IRTA

RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTÀRIES

"INVESTIGANT EL PRESENT, APROPANT EL FUTUR"

WWW.IRTA.ES

Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca

IRTA
RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTÀRIES

GESTIÓN DE RESIDUOS Y MANEJO AMBIENTAL

Curso de recirculación para acuicultura marina

Guadalajara, 27-28 Nov 06

PRESENTADO POR
Cristóbal Aguilera
IRTA- Sant Carles de la Ràpita
Noviembre 2006

Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca

IRTA
RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTÀRIES

ÍNDICE

01. INTRODUCCIÓN
02. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS
03. MANEJO DE LOS RESIDUOS
04. DIFERENTES MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE SÓLIDOS
05. DEPURACIÓN POR EDAR
06. LEGISLACIÓN
07. IMPLICACIONES MEDIOAMBIENTALES
08. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES
09. APLIACIÓN DE NORMAS ISO

Introducción

La intensificación de las técnicas de producción ha incrementado enormemente la contaminación orgánica procedente de los efluentes de las instalaciones en tierra.

Este problema, de envergadura creciente, se va a ver agravado por el hecho de que cada vez existirá una legislación más restrictiva y económicamente gravable.

Básicamente, y debido al incremento de la intensificación que se produce en los sistemas de recirculación, el incremento de las heces y de la alimentación no ingerida es el principal problema.

Características de los residuos

Generalmente, la contaminación se produce por la materia orgánica particulada, de modo que sólo la retirada física de la fracción sólida permitirá abordar la purificación del efluente.

En una instalación de recirculación, el ratio entre los sólidos en suspensión y el efluente es bastante menor de lo que en un principio pudiera parecer, por lo que es necesario utilizar pre tratamientos basados en la separación y concentración.

Características de los residuos

Los sólidos en suspensión, no son fáciles de estimar, pero en un sistema en recirculación y basándonos en los siguientes aspectos:

- Cantidad de alimento suministrado
- Calidad del alimento (composición)
- Digestibilidad del alimento
- Métodos de alimentación
- Porcentaje de agua renovada
- Hidrología de los tanques
- Densidad del cultivo

podemos establecer fácilmente el dimensionado del tratamiento del residuo para garantizar la eficacia.

Características de los residuos

Como hemos mencionado, la principal fuente de contaminación está relacionada directamente con el alimento. El porcentaje de pienso no ingerido suele estimarse en torno al 10-20%, la incidencia en el medio ambiente dependerá de los datos ratios de asimilación, conversión y de su contenido en nitrógeno y fósforo.

Por ejemplo, los valores para dorada y lubina, según el tipo de pienso son aproximadamente:

Impacto relativo en el agua en kg	Tipo de pienso		
	Granulado	Estruido nivel energético medio	Estruido nivel energético alto
Materia en suspensión	380,00	236,80	159,50
P	4,97	8,52	6,59
N	82,18	62,36	60,50

Fuente: Libro Blanco de la Acuicultura en España, 2001

Características de los residuos

En el caso de la trucha casi todo el pienso utilizado en las instalaciones (europeas) acuícolas es de tipo extruido. La carga contaminante depende de su rendimiento energético, pudiendo considerarse como valores medios los expresados en la siguiente tabla:

Impacto relativo en el agua en kg	Tipo de pienso (extruido)		
	Alta energía	Energía media	Baja energía
Materia en suspensión	111,60	136,00	177,60
P	4,09	4,80	6,10
N	21,00	25,60	33,30

Fuente: Libro Blanco de la Acuicultura en España, 2001

Características de los residuos

Los incrementos de concentración (diferencia entre la entrada y salida) de una instalación de acuicultura tipo de trucha antes de la aplicación de depuración se ha estimado en:

	Instalación tipo (trucha)				
	DBO5	**Materia en suspensión**	**P**	**N**	**NH4**
mg/l	1,09	1,60	0,66	0,35	0,22

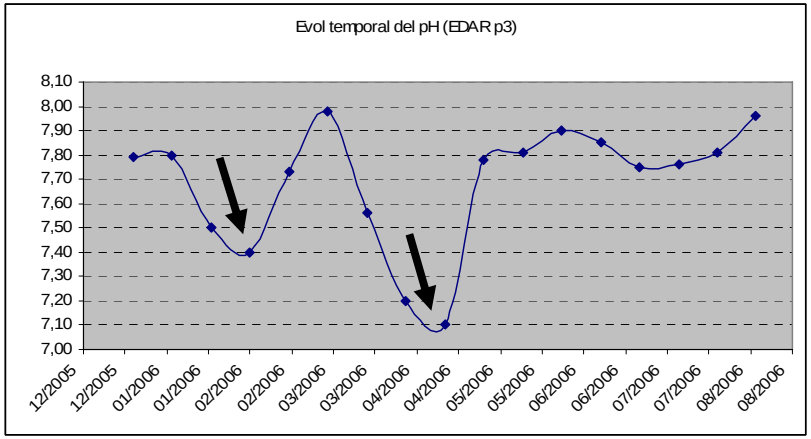
Para una instalación marina, en recirculación los valores llegan a:

	Instalación recirculación (marina)				
	DBO5	**Materia en suspensión**	**P**	**N**	**NH4**
mg/l	5,03	5,86	4,00	11,20	4,70

Características de los residuos

Por lo que la hora de determinar las características de un residuo procedente de un sistema de recirculación marino debemos tener en cuenta, algunos factores más que los que deberíamos observar en un sistema en abierto y con un menor nivel de intensificación, así es necesario prestar atención a:

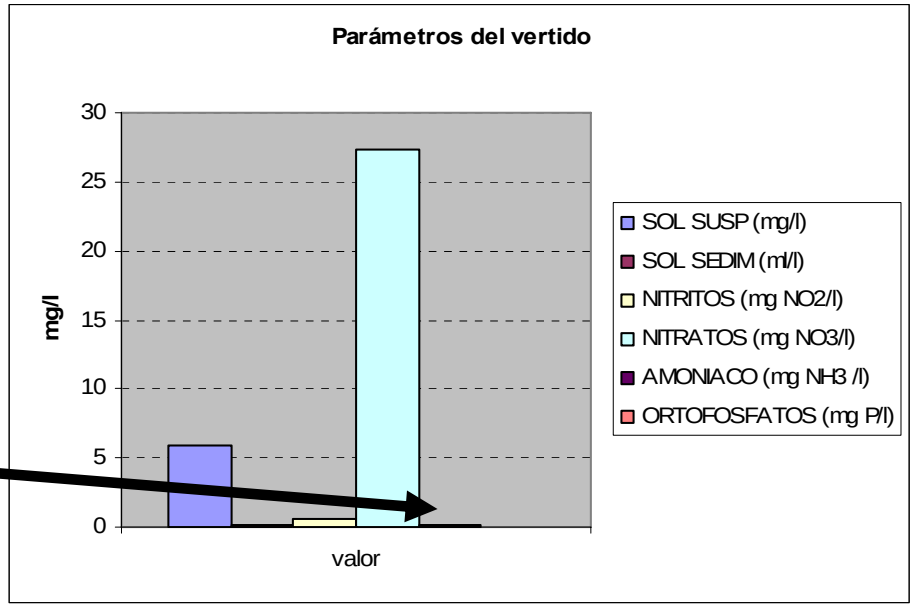
- Conductividad: que en un medio líquido está directamente relacionada con el pH y con la cantidad de sales en el medio
- pH



Características de los residuos

- Nitrógeno, en forma de:
  - Nitrito (NO_2^-)
  - Nitrato (NO_3^-)
  - Amonio (NH_4^+)
  - Nitrógeno total

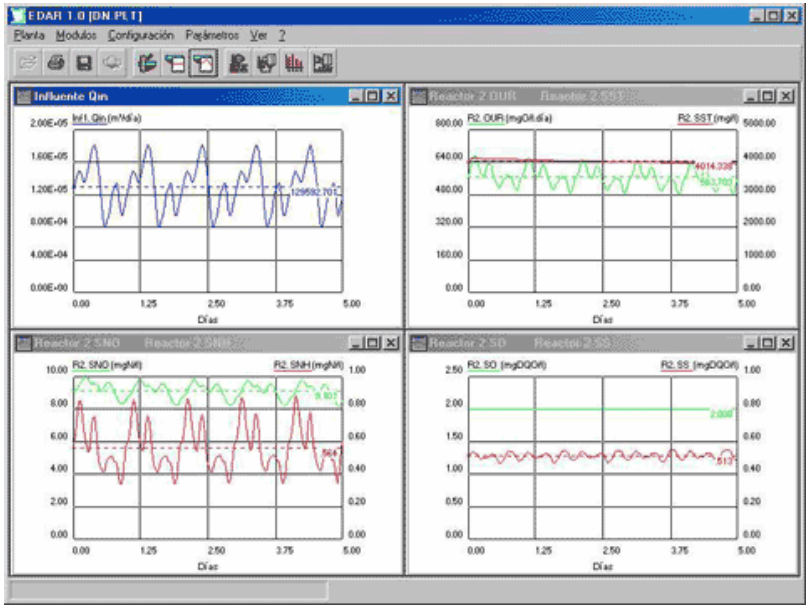
$$[N]vertido = \frac{kgN/día}{m^3/día} \cong mgN/L$$



El amonio es un compuesto tóxico para la fauna marina

Características de los residuos

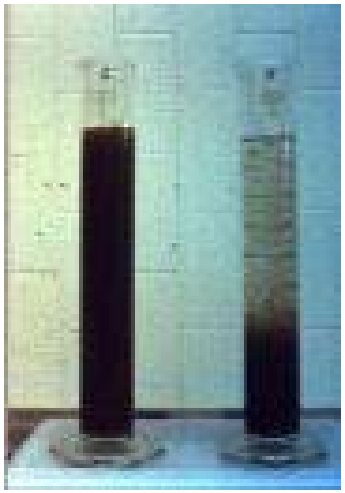
- Fósforo, en forma de:
  - Ortofosfato disuelto (PO_4^{3-})
  - Ortofosfato total
  - Fósforo total disuelto
  - Fósforo total



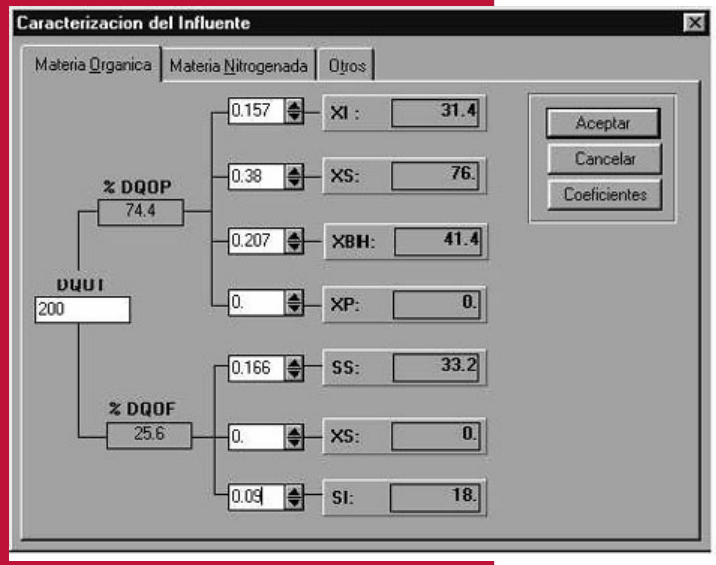
Los nutrientes en forma de fósforo y nitrógeno, al aumentar su concentración pueden provocar fenómenos de eutrofización

Características de los residuos

- Sólidos, en forma de:
  - Sólidos totales
  - Sólidos disueltos
  - Sólidos en suspensión
  - Sólidos orgánicos
  - Sólidos orgánicos en suspensión
  - Sólidos orgánicos disueltos
  - Sólidos sedimentables



Características de los residuos



- Aceites y grasas: afectarán a la estructura del tipo de asociación en el residuo
- Cloruros
- DQO: oxígeno requerido para descomponer las materias oxidables en condiciones de ensayo (1 litro de agua)
- DBO_5: oxígeno requerido para descomponer la materia orgánica en el medio
- Carbono total: necesario para saber si hay que aportar al medio elementos que contribuyan a su estabilización

Manejo de los residuos

Una vez caracterizado nuestro efluente, es posible determinar el modelo que mejor se adapte y realizar un diseño adecuado para manejar estos efluentes:

- Vertido libre
- Sedimentación natural
- Lagunajes dimensionados
- Depuración biológica
- Depuración completa
- Reutilización del agua depurada

Diferentes métodos de separación de sólidos

El principal problema, como hemos visto anteriormente, es la forma en la que podemos conseguir separar la fracción sólida:

- Sistemas gravitarorios
  - Tanques de sedimentación estándar
  - Tanques de sedimentación lamelar
  - Hidrociclones
- Sistemas mecánicos bajo presión
- Sistemas mecánicos gravitarorios
  - Filtros rotatorios de disco
  - Filtros rotatorios de tambor

Diferentes métodos de separación de sólidos

1.- Elevado tamaño del tanque

2.- Elevado tiempo de residencia del efluente

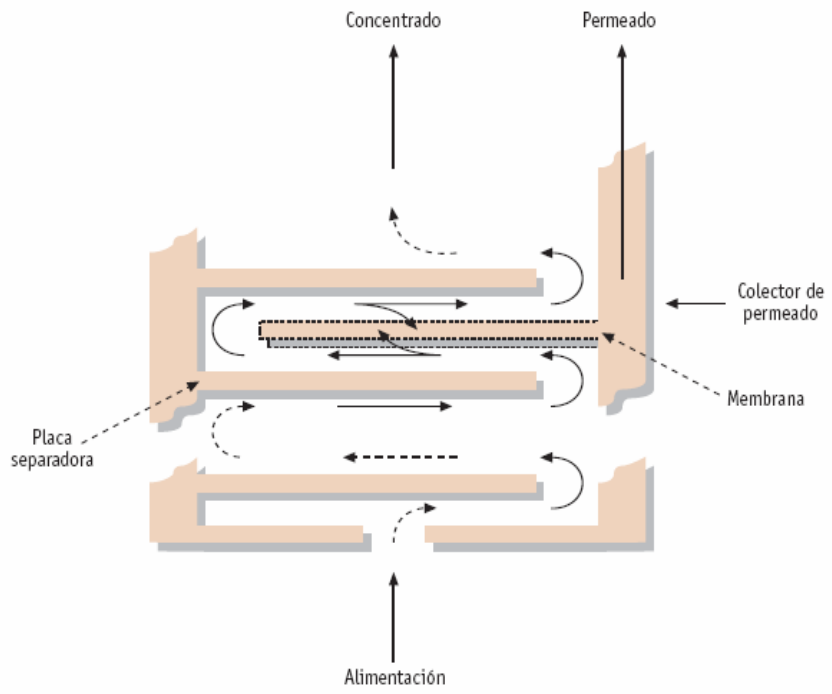
Tanques de sedimentación estándar

Este método es el más familiar y consiste en la construcción de grandes tanques donde se produce un elevado tiempo de almacenamiento del efluente antes de ser devuelto al mar.

Diferentes métodos de separación de sólidos

Tanques de sedimentación lamelar

Básicamente es el mismo principio, sólo que se aprovecha la capacidad de sedimentación al incrementar la velocidad de paso del agua mediante la colocación de obstáculos físicos



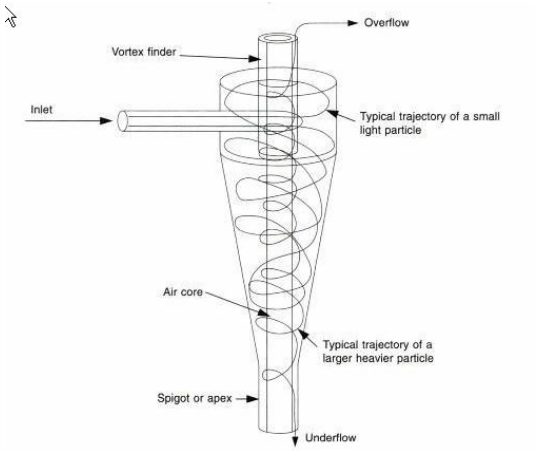
1.- Elevado tamaño del tanque

2.- Dificultad en la limpieza

Diferentes métodos de separación de sólidos

Hidrociclones

Grandes tanques de hormigón circulares y con el fondo cónico, donde el agua sucia entra de forma perimetral y decanta el sedimento den el fondo. Son separadores de sólidos mediante flujos rotacionales



1.- Generalmente usado para pequeños volúmenes

2.- se combinan con unidades de biofiltración en recirculación

Diferentes métodos de separación de sólidos

1.- Elevado gasto energético

2.- Bajos caudales de filtración

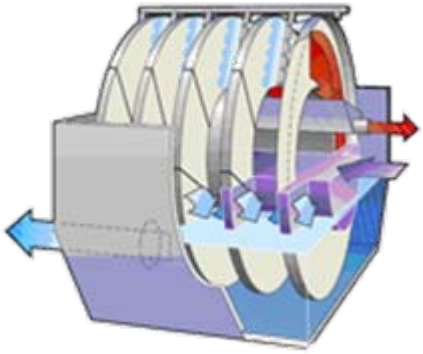
Sistemas mecánicos bajo presión

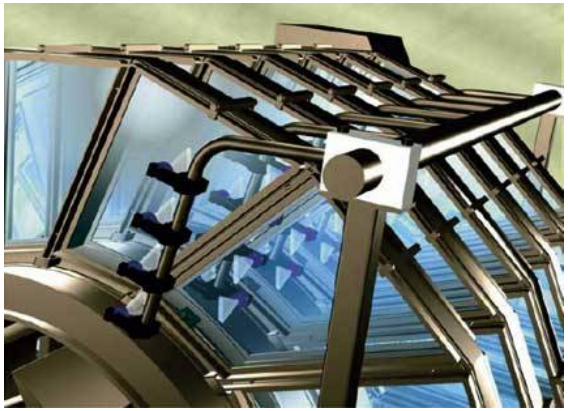
Son los más difundidos a nivel industrial, en forma de filtros de arena, filtros de saco o en forma de cartuchos.

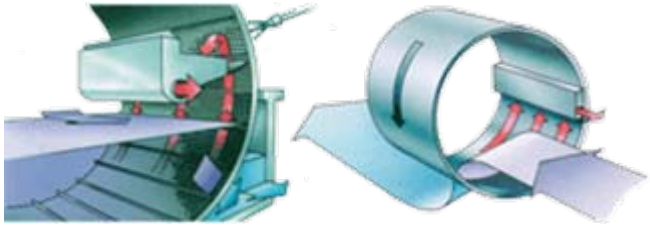
Diferentes métodos de separación de sólidos

Sistemas mecánicos gravitatorios

Como los filtros de tambor o de disco, resistentes, duros, bien probados y de alta eficiencia. Se han desarrollado para los sistemas intensivos de recirculación







1.- Diseñados para grandes volúmenes

2.- Alta eficacia de separación

Depuración por E.D.A.R.

E.D.A.R.: Estación depuradora de aguas residuales→ estación que recoge el agua residual de una industria, y después de una serie de tratamientos y procesos, lo devuelve al cauce receptor (mar)

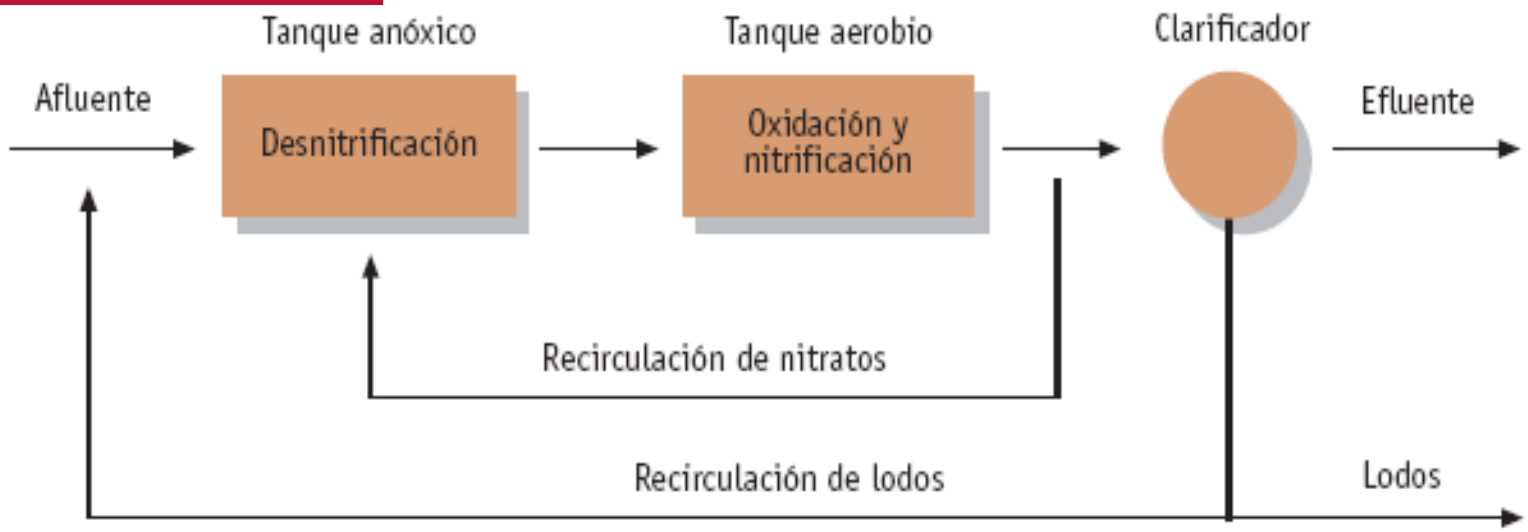
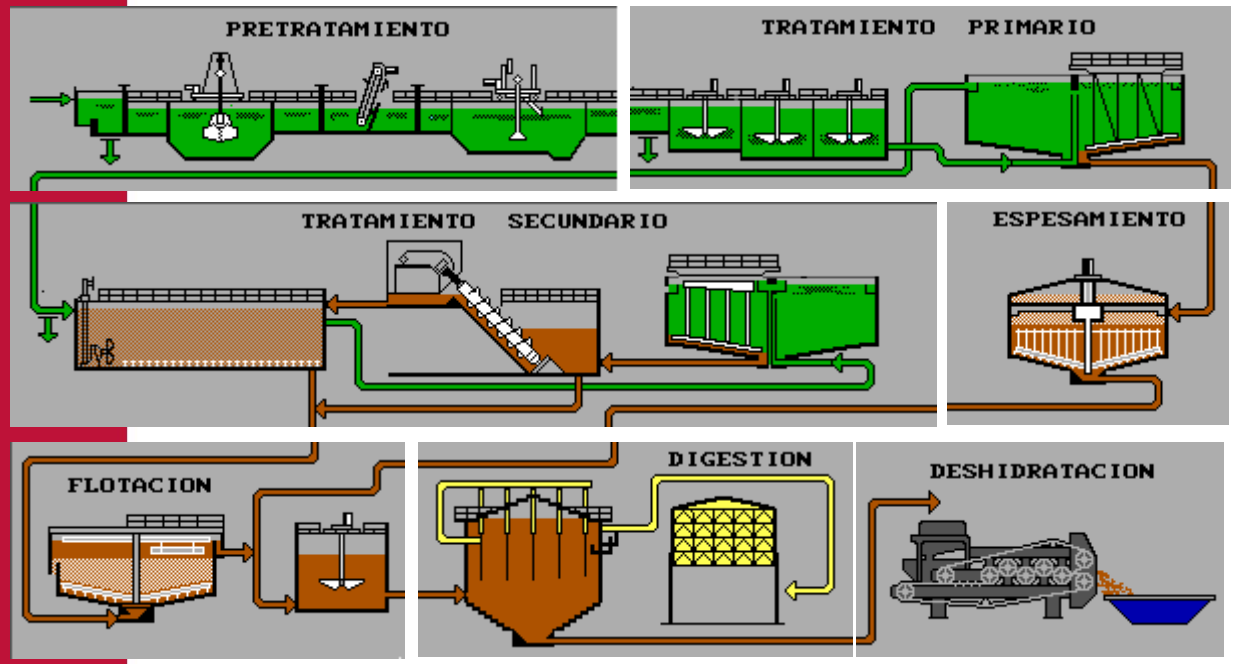


FIGURA 2.9 *Proceso biológico de nitrificación-desnitrificación.*

Depuración por E.D.A.R.

Proceso de depuración a gran escala



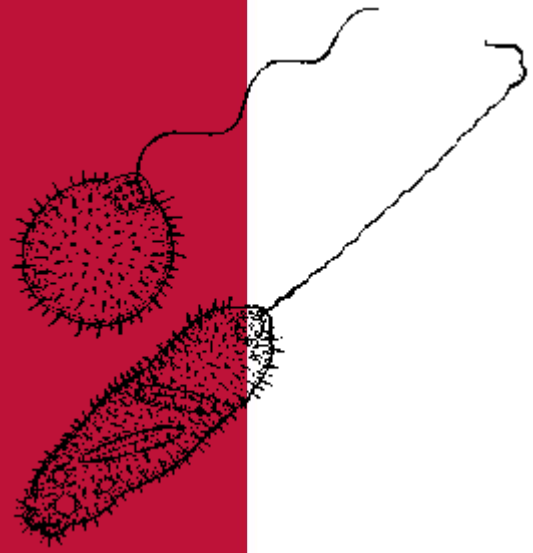
Depuración por E.D.A.R.

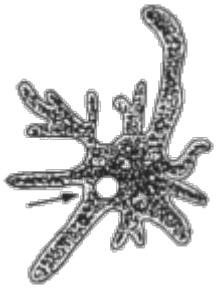
Indicadores biológicos: El sistema de depuración por lodos activos es en realidad un ecosistema artificial en donde los organismos vivos (biocenosis) están representados con mayor o menor abundancia, por grupos de microorganismos que constituyen comunidades biológicas complejas interrelacionadas entre sí y con el medio físico que les rodea en la planta depuradora (biotopo).

Depuración por E.D.A.R.

Riesgos zoosanitarios: Un incorrecto funcionamiento de los procesos que intervienen en el tratamiento del efluente, del residuo, de la calidad de la depuración... supone:

- Grave riesgo de auto contaminación
- Grave riesgo patológico
- Water Environment Federation: http://www.wef.org/Home





Legislación

Los vertidos deben cumplir las especificaciones de los siguientes textos legislativos:

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- R.D. 1471/1989, de 1 de diciembre.
- R.D. 1112/92, que modifica el anterior..
- D. 48/1999, de 29 de abril, sobre vertidos al mar en el ámbito del litoral de la Comunidad Autónoma Específica
- Como referencia: R.D. 849/86 Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

La gestión de los residuos debe cumplir las especificaciones de la Ley 10/1998 y los siguientes Reales Decretos en el caso de que sean residuos no asimilables a urbanos:

- R.D. 833/88
- R.D. 952/97

Legislación

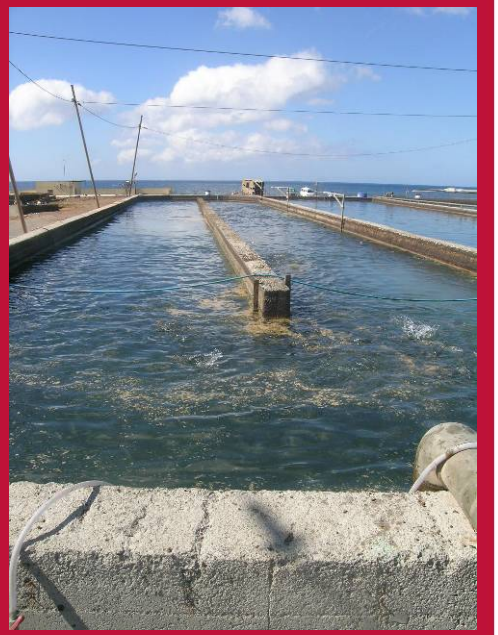
Distribución de competencias y legislación aplicable en Andalucía.
Fuente: MisPeces.com

Implicaciones medioambientales de los procesos productivos en acuicultura

Aunque gran parte de los aspectos medioambientales son comunes a cualquier instalación acuícola, su magnitud e importancia dependerá de la técnica y de la modalidad de cultivo empleada, de las dimensiones de la instalación y de las características del entorno. Sin embargo la recirculación presenta ventajas en casi todos ellos:

•**Ocupación espacial. Existencia de conflictos con otros usos**: La intensificación que permiten las técnicas de recirculación conlleva a un menos uso del espacio, siendo posible su compatibilidad con otras actividades del medio acuático

Implicaciones medioambientales de los procesos productivos en acuicultura



•**Alteración del medio acuático**: que dependerá básicamente del aporte de alimentos y de la utilización de productos químicos en los tratamientos sanitarios y en las operaciones de limpieza.

Piensos altamente digestibles y mejoras en la conversión (debido a que se mantiene la temperatura estable) ayudan a reducir el impacto que produce sobre el medio.

El efecto “controlador” del ambiente en recirculación posibilita una reducción del volumen de químicos.

Implicaciones medioambientales de los procesos productivos en acuicultura

•**Introducción de enfermedades y de especies alóctonas**: el cultivo estabulado de especies acuáticas y la introducción de reproductores y alevines de otras zonas, supone un riesgo de transmisión de enfermedades a fauna acuática autóctona.

El mantenimiento de las adecuadas condiciones de cultivo, la implantación de programas de profilaxis y la adopción de medidas para evitar la liberación al medio de agentes patógenos es la mejor técnica para evitar efectos en el medio.

La recirculación contribuye positivamente en el control de los posibles vertidos, ya que reduce en mucho el volumen de agua que se vierte.

Implicaciones medioambientales de los procesos productivos en acuicultura

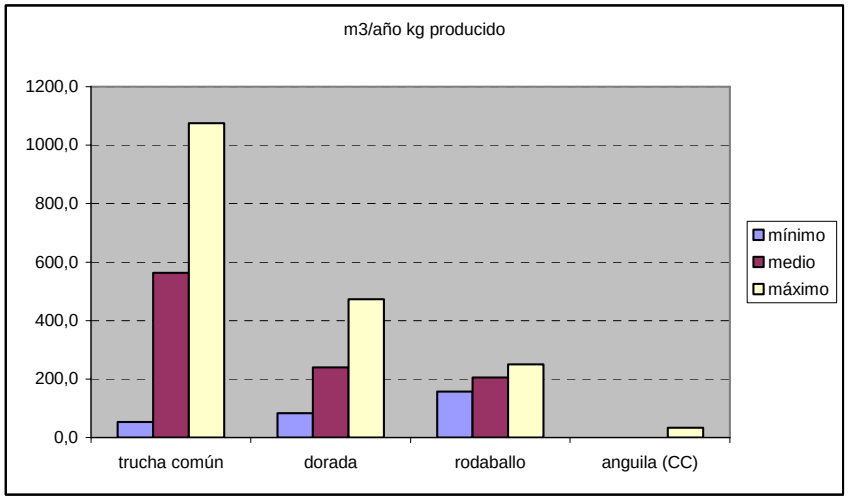
•**Generación de residuos**: Además de los especificados en esta presentación (lodos procedentes del efluente), también deberán ser tenidos en cuenta los relativos a envases residuales (peligrosos y no peligrosos), residuos procedentes del mantenimiento de las instalaciones, los muertos que se producen en la instalación,…

En este caso la recirculación contribuye por igual, sin embargo una correcta gestión interna y externa de los residuos generados ayudará positivamente.

Implicaciones medioambientales de los procesos productivos en acuicultura

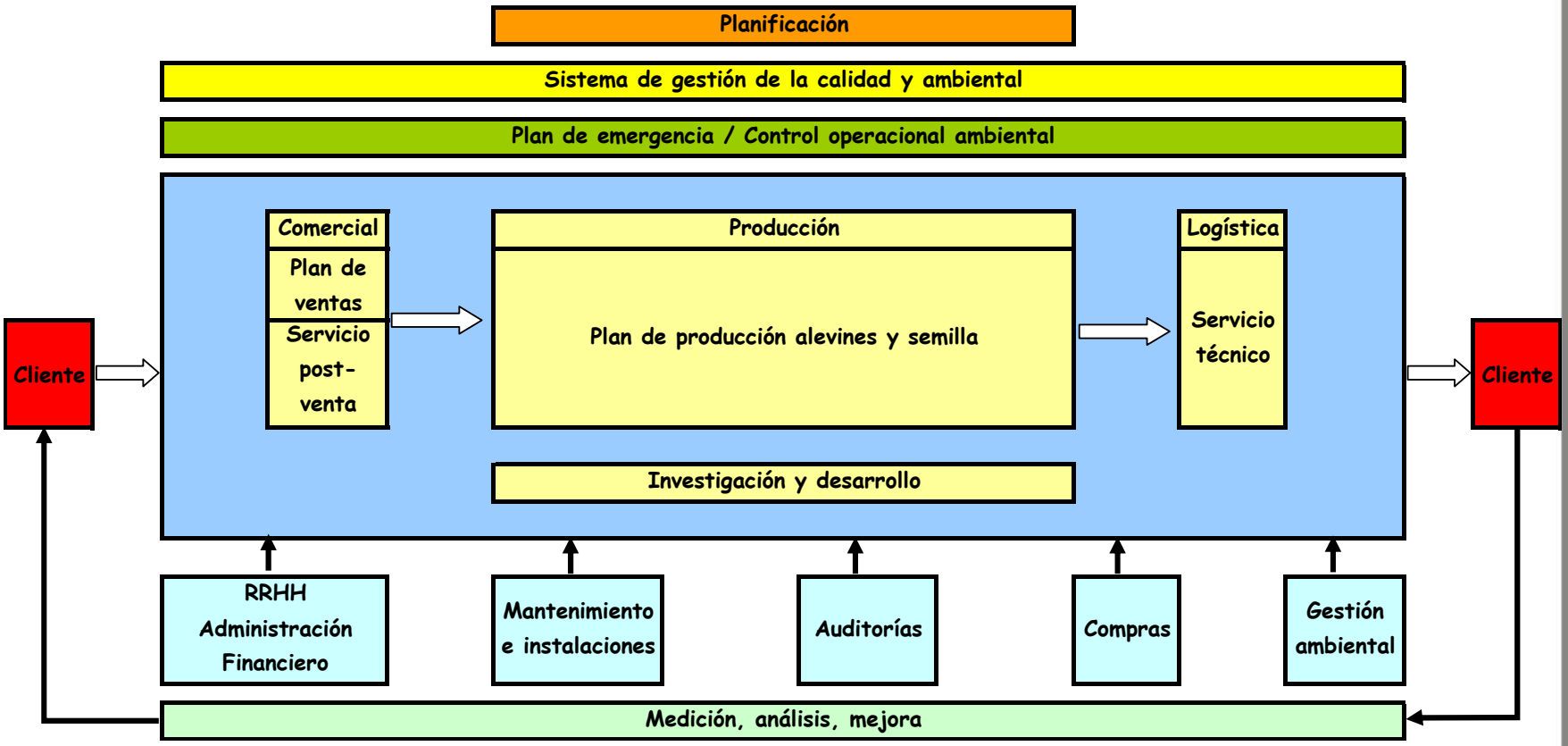
•**Utilización de grandes volúmenes de agua:** Sin duda alguna la implantación de técnicas de reutilización y recirculación de agua representan las principales vías para reducir los efectos medioambientales asociados al consumo de grandes volúmenes.

Consumo de agua (m^3/año por kg producido)			
	mínimo	**medio**	**máximo**
trucha común	53,0	563,5	1075,0
dorada	83,2	239,7	473,0
rodaballo	157,7	204,9	250,7
anguila (CC)			33,7



Aspectos medioambientales del cultivo de peces marinos						
Instalación/actividad		**Aspectos medioambientales**	**Características cuantificación**	**Medidas aplicables**	**abierto**	**recirculación**
mantenimiento general	toma de agua de mar	consumo de energía y de recursos	aspecto no significativo	adecuada mantenimiento de las instalaciones	↑	↓↑
	estanques	generación de efluentes líquidos	asimilables a aguas residuales urbanas	tratamiento de efluentes	↑	↓
	almacenes	generación de residuos	asimilables a urbanos catalogables como peligrosos	adecuada grstión de cada residuo	↕	↕
	instalaciones auxiliares (labotarorios)	generación de olores	aspecto no significativo en condicones normales	correcta gestión del almacén de piensos y residuos orgánicos	↕	↕
	oficinas	generación de ruidos	aspecto no significativo	mantenimiento adecuado de los equipos	↕	↕
	defensa de avifauna	alteración de la calidad paisajística	aspecto no significativo	integración paisajística	↓	↑
	balsa de decantación de efluentes	generación de lodos	residuo no peligroso	retirada periódica de la balsa de decantación adecuada gestión de los lodos	↑	↑↓
		calidad del efluente final	disminución de las cargas contaminantes vertidas al cauce receptor	diseño adecuado de la balsa / tiempo de residencia adecuado del efluente	↓	↑

Aspectos medioambientales del cultivo de peces marinos						
Instalación/actividad		**Aspectos medioambientales**	**Características cuantificación**	**Medidas aplicables**	**abierto**	**recirculación**
operación de las instalaciones	limpieza normal de las instalaciones	generación efluentes líquidos	parámetros contaminantes característicos: materia orgánica, sólidos en suspensión, nutrientes y amoniaco	diseño adecuado tratamiento de efluentes	↑	↓↑
	desinfección de estanques y utensilios	consumo de productos peligrosos	productos tóxicos para las biocenosis acuáticas	uso de productos de menos toxicidad / correcta dosificació	↑	↓
		generación efluentes líquidos	ecotoxicidad	tratamiento de efluentes	↑	↓
		envases vacíos	gran parte son residuos de carácter peligroso	gestión adecuada	↕	↕
	tratamientos sanitarios	consumo de productos terapéuticos	productos tóxicos para gran parte de las biocenosis acuáticas	uso de productos de menos toxicidad / correcta dosificació	↑	↓
		generación efluentes líquidos	pueden desarrollarse resistencias a antibióticos en el medio	tratamiento de efluentes	↑	↓
		envases vacíos	algunos envases son residuos peligrosos	gestión adecuada	↕	↕

Aspectos medioambientales del cultivo de peces marinos						
Instalación/actividad		**Aspectos medioambientales**	**Características cuantificación**	**Medidas aplicables**	**abierto**	**recirculación**
operación de las instalaciones	Alimentación	consumo de recursos	dependiendo de la composición de los piensos	utilización de piensos más eficientes / dosificación adecuada de piensos	↑	↓↑
		generación de efluentes	parámetros contaminantes característicos: materia orgánica, sólidos en suspensión, nutrientes y amoniaco	utilización de piensos más eficientes / dosificación adecuada de piensos / correcto diseño y dimensionamiento de los estanques / tratamiento de efluentes	↕	↕
			en el caso del N (factor limitante de la producción primaria en el mar), su aporte puede contribuir a la eutrofización del medio receptor		↕	↕
			la carga contamienante de cada estanque / sistema varía en función de la etapa de desarrollo de los peces y de las condiciones requeridas para el cultivo		↑	↓
		generación de residuos (envases de piensos)	residuos no peligrosios	correcta gestión de los residuos	↕	↕

ISO 14000: una realidad