

## Wilfred, la liaste parda ...

*Wilfred, you got into a good mess ...*

*Wilfred, meteste-te numa alhada ...*

### Justo García González

Ingeniero industrial. Consultoría y gestión de tratamientos de agua y medio ambiente.

Durante el pasado mes de octubre tuve la oportunidad de participar en la 23ª Jornada SESA gracias a la invitación que me realizó Luisa Pita con la intención de dar un punto de vista de cómo se ha visto afectado el sector del mantenimiento por la entrada del Real Decreto 865/2003 y sus normativas asociadas (agua de consumo; sustancias en ACH; piscinas; ...) desde la experiencia acumulada en estos años. Desde el primer momento me pareció una idea muy interesante porque son muchas y variadas las situaciones que he vivido en este sentido y las peculiaridades que además entrañan los abastecimientos con aguas extremadamente blandas.

Al estar plenamente convencido que el pilar fundamental es la formación de todos los agentes involucrados en los mantenimientos objeto de estas normativas, decidí enfocar la exposición en lo que denominamos la «distancia» existente entre saber realmente qué tengo que hacer y la materialización de tamaño objetivo. En una breve pero intensa exposición comentamos el recorrido que hemos observado después de formar en torno a cuatro mil personas en estos menesteres y la evolución que han tenido desde que se les ha encendido la luz. En un tono de humor, como no podría ser de otra manera, repasamos los principales inconvenientes con los que se encuentran los equipos de mantenimiento de un establecimiento cualquiera que disponga de instalaciones de riesgo de legionelosis.

Comentamos muy por encima algunos de los problemas principales que se encuentran a la hora de intentar aplicar lo asimilado, sobre todo el aspecto económico y lo que todavía es peor, los diseños inadecuados. De la misma manera realizamos algunas propuestas para mejorar muchos de los desfases existentes entre lo teórico y lo real, ya sea por un problema o por otro.

Al volver a recibir otra invitación por parte de la SESA para escribir un artículo de opinión en la REVISTA DE SALUD AMBIENTAL, quiero aprovechar para centrarnos

en alguno de los temas que generan más dudas en cuanto a su aplicación en la práctica del día a día de mantenimiento. No ha sido fácil decidirse por un tema concreto, pero he optado por tratar un asunto con el que convivimos y que tiene que ver mucho con la idiosincrasia de los abastecimientos de agua de Canarias, pero evidentemente se hace extensible a toda aquella zona de abastecimiento que posea aguas blandas.

Llegado este punto tropezamos de lleno con el conocido como Índice de Langelier, que es una de las herramientas más empleadas por los técnicos de salud ambiental para el control sanitario de las aguas de consumo e incluso de piscinas, en lo que a su potencial de corrosión o incrustación se refiere.

Pero empecemos por el principio. ....**Wilfred F. Langelier** era alto, delgado, iba siempre impecablemente vestido, y de forma simultánea ejercía la plaza de profesor de Ingeniería Sanitaria, tocaba en la banda de la universidad de Berkeley, y era hinchado del equipo de fútbol local, allá por las primeras décadas del siglo XX. Destacó durante sus estudios en los aspectos sanitarios del agua, y dedicó los primeros años de su carrera profesional al servicio del abastecimiento de agua de Illinois. Durante estos años inició una colaboración, que resultaría vital en el desarrollo de su profesión, con el Dr. Charles Gilman Hyde y juntos, dieron un nuevo enfoque de los estudios de ingeniería civil con una clara tendencia hacia la rama de la ingeniería sanitaria, creando un currículo totalmente novedoso para la época. Estaban plenamente convencidos de la importancia de la química y la biología en los estudios de la ingeniería sanitaria, y por consiguiente en los tratamientos del agua.

Su mayor contribución para el tratamiento del agua fue el empleo de los derivados del aluminio como coagulante, con la publicación de sus estudios en la planta de tratamiento de aguas de Sacramento en 1921. Fue el primero en emplear estas sustancias para la eliminación del color y turbidez en la clarificación del

agua de consumo.

El año 1936 presentó una comunicación denominada "Control Analítico del Tratamiento Anticorrosivo de Aguas" que lo catapultó directamente a la fama sin necesidad de pasar por ningún casting. En ella define un índice que no podría llamarse de otra manera que índice de saturación de Langelier, mediante el que podríamos determinar el carácter del agua con tan sólo unas determinaciones físico-químicas. Pronto se hicieron eco los integrantes del sector del tratamiento de aguas, hasta la actualidad, de que su uso principalmente está asociado al control de los fenómenos de incrustación o corrosión en calderas, torres de refrigeración, procesos de concentración de membranas .... e indudablemente en el agua de consumo.

Este índice, también llamado LSI, está directamente relacionado con la diferencia del pH de una solución y el pH que debería tener si se alcanzara la saturación a una alcalinidad y dureza dadas. Dicho de otra manera, con la dureza cálcica, pH, alcalinidad, conductividad y temperatura, y el empleo de una hoja de cálculo, hoy en día en aplicación de la teoría de Langelier, podemos saber que si obtenemos un valor positivo, el agua tenderá a depositar una ligera capa de incrustación en su recorrido, y de ser negativo, allá por donde circule nos dejará episodios de corrosión. Estos efectos se verán amplificados cuanto más lejos se esté del cero, tanto del lado positivo como del negativo.

Posteriormente aparecieron otros autores (Ryznar, Puckorius, ...) con otras visiones del mismo problema, en el que básicamente se introducen términos adicionales a lo formulado por nuestro amigo Wilfred, del cual guardan grato recuerdo en Berkeley, no solo por estas cuestiones sino por otros aspectos de su vida académica, tales como su contribución a la incorporación de la mujer a los estudios de ingeniería sanitaria, teniendo cursos formados exclusivamente por mujeres. No tuvo hijos y donó su herencia a las universidades donde trabajó parte de su vida (1886 - 1981).

.....y de su herencia vamos a hablar.

El Real Decreto 140/2003 establece que el agua no puede ser corrosiva ni incrustante, es decir, que el valor del Índice de Langelier esté comprendido entre  $\pm 0,5$ . Se entiende perfectamente que la medida va encaminada a la protección de las instalaciones y consecuentemente con la continuidad de la calidad del agua y reducción directa de posibles problemas microbiológicos. El problema radica en que ambas cuestiones no son sencillas de alcanzar, ni conseguir los valores por un lado, ni por ello eliminar o incluso ni siquiera reducir

las problemáticas asociadas a cada carácter. Por otra parte, no hay que perder de vista que el personal de mantenimiento tampoco lo desea por dos razones: de un lado las posibles quejas de los usuarios, con su correspondiente penalización económica y por otra parte la afección a la vida útil de las instalaciones y equipos.

En el caso concreto de la **incrustación** hablamos de la "química" existente entre la dureza y la alcalinidad y como su destino es pasar juntos el resto de su vida, salvo que alguien haga algo o se esté quieto para siempre. Pero la **corrosión** es un fenómeno mucho más complejo en el que evidentemente la química juega un papel protagonista pero tiene un compañero de reparto que es la carga eléctrica. Los distintos tipos de materiales, sus combinaciones, los procesos de limpieza y desinfección desde la puesta en carga hasta su funcionamiento diario, los diseños que no permiten un correcto mantenimiento y muchas otras circunstancias, hacen que se den circunstancias de tipo electroquímico que desde el momento que se inician comienza la irreversible pérdida de material.

Pero volvamos al índice del amigo Wilfred. En el caso concreto de las aguas producidas por EDAM (estación desalinizadora de agua de mar) en el que el tratamiento más costo-efectivo a día de hoy es la ósmosis inversa, las aguas producidas apenas llegan a un valor de 6,5 unidades de pH, incluso muchas por debajo de 6,0 con durezas totales de 25 ppm de  $\text{CaCO}_3$ , alcalinidades del mismo orden y conductividades en torno a 350 microsiemens presentan unos índices comprendidos en el intervalo [-4, -3], quedando muy lejos del tan anhelado  $\pm 0,5$ .

Las soluciones adoptadas han sido diversas. La más simple, económica y efectiva es la mezcla con aguas de carácter opuesto para equilibrar el desfase existente, podríamos decir que se emplea el agua dura como «producto químico» para lograr el balance de las especies, pero no todos tienen la fortuna de disponer de otras aguas. Lo normal es que haya que remineralizar con aditivos químicos basados fundamentalmente en el binomio dureza-alcalinidad, lo que entraña ciertas dificultades a la hora de conseguir que se diluyan en el agua osmotizada, porque en la inmensa mayoría de casos el tiempo de contacto se reduce a minutos o a lo sumo a pocas horas.

El sistema que más penetración ha tenido en el mercado, son los lechos de calcita apoyados con una dosificación de  $\text{CO}_2$ . El desarrollo de los mismos está en constante evolución y es la Fundación Centro Canario del Agua la que está poniendo todo su énfasis en este

proyecto, consiguiendo su implantación en numerosas plantas de producción de aguas osmotizadas a lo largo de todo el país y en el extranjero. Evidentemente, ello conlleva la necesidad de espacios para la fabricación de los lechos, acopio y maniobra, además de una inversión inicial y de personal instruido en estas técnicas. Es por esta razón, por la que están teniendo más aceptación desde la etapa de diseño de nuevas EDAM, donde el LSI se considera un parámetro de diseño.

En muchísimos establecimientos de hostelería nos encontramos con plantas de pequeña producción que cubren sus necesidades diarias y poco más, con lo que no se pueden permitir la implantación de este tipo de soluciones, por la inmediatez del servicio y porque no se dispone del espacio ni de personal necesario para ello, y mucho menos en estos tiempos. El que intenta hacer algo, normalmente opta por la dosificación más o menos acertada de bicarbonato sódico, hidróxido cálcico o hidróxido sódico. Pero como prima la simplicidad y la economía, se acaba optando por dosificar simplemente el hidróxido cálcico de todas las maneras que ustedes puedan imaginar, porque yo he llegado a ver dosificaciones con saco incluido.

Entonces aparece en escena el pH. El abuso en el empleo de la cal, aparte de ser engorroso, sube el pH demasiado en muy poco tiempo, de tal manera que valores de 10 unidades son fácilmente alcanzables. Y aquí viene otro dilema para el gestor del abastecimiento, habida cuenta que el Real Decreto 140/2003 permite hasta 9,5 unidades de pH, se aprovechan de esta circunstancia y en este momento de la película, les importa muy poco que el hipoclorito sódico vea su acción desinfectante muy comprometida. Lo mismo ocurre con el caso de los lechos de calcita, en los que habrá que dosificar bastante  $\text{CO}_2$  para conseguir el efecto de dilución a menor pH y no sobrepasar al menos las 8 unidades. Pero como se trata de alcanzar el tan ansiado  $\pm 0,5$ ; en el mejor de los casos nos vamos a encontrar aguas con un pH de 8,3 y en consecuencia, en el punto de consumo para garantizar la acción desinfectante del hipoclorito sódico, que es con diferencia el desinfectante más empleado en estas circunstancias, el personal se verá en la obligación de reducir el pH utilizando un ácido, normalmente el clorhídrico, con los riesgos asociados que conlleva.

Lo que observa el personal de mantenimiento es que les entregan un agua que cumple, pero ellos tienen que corregir el pH, con lo que ya no cumpliría el LSI. Conclusión: empiezan a no tomárselo en serio y a protegerse contra la corrosión de otras maneras, porque al fin y al cabo su objetivo es ese, que no haya corrosión.

Una posible solución parcial a este dilema sería aquella que contribuyera a incrementar la dureza sin afectar el pH y no provocara problemas de dosificación, con solubilidades aceptables, que no precipitaran en el propio tanque de preparación. Un compuesto químico que cumple esa función es el **cloruro cálcico** pero tenemos la mala suerte de que no figura en el listado de sustancias aptas para su empleo en agua de consumo, y no tenemos visos de que se vaya a incluir, al parecer porque carece de norma UNE. Y como la gente se busca la vida como puede, me consta que en numerosos establecimientos se está empleando cloruro sódico de grado alimentario.

A esto hay que añadir que el Boro es otro problema importante en las aguas osmotizadas, para el que vamos a necesitar membranas de alto rechazo que nos van a proporcionar un agua de mayor calidad, dando lugar a un LSI más negativo todavía, y en consecuencia van a requerir de un mayor grado de remineralización.

Como podrán imaginar a estas alturas de la película, todo esto va a resultar un jaleo lamentablemente indigerible para las pequeñas producciones de agua (y algunas grandes), en un sector que no tiene todos los medios precisos, ni presupuestarios, ni técnicos ni humanos, con el reto (más que el objetivo) de cumplir con el Langelier y con el boro, cuando en realidad saben que la corrosión va a estar presente de igual manera. ¿Por qué?, pues porque cada décima del LSI cuesta dinero, y el que trate el agua tratará, valga la redundancia, de cumplir por el límite inferior, y esos equilibrios no son nada estables, con lo que en muy poco tiempo se va a perder el ansiado  $-0,5$ .

Por otra parte hay que tener en cuenta que sólo con el cumplimiento del LSI, no se acaba con la corrosión, que el LSI es una herramienta más, en la difícil papeleta de luchar con un fenómeno que lleva irremisiblemente al deterioro de la instalación, con la consiguiente pérdida de calidad del agua circulante. El LSI podríamos decir que es una condición necesaria pero no suficiente, con lo que el despliegue de recursos para cumplir un intervalo tan próximo al cero teórico, resulta a nuestro modo de ver muy desproporcionado.

Actualmente existen numerosas opciones para proteger las instalaciones de la corrosión, tanto sistemas físicos como químicos, siendo los más habituales el empleo de materiales plásticos resistentes a las actividades técnico legales que hay que acometer en una instalación, la regulación de pH en combinación con la dosificación de cloro de forma automática; la dosificación de anticorrosivos basados principalmente en silicatos; el

empleo de revestimientos especiales en acumulación de ACS; el uso cada vez más extendido de intercambiadores de titanio y la protección catódica, tanto continua como de corriente impresa.

### Propuesta de acciones

A nuestro modo de ver habría que ampliar el intervalo de cumplimiento del LSI al  $\pm 1$ , consiguiendo con ello que sea posible combinar la remineralización parcial con el efecto desinfectante del agua, y que evidentemente prevalezca la componente sanitaria.

Se debe hacer mayor hincapié en el efecto producido, es decir, en los niveles de hierro o incluso de cobre, que se detectan en disolución, que en todo momento van a permitir realizar un preventivo más que un correctivo, en las instalaciones donde el daño ya está ocasionado.

Ampliar los niveles de boro hasta 1,5 ppm por su influencia en el resto del acondicionamiento del agua, cuestión que hasta la OMS probablemente apoyaría.

Permitir el empleo del cloruro cálcico de grado alimentario, por su facilidad de empleo y por el impacto que tiene en el LSI, en combinación con otros productos que aporten alcalinidad con economía, eficacia, sencillez en su aplicación y bajo riesgo.

Realización de una campaña de concienciación con el tema del pH, ese gran olvidado incluso por el Real Decreto 865/2003.

Consideración de estas variables como parámetros de diseño de cara a un correcto dimensionamiento y elección de materiales.

Empleo de todos los medios a nuestro alcance en la lucha contra la corrosión, ya que la combinación de todos estos factores mencionados, son los que hacen que podamos reducir el riesgo a niveles aceptables y asumibles, y no su aplicación individualizada.

Wilfred nunca se imaginó el revuelo que iba a ocasionar incluso después de abandonar este mundo; al final de tanto tocar en la banda acabó dando la nota .....

Gracias por su interés y hasta la próxima.

Nota: música de fondo recomendada para la lectura de este artículo.

<http://www.youtube.com/watch?v=r9BOKyEMM4c&sns=em>