

**X Seminario de RedMuni:
“Nuevo rol del Estado, nuevo rol de los Municipios”**

13 y 14 de agosto de 2009

Título de la ponencia: **USO RACIONAL DEL AGUA, UNA RESPONSABILIDAD COMPARTIDA.**

Nombre del autor/a: **Dr. Norberto Vila, Dr. Carlos Ameri, Dr. Eduardo Vazquez.**

Pertenencia institucional: **Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria “SENASA”.**

Correo electrónico (opcional): nobertovila@gmail.com

USO RACIONAL DEL AGUA UNA RESPONSABILIDAD COMPARTIDA

La industria de la carne comienza en octubre de 1810 con la instalación del primer saladero en territorio argentino, en la localidad de Ensenada y se desarrolla rápidamente, ubicándose en los márgenes de los ríos, de donde se proveían de agua y a donde volcaban sus desechos.

Con el avance tecnológico y la llegada a nuestro país del vapor “Le Frigorifique” que permitía mantener las reses a bajas temperaturas en ambiente seco, comienza un proceso de reconversión en busca de carnes de mayor calidad, apuntando a mercados de mayor poder adquisitivo.

La industria frigorífica en nuestro país desde sus orígenes en 1883 con la instalación del primer frigorífico en San Nicolás, construido en el predio donde estaba ubicado el saladero “San Luís”, hasta nuestros días se a desarrolla tanto en número, como en tecnología y ciencia. Este crecimiento está marcado por nuestras posibilidades geográficas, fertilidad del suelo y el clima que beneficiaron la actividad ganadera, a partir de su inserción por los colonizadores en el siglo XVI.

Hoy contamos con importantes mejoras en el ganado, grandes inversiones en plantas frigoríficas y productoras de alimentos, avances importantes en el conocimiento microbiológico que nos permite tomar medidas que aseguran la inocuidad de los alimentos, sistemas de autocontrol, etc., pero sin ningún lugar a dudas, nuestra gran deuda es con el medio ambiente. El crecimiento descrito anteriormente fue impactando en el mismo, sin que tomáramos conciencia del daño producido, es evidente que este fue en un principio un problema mundial por desconocimiento, pero a partir de la revolución industrial el mundo comenzó a preocuparse por el deterioro de las aguas en principio, luego del aire y el suelo.

En nuestro país que siempre está detrás de “urgencias”, relacionadas a diversos factores que no interesan analizar en este momento, la importancia del medio ambiente fue relegada en pos del crecimiento económico por muchos años.

El tratamiento de efluentes líquidos mediante lagunas estabilizadoras, es conocido desde la antigüedad se han encontrado ruinas de los mismos en China y Roma, pero no es hasta el año 1959 en EEUU, donde se comienza el estudio sistemático de estos tratamientos. De los primeros tratamientos instalados en nuestro país, pocas fueron las modificaciones realizadas en los mismos, por múltiples razones el control de los mismos fue pobre, las empresas no los consideraron importantes, salvo algunas excepciones, resultando un impacto sobre los cursos de agua en todo el territorio de nuestro país.

Algunos ríos fueron más perjudicados que otros, debido a causas propias, como su menor capacidad de auto depuración o externas como una mayor cantidad de vertidos debidos al importante crecimiento industrial en algunas áreas en particular. Es este el caso de la cuenca Matanza Riachuelo, donde una gran cantidad de fábricas de diversos tipos se fue instalando en los márgenes de sus arroyos, desde los tiempos coloniales y comenzaron a volcar sus efluentes líquidos sin tener en cuenta el daño ocasionado. En un comienzo con pocas industrias los contaminantes se diluían y el río los degradaba por diversos procesos biológicos, con el crecimiento industrial los vuelcos se fueron haciendo mas numerosos, transformando el río en un medio anaerobio por saturación, donde la vida peces y plantas no es viable.

La condición actual de la cuenca es muy complicada, la variedad de contaminantes es enorme y requiere de un gran esfuerzo conjunto para darle solución al problema. Si bien el cuadro de situación es desalentador, la buena noticia es que tomamos "conciencia" que tenemos un problema que nos afecta a todos y este es sin duda el primer paso, ahora cada uno tiene que ponerse a pensar desde que lugar puede aportar soluciones.

Nuestro Organismo, SENASA, dedicado a garantizar la inocuidad y calidad de los agroalimentos, vemos cada día en nuestro trabajo que la prevención es mas efectiva que la intervención, así contamos con planes de control de residuos evitando que los mismos se incorporen a los alimentos, auditamos sistemas como el HACCP, las BPM, POES, etc., que aseguran la inocuidad.

Considerando que el agua es un alimento insustituibles y del cual todos dependemos en forma absoluta, estamos seguros que el cuidado

preventivo de este vital elemento, será en el futuro el único que nos asegure un libre y económico acceso al mismo para toda nuestra población. Preocupados por esta problemática, estamos comenzando a ocuparnos en plantear medidas que puedan acompañar las iniciativas tomadas por el resto de la comunidad. Es importante recordar que quien mas responsabilidades tiene, es el sector industrial de la cuenca que es el que genera en primer término la contaminación, seguidos por el Estado Nacional, Provincial y Municipal responsables del control, ONG involucradas en la temática y por último la comunidad en su conjunto.

El Decreto Ley 4.238/68, en su Capítulo IV, indica con claridad las responsabilidades tanto de las empresas como de las Autoridades Nacionales, Provinciales y Municipales competentes, en hacer cumplir las normas de evacuación de efluentes de acuerdo a la legislación vigente y a su vez determina que nuestro Organismo en colaboración con dicha Autoridad, procederá a la suspensión del servicio de inspección y/o clausura total o parcial del establecimiento involucrado, hasta tanto la Autoridad competente manifieste que los hechos han sido regularizados y se permite la reanudación parcial o total de la actividad.

Independientemente de hacer cumplir la legislación en todo a lo que a nosotros corresponde, comenzamos desde hace un tiempo con la concientización a través de cursos de capacitación, donde la temática está centrada en el funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas de tratamiento, utilizadas por las plantas procesadoras de alimentos. Estos conocimientos permitirán que nuestro personal tome medidas que tiendan a minimizar el impacto que el efluente generado en la industria de alimentos, genera en los diseños realizados por profesionales con competencia en el tema y aprobados por la Autoridad Competente.

El conocimiento de estos tratamientos en cuanto a diseño y funcionamiento, permite trabajar sobre otras medidas complementarias a la capacitación, que disminuyen tanto el volumen como la carga orgánica de los efluentes producidos en las plantas, además del uso de productos amigables con el tratamiento secundario o biológico.

Es necesario el conocimiento pormenorizado del funcionamiento de estos sistemas para poder tomar las decisiones correctas, que nos permitan la mejora del vertido final.

Para poder entender el porqué del empeño puesto en el estudio de estos sistemas biológicos es conveniente considerar algunos aspectos fundamentales de la contaminación del agua y de los eventos de auto depuración de los cuerpos receptores, ya que estos sistemas tratan de reproducir de manera controlada dichos procesos.

Desde siempre ha atraído al hombre la proximidad de un curso de agua fundamental para su desarrollo. Con el advenimiento industrial y la necesidad de agua, como la facilidad del transporte fluvial los establecimientos se ubicaron en proximidad de los cursos de agua. La evacuación de los desechos producidos se orientó a la solución más simple: su vertido al curso de agua vecino, dando así comienzo a la actual contaminación de los cuerpos receptores. Esto trae aparejado un importante peligro para la salud pública, complica y perjudica la pesca, la agricultura, el deporte y deteriora el valor estético de las aguas superficiales.

Si bien no solo revisten importancia los desagües industriales, motivo de este trabajo, se debe reconocer que la falta de planeamiento en la radicación industrial y la constante violación de las reglamentaciones vigentes hace que este tema deba ser tratado con la seriedad que lo han hecho otros países para lograr los mismos resultados favorables.

En los líquidos residuales de la industria cárnica se evalúan entre otros parámetros:

- Temperatura
- pH
- Sólidos sedimentables
- Sustancias solubles (grasas)
- D.B.O.
- D.Q.O.
- Oxígeno disuelto

Temperatura: la temperatura máxima aceptada en líquidos residuales es de **45° C**, ya que por encima de dicho valor aumenta la sedimentación de sólidos en suspensión en lugares no deseados, las grasas se funden pasando los filtros destinados a la retención de las mismas y por último cuanto más temperatura tiene un líquido menor será su concentración gaseosa en general y menor su concentración de oxígeno disuelto en particular.

pH: este valor que nos indica la acidez del medio, es deseable que tenga valores cercanos a 7 (neutro) y no se permiten valores que estén por debajo de **5,5** o por encima de **10**, variaciones extremas de pH producen alteraciones químicas con formación de productos tóxicos o corrosivos y crecimiento inadecuado de la flora microbiana.

Sólidos sedimentables: esta pequeña porción de los sólidos totales tanto orgánicos como inorgánicos, es de fácil medición y su evaluación nos permite hacer una proyección de la concentración total de sólidos del efluente. La medición se realiza en conos de vidrio aceptándose como valor máximo de vuelco **1ml/dm³**.

Sustancias solubles: esta medición se realiza mediante arrastre en frío con éter etílico y se usa fundamentalmente para la valoración de grasas, su valor máximo aceptado es de **100 mg/dm³**.

D.B.O.: la demanda biológica de oxígeno es una medición que permite estimar cual será el consumo de oxígeno que las bacterias de un lecho receptor (río, laguna, etc.), utilizarán para degradar la materia orgánica del líquido residual. Si este consumo supera el oxígeno disuelto de dicho lecho este entrará en proceso de putrefacción ya que los residuos de efluentes en plantas frigoríficas son muy ricos en materia orgánica nitrogenada. Esta medición de laboratorio se realiza colocando el líquido a investigar en diferentes diluciones y en presencia de bacterias y oxígeno disuelto de concentración conocida, estos son incubados a 20° C durante cinco días. Si bien la oxidación total de la materia orgánica llevaría aproximadamente 20 días se estima que en los primeros 5 días se reduce entre el 70 a 80 % de la demanda total. El valor máximo aceptado es variable según las distintas leyes provinciales, según el poder de recuperación del lecho al cual se vierta etc., pero se acepta de **50 a 200 mg/l** como valores promedio de vuelco.

D.Q.O.: la demanda química de oxígeno mide la oxidación producida por el permanganato de potasio, a las sustancias tanto orgánicas como inorgánicas presentes en los líquidos residuales.

Oxígeno disuelto: si bien este no es un valor de medición reglamentaria, si es de gran utilidad para el control del funcionamiento de las plantas de tratamiento basadas en las lagunas de estabilización.

ORIGEN Y RECUPERACIÓN DE LA MATERIA ORGANICA, EN LOS EFLUENTES DE PLANTAS FRIGORÍFICAS.

En las plantas frigoríficas existen dos canales de recolección de líquidos residuales, el canal rojo que recibe, la sangre, grasa, aserrín del hueso, restos de músculo etc., provenientes de sectores de producción como playa de faena, despostada, grasería, etc. y el canal verde que recibe el estiércol, el contenido ruminal e intestinal, etc., provenientes del sector mondonguería, tripería, corrales, lavado de camiones etc.

Para evitar que el tratamiento de estas aguas sufra una saturación prematura por la gran cantidad de sólidos contenidos en los líquidos de estos canales colectores, existen sistemas de pretratamientos exigidos en el capítulo IV decreto 4238/68. Los mismos son variados y trataremos de hacer una breve reseña de los mismos.

Desbaste: este método de separación, es la primera herramienta del pretratamiento y busca evitar el paso de elementos de gran volumen. Esta constituido por un doble sistema de rejas, las primeras con barrotes separados entre 50 a 100 mm. Y las posteriores con separaciones de 4 mm a 40 mm o más. La limpieza de estos sistemas puede realizarse de forma manual o por medios mecánicos a cadena.

Tamizado: este método permite la separación de partículas de menor tamaño, que pasaron a través de los sistemas de desbaste, consta de un tamiz fijo con tres pendientes diferentes cuya función es retener la mayor parte de las partículas grasas del efluente, permitiendo el paso del agua. Este esta compuesto por una maya de acero inoxidable, un tanque receptor del efluente desde donde el mismo cae en forma de cascada sobre el tamiz, un receptor de líquido residual con descarga al canal y un receptor de sólidos con descarga a

destino final. La capacidad de filtrado de estos sistemas depende del ancho de la malla que va desde 0,50 a 1,80 m y oscila entre los 300 a 2000 litros por minuto.

En el mercado encontramos mayas de diferentes aberturas que se adaptan perfectamente a los distintos líquidos residuales a filtrar, provenientes de distintos sectores como cueros, playa de faena, despostadas, peladeros, mondonguerías, etc.

Tamices vibratorios: es utilizado generalmente para separar los sólidos contenidos en el canal del verde, provenientes de tripería, corrales, mondonguería, etc. consta de tres partes en su estructura, un marco vibratorio, un mecanismo vibratorio y una malla. De la adecuada elección de la malla dependerá el funcionamiento del sistema. Tiene la ventaja de ser económica pero su mantenimiento es más costoso.

Tamiz rotatorio: presentan una malla similar a la utilizada por los tamices fijos, pero dispuesta en forma de rodillo, los líquidos residuales entran por un extremo, una vez que se encuentran con el rodillo giratorio este deja pasar el agua pero retiene los sólidos, que son arrastrados hasta una lámina que los separa y los vuelca a un depósito.

Este sistema logra separar hasta el 80%, pero su uso está restringido a líquidos residuales con bajas concentraciones de sólidos en suspensión.

Separadores de sólidos por gravedad: estos basan su funcionamiento en la física, si un líquido que corre por un canal a cierta velocidad es retenido en un espacio mayor, la velocidad del líquido disminuye, de esta manera los sólidos en suspensión según su peso específico con relación al agua, se acumularán en el fondo formando barros o subirán a la superficie en forma de película grasa. En ambos casos deben ser retirados del sedimentador para no obstruir el buen funcionamiento del mismo, en el caso de los barros, según la forma de la base del sedimentador pueden ser retirado mediante bombeo (base cónica) o por arrastre (base con plano inclinado), las grasas en suspensión se son extraídas por barredores mecánicos o en algunos casos en forma manual. Los sedimentadores pueden ser de forma rectangular (con una relación largo - ancho de 3 a 1) o circular, si bien los más usados son los rectangulares las opiniones técnicas al respecto están divididas. En la construcción es importante tener en cuenta el tiempo de retención del líquido

residual, de 30 a 40 minutos y en algunos casos más, entonces el criterio de dimensionamiento estará con relación al volumen de líquido a tratar, este sistema separa hasta 60 % de las grasas en suspensión.

Separadores de sólidos por aire disuelto: por este método se inyecta aires en forma de pequeñas burbujas que al adherirse a las partículas de sólidos suspendidos disminuyen su peso específico, facilitando de esta manera su flotación. La incorporación del aire puede realizarse por inyección directa a toda la masa líquida a tratar o bien recirculando por bombeo una porción del líquido clarificado previa presurización del mismo. Con este método se consiguen partículas de mayor tamaño debido a rendimientos mayores de floculación, lo que produce una mayor eficiencia en la separación. También la inyección de aire favorece la oxidación de materias grasas. Este sistema se aplica tanto en los sedimentadores rectangulares como los circulares descritos anteriormente, su eficacia es de aproximadamente el 85 % de grasa en suspensión recuperada.

Decantadores: trabajan con los mismos principios que los anteriores pero están destinados a la recuperación de barros, formados por sólidos cuyo peso específico es superior a la del agua, pueden ser usados tanto en tratamiento previo al sistema de lagunas como así también en los líquidos ya clarificados para realizar una recuperación final de sólidos suspendidos antes del vuelco del efluente.

Los mas utilizados son de forma cilindro - cónicos, los mismos pueden estar instalados en superficie o enterrados, estos últimos están hechos de concreto y si bien su diámetro superior no es de grandes dimensiones si son muy profundos, aquí los barros son recolectados en un solo punto debido a su forma cónica y recirculados a la primer laguna. También se utilizan rectangulares en cuyo fondo se instalan barredores para los barros, estos son más costosos se utilizan mas en la construcción de plantas compactas.

Discos biológicos rotativos: este sistema está compuesto por discos plásticos de gran diámetro y muy livianos, unidos a un eje horizontal y ubicado en un tanque semicircular que contiene el agua a tratar.

Los organismos presentes en forma natural en el líquido, se adhieren a los discos parcialmente sumergidos en el agua a tratar, formando una película sobre ellos, cuando el crecimiento de los microorganismos es excesivo se

produce un desprendimiento natural lo que permite un crecimiento constante sin ocasionar obstrucción alguna del sistema. El mecanismo de giro del eje central permite que los discos remuevan el líquido impidiendo la sedimentación del mismo, favorece la aireación, provee de oxígeno a los microorganismos para que estos puedan oxidar la materia orgánica. Este sistema es muy eficiente pero debe ser usado en líquidos pretratados cuyo D.B.O. fue reducido previamente en un sistema de lagunas u otro tratamiento.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Según su funcionamiento se las clasifica en anaeróbicas, facultativas y aeróbicas.

ANAERÓBICAS: (Reducción de la D.B.O. de 40 a 60%, coliformes 40%), producen estabilización de la materia orgánica por acción bacteriana en ausencia total de oxígeno. Puede haber algún proceso de superficie con algas y oxígeno disuelto pero sin importancia. Como todos los procesos biológicos, los anaeróbicos no son fácilmente encuadrables en formulas matemáticas o estrictamente químicas. Se trata de procesos bioquímicos donde intervienen factores, no siempre fácilmente evaluables. Además de los aspectos básicos como la temperatura y del tiempo de digestión, indudablemente fundamentales, aparecen otros elementos en juego, tales como mezcla, concentración de sólidos, composición, tamaño de partículas, condiciones de la operación, etc.

En este proceso se producen dos etapas básicas que son la licuación y gasificación ambas en un sistema balanceado suceden en forma simultanea.

La licuación supone el proceso por el cual las partículas suspendidas se transforman en compuestos solubles, los complejos orgánicos suspendidos en el líquido cloacal, no pueden ser aprovechados por las bacterias actuantes en la digestión hasta que no sufran esta transformación, este proceso se lleva a cabo por enzimas bacterianas. La licuación puede ser considerada como una fase preliminar en la preparación del "alimento" para la composición posterior y puede ser comparada con el ataque enzimático que sufren los alimentos en el estómago del aparato digestivo de los animales. Una vez formados estos compuestos solubles los mismos son atacados por las bacterias "acid/formers"

que los descomponen en ácidos orgánicos y alcoholes, motivo por el cual esta etapa se designa como “fase ácida”. Las bacterias que predominan en esta fase son del género *Pseudomona*, *Aerobacter* y *Escherechia*.

La gasificación es llevada a cabo por las “bacterias productoras de metano” que actúan sobre los ácidos orgánicos descomponiéndolos en metano (60 a 80%), dióxido de carbono (15 a 30%) estas bacterias también tienen actividad sobre otros compuestos como amonios, bicarbonatos, compuestos orgánicos mas estables y gases, metano , dióxido de carbono y en menor proporción hidrógeno e hidrógeno sulfurado. Este proceso eleva el pH conociéndose como “fermentación alcalina”. Las bacterias actuantes en esta etapa son anaeróbicas obligadas, difíciles de aislar y de estudiar y de cuyos individuos se conoce poco. Las que se han identificado corresponden a los géneros *Metanobacterium*, *Metanosarcina* y *Metanococus*. Las bacterias del metano son sensibles a variaciones de pH, siendo desfavorablemente afectadas cuando este no se mantiene estrictamente dentro de ciertos límites; tienen su mayor actividad entre valores de pH de 6,5 a 7,5, por debajo de 6 y por encima de 8 decae rápidamente.

Existe un tercer grupo de bacterias de azufre, de cuya acción depende principalmente la concentración de los sulfatos en el material en digestión. Son anaerobias estrictas, que utilizan los sulfatos con producción de hidrógeno sulfurado.

Mientras los diferentes géneros se mantengan en equilibrio el sistema funcionará sin mayores inconvenientes, pero si por algún motivo se favoreciera la formación de bacterias “acid-formers” de por si de rápida reproducción, provocaría un brusco descenso del pH y un importante daño en las bacterias formadoras de metano muy sensibles como vimos a estos cambios.

El éxito de estos sistemas radica en el mantenimiento de una sana y abundante población bacteriana. Esta puede ser regula manteniendo los parámetros como temperatura, carga de materia orgánica, etc., con el agregado de bacterias liofilizadas que merecen un tratamiento por separado.

En la construcción de este tipo de lagunas es importante tener en cuenta que la temperatura juega un papel fundamental en el buen funcionamiento de la misma, por este motivo la profundidad de estas debe ser de 1.80 m a 3.00 m o más en el caso que la topografía del terreno lo permita.

En superficie se aconseja una relación de 3/1 a 4/1 a favor del largo. Para las dimensiones de la misma se aconseja tener en cuenta la carga de DBO, la temperatura y el volumen a tratar (como guía con una DBO de 250 mg/l a 20°C, el período de detención deberá ser de 8 a 10 días para obtener una remoción de la DBO del 50 a 60 %). Para facilitar su mantenimiento y buen funcionamiento se aconseja la construcción de 2 lagunas pequeñas en lugar de una grande, con el ingreso de líquidos por uno de los extremos y repartido en varias bocas que lo distribuyan uniformemente, mientras la salida estará en el otro extremo protegida para evitar la salida de sólidos en suspensión. Es importante recordar que este tipo de lagunas por la alta producción de gases puede emanar malos olores, por lo que se recomienda tener en cuenta la dirección de los vientos y hasta la colocación de cortinas de árboles de hoja perenne a su alrededor, para evitar problemas con pobladores vecinos. Otra variable más amigable con el medio ambiente es producir gas en biodigestores evitando su emisión a la atmósfera, disminuyendo de esta manera el efecto invernadero y obteniendo biogás bajando costos mediante su uso.

Aunque la acumulación de barros (que continua su evolución por un tiempo muy prolongado) es muy lenta, con el tiempo puede ser necesario la extracción de los mismos, esto puede llevarse a cabo con bombas fijas o portátiles, los barros extraídos son derivados a secaderos y de ahí pueden ser usados con fines agrícolas.

FACULTATIVAS: (Reducción de la DBO de 75 a 90%, coliformes 90 a 99%). En estas se reconocen tres zonas de descomposición:

- Una zona superior con oxígeno disuelto, en la que predominan las bacterias aeróbicas.
- Una zona intermedia donde el oxígeno varía de acuerdo al funcionamiento de la laguna y de la época del año que se trate.
- Una zona inferior o zona de sedimentación, en total anaerobiosis.

Mientras la zona superior se comporta como una laguna aeróbica con presencia de bacterias aeróbicas que oxidan la materia orgánica carbonácea, si bien estas cumplen con la mayor parte de esta acción también intervienen en

este proceso hongos y protozoos. El oxígeno necesario para este proceso proviene de la parte superior de la laguna por intercambio gaseoso con la superficie y por fotosíntesis de las algas. Este llega a saturar el agua durante el día y es consumido por los otros microorganismos, y por la noche su concentración disminuye debido a la falta de luz solar, aquí toma importancia la oxigenación superficial favorecida por acción del viento, que además impide la estratificación del agua mezclando la masa líquida, mejorando sus condiciones.

Esta zona aeróbica cubre la zona inferior que se comporta como una laguna anaeróbica, con presencia de bacterias productoras de ácido, productoras de metano y productoras de hidrógeno sulfurado.

La zona intermedia posee gran cantidad de algas verdes como *Chloella*, *Euglema*, y *Chlamydomonas* y algas azul verdosas como *Oscillatoria*, *Anabaena* y *Phormidium*, estas últimas en verano favorecidas por las temperaturas pueden formar aglomeraciones que causan mal aspecto en la superficie del espejo de agua. El proceso fotosintético llevado a cabo por las algas se ve favorecido por temperaturas de 20° a 30° C siendo sus límites críticos los 5° y 35° C, superados dichos límites se produce un aumento de crecimiento de algas azul verdosas que llegan a acumularse y flotar en la superficie produciendo olores ofensivos. El aumento de la temperatura también aumenta la descomposición y por lo tanto el consumo de oxígeno. A temperaturas muy bajas se anula tanto la actividad bacteriana como de las algas.

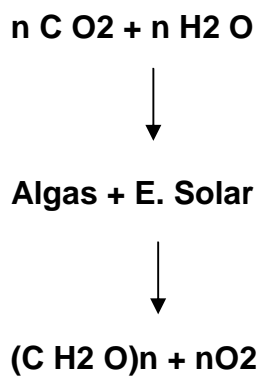
En la construcción de las mismas debe tenerse en cuenta, por sobre todas las cosas la DBO de ingreso, el volumen de líquido a tratar y prestar especial cuidado a no sobredimensionar la misma. La profundidad no debe ser inferior a 0,90 m, para evitar el crecimiento de malezas y consiguiente proliferación de mosquitos. Se considera ideal 1 m, pudiendo llegar a 1,50 m, en lugares de temperaturas extremas o cuando se espera una mayor sedimentación de sólidos.

AERÓBICAS: (Reducción de la DBO de 80 a 95%, coliformes 90 a 99%).

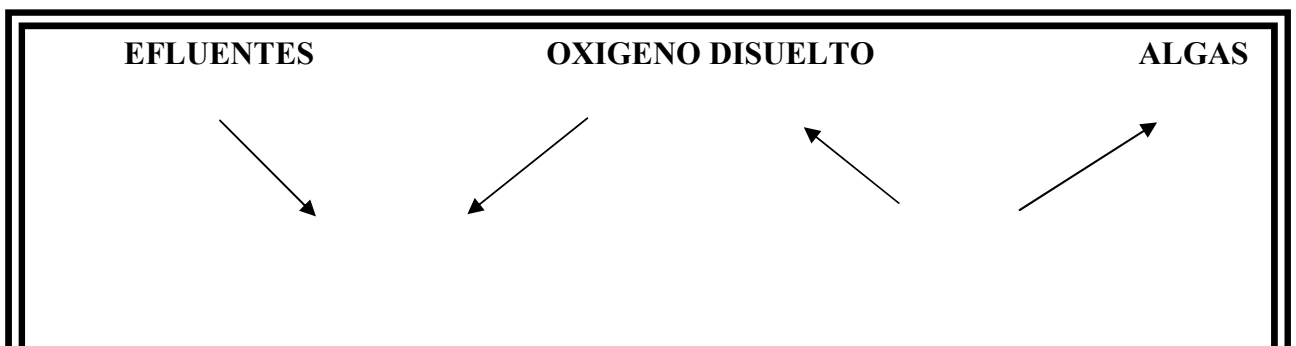
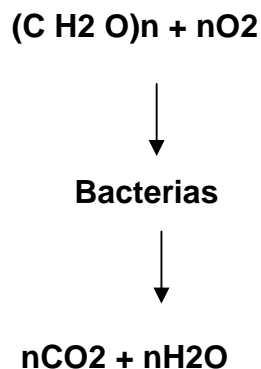
Estas lagunas llamadas también lagunas de oxidación, basan su funcionamiento en la descomposición de la materia orgánica por medio de la

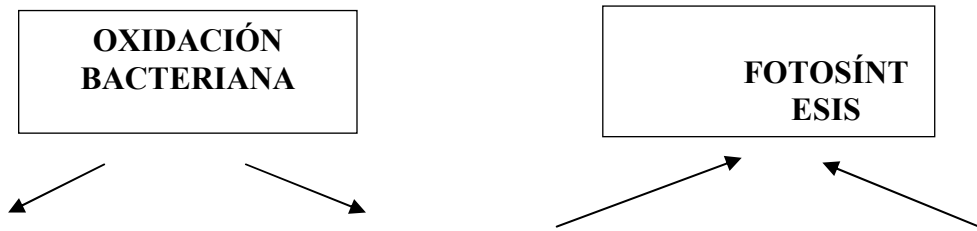
oxidación bacteriana y una alta producción de algas que aportan el oxígeno por el proceso de fotosíntesis. Estas lagunas aeróbicas fueron desarrolladas en un comienzo, para llevar a cabo estudios preliminares, siendo de un tamaño no mayor a 40 m², de estas experiencias se obtuvieron los datos de funcionamiento que se detallan a continuación.

A modo de recordatorio y para una mejor comprensión de este sistema, diremos que la fotosíntesis es un proceso biológico por el cual las plantas utilizan la energía solar para transformar el dióxido de carbono y el agua absorbidos en azúcares con la liberación de oxígeno en dicha reacción:



La degradación de la materia orgánica por oxidación bacteriana, se produce por un proceso inverso al anterior:





Estos dos mecanismos se combinan en lo que es un sistema cerrado, a pesar que parte del oxígeno es liberado a la atmósfera y parte del dióxido de carbono de esta ingresado al mismo.

En la construcción de este tipo de lagunas es importante tener en cuenta que la superficie de la misma debe ser muy amplia con relación a la profundidad ya que cuanto más luz absorban mejor será su funcionamiento, mayor su producción de algas y mayor su producción de oxígeno. El fondo de la laguna debe ser impermeabilizado para prevenir la percolación de agua y sus elementos contaminantes hacia las napas. La recirculación favorece la oxigenación y la resiembra de algas. Con respecto a estas es importante tener en cuenta que cuando se desarrollan producen oxígeno, cuando vegetan por falta de alimento y con presencia de luz lo consumen lenta pero constantemente y cuando mueren se descomponen aumentando el consumo del mismo.

CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

En el caso de lagunas para el tratamiento de efluentes en frigoríficos, es importante tener en cuenta que el buen funcionamiento depende en gran medida de la recuperación de ciertos elementos de los líquidos residuales, antes de su vuelco al sistema.

Estiércol: Ocupa mucho volumen y es de difícil descomposición. Se lo separa por medios mecánicos con movimiento como la zaranda o sin movimiento como el tamiz estático, una vez recuperado este puede ser

utilizado como sustrato para la cría de lombrices, para mejoramiento de los suelos por su gran aporte de materia orgánica o destinarlo al C.E.A.M.S.E.

Sangre: es el componente del líquido residual de mayor DBO, por eso debe ser separado en la forma más efectiva que sea posible. Viendo en la planta como es recuperada la sangre (cuanto mide el sangrado) podemos inferir como funcionará la planta de efluentes. La sangre recuperada es concentrada en fábricas que le darán distintos destinos.

Grasas: Es otro elemento que debe removerse para mejorar el rendimiento, su degradación es más compleja y además forma una película en la superficie del espejo de agua que disminuye o impide la continuidad de los procesos biológicos.

En cuanto a tablas que sirvan de guía para el dimensionamiento de una planta, solo existe material sobre tratamientos de efluentes cloacales, por lo tanto resulta útil poder transformar los datos obtenidos de una planta frigorífica a una “población equivalente” de personas.

$$P.E. \text{ (población equivalente)} = \frac{V \text{ (volumen del efluente en m}^3\text{/día)} \times c \text{ (DBO g/m}^3\text{)}}{C \text{ (D.B.O. correspondiente a 1 hab. por día - 60 g/hab./día)}}$$

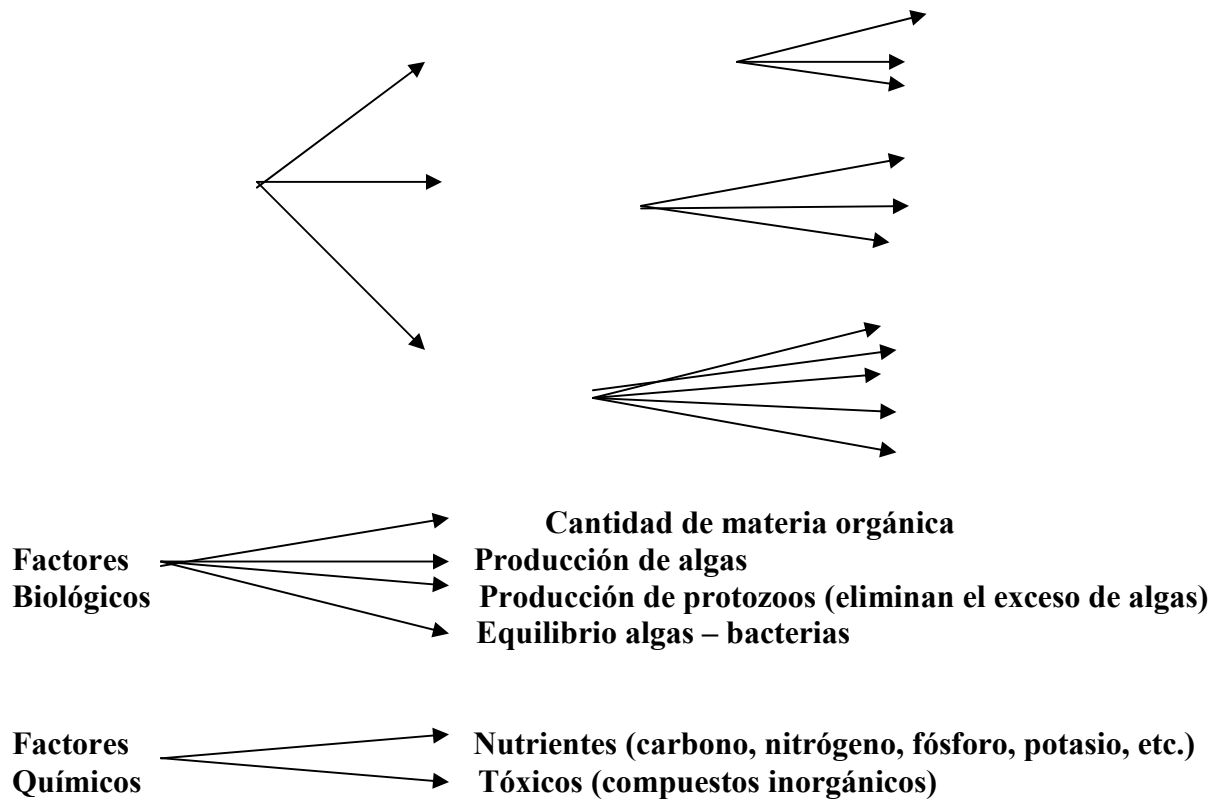
De esta forma se llegó a la siguiente tabla:

INDUSTRIA	UNIDAD	POBL. EQUIV.
Lechera, sin quesería	1 m ³ de leche	30 / 80
Lechera, con quesería	1 m ³ de leche	100 / 250
Matadero	1 vacuno = 2,5 cerdos	70 / 200

Factores a considerar:

Del líquido a tratar

Caudal
pH
Temperatura



Por todo lo visto hasta aquí es importante tener en cuenta la asistencia del laboratorio como método de monitoreo, del funcionamiento de la planta. Los parámetros a tener en cuenta son: el potencial de hidrógeno pH (acidez), el oxígeno disuelto y la demanda biológica de oxígeno DBO.

La medición de la DBO se lleva a cabo en el laboratorio y establece una relación entre el oxígeno consumido y la cantidad de materia orgánica presente en el líquido. Para realizar esta medición se realizan distintas diluciones del efluente con agua, colocándose a incubar en total oscuridad, durante 5 días a 20 °C, finalizado este tiempo se tomará como referencia, el tubo cuya concentración de oxígeno disuelto se encuentre entre el 40 y el 70% del oxígeno de la muestra diluida.

Si tenemos en cuenta que el proceso de oxidación biológica total es teóricamente grande, pero que a los fines prácticos la misma se considera completa a los 20 días, vemos que la medición de laboratorio (5 días) solo mide una parte de la DBO real que corresponde a los compuestos carbonados del efluente. Si bien estos forman la mayor parte del líquido estudiado, solo representan del 70 al 80% de la demanda total.

Para evitar falsas lecturas es importante cuidar algunos detalles como:

A/ Junto al agua de dilución conviene agregar una pequeña cantidad de líquido cloacal doméstico para evitar la posible falta de bacterias, debido a la desinfección realizada con cloro o hipoclorito (poco probable).

B/ Mantener un pH estable mediante sustancias reguladoras, como así también agregar mínimas cantidades de fósforo, calcio, magnesio, etc. para favorecer el crecimiento microbiano.

C/ Las algas deben ser separadas ya que como la DBO se realiza en total oscuridad, las mismas alterarían la técnica de dos maneras, por un lado consumirían oxígeno para su respiración y por otro las que mueren pasarían a formar parte de la materia orgánica debiendo las bacterias consumir oxígeno extra para degradarlas.

MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD

Taludes: deben ser bien diseñados, permitir el tránsito por los mismos con materiales resistentes a la erosión (más económicos en el tiempo).

Dimensiones: deberá ajustarse según las necesidades ya que si son muy chicas producen olores y efluentes de baja calidad, pero si están sobredimensionadas al no llenarse favorecen el crecimiento de la vegetación en el fondo de la misma y la proliferación de vectores.

Orientación: se deberá tener en cuenta los vientos predominantes por dos motivos fundamentales, por un lado el oleaje producido por el mismo puede erosionar los taludes y por otro la dispersión de olores hacia lugares poblados puede ser un problema a tener en cuenta.

Control de la vegetación: es importante por estética y para evitar producción excesiva de vectores.

Cambios de aspecto: los cambios de color se producen por sobrecarga y por aumento o disminución de la concentración de algas (el deseado es un color verdoso), los olores desagradables son motivados por la producción de gas y el aumento de la anaerobiosis.

Registros: es interesante controlar pH, oxígeno disuelto, caudales ingresados y su DBO, controles climáticos, etc.

SISTEMAS DE AIREACIÓN

Existen diferentes sistemas de aireación, los cuales aportan oxígeno a los microorganismos que degradan la materia orgánica para su actividad y producen una agitación que favorece el contacto entre estos tres elementos.

Entre los diferentes modelos encontramos los aireadores de superficie que producen oxigenación a partir de la potencia generada por m³ de depósito y los aireadores por difusión que buscan el mismo propósito por medio de pequeños caudales de aire y con burbujas muy finas. La agitación debe ser lo suficientemente importante para asegurar una buena homogenización y evitar la deposición de sedimentos. Entre los aireadores de superficie tenemos el tipo turbina de eje vertical y baja velocidad que aspiran el agua por su base inferior y la proyectan luego lateralmente estos pueden ir montados en bases fijas o por medio de flotadores.

También son de amplia difusión los aireadores por aire comprimido que inyectan aire a presión en la masa líquida, mediante difusores de aire. Los difusores porosos están formados por platillos invertidos, de material poroso, sobre bases fijas, que constituyen los alimentadores sumergidos del sistema.

Otro sistema de inyección de aire son los de boquilla, que colocados en el fondo de la laguna producen una turbulencia en forma de cono, las burbujas son de tamaño medio. Estos sistemas están alimentados por estructuras sumergidas igual que el sistema poroso.

BARROS ACTIVADOS

El agua residual que contiene sustancias biológicamente degradables en presencia de microorganismos, produce una masa de sólidos sedimentables, conocidos con el nombre de barros activados. El objetivo perseguido es la estabilización del efluente mediante el empleo de materia orgánica como sustrato para el desarrollo de la flora microbiana apropiada.

Sistema clásico: este está formado por tres etapas fundamentales: un tanque primario de sedimentación que retiene los sólidos sedimentables del agua a tratar, una pileta de aireación donde se mezclan el agua a tratar y los barros activados, en esta pileta el sistema de aireación es constante y por

último un clarificador donde por sedimentación se separan el agua tratada de los barros, que son recirculados a la pileta anterior. Este sistema logra reducciones de D.B.O. del 90 al 95 %, como desventaja debemos citar que solo es eficiente en efluentes de baja carga orgánica. Es por eso que dada la gran cantidad de carga orgánica de los líquidos residuales de la industria frigorífica (en especial la sangre) solo es útil luego de otro tratamiento que produzca una reducción de la D.B.O.

LECHOS BIOPERCOLADORES

Estos son un soporte donde se desarrolla una película biológica. En estos soportes la proporción de piedra es de 52% con respecto a un 48% de espacio libre entre estas, es precisamente este espacio la parte más importante de esta estructura por donde circula el agua a tratar y el aire.

En la superficie de las piedras se produce una adsorción de bacterias que van a dar origen a una masa biológica (**zooglea**), la cual al estar en contacto con el agua capta las partículas orgánicas en ella contenidas (grasas, carbohidratos y proteínas) son desdobladas por enzimas y luego oxidadas y utilizadas para la formación de nuevas bacterias. Esta actividad se mide por el porcentaje de la D.B.O. removida.

Los lechos biopercoladores pueden ser aeróbicos o anaeróbicos si el sistema es aeróbico debe ser garantizada una cantidad de oxígeno que sea transferida al agua, cubra los requerimientos de la D.B.O. de esta y que mantenga un residual de 2 a 3 mg/litro. Para que esto sea posible es necesario que el líquido sea aireado constantemente (recordar que el máximo de solubilidad del oxígeno a 20° C es de apenas 8 mg/litro). Por las razones antes nombradas en los lechos encontramos una capa superior de un color marrón o verde (aeróbica) y una capa inferior de color negro (anaeróbica) porque la llegada de oxígeno es dificultosa y lenta. Los productos del metabolismo son los propios de cada proceso, siendo similares a los resultantes en las lagunas. El exceso de película biológica es arrastrado al efluente donde se elimina por sedimentación simple.

La película biológica está formada por una gran cantidad de organismos que se alimentan de ellos (bacterias, parásitos acuáticos, gusanos, larvas de insectos, arañas, etc.)

Elementos constitutivos de un lecho biopercolador: los elementos que constituyen este sistema son básicamente dos:

1. El lecho o medio de soporte.
2. El mecanismo para distribuir uniformemente el líquido sobre el lecho.

Medio de soporte: como se dijo anteriormente está constituido por piedras o agregados gruesos que sirvan de medio de retención de microorganismos. El material a elegir deberá ser *homogéneo, limpio, resistente e insoluble*, en general se utilizan materiales del lugar que posean bordes angulosos. Los lechos por lo general son de forma redonda, cuanto mayor sea la superficie mayor será su eficiencia en la remoción de la D.B.O.

Mecanismo de distribución: son los elementos por medio de los cuales se distribuyen los líquidos a tratar uniformemente sobre las piedras del soporte del lecho, estos pueden ser fijos o giratorios, ambos alimentados por una estación de bombeo. El giratorio es más eficiente ya que riega la superficie del lecho biológico en forma intermitente.

Características de funcionamiento:

1. Cuanto más lenta sea la carga hidráulica mayor será la eficiencia del lecho.
2. La mayor o menor carga orgánica no modifica la eficiencia, mientras no se altere la carga hidráulica.
3. La buena ventilación del lecho es una condición indispensable para el correcto funcionamiento de la flora bacteriana asegurándole las condiciones aeróbicas que estas necesitan. La circulación del aire en el lecho se realizará de abajo hacia arriba cuando las piedras estén más calientes que el ambiente y de arriba hacia abajo cuando estén más frías que este.
4. A mayor T° mayor actividad biológica.

5. La recirculación del líquido favorece el tiempo de contacto del líquido y el lecho, favorece la resiembra con bacterias aclimatadas al medio y produce auto limpieza.

PLANTAS COMPACTAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Estas plantas de tratamiento pueden ser de diferentes materiales como hierro, hormigón armado, P.R.F.V. (fibra de vidrio), etc. pudiendo estar sobre la superficie o debajo de esta, por su capacidad y eficiencia son utilizados en industrias pequeñas y en conglomerados humanos formados por 50 a 200 personas. Algunas están formadas por módulos de P.R.F.V. que se pueden colocar en serie para mejorar su capacidad.

El tratamiento en estas plantas se basa en el principio de oxidación producidos por los barros activados (*obtenidos por aireación sucesiva de líquido cloaca*) y aireación extendida, similar al de la naturaleza pero ayudado por la inyección de aire que acelera el proceso de biodegradación del líquido contaminante.

La aireación extendida es un proceso de tratamiento de agua residual por barros activados de muy débil carga, es decir la relación entre la cantidad de alimento o carga orgánica y la cantidad de microorganismos es muy baja.

Las bacterias son puestas en una fase de auto oxidación, llamada de respiración endógena que las obliga a sacar de la propia sustancia la energía necesaria para su actividad y reproducción. Por lo tanto, la materia orgánica aportada por el efluente es íntegramente utilizada por los microorganismos en suspensión, los que no solo actúan sobre los elementos carbonados sino también sobre los nitrogenados.

La depuración es cercana al 90%, obteniendo valores de vertido iguales o inferiores a 50 mg/litro.

Descripción del sistema

El sistema está compuesto por las siguientes unidades:

- Cámara de digestión anaeróbica

- Cámara de aireación
- Cámara de sedimentación
- Cámara de cloración, con bomba dosificadora.
- Soplador comandado por un timer (control de tiempo) ajustable según D.B.O. y oxígeno disuelto.

DESINFECCIÓN Y CLORACIÓN

El cloro puede utilizarse para una amplia variedad de fines en el tratamiento de líquidos residuales.

En nuestro medio se lo usa casi exclusivamente en la desinfección final de los efluentes de plantas de tratamiento, sin embargo el cloro puede perfeccionar los procesos de tratamiento de diferentes formas:

1. contribuye a reducir la D.B.O. cada mg/l de cloro agregado al líquido residual clarificado o crudo reducirá la D.B.O. en aproximadamente 2 mg/l.
2. aumenta el rendimiento de sedimentación.
3. mejora la clarificación por los procesos de precipitación química.
4. aumenta la separación de grasas permitiendo la flotación al romperse las emulsiones.
5. perfecciona el funcionamiento del lecho biopercolador reduciendo o eliminando el estancamiento y evitando las moscas de filtro mediante la remoción de las zonas de proliferación, en el material orgánico sobre la superficie del filtro.

En el proceso de desinfección, dado que el cloro mata las bacterias del líquido residual, las reacciones sépticas se reducen o se eliminan por completo. Estas reacciones bacterianas sépticas son las causantes de los malos olores.

El líquido residual contiene infinidad de sustancias que se combinan con el cloro, por ejemplo en presencia de amoníaco se forman cloraminas. Para que el cloro o las cloraminas puedan atacar o matar bacterias deben ser satisfechas todas las otras reacciones químicas directas y producir un residuo mínimo de cloro o cloraminas. La demanda de cloro estará en relación con la

cantidad y clase de sustancias químicas presentes en el líquido, al tiempo de contacto y a la temperatura.

Debe tenerse en cuenta que en el proceso de desinfección es importante el tiempo el tiempo de contacto del cloro y el líquido a tratar, por eso se debe prever instalaciones que permitan un tiempo de contacto adecuado.

Según el informe de F.Eugene McJunkin “**Agua y salud humana**” publicado por la Organización Panamericana de la Salud, la cloración utilizada con el único fin de eliminar patógenos, es cuestionada en cuanto a su efectividad para proteger la salud pública. Esta afirmación se basa en un estudio realizado que demuestra que por las características de combinación antes mencionadas (con formación de cloraminas menos efectivas como desinfectantes que su precursor) el cloro es efectivo en la remoción de bacterias, pero su acción sobre virus y parásitos es incierta.

Por último debemos resaltar que los diseños realizados en los distintos tratamientos de aguas residuales, no apuntaban a eliminar patógenos sino a disminuir la carga orgánica y disminuir la D.B.O. para impactar con menor intensidad en los lechos receptores. A pesar de ello diremos que la remoción de patógenos se realiza en todos los pasos del tratamiento citados en este trabajo con distinta efectividad:

Tratamiento primario: depende del tamaño del microorganismo y aumenta con floculación y coagulación previos a la sedimentación.

Organismo	% de remoción
Virus	0 – 30%
Bacterias	50 – 90%
Protozoarios	50 – 90%
Helmintos	90 – 99%

Tratamiento secundario: (lechos biopercoladores)

Organismo	% de remoción
------------------	----------------------

Virus	15 – 75%
Bacterias	80 – 95%
Protozoarios	80 – 95%
Helmintos	80 – 95%

Tratamiento secundario: (estanque de oxidación)

Organismo	% de remoción
Virus	99.99%
Bacterias totales	99%
Coliformes	60 – 99.99%
Salmonella typhi	99.5%
P. aeruginosa	99.69%

Por lo expuesto podemos afirmar que el mejor método de remoción de organismos patógenos esta dado por las lagunas de oxidación. En estos sistemas algunos investigadores informan sobre una remoción de coliformes de 70 – 85% a 20° en 3.5 días y de 80 – 99% con 10 a 30 días de retención. La remoción se mejora con estanques colocados en serie, se ha informado que 3 o más estanques en serie producen una remoción superior al 99.99%.

De lo expuesto anteriormente, se desprende que sin modificar los tratamientos preexistentes, se puede mejorar su funcionamiento con solo disminuir tanto el volumen como la DBO de los líquidos volcados a los mismos, algunas medidas que tienden a esto son:

Uso racional del agua: debemos recordar que si bien el 75% de la superficie terrestre esta cubierta de agua, solo el 3% es agua dulce, de los cuales 2% se encuentra congelada en los glaciares y solo el 1% esta disponible y de fácil acceso. Esto nos debe hacer reflexionar no solo en no contaminar las aguas superficiales, sino además no abusar de la utilización de los acuíferos subterráneos, como el Puelche, de donde se abastecen la mayor parte de las plantas procesadoras de alimentos.

Como la toma de conciencia sobre la importancia del agua se está instalando lentamente y recién en los últimos tiempos en nuestra población, la industria de los alimentos, muy preocupada por la inocuidad, no prestó atención al derroche de agua ya que parecía “*que cuanto más agua uso mas limpio esta todo*”. Desde hace tiempo sabemos que el uso excesivo de agua no tiene efecto sobre la limpieza por si sola y además la humedad facilita el desarrollo bacteriano y formación de biofilm de muy difícil remoción, por lo que comenzamos a trabajar en planes que permitan desde la concientización y el control disminuir al máximo el posibles derroche de este vital elemento.

Algunas de las causas detectadas que favorecen pérdidas innecesarias son, mangueras sin picos dosificadores a gatillo que interrumpe la salida de agua en forma inmediata cuando se deja de presionar, pérdidas en lavamanos y esterilizadores por desborde o por encontrarse las válvulas accionadas a rodilla o pedalera trabadas, fugas en uniones, codos, etc. de cañerías de agua en diferentes sectores. Debemos cambiar de una vez y para siempre la cultura del derroche.

Limpieza en seco: desde siempre la limpieza de planta se realizó, arrastrando los residuos como estiércol, sangre, contenido ruminal e intestinal, grasa, aserrín de hueso, restos de músculo y vísceras, etc., mediante el arrastre por agua con mangueras de gran presión. Este sistema no solo ocasiona una pérdida de grandes volúmenes de agua, sino que además barre gran cantidad de residuos sólidos a los desagües, aumentando la carga orgánica del efluente y por consiguiente el DBO del mismo.

Si en cambio previo a la limpieza húmeda se procede a una limpieza en seco, los residuos recuperados serán enviados a digestores de planta o a contenedores que serán enviados a relleno sanitario al CEAMSE u otro destino que permita un mejor uso de los mismos.

Uso de productos biodegradables: Los productos de limpieza tradicionales, generan condiciones desfavorables al desarrollo bacteriano, por ser muy tóxicos y además se mantienen por mucho tiempo en el medio ambiente. El uso de detergentes y otros productos de limpieza biodegradables tienen menor impacto sobre los complejos y delicados ecosistemas de las lagunas de estabilización.

Conclusión: Por las condiciones de abundancia geográfica de nuestro país, la mayoría de nuestros compatriotas, está convencido que los recursos naturales como el agua, el suelo y el aire son inagotables. Pero a la luz de los acontecimientos mundiales y el avance de los medios de comunicación, lentamente nos vamos dando cuenta que esos que parecían infinitos son en realidad elementos indispensables para la vida, tal como la tenemos concebida y las futuras generaciones, dependen de un uso responsable de los mismos.

Será fundamental entonces que todos nos comprometamos desde nuestros lugares, para producir un cambio cultural que detenga el avance del deterioro ambiental en nuestro país.

Desde nuestro Organismo el SENASA, dedicado a garantizar la inocuidad y calidad de los agroalimentos, vemos que cada día en nuestro trabajo que la prevención es mas efectiva que la intervención y así contamos con planes de control de residuos, evitando que estos se incorporen a los alimentos, sistemas como el HACCP, las GMP, POES, etc., que aseguran la inocuidad.

Considerando al agua como el alimento insustituible que es, estamos seguros que el cuidado preventivo de este elemento, será en el futuro el único que nos asegure un libre y económico acceso al mismo para toda nuestra población. Como Organismo estamos avanzando en ese sentido con medidas de fomento y promoción como la capacitación y divulgación, en cursos aprobados por el INAP, sobre aguas y efluentes líquidos. Con medidas de acción directa sobre la aprobación de productos biodegradables, más amigables con el medio ambiente, que interfieren con los procesos biológicos de los tratamientos de agua, proyectos de uso racional de agua en plantas procesadoras de alimentos, retiro de residuos en seco antes del proceso de lavado evitando el arrastre de los mismos a los sistemas de tratamiento.

Estas medidas tendrán un impacto directo sobre los sistemas preexistentes ya que disminuirán la cantidad de agua utilizada y por consiguiente aumentarán el tiempo de retención en las plantas purificadoras, favoreciendo los importantes procesos biológicos que en ellas se producen. Sumando a esto una menor carga orgánica inicial (DBO) debida a la limpieza

en seco y a la disminución del daño bacteriano en los digestores biológicos por el uso de productos biodegradables.

Si bien es nuestra obligación moral y como funcionarios públicos tomar toda medida de acción directa que tienda a mejorar y proteger el medio ambiente, debemos recordar que nada será más efectivo y duradero que la concientización del mayor número de personas a través de la capacitación y la más amplia difusión. Debemos recordar que nadie se compromete con lo que le es ajeno o desconocido, además sabemos que la solución al problema ambiental no depende solo de un Decreto o una iniciativa sectorial, por bien intencionados que estos sean, sino del compromiso y la participación de todos los sectores de la población, incluidos el Estado Nacional, Provincial, Municipal, sistema educativo, ONG, etc.