

Diseño de un sistema de tratamiento de efluentes provenientes de raceways en camaronera, basado en un sistema de filtros físicos – biológicos

Irene Quirola Calderón¹, Rosa Veintimilla Mariño², Jerry Landivar³

RESUMEN

El uso de raceways a nivel mundial se lo ha utilizado como sistemas de post-hatchery, mejorando la interfase laboratorio – camaronera y aumentando la supervivencia en este ultimo, puesto que el animal es criado con un manejo de laboratorio pero con el agua de las camaroneras lo que ha asegurado una mejor adaptación y animales mas resistentes y fuertes al momento de ser sembrados en las piscinas camaroneras.

En la actualidad dentro del sector camaronero se están utilizando raceways, pero no poseen sistemas de tratamiento de aguas en las camaroneras, es por esto la necesidad de implementar nuestro sistema de filtración natural para depurar aguas, así de esta manera mejorar la calidad del mismo que va ser utilizada en los raceways, así también mejorar la calidad de vida del camarón y tener una mejor calidad de agua en el momento del descargue hacia el medio ambiente.

Como ya se conoce, los mejores rendimientos en camaricultura son alcanzados en condiciones ambientales optimas, es por esto que nuestro sistema de filtración de aguas es necesario ya que de esta manera el animal se desarrolla en un ambiente propicio lo que incrementa sus posibilidades de supervivencia, y reduciendo a la vez las enfermedades, las cuales son generalmente oportunistas cuando los animales se encuentran en condiciones adversas.

La finalidad de nuestro proyecto es implementar un sistema de bajo costo en el cual se utilizaran recursos naturales del entorno que permitan durante el recorrido ir mejorando en calidad a través de la reducción de sólidos suspendidos, DBO, pH y formas nitrogenadas tóxica, comparándolo con un Programa De Diseño y Calculo De Depuradoras, el cual no es tan económico por su infraestructura pero es una buena opción, si es que la camaronera donde se lo quiera implementar cuente con recursos económicos.

Abstract

The use of raceways, at global level, has been used as a post hatchery system, improving interface lab - shrimp farms; increasing survival in this last one, since the animal is bred with a laboratory management but with the water of the shrimp farms; this has ensured a better adaptation and more resistant and strong animals when being planted in the shrimp pond.

At present time raceways are getting used in shrimp activities, but in the shrimp farms there are not water treatment systems, it's because of this the need to implement our natural filtration system to purify water, and thus improve the quality of the same which will be used in the raceways, and also improve the quality of shrimp life and have a better quality of water at the time of discharge to the environment.

As is known, the best yields in shrimpculture are reached when environmental conditions are optimal, which is why our system of water filtration is necessary because in this way the animal can get developed in an environment which increases their chances of survival, and while reducing diseases, which are usually opportunistic when animals are in adverse conditions.

¹ Ingeniero Acuicultor, 2008, ESPOL,

² Ingeniero Acuicultor, 2008, ESPOL,

³ Director de Tesis, Acuicultor, Subdecano de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

The aim of our project is to implement a low-cost system in which there will be used natural resources of the environment that allow during the course the improve of quality through the reduction of suspended solids, BOD, pH and toxic nitrogenous forms, comparing this project with a Program of design and calculation of sewage treatment plants, which is not economic because of it's infrastructure but it is a good option, if the shrimp farm where it wants to deploy counts with economic resources.

INTRODUCCIÓN

Los residuos de los camarones se vierten directa e indirectamente en los estuarios.

Por mucho tiempo se creyó que estos cuerpos de agua eran capaces de admitir cantidades ilimitadas de tales desechos, sin perturbar el equilibrio ecológico de los organismos que los habitan. Actualmente se posee un mejor conocimiento de los efectos que estos ocasionan en los diferentes niveles tróficos de los ecosistemas acuáticos.

El crecimiento poblacional y el desarrollo industrial han dado lugar a que aparezcan desechos más complejos, difíciles de tratarlos y controlarlo, e inclusive de identificar su presencia en el agua.

No obstante, en la medida que el crecimiento de la industria del cultivo del camarón ejerce mayor presión en los recursos naturales costeros, se hace cada vez más necesaria la implementación de técnicas y formas de manejo del cultivo que contribuyan a reducir los impactos ambientales y ayuden a sostener la base natural de recursos (Rojas et al., 2005).

La protección del ambiente es una tarea vital para la sociedad actual. El reto, detener el deterioro progresivo, producto de la explotación incontrolada de los recursos naturales y la contaminación. Para evitar la contaminación es necesario realizar el tratamiento de los desechos, con la adecuada calidad. El costo bruto siempre será creciente de acuerdo con la calidad del proceso.

El diseño del sistema de tratamiento de agua dirigido hacia las camaronerías, es muy importante para poder convertir el residual crudo en residual tratado hasta un grado tal, que al ser vertido no ocasione daños al individuo ni al medio ambiente.

De esta manera, se estará conservando el recurso agua cumpliendo con la ley de reglamento de prevención y control de la contaminación ambiental y del código de salud, cuyo Decreto Supremo N° 374 fue expedido el 21 de mayo de 1976 y publicado en el registro oficial N° 97 del 31 de mayo de 1976, y su finalidad fundamental es precautelar la buena utilización de los recursos naturales del país en pro del bienestar individual y colectivo.

Entre las normas para la preservación del medio ambiente tenemos el Plan Operativo para el manejo de Desechos que propone iniciar acciones concretas para alcanzar aire puro, agua limpia y suelo sano, como parte de las finalidades de las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador, expedida en el decreto Ejecutivo 1802 (R.O. 456, 01, 06, 94), y del Plan Ambiental Ecuatoriano que contiene la propuesta de Políticas y Estrategias Ambientales para sectores y ecosistemas, entre ellas se menciona las de saneamiento de las aguas municipales, de manejo de desechos sólidos y de reconversión de procesos productivos industriales, mineros, agrícolas, de la construcción en general, las políticas aludidas también señalan el control de la emanación de gases de la combustión de fuentes móviles: automotores de trabajo y transporte acuático, marítimo, aéreo y particularmente, el terrestre.

Por tales razones el tópic se proyecta a contribuir con la protección del ambiente, al tratar efluentes de las camaronerías, reduciendo los parámetros de contaminación hasta los niveles exigidos por las autoridades de control ambiental (MIDUVI) y de esta forma continuar garantizando la supervivencia de la industria camaronesa.

A pesar de existir diversos métodos de tratamientos de efluentes, es importante elegir aquel que garantice la mayor eficiencia de eliminación de contaminantes con costos reducidos de construcción y de explotación.

MARCO TEÓRICO

1.- GENERALIDADES.

1.1.- Impacto de las camaroneras con respecto al medio ambiente.

Los impactos sobre la producción camaronera en Ecuador están gobernados por la naturaleza y fundamentalmente por eventos climáticos de gran escala.

El deterioro ambiental y las fluctuaciones causadas por eventos climáticos de gran escala nos conducirán a adoptar sistemas que reduzcan la interacción con el medio circundante y permitan un mayor control sobre las variables que afectan la tasa de crecimiento y la supervivencia. (Panorama Acuícola.htm)

En los últimos años se han generalizado las críticas de impacto ambiental y social asociadas al cultivo de camarón en el mundo. Sin embargo, se han realizado muy pocos esfuerzos para evaluar en forma objetiva el estado ambiental y socioeconómico del cultivo del camarón. Con el fin de documentar esta problemática, entidades tales como el Banco Mundial (WB), World Wildlife Fund (WWF) y la Fundación MacArthur financiaron la realización de un proyecto de casos de estudio a nivel mundial para documentar las prácticas de manejo empleadas en el cultivo de camarón, considerando los impactos positivos y negativos del cultivo del camarón, y sugerir prácticas para mejorar el desempeño ambiental y socioeconómico.

1.2.- Importancia del uso de depuradores de agua.

Para que el proceso de depuración biológica tenga lugar, además de la biodegradabilidad del agua residual, es necesario que los demás parámetros se encuentren dentro de los niveles permisibles.

1.3.- Precría en raceways.

En los sistemas de raceways, se entiende que se opera en un área de mejoramiento postlarval, donde la buena salud está basada en un ambiente de notable calidad y adecuada nutrición en calidad y cantidad. Por lo que debe mantenerse inalterable las condiciones físico-químicas y biológicas del agua.

Efectuar análisis patológicos y microbiológicos. Diariamente se debe observar: Actividad, como es el nado, textura, revisión del tracto intestinal, condiciones de branquias, periópodos, pleópodos y antenas.

2. FUNCIONAMIENTO DE LOS RACEWAYS.

2.1 Ubicación geográfica.

En el Ecuador existen un total de 949 camaroneras ubicadas en zonas altas y zonas de playas y bahías, las cuales desarrollan su actividad en las provincias del Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro.

Tabla # 1. Distribución de las camaroneras autorizadas por provincias y hectáreas.

Provincias	ZONA ALTA		ZONA PLAYA		TOTAL	
	camaroneras	Has.	camaroneras	Has.	camaroneras	Has.
Guayas	479	74.112	519	31.370	998	105.482
El Oro	157	12.292	292	12.341	449	24.633
Manabí	213	6.961	196	5.498	409	12.459
Esmeraldas	100	8.711	80	1.243	180	9.954
TOTAL	949	102.076	1.087	50.452	2.036	152.528

La camarонера en la cual implementaríamos nuestro proyecto se llama Pesquera e Industrial Bravito; la cual se encuentra ubicada en la Isla Bravito – Archipiélago de Jambelí provincia de El Oro.

2.2 Descripción de los raceways en las camaroneras.

Según el protocolo de manejo de raceways en ciertas camaroneras es la siguiente:

- **Infraestructura**

En algunas camaroneras se utilizan así, que el área de raceways consta de 4 tanques de 25 Ton, y uno de 30 Ton, para abastecer a los Raceways; área de máquinas, 1 bomba de agua, 2 blowers, filtro de arena y grava, difusores de aire, filtros de bolso. Se cuenta con un pequeño Laboratorio para analizar el camarón y hacer la calidad de aguas.

- **Procedimientos:**

A.- PREPARACIÓN DE TANQUES

B.- PREPARACIÓN DE MATERIALES

C.- LÍNEA DE AIRE

- **Limpieza**

La limpieza es diaria se sifonea, limpieza de paredes y filtros. Además se realizan recambios de agua en porcentajes que van del 25 %, 30 %, 50 %, dependiendo del estado del agua. La primera renovación de agua, se la hace después de los 4 días de siembra, es del 10 %. Las siguientes son de dos veces por semana y de 15 % cada una, mas dos horas de flujo continuo.

El uso de desinfectantes del agua está supeditado a las cargas bacterianas. Algunos de los productos que se utilizan son: yodo y ajo deshidratado.

La determinación de la densidad de siembra va condicionada de acuerdo al peso promedio de camarón en el raceways que queremos obtener. Este factor depende de la calidad de agua y la alimentación a proporcionar.

2.3 Diversos tipos de sistemas de filtración usados en camaroneras.

Filtros Mecánicos.

Este tipo de filtros actúa reteniendo la suciedad del agua al hacer circular esta a través de un material filtrante. Sólo es capaz de limpiar del agua partículas hasta un determinado tamaño. Las partículas muy

pequeñas pueden atravesarlo sin quedar retenidas, pero este tipo de partículas no influye en la suciedad visible del agua.

Los más comunes son:

- Cribas.

Consiste en la colocación de una malla que se encuentra cruzando la trayectoria del flujo de tal forma que el fluido debe pasar a través de ella.

- Filtros de arena

Los filtros de arena consisten en una capa de arena o cualquier otro material particulado a través de] cual se fuerza el paso del agua, el filtrado es un proceso mecánico mediante el cual las partículas grandes quedan atrapadas en la arena, en los espacios entre grano y grano.

- Filtros de tierra de diatomeas

Son principalmente filtros mecánicos que se utilizan donde la claridad del agua debe ser alta o donde la población de bacterias en el agua se quiere mantener baja, debido al pequeño diámetro de las partículas (mínimo 0.1 m).

- Sedimentadores

La sedimentación por gravedad utiliza la fuerza de la gravedad para extraer partículas de un fluido. Se puede realizar en tanques de sedimentación que tiene un área de influente, efluente, sedimentación.

Filtros Químicos.

Bajo esta denominación se agrupan sistemas de filtrado cuya función primordial es modificar las características químicas del agua.

Filtración biológica.

El amoníaco y el nitrito son buenos indicadores de la calidad del agua total, y serán utilizados en esta discusión describir los requisitos del biofiltro para el mantenimiento de las condiciones del "filón marina".

2.4.- Determinación y cálculos de los contaminantes en un raceways típico.

Los expertos indican que el efecto adverso provocado por los efluentes de los raceways sobre la calidad del agua de los estuarios y lagunas costeras depende de varios factores:

- De la magnitud de la descarga.
- De la composición química de los efluentes (sólidos suspendidos, nutrientes y materia orgánica).
- De la característica de las aguas receptoras (tasa de dilución, tiempo de residencia y calidad del agua).

2.5.- Criterios de la calidad del agua y la descarga según la ley ecuatoriana y las normas internacionales.

Generalmente el control de la calidad de agua se hace en función del oxígeno, temperatura, amonio, nitratos, nitritos, alcalinidad, dureza, sólidos suspendidos y materia orgánica para poder usarlas en el cultivo de larvas en raceways.

3. ELEMENTOS DEL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA.

3.1.- Diagrama de flujo del sistema.

El diagrama de flujo del sistema presenta un esquema en secuencia de todas las estructuras y materiales que utilizara nuestro sistema de filtración.

3.2.- Diseño del sistema.

Los filtros biológicos consisten en una fase sólida porosa (arena, rocas, ostras, conchas de crustáceos, etc.) sobre la cual crecen las bacterias nitrificantes. Las bacterias extraen sus nutriente, oxígeno y otras necesidades para su vida del agua que pasa por la parte sólida del filtro. Un filtro biológico simple consiste en una caja llena de rocas. El agua entra por la parte superior pasa por abajo a través del filtro y sale por un drenaje en la parte inferior de la caja.

3.3.- Predimensionamiento de las unidades del sistema.

El programa que utilizamos para este modelo de filtro físico – biológico, es el Programa De Diseño y Calculo De Depuradoras, de URALITA productos y servicios S.A.

El cual nos sugiere cada uno de los pasos a seguir para la obtención del mejor modelo a utilizar, con ayuda de los datos de la calidad del agua al momento de ingresar a nuestro sistema.

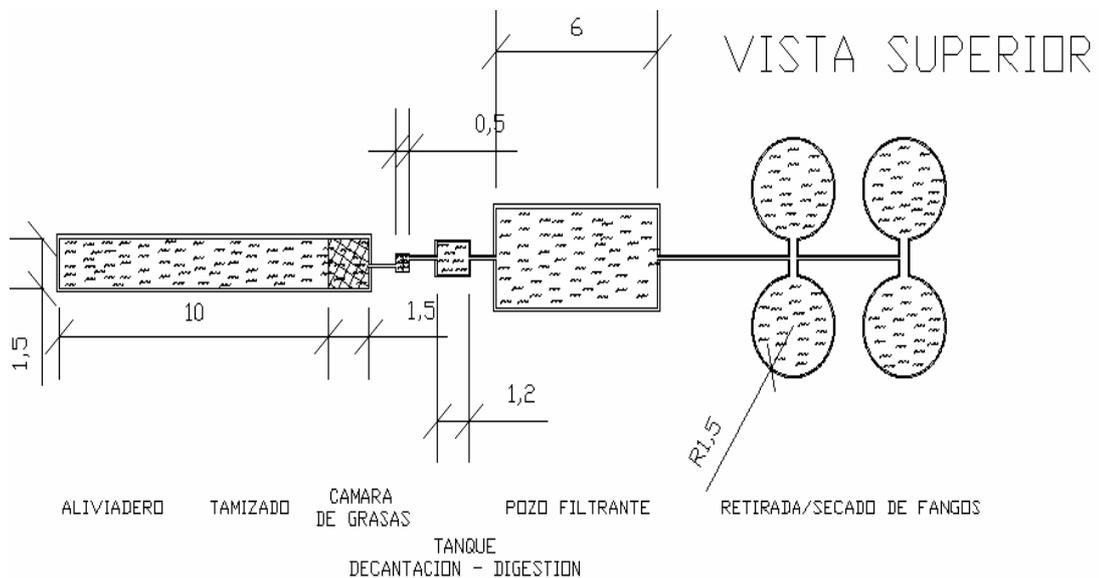


Figura 1. Predimensionamiento de nuestro sistema.

4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN.

4.1.- Cálculo de parámetros del sistema.

Los parámetros que vamos tomar en las muestras son los siguientes:

- PH
- Nitritos
- Nitratos
- Turbiedad
 - Sólidos en suspensión (totales)
 - DBO₅
 - Porcentaje de materia orgánica.

A continuación se adjunta una tabla de un análisis de los parámetros antes de utilizar nuestro sistema de filtración físico – biológico , el cual trataremos por medio de nuestro sistema reducir los parámetros para que sean de optimas condiciones y lograr un sistemas con reducción de contaminantes. Los análisis fueron realizados por espectro-fotometría (DR-2000).

Tabla # 2. Resultados del laboratorio bravito

CHA	PH	S ^o /oo	NO ₄ ⁺	PO ₄ ⁻³	NO ₃ ⁻	DBO ₅	TURBIEDAD
Mar-05	-	-	-	-	-	28,0	-
Abr-05	-	-	-	-	-	34,0	-
May-05	-	-	-	-	-	33,0	-
Jun-05	-	-	-	-	-	33,0	-
-Jul-05	-	-	-	-	-	28,0	-
Ago-05	-	-	-	-	-	31,0	-
Oct-05	-	-	-	-	-	7,0	99
Nov-05	-	-	-	-	-	12,0	81
-Dic-05	-	-	-	-	-	10,0	199
Ene-06	-	-	-	-	-	39,0	224
Mar-06	-	-	-	-	-	7,0	190
May-06	-	-	-	-	-	23,0	236
Jun-06	-	-	-	-	-	22,0	179
-Jul-06	-	-	-	-	-	44,0	159
Ago-06	7,9	37	0,44	0,13	15,1	62,0	152
Sep-06	7,6	36	0,02	0,02	6,2	30,0	68
Oct-06	7,7	35	0,15	0,05	5,1	14,0	120
Oct-06	7,9	40	0,13	0,25	2,7	17,0	199
-Dic-06	8,0	39	0,08	0,26	9,9	26,0	107
Feb-07	8,0	34	0,12	0,41	2,0	23,0	106
Abr-07	8,1	32	0,04	0,18	3,3	31,5	73
May-07	8,1	29	0,08	0,30	9,5	-	126

4.2.- Vida útil del sistema.

La vida útil de este sistema de filtración de agua dependerá básicamente del mantenimiento que se le pueda dar. Este mantenimiento es similar al que normalmente se le hace a las demás instalaciones de las camaroneras.

El tanque debe ser cubierto con pintura epóxica o recubierto de liner para aumentar su vida útil, similar a lo que se hace con los tanques reservorios y de larvicultura. Luego de cada uso debe asearse el fondo con

los sedimentos mediante el uso de chorros fuertes de agua dulce hasta dejar completamente limpio el tanque.

Las tuberías de pvc deben ser limpiadas y desinfectadas en los días de secado, básicamente con concentraciones diluidas de cloro y ácido.

La bomba al igual que los otros equipos deben tener un lapso de tiempo determinado entre cada mantenimiento, con el fin de revisar las partes mecánicas y eléctricas, evitando posibles daños cuando este en funcionamiento.

El sistema de filtración físico – biológico debe tener un trato especial, su limpieza será después de su uso con agua limpia de mar.

4.3.- Análisis de costos de la implementación del sistema.

Los costos presentados a continuación fueron obtenidos mediante cotizaciones de materiales y equipos a empresas nacionales e internacionales, donde sus precios son en dólares americanos.

UNIDADES	CANTIDAD	MEDIDAS	COSTO POR UNIDAD \$	COSTO TOTAL \$
Cemento	20 sacos	Kg.	6.70	134.00
Tubo PVC 2 pulg	4	mts	6.00	24.00
Malla larvera	5	mts	0.84	4.20
Cuartones	2	mts	7.20	14.40
Moluscos (conchas)	100	-----	0.18	18.00
Peces vivos	100	-----	0.00	0.00
Conchilla	20	Kg.	0.00	0.00

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La razón del creciente interés en un sistema de biofiltro general para producción de camarones radica, por un lado, en obtener una calidad óptima de agua y por otro lado, tener un control general del agua en el sistema además con la ventaja de no contribuir a la contaminación del medio.

El proceso de tratamiento de agua comprende la eliminación física de los sólidos suspendidos (materia orgánica), reducción del DB05, oxigenación eliminación de metabolitos, de agentes patógenos, químicos y contaminantes; obteniendo así los parámetros óptimos del agua para el descargue al medio ambiente.

La naturaleza de los desechos producidos en un cultivo de larvas de camarón en raceways hace indispensable el uso de unidades de tratamiento compactas con procesos como la remoción de sólidos suspendidos (decantación) y de los niveles de amonio (filtro biológico) para poder emplear un sistema de recirculación.

Los parámetros más críticos en larvicultura son amonio no ionizado (amoníaco), oxígeno disuelto, nitrito, pH, temperatura, y metales pesados. Solo con un seguimiento durante la producción a través de un monitoreo continuo se puede asegurar que los parámetros se encuentren dentro de los límites.

Desde el punto de vista ecológico, la cantidad de agua que es descargada en un sistema cultivo abierto, puede traer como consecuencia un impacto ambiental negativo y si lo vemos desde el punto de vista biológico, el ingreso constante de agua nueva resulta en alteraciones de variables que se encuentran estables en el medio de cultivo, mientras que en sistemas cerrados el ingreso de agua nueva es mínimo haciendo posible mantener un ambiente constante y óptimo para el organismo de interés (Losordo y Timmons, 1994). Además un filtro biológico puede ser útil para controlar parcialmente el medio bacteriano (Person-Le Ruyet, 1989).

Cuando los biofiltros están operando de una manera eficaz, el efluente tiene baja concentraciones de amoníaco y nitrito, estos dos compuestos son sumamente tóxicos para los organismos acuáticos (Wheaton et al. 1991). Esto quiere decir que la función principal de un biofiltro es la conversión del amonio a nitrito (bacteria autotróficas del género nitrosomonas) y nitrito a nitrato (bacteria autotrófica del género, nitrobacter) (Forote, 1974). El nitrito y nitrato son menos tóxicos que el amonio (Wheaton 1977). El propósito de los filtros biológicos es reproducir estos procesos en el sistema de cultivo con el fin de disminuir las cargas tóxicas del mismo.

RECOMENDACIONES

- ❖ En la actualidad en los raceways se exige la implementación de sistemas de depuración de sus efluentes, para reducir el impacto sobre los medios receptores.
- ❖ Las características físicas - químicas y microbiológicas del agua residual analizada, indican que el efluente a tratar es biodegradable, por lo cual se posibilita el empleo de un sistema de tratamiento biológico mediante lagunas de oxidación.
- ❖ Antes de realizar la construcción del sistema se recomienda tomar en cuenta el nivel freático para el sistema trabaje con pendiente y evitemos el uso de bombas.
- ❖ Tomando en cuenta parámetros como la característica del efluente, condiciones climáticas, disponibilidad de terreno y tipo de suelo, se ha diseñado nuestro sistema de tratamiento de agua.
- ❖ La unidad permitirá la eliminación de partículas sólidas, se reducirá el DB05 y los sólidos suspendidos.
- ❖ Es un proceso natural o casi natural, que puede ser implementado con relativa facilidad en las plantas empacadoras y empresas con descargas similares

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PROTOCOLO DE MANEJO DE RACEWAYS INLAFA S.A.
2. REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 204, 5 de Junio de 1989. Reglamento de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua.
3. POYECTO PUCE-UCO. PATRA (2000): “Reglamento de Calidad Ambiental en lo Relativo al Recurso Agua”. Ministerio del Ambiente.
4. TESIS DE GRADO. “Diseño de lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales provenientes de las industrias procesadoras de camarón”.
5. TESIS DE GRADO. “Diseño de un sistema de tratamiento de agua par su recirculación en laboratorios de larvas de camarón”.
6. ESTUDIO MULTITEMPORAL. “Áreas de manglares, camaroneras y salinas”. Subsecretaria de Pesca.
7. VALENCIA JORGE Arboleda, 2000. “Teoría y practica de la purificación del agua”, Mc Graw Hill, tomo uno.