



DESINFECCIÓN UV, SELECCIÓN DE EQUIPOS PARAMETROS SIGNIFICATIVOS PARA OPERAR Y ESPECIFICACION DE NUEVOS SISTEMAS.

Autor Principal: Álvaro Irigoyen

Ing.Ind.Mecánico 25 años de experiencia en Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Saneamiento, 18 años al frente en la operación del sistema de Disp. Final de Montevideo y responsable del Start -Up y puesta a punto del Sistema de Maldonado.
LINEBAY S.A.



TEMA 1:

Efluentes domiciliarios e industriales y drenaje Urbano: conducción, tratamiento, reúso y gestión. Normativa

Dirección del autor principal : Buenos Aires 618-501 Montevideo-Uruguay
Email irigoyen@netgate.com.uy

RESUMEN

La desinfección Ultravioleta en los últimos años, ha ganado espacio como una tecnología limpia y económicamente competitiva tanto para aguas servidas tratadas como para aguas de reúso o de uso Humano

Durante los últimos 6 años el autor ha trabajado y estudiado la aplicación de desinfección UV en Nuestro país y los países vecinos. Por otra parte, como miembro activo de IUVA International Ultraviolet Association, se han estudiado aplicaciones de esta tecnología para distintas situaciones y tipos de plantas de tratamiento y he tomado contacto con las últimas tecnologías para el diseño, aplicación operación y mantenimiento de sistemas de UV.

Como asesor en operación de sistemas de desinfección se han desarrollado estudios de cómo operar los sistemas de forma eficiente y de cómo analizar en nuestro país tanto los parámetros básicos como la UVT así como el fouling y aging que son factores especiales de cada equipo de UV.

En este trabajo se presentarán desde las bases de la desinfección UV hasta las nuevas tecnologías presentes en el mercado y los nuevos desarrollos que se presentan a nivel mundial. Además, se presentan las conclusiones tanto operativas como de diseño que a nuestro entender son aplicables a nuestro mercado.

Por último se comentará la forma de especificar los equipos y los parámetros fundamentales a solicitar para el éxito de un sistema de desinfección. En este se darán las pautas usadas por EPA y NWRI para especificar equipos.

Palabras Clave: desinfección UV, DOSIS UV, parámetros de diseño

¿Desinfección UV o cloración? Sustitutos o complementarios

Durante los últimos años se discute internacionalmente entre desinfectar con Uv o con Cloro u otros productos químicos.

Es importante para poder tomar una posición comenzar con ver cada sistema con sus propias características. La siguiente planilla da información clara sobre las diferencias entre los distintos sistemas



consideraciones	cloro	UV Disinfection
químicos	SI	NO
efectividad vs Bacteria vs Protozoa vs Virus	SI Cryptosporidium muy resistente SI	SI SI ALGUNOS VIRUS EXIGEN ALTAS DOSIFICACIONES DE UV
Equipos necesarios	Bombas para químicos Tanques para solución Tanque de contacto y mixers Filtros de carbón o de cloración	Pre-tratamiento, debe incluir sedimentador y/o filtros de carbón y remoción de hierro si es necesario
MANTENIMIENTO	Trabajos especiales por trabajar con químicos Limpieza de tanques bi anual Tratamientos anticorrosivos exigentes Limpieza del sistema de inyección semanal ALTO RIESGO PARA LA SALUD Y SEGURIDAD	Cambio anual de lámparas (12000 Hrs) Limpieza anual del canal con agua
DESVENTAJAS	Genera sub productos contaminantes mayormente cloraminas	No tiene capacidad de asegurar post desinfección

La primera conclusión que se debe tomar es que NO SE PUEDE SUSTITUIR UNO CON OTRO, SINO QUE SON COMPLEMENTARIOS

El costo anual de operar y mantener un sistema de desinfección puede tener un impacto significativo en la evaluación económica de cada opción. Los costos de operación y mantenimiento incluyen el costo de productos químicos, electricidad, piezas de repuesto y mano de obra necesarios para mantener cada sistema. Los peligros del gas de cloro resultan en una inversión significativa en la capacitación del personal, la planificación de la preparación para emergencias y el mantenimiento del sistema de cloro. Los precios del gas de cloro son relativamente bajos, pero esto a menudo se ve compensado por el mantenimiento intensivo y las precauciones de seguridad necesarias para el sistema

Por lo tanto, estos costos de mantenimiento continuo asociados con los sistemas de cloración deben abordarse al comparar alternativas de desinfección.

Los costos de O&M asociados con UV consisten principalmente en costos de reemplazo de lámparas y el costo eléctrico de operar el sistema UV. Cualquier evaluación alternativa de desinfección también debe tener en cuenta los factores no económicos que pueden influir mucho en el proceso de toma de decisiones. Estos factores generalmente incluyen, entre otros, la seguridad del operador y la comunidad, la facilidad de operación, la confiabilidad del proceso, la capacidad de construcción y los requisitos de espacio y la sostenibilidad / impacto ambiental.

La posibilidad de utilizar una gran variedad de dosis y configuraciones le da a la desinfección UV grandes oportunidades en la desinfección del agua para uso municipal y problemas de alcantarillado

Por último se debe considerar que el UV es una desinfección Localizada, por lo que no tiene un resultado que asegure desinfección ante riesgo de nuevas cargas contaminantes

PARA esto existen dos opciones, una la usada para grandes ciudades que responde a una cloración mínima para dar el valor residual de cloro y otra que son las desinfecciones a "fin de línea", Esta última se



esta desarrollando en base a las tecnología UV/LED que presentan un muy buen resultado y rendimiento energético.

Las tecnologías UV/LED se están desarrollando para múltiples aplicaciones tanto familiares como industriales y aeronáuticas



Gentileza AQUISENSE



sterpen

ANÁLISIS DE LA TECNOLOGIA DE UV

Desinfección UV

La luz UV básicamente es la luz generada por el sol entre 100 y 400 nanómetros. Tecnológicamente se produce artificialmente (desde principio del siglo XX) con buena eficiencia y confiabilidad como vamos a explicar. (primer planta operativa Marsella 1910) Todos microorganismos son sensibles para las ondas de longitudes cercanas a 260 nanómetros. Ondas de estas longitudes generan una alteración en el ADN que los convierte en estériles (dimerización de las timinas). La dosis entregada llevará a una disminución en los valores de carga de microorganismos Por tanto para el diseño debemos asegurar que esa energía calculada como DOSIS, llegue a los microorganismos.



Fig 1.1

Un tema aparte es la REPARACION bacteriana, la bacteria tiene la capacidad que bajo ciertas condiciones recupera sus enlaces de tiamina. Volviendo a tener las capacidades iniciales de reproducción. (esto se da por temperatura y luz mayormente). Este fenómeno debe ser evaluado en el sistema post desinfección. Y en el diseño del sistema de transporte del fluido. Los fenómenos de REPARACION son ampliamente estudiados y evaluados para los sistemas de POTABILIZACIÓN de agua.

DOSIS

El parámetro que regula la desinfección es la DOSIS:

Definición de dosis: Total de la radiación de UV que recibe una unidad de área- La unidad usual es mJ/cm^2 Se presentarán las distintas formas de medir las dosis, los valores de dosis necesarios para desinfección y se presentarán algunas pautas para el cálculo de los valores significativos de cada equipo. En particular se darán pautas para seleccionar como medir y especificar DOSIS como ser PSS, MSS o Bioassy esta última la mas específica y usada actualmente en USA y Europa.



GENERACIÓN ARTIFICIAL DE LUZ UV

Se estudiaron los distintos tipos de (Giller, 2000): (los mas usados)

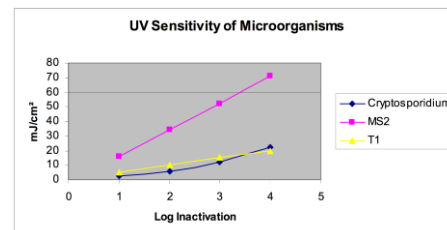
- Convencional Baja presión (LP) de mercurio
- Baja presión alto rendimiento (LPHO) de mercurio
- Media presión (MP) de mercurio;
- LED UV

La selección de cada lámpara corresponde a cada desinfección y es este uno de los parámetros a estudiar para diseñar el sistema. Se presentarán algunos estudios realizados sobre la aplicación a nuestro país de cada tipo de equipo así como la tendencia mundial de uso de los distintos tipos de lámparas.

CÁLCULO DE LA DOSIS NECESARIA.

Existen varias formas de calcular la dosis precisa para un sistema de desinfección. Para conocer estos valores es importante comenzar por el dato de la REDUCCION esperada. Existe gran cantidad de bibliografía sobre la dosis con la que se logra una reducción esperada. (una de las mas usadas es la EP) dada esa sensibilidad de los patógenos y la reducción esperada se pueda calcular, en forma teórica la dosis que se debe entregar. Aunque esto podría ser parte de un solo trabajo siendo un tema de investigación de por sí que avanza día a día. Es importante destacar que en nuestro país no se poseen actualmente los elementos para realizar los análisis de sensibilidad de las bacterias.

En el gráfico adjunto se observa que Los distintos microorganismos poseen distintas curvas de sensibilidad frente al UV. El MS2 es el objetivo utilizado para los estudios de Coliformes (bacteriófago)



LOS PARÁMETROS A CONTROLAR PARA LA SELECCIÓN SON:

- del fluido UVT, SST temp agua, solo como forma de presentar una dato estadístico un 5 % de decaimiento en UVT genera un 25% de caída de la dosis efectiva
- lámparas y su estabilidad frente a la temperatura (5 a 30C)
- caudal máximo (básico para el proyecto).
- Quemado de lámparas

Luego de todo lo analizado debemos corregir los valores de emisión de las lámparas o del banco en general. Para esto se diseñaron tanto fórmulas de cálculo como rutinas de estudio. los parámetros son;

- Ageing (decaimiento y envejecimiento)
- Fouling (suciedad específica de las lámparas)

Se han realizado estudios para lograr valores específicos de estos parámetros para nuestro país

PARAMETROS DE DISEÑO

Se realizaron además los estudios básicos de los distintos parámetros de diseño de un sistema que no solo son los que responde a la generación de UV

- diseño hidráulico del canal, controles de nivel, tipos de flujo
- cálculo de la dosis emitida/recibida (método de cálculo. PSS MSS Bioassay)

Encuanto a estas se debe aclarar que cuando se especifica un equipo debe informarse la forma de cálculo de dosis, mientras que algunas PSS o MSS responde a una fórmula matemática cuyo principio es buscar u promedio matemático de la distribución de



NORMAS INTERNACIONALES

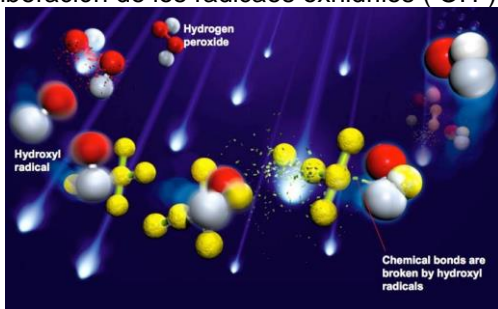
Las normas internacionales para equipos de desinfección UV dan una pauta clara para la especificación y diseño de los equipos. La implementación de lo especificado en estas normas facilita la selección de equipos y asegura el éxito en la desinfección.

Las Normas Onorm EPA o las especificaciones de la NWRI ayudan a especificar los equipos, algunas de estas son bastante parecidas y están en continua revisión por lo cual debe buscarse la que, siendo la última vigente este mas cercana a nuestro proyecto y posibilidades de instalación.

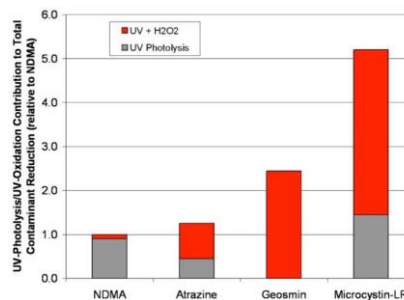
EJEMPLO DE APLICACIONES ESPECIALES de UV

AOP

La oxidación Avanzada AOP (advanced oxidation) esta siendo muy utilizada como forma de desinfección/tratamiento para las aplicaciones de reúso.Su principio activo es la generación de alta concentración de radicales libres (básicos para la oxidación) por medio del atacar el agua que tiene los oxidantes. (por ejemplo el agregado de Peróxido), con altas potencias de UV. De esta forma se provoca la liberación de los radicaes oxhidrilos (OH-) y así la desinfección o descontaminación que se busca.



Ref TROJAN UV



Existen varios tipos de AOP y algunos son utilizados también para la descontaminación por pesticidas, productos de olor y sabor (MIB).en la figura anterior se puede ver que aplicación y resultado se tiene ya sea con AOP y fotólisis directa según se este trabajando.

CONCLUSIONES

El uso de Uv como desinfección y descontaminación esta avanzando en el mundo. El especificar correctamente los equipos y sistemas es la base para lograr un resultado económicamente efectivo con resultados excelentes en cuanto a la desinfección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bolton James 2015 The Ultraviolet Disinfection Handbook

USEPA 2006 guidance