianti è diminuito in quel periodo da 31 a 23.

FATTORI CHE AIUTANO LA MOLTIPLICAZIONE DELLA LEGIONELLA

Nell'acqua delle torri di raffreddamento, condensatori evaporativi ed in qualsiasi sistema che permetta la formazione di aerosol, i fattori principali che favoriscono la moltiplicazione della **legionella** sono:

- a) Corrosione e incrostazioni nei circuiti, fattori che contribuiscono alla moltiplicazione della **legionella** attraverso l'apporto di nutrienti come fosfato, ferro, ecc., favorendo la proliferazione del batterio.
- b) Accumulo di sporcizia, che può propiziare la presenza di altri microrganismi come i protozoi, che favoriscono la moltiplicazione del batterio, e che lo proteggono fisicamente nei confronti dei disinfettanti, formando la biopellicola
- c) Le alte temperature, specialmente nei mesi estivi
- d) Ristagno di acqua, che si produce nella vasca delle torri di raffreddamento, in serbatoi intermedi o in qualunque tipo di ambiente, come per esempio i pozzi



Analizziamo di seguito questi fattori nel caso delle torri di raffreddamento e dei condensatori evaporativi, e quanto conseguentemente indicato potrà essere applicato a tutto il circuito di raffreddamento.

- Comparsa di corrosione e incrostazioni di sali inorganici come di tipo microbiologico nei tubi di condensazione aumentando il costo dell'energia
- Sviluppo di alghe, funghi o altri contaminanti microbiologici che riducono il potenziale termico del sistema
- Consumo eccessivo di acqua prodotto da un utilizzo inadeguato dello spurgo

La soluzione dei problemi precedentemente sollevati è tradizionalmente ottenuta mediante l'aggiunta all'acqua di un'ampia gamma di prodotti chimici, come:

- Prodotti specifici sia microbiologici sia chimici, per esempio il fosfato di calcio e di magnesio, per evitare i processi di corrosione sia anodica sia catodica, e le incrostazioni e l'insudiciamento biologico
- Disinfettante per eliminare i fanghi microbiologici, con il fine di evitare la proliferazione di batteri, alghe e microrganismi.
- A causa dell'irrazionale utilizzo dello spurgo e all'ovvia differenza dei solidi totali nell'acqua, che può produrre un eccessivo consumo o la presenza di depositi di sali per uno spurgo carente, si devono utilizzare apparecchi con controllo automatico dello spurgo stesso.

Tutto questo incrementa la contaminazione dell'ambiente.

LA TECNOLOGIA ELCE E LA SUA UTILIZZAZIONE PER L'ELIMINAZIONE DELLE CAUSE CHE INCIDONO SULLA PROLIFERAZIONE DELLA LEGIONELLA

L'attivatore d'acqua ELCE rappresenta una tecnologia straordinaria per il trattamento fisico dell'acqua. L'apparecchio è costituito da un corpo in acciaio inossidabile che contiene una determinata quantità di sfere ceramiche di composizione molto speciale. Sono fabbricate partendo da una pietra naturale di composizione specifica, in cui prevalgono silicati ed alluminati. Questo materiale è frantumato, macinato e conformato in forma sferica di circa 2,5mm di diametro, e alla fine sinterizzato a temperature vicine ai 1200°C. Circa il 40% dello spazio interno dell'apparecchio è occupato da queste sfere, che costituiscono la *pietra angolare* della tecnologia ELCE



Il funzionamento è semplice. Un flusso d'acqua passa attraverso l'attivatore, generando un'interazione meccanica tra le sfere ceramiche e le pareti d'acciaio inossidabile. In questo modo avviene un processo ripetitivo di agitazione, turbolenza, rotazione, frizione e slittamento che produce:

Piroelettricità: Energia generata dalla differenza di temperatura esistente tra la superficie delle ceramiche e l'acqua o tra la loro faccia interna ed esterna. Questo flusso di elettroni interagisce con l'acqua.

Piezoelettricità: Sono correnti elettriche che si formano per il cambio di pressione che segue il passaggio dell'acqua attraverso le ceramiche, o per la variazione di pressione tra le sfere stesse nel loro movimento di rotazione

Elettricità di frizione: Questa è prodotta dalla frizione tra le sfere ceramiche o dalla collisione tra le sfere, l'acqua e il corpo dell'attivatore.

Quando l'acqua esce dall'apparecchio è attivata. Due griglie interne impediscono alle ceramiche di sfuggire. Lo stesso flusso d'acqua che entra nell'attivatore è usato come fonte di energia. Le dimensioni dell'apparecchio dipendono dalla portata da trattare e dall'inserimento nel sistema di cui si parla.

Il passaggio dell'acqua nell'attivatore ne produce la modifica della **struttura molecolare e della tensione superficiale**. L'acqua attivata acquisisce proprietà che favoriscono la prevenzione e la rimozione delle incrostazioni esistenti, e lo stesso effetto si verifica sulle ossidazioni del sistema.

Le 3 energie elettriche prodotte modificano la molecola di H₂O. Mentre l'acqua naturale possiede 12 cluster medi e l'acqua di acquedotto tra 40 e 50 cluster, le scariche prodotte da **ELCE** tagliano i ponti di idrogeno tipici dell'acqua e riducono la struttura a 6 cluster, rendendola simile all'acqua intracellulare che si trova nel corpo umano.

La **tensione superficiale** è una pressione interna prodotta dall'azione di forze molecolari e polarità della sostanza. L'acqua corrente possiede una tensione superficiale di 72 dyn/cm, mentre l'acqua attivata con ELCE riduce la sua tensione superficiale tra 50 e 60 dyn/cm. Con questo imprime all'acqua una potente attività superficiale che le conferisce le seguenti proprietà:

- Cambiamento del potenziale di ossido-riduzione
- Formazione di nuclei di cristalli di sali
- Permeabilità attiva delle molecole d'acqua attraverso la struttura di alloggiamento dei pori di superfici dure
- Formazione di uno strato protettivo anticorrosivo sulla superficie dei metalli
- Alta capacità di penetrare attraverso le membrane degli organismi
- Elevato effetto igienico
- Effetto deodorante



- Mantenimento della composizione e delle proprietà chimiche dell'acqua naturale

L'informazione precedentemente menzionata è rafforzata dal lavoro eseguito nel Dipartimento di Sperimentazione Fisica del Centro di Ricerca dei Petrolio, all'Avana, Cuba, il 24 Settembre del 2003.

Misurazione della tensione superficiale dell'acqua attivata con diverse variabili di ricircolo del flusso

Rapporto tecnico

Introduzione.

Su sollecito della Presidenza di ELCE International Inc., sono stati effettuati esperimenti diretti a verificare l'influenza del ricircolo sulla tensione superficiale dell'acqua che attraversa un attivatore in condizioni pilota.

L'esperimento si è sviluppato nel Dipartimento di Sperimentazione Fisica del Centro di Ricerca dei Petrolio (CEINPET) della città dell'Avana, Cuba il 24 settembre 2003.

2. Procedimento.

Nell'esperimento si sono utilizzati i seguenti materiali:

- Attivatore d'acqua marca ELCE modello SV-1, con capacità da 11 a 15 l/min.
- Serbatoio in acciaio inossidabile di 0.61 m di diametro interno e 0.71 m di altezza, da 200 l di capacità effettiva con agitatore e dotato di una pompa da 15 l/min di capacità, il cui punto di pescaggio si pone su un lato del fondo.
- Contenitore calibrato di 2 l di capacità e cronometro di precisione per calibrare il flusso.
- Tensiometro Interfacciale modello K8 della KRÚSS con intervallo di misura tra 90 e 5 dyn/cm.

L'esperimento si è sviluppato nel seguente modo:

Per la preparazione dell'esperimento, si è proceduto alla pulizia del serbatoio con una soluzione di carbonato di sodio e al suo risciacquo con abbondante acqua, sino a verificare che l'acqua in esso contenuta non variava la tensione superficiale in relazione a quella misurata nell'acqua di fornitura pubblica in un'ora di ristagno nello stesso.



Tutti i vetri impiegati per prendere i campioni sono stati trattati con miscela di cromo, sciacquata con acqua distillata e asciugata in un forno a 100°C. In questo modo si è garantito che non ci fossero interferenze di tensioattivi nelle determinazioni future.

Il procedimento è stato eseguito utilizzando l'attivatore ad una portata di 11l/min. La temperatura dell'acqua è stata di 26.5 °C durante tutto l'esperimento.

Una volta concluso il periodo preparatorio, si è proceduto ad effettuare le differenti circolazioni dell'acqua attraverso l'attivatore, ognuna di esse con 200 l. Una volta ottenuto il volume desiderato si è preso il campione, che è stato analizzato sul momento. La determinazione della tensione superficiale si è ottenuta in accordo con il Metodo di Tensione Superficiale Liquido/Gas del Anillo (1,2,3).

Conclusioni.

La tensione superficiale decade da **68.5 dyne/cm**, valore che si registra nell'acqua di fornitura, fino a **56.4 dyne/cm** nelle tre ricircolazioni effettuate dall'attivatore.

Presentato in percentuale, la prima attivazione riduce il 53.7 %, la seconda il 16.5 % e la terza il 29.8 % del totale

La tensione interfacciale registra una diminuzione di 25.7 dyne/cm nell'acqua della rete a 18 dyne/cm nella terza attivazione.

Si è potuto verificare che le riduzioni della tensione superficiale non si produce immediatamente all'uscita dall'apparecchiatura sino ad un lasso di tempo non definito, che si stima in diversi secondi

INCROSTAZIONI

Data l'importanza del tema delle incrostazioni, si considera molto importante approfondire l'argomento.

L'acqua attivata con i suoi clusters esagonali cambia la struttura cristallina dei sali in una forma non incrostante. Normalmente i **sali di calcio e di magnesio**—e altri analoghi sebbene in proporzione minore—formano parte delle incrostazioni sviluppate in tubature, circuiti e macchinari di trasferimento di calore.

Specialmente i **carbonati di calcio**, prodotti dalla cristallizzazione in fluidi sovrassaturati con ioni di calcio, possono presentare **differenze** nelle strutture dei cristalli, in altre parole mantengono gli atomi che li compongono sebbene la



loro **distribuzione nello spazio** differisce significativamente. Alla base si classificano in due forme distinte: **calcite** e **aragonite**.

Ognuna di loro assume forme di cristallizzazione distinte, proprietà che **incidono** sul modo in cui questi carbonati **interessano o no** lo sviluppo di incrostazioni.

Tanto nei circuiti dell'acqua quanto nelle apparecchiature incrostate, in condizioni normali si avverte una **proporzione** nettamente **superiore** delle **calciti** nei confronti delle aragoniti, poiché le prime sono composte da cristalli polimorfi e **stabili**. Contrariamente alle aragoniti, cristalli amorfi e instabili, le **calciti** tendono ad iniziare **nucleazioni eterogenee** e a sviluppare **la crescita delle incrostazioni** sulle superfici, specialmente se metalliche. In altre parole, è maggiore la tendenza alle incrostazioni delle calciti nei confronti di quelle proprie delle aragoniti.

Chimicamente, i cristalli di aragonite sono decisamente **più solubili** delle calciti, fatto che determina la loro **incapacità** di formare incrostazioni (non contribuiscono alla crescita o all'agglomerazione di cristalli).

Nello stesso modo, mantenendosi in soluzione ed essendo incapaci di contribuire alla crescita dei cristalli, le **aragoniti** favoriscono non solo l'**inibizione** dell'incrostazione, ma anche, per effetto dell'**erosione** facilitata dalla pressione del flusso, produce la **graduale rimozione delle incrostazioni** prodotte dalle calciti presenti nel circuito.

Nella pratica osserviamo che le zone dove la **calcite** aderente permane intatta, essa è **meccanicamente dura** da rimuovere, presentando a sua volta proprietà di **elevato isolamento termico**, la quale spiega gli incredibili **eccessi di energia** necessaria per ottenere un mediamente ragionevole trasferimento del calore (es. Caldaie, torri di raffreddamento, distillatori, ecc)

I **cristalli di aragonite** hanno caratteristiche completamente diverse dalle calciti: nel caso si incontrino depositi di aragonite, essi si presenteranno in forma di **fango molle semiliquido** che non incrosta né presenta proprietà di isolamento termico. *(nota: normalmente i sali di aragonite, disciolti completamente nel mezzo liquido continuano il proprio tragitto attraverso le tubature e i circuiti di trasferimento del calore, disintegrando per erosione le croste tenaci di calcare e senza che tornino ad incrostarsi per un certo tempo/tragitto fino all'uscita al punto di consumo finale)*

I sali di aragonite, disciolti completamente nel mezzo liquido continuano il proprio tragitto attraverso le tubature e i circuiti di trasferimento del calore, disintegrando per erosione le croste tenaci di calcare e senza che tornino ad incrostarsi per un certo tempo/tragitto fino all'uscita al punto di consumo finale.



Questi solidi possono essere spurgati dal sistema o trattenuti mediante filtri meccanici, senza impiego di agenti chimici per la loro rimozione.

Per un altro verso, l'azione della **ridotta tensione superficiale** aiuta a provocare la rottura delle incrostazioni, per un effetto combinato di capillarità e pressione osmotica. Questi meccanismi spiegano come l'acqua attivata sia capace di prevenire e rimuovere le incrostazioni in qualunque sistema in interscambio di calore.

CORROSIONE.

La **corrosione** è definita come il **deterioramento** di un materiale metallico in conseguenza di un **attacco chimico** nell'ambiente. Sempre che la corrosione sia prodotta da un attacco chimico, la velocità con la quale avrà luogo dipenderà in qualche misura dalla temperatura, dalla salinità del fluido e dalle proprietà del metallo in oggetto.

La corrosione che normalmente interessa le tubature e le apparecchiature è la corrosione umida, un processo elettrochimico che necessita tre condizioni per svilupparsi spontaneamente: **anodo, catodo e elettrolito** (soluzione acquosa di conduzione elettrica). *Se uno di essi decade, la corrosione si arresta.* Questi tre elementi compongono quella che si definisce pila galvanica o elettrochimica.

La **corrosione** si sviluppa in **zone anodiche**, mentre quelle catodiche rimangono sempre inalterate. *La corrosione sarà tanto maggiore quanto maggiore è la conduttività dell'elettrolito.* In un'acqua salina, con alta conduttività, il processo corrosivo si vedrà aumentato in attività e velocità. Un'acqua dolce sarà poco conduttiva, per cui la corrosione sarà più lenta e meno attiva nei confronti del primo caso.

Le superfici metalliche normalmente formano **zone propense a corrodersi** (zone anodiche) in seguito a diversi fattori, tra cui:

- **Deformazione del metallo:** modifiche nella struttura cristallina del metallo, a causa del calore, di brusche differenze termiche, effetti meccanici, screpolature e fessure di affaticamento, ecc. La parte deformata tende ad essere corrosa (zona anodica) nei confronti delle parti intatte, che non si corrodono. *La corrente galvanica che si produce tra di esse aumenta o diminuisce a seconda della salinità del fluido che le circonda.*
- **Contatto di due metalli diversi:** a causa delle differenze nei loro potenziali di riduzione, il metallo più attivo subirà la corrosione nei confronti del metallo più nobile, che si mantiene intatto. *La corrente galvanica aumenta o diminuisce a seconda della salinità del fluido (elettrolito).*



- **Corrosione per effetto Evans (influenza delle incrostazioni):** un sedimento su di una superficie metallica produce una zona anodica appena sotto il deposito, dove la concentrazione di ossigeno è molto bassa, paragonata all'area periferica. Differenze nella concentrazione di ossigeno si produrranno con grande facilità quando è in corso un processo di incrostazione di sali.

Tanto la presenza di sali disciolti nel fluido, quanto la formazione di incrostazioni solide sulle superfici metalliche sono fattori che **aumentano la velocità e l'intensità** del processo corrosivo, e costituiscono **l'asse centrale** al quale punta l'efficacia di ELCE.

Con la diminuzione della salinità del fluido, e con il ridurre e inibire le incrostazioni naturali in tubature, circuiti ed apparecchiature, **ELCE riduce i processi corrosivi in tutto il circuito**, o almeno (a seconda del corretto stato dell'impianto in questione) diminuisce significativamente la velocità con la quale si producono i suddetti processi di corrosione.

L'acqua attivata, una volta che ha rimosso le incrostazioni esistenti, comincia a sviluppare un processo di ossido-riduzione con lo strato metallico che si esprime mediante la seguente equazione.



L'equazione di Fenton spiega il processo di ossidazione del ferro a ossido di ferro tre, che è poco solubile. Non di meno, questo processo non si ferma in questo passaggio. Questo costante flusso di elettroni prodotti dall'attività delle ceramiche, fa in modo che reazioni che normalmente iniziano a 100°C e terminano a 200°C avvengano a temperatura ambiente, trasformando il Fe²⁺ in magnetite, che è una barriera molto resistente alla corrosione, proteggendo in questo modo il metallo.



Tutti questi processi avvengono senza alterare la composizione chimica dell'acqua, per cui rappresentano un considerevole risparmio in consumi giacché non richiedono trattamenti per modificare l'equilibrio chimico dell'acqua, né l'impiego per questo fine di agenti chimici, nella maggior parte dei casi incompatibili con l'ambiente.

RISULTATI PRATICI DELL'IMPIEGO DELL'ATTIVATORE ELCE.

L'applicazione della tecnologia ELCE nei sistemi di raffreddamento è la più raccomandabile in seguito alle seguenti ragioni.



- L'attivatore d'acqua ELCE si integra armonicamente nei condensatori evaporativi utilizzando la stessa pompa di raffreddamento per il suo funzionamento. Non richiede spazio aggiuntivo né pompa.
- La sua azione favorisce ottimi parametri di trasferimento del calore.
- -Si riducono considerevolmente i costi di manodopera per le operazioni, il controllo e la manutenzione.
- -La concentrazione di solidi totali nell'acqua di raffreddamento può salire sino a 1.500 mg/l, e con questo si ottiene un risparmio tra il 20 e il 30% del consumo d'acqua, dovuto alla riduzione e alla diminuzione sia della misura sia della frequenza dello spurgo necessario alla diminuzione dei solidi totali.
- Il suo inserimento in sistemi di condensatori che utilizzano torri di raffreddamento può essere indipendente o accoppiandolo al sistema di pompaggio dell'acqua di ricircolo esistente. Si traduce nell'utilizzo di un modello di attivatore più piccolo per soddisfare le richieste che prevengono dallo schema di ricircolo.
- Nello maggior parte dei casi studiati, l'investimento si recupera in un periodo inferiore a 10 mesi, con un guadagno netto durante il restante periodo di garanzia di 10 anni fornito dall'apparecchiatura.
- Il mantenimento delle superfici di scambio libere da incrostazioni, che rappresentano un mezzo di sostegno per la crescita di microrganismi come le alghe, rende tali microrganismi facilmente rimovibili dal sistema mediante acqua in pressione, eliminando o limitando al minimo le applicazioni di prodotti chimici per il loro controllo.
- La tecnologia ELCE rappresenta un'alternativa economicamente fattibile. La sua integrazione armonica nei sistemi, il risparmio di energia, l'eliminazione di sprechi, costi operativi e manutenzioni, rapido recupero dell'investimento, il lungo periodo di garanzia e la compatibilità con l'ambiente consentono di raccomandarlo come sistema di trattamento delle acque di raffreddamento.