

Ingeniería Ecológica: Una Alternativa de Desarrollo Sustentable

Hugo A. Guillén Trujillo

Profesor-Investigador

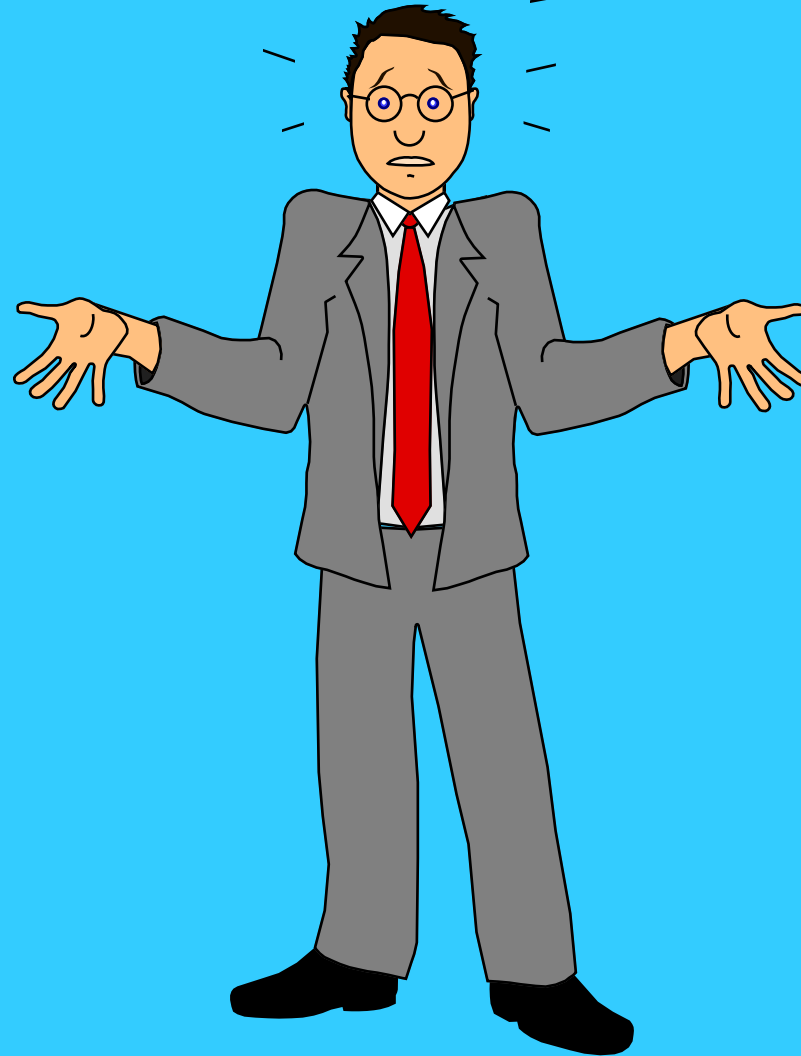
Universidad Autónoma de Chiapas

An aerial photograph of a rural landscape. The scene is dominated by green fields and a network of dirt roads. In the upper right, there are several buildings, including a large white structure and smaller blue-roofed ones. A winding path or stream cuts through the fields. The overall impression is of a well-maintained agricultural or rural settlement.

Ingeniería Ecológica: Una Alternativa de Desarrollo Sustentable

Hugo A. Guillén Trujillo
Profesor-Investigador
Universidad Autónoma de
Chiapas

¿Qué es la Ingeniería Ecológica?



Ingeniería Ecológica

- “ Es el diseño de la sociedad humana con su ambiente natural para el beneficio de ambos” Mitsch y Jorgensen (1989)
- Ingeniería:
 - métodos cuantitativos
 - ciencias básicas
- Tecnología:
 - principio de autodiseño de los ecosistemas

Ingeniería Ecológica

- Manipulación ambiental por el hombre
 - mínimo subsidio energético por el hombre
 - maximizar la energía de las fuentes naturales
- Manejo de la naturaleza
 - consorcio con la naturaleza

» Odum, H.T. (1962 y 1971)



Tratamiento
Convencional,
← UF



Tratamiento
Ecológico, →
UF

Ecotecnologías

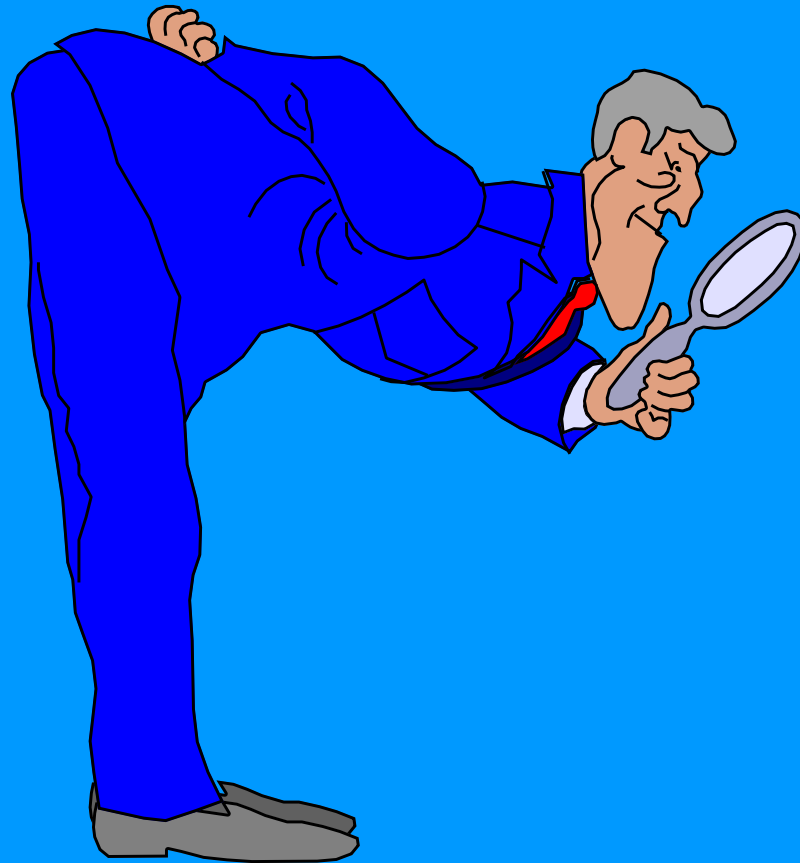
- "... el uso de medios ecotecnológicos para el manejo de los ecosistemas, basados en un entendimiento profundo ecológico, para minimizar costos y daños al ambiente.”

» Straskraba y Gnauck (1985)

COMPARACION DE INGENIERIA ECOLOGICA Y BIOTECNOLOGIAS

Características	Ingeniería Ecológica	Biotecnología
Unidad básica	Ecosistema	Célula
Principios básicos	Ecología	Genética; biología celular
Controles	Funciones de fuerza, organismos	Estructura genética
Diseño	Diseño propio con alguna ayuda humana	Diseño humano
Diversidad biótica	Protegida	Cambiada
Mantenimiento y costos de desarrollo	Razonable	Alto
Bases energéticas	Solar	Hidrocarburos

¿ Cuáles son las características de la Ingeniería Ecológica ?



Generalidades

- Identifica ecosistemas que son más adaptables a las necesidades humanas.
- Reconoce las funciones múltiples de los ecosistemas.

Diseño propio

- Ingeniería ecológica incluye la aceptación del concepto de la capacidad de diseño propio de los ecosistemas y de la naturaleza.
- Conceptos ecológicos y holísticos son enfatizados.

Conservación de los ecosistemas

- El ingeniero ecólogo se basa en la abundancia de las especies y de los ecosistemas.
- Es contraproducente eliminar, drenar o perturbar los ecosistemas naturales a menos que sea absolutamente necesario.
- Enfoques ecotecnológicos están dirigidos a la ética de la conservación ambiental.

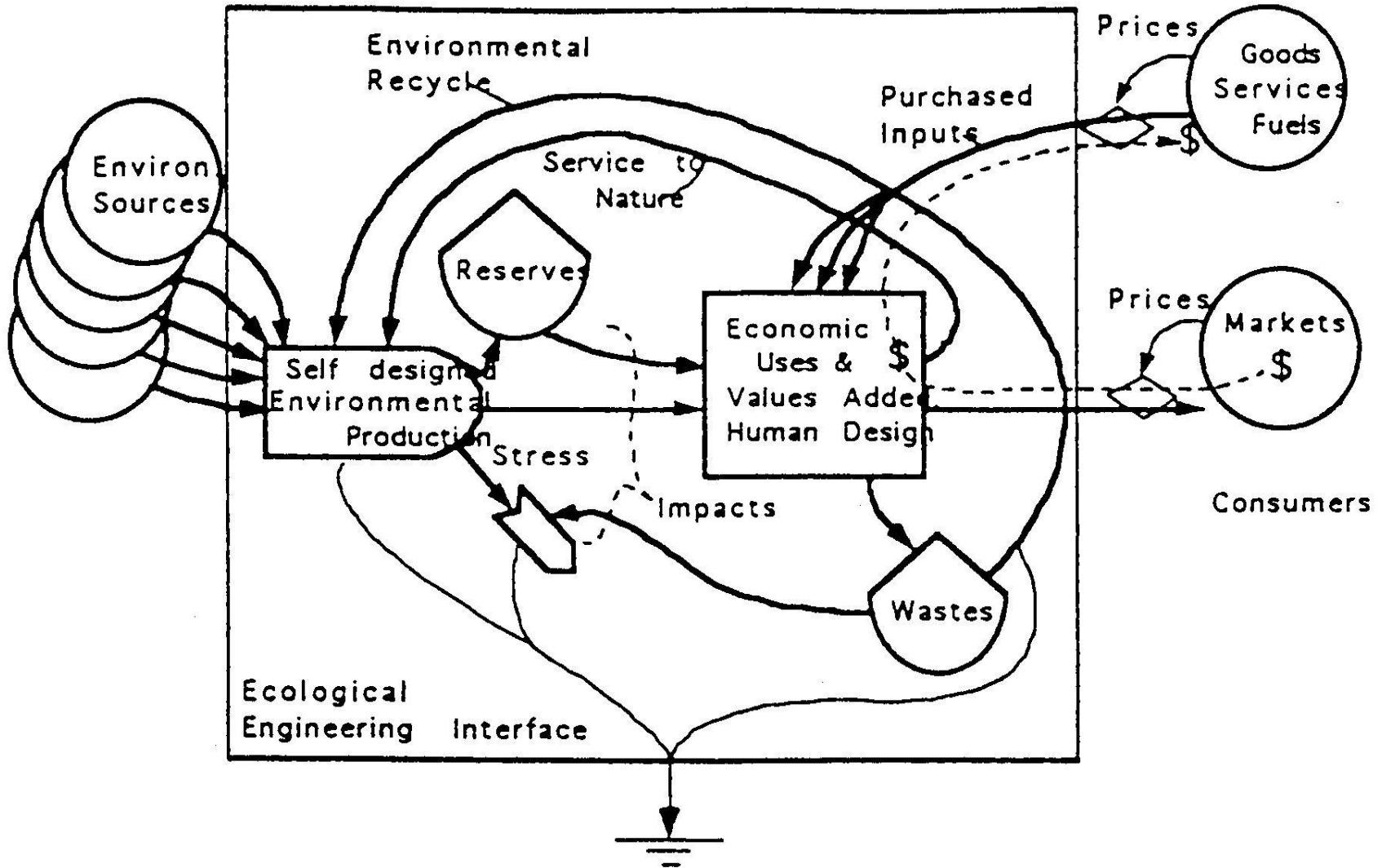
Base energética solar

- Los ecosistemas funcionan en base a la energía solar.
- El concepto de sistemas de sustentabilidad propia es la base de la ecotecnología.
- Los sistemas diseñados deben ser capaces de mantenerse por sí mismos con una modesta intervención humana.

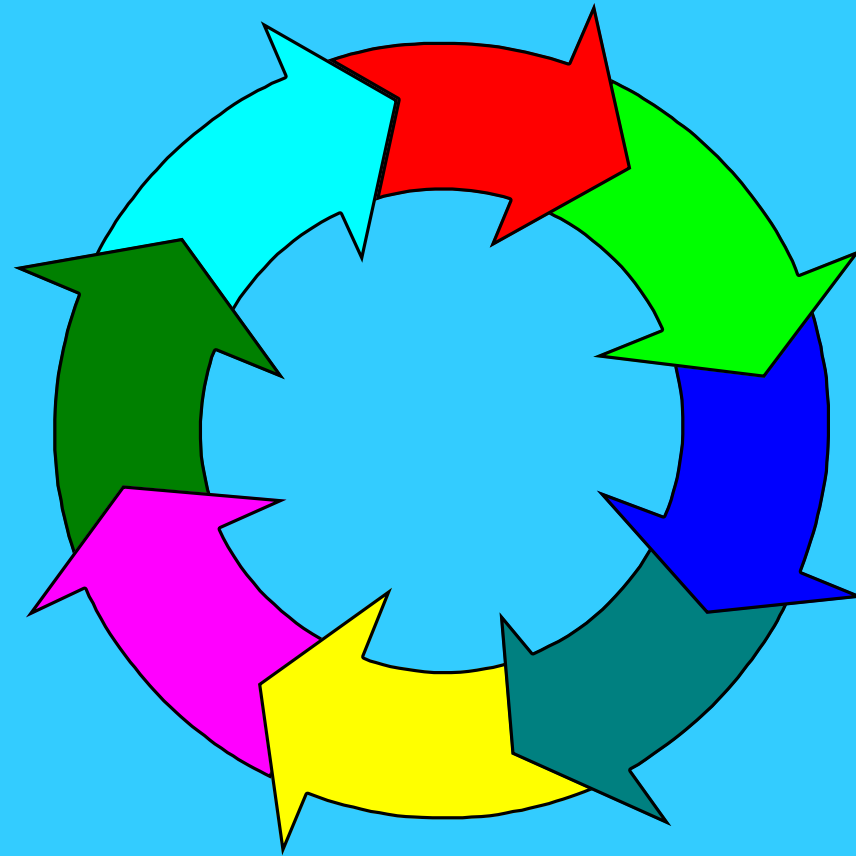
Parte, no aparte de la Naturaleza

- Incluye el reciclaje de nutrientes.
- Interfase sustentable entre el ser humano y el ambiente.
- Ecología es la base científica de la ingeniería ecológica.

Interfase Ecológica-Económica



Clasificaciones y Ejemplos de Ingeniería Ecológica



ENFOQUES DE INGENIERIA ECOLOGICA	SISTEMAS TERRESTRES	SISTEMAS ACUATICOS
Reciclaje de nutrientes	Disposición de lodos en tierras agrícolas	Reciclaje en humedales
Modificación hidrológica	Lagunas artificiales y humedales	Control de tiempo de retención en embalses
Recuperación de ecosistemas	Reclamación de minas de fósforo	Restauración de lagos
Incremento de la diversidad ecológica	Manejo de selvas tropicales	Biomanipulación en lagos
Explotación biótica sustentable	Prácticas forestales adecuadas	Pesca de multiespecies

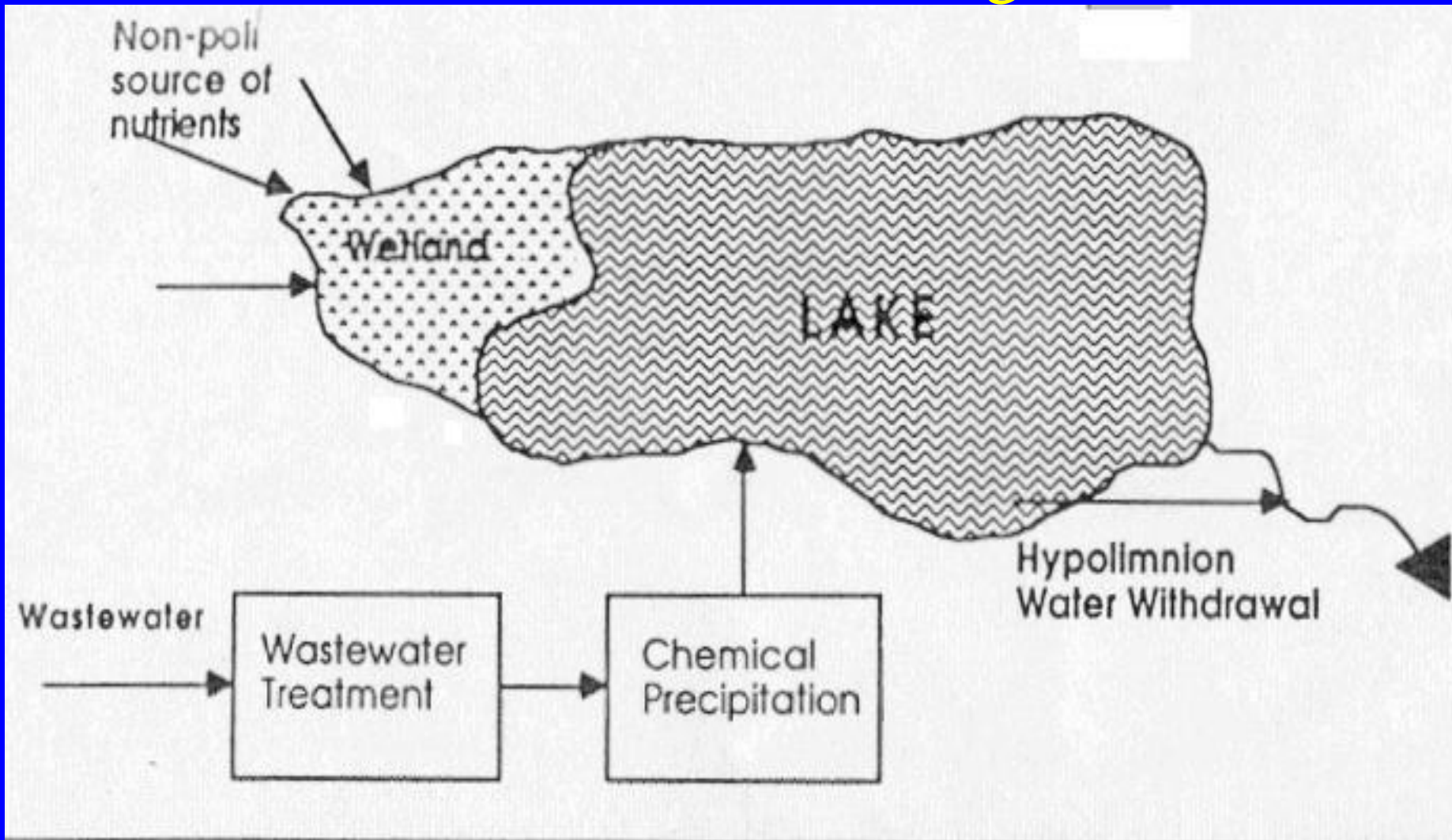
Control de Eutroficación

- problema de contaminación
(enriquecimiento de nutrientes en el cuerpo de agua)
- FUENTES PUNTUALES:
 - aplicación tecnológica: reducción de nutrientes
 - precipitación química del fósforo
 - intercambio iónico del nitrógeno o desnitrificación

Control de Eutroficación

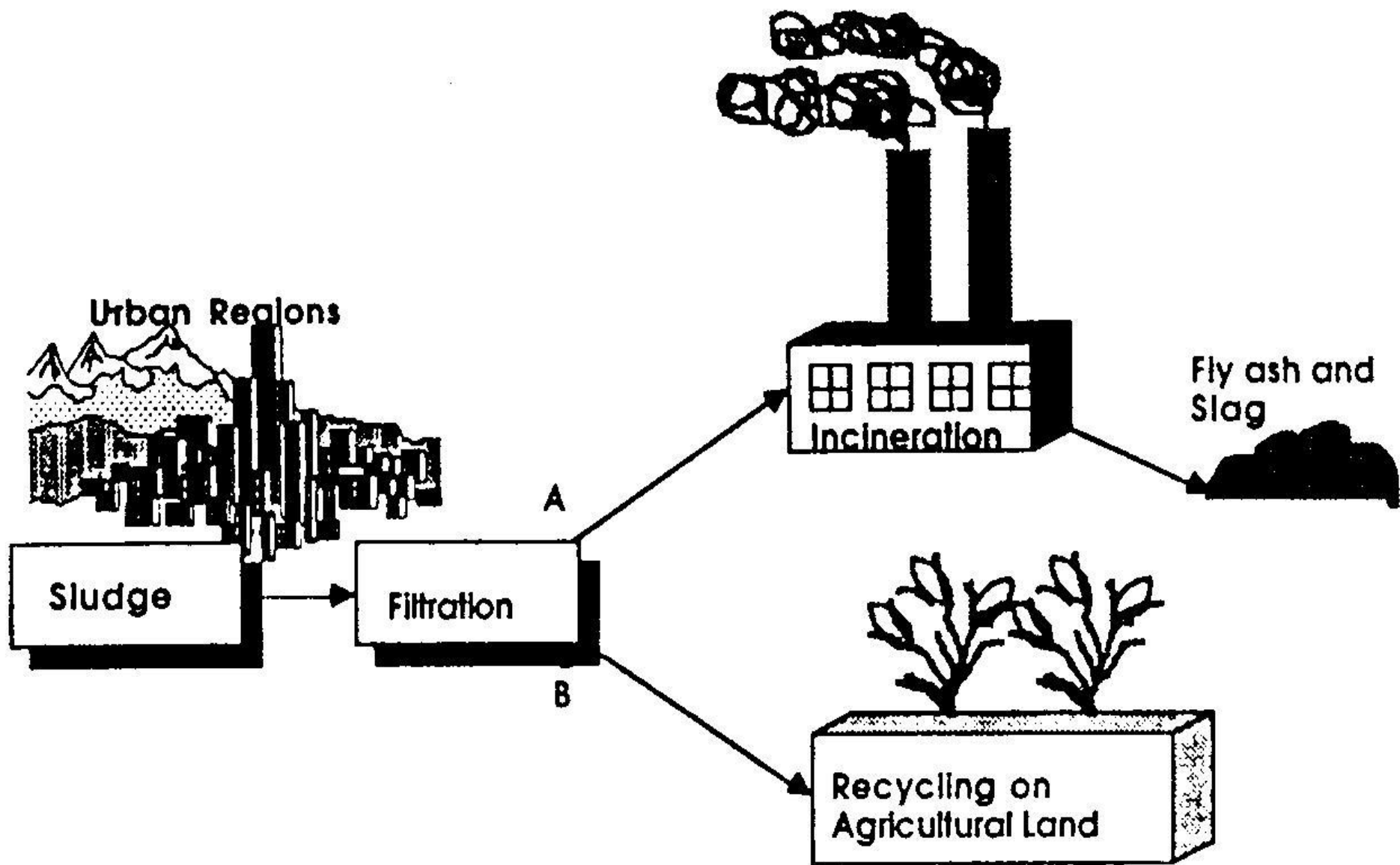
- FUENTES NO PUNTUALES:
 - aplicación ecológica: humedales
construidos
 - trampa de nutrientes
 - tiempo de retención

Tratamiento Convencional y Alternativo de Nutrientes en un Lago



Disposición de lodos

- aplicación tecnológica: incineración
- aplicación ecológica: reciclaje en suelos agrícolas



Cama de Lodos, UF, Florida



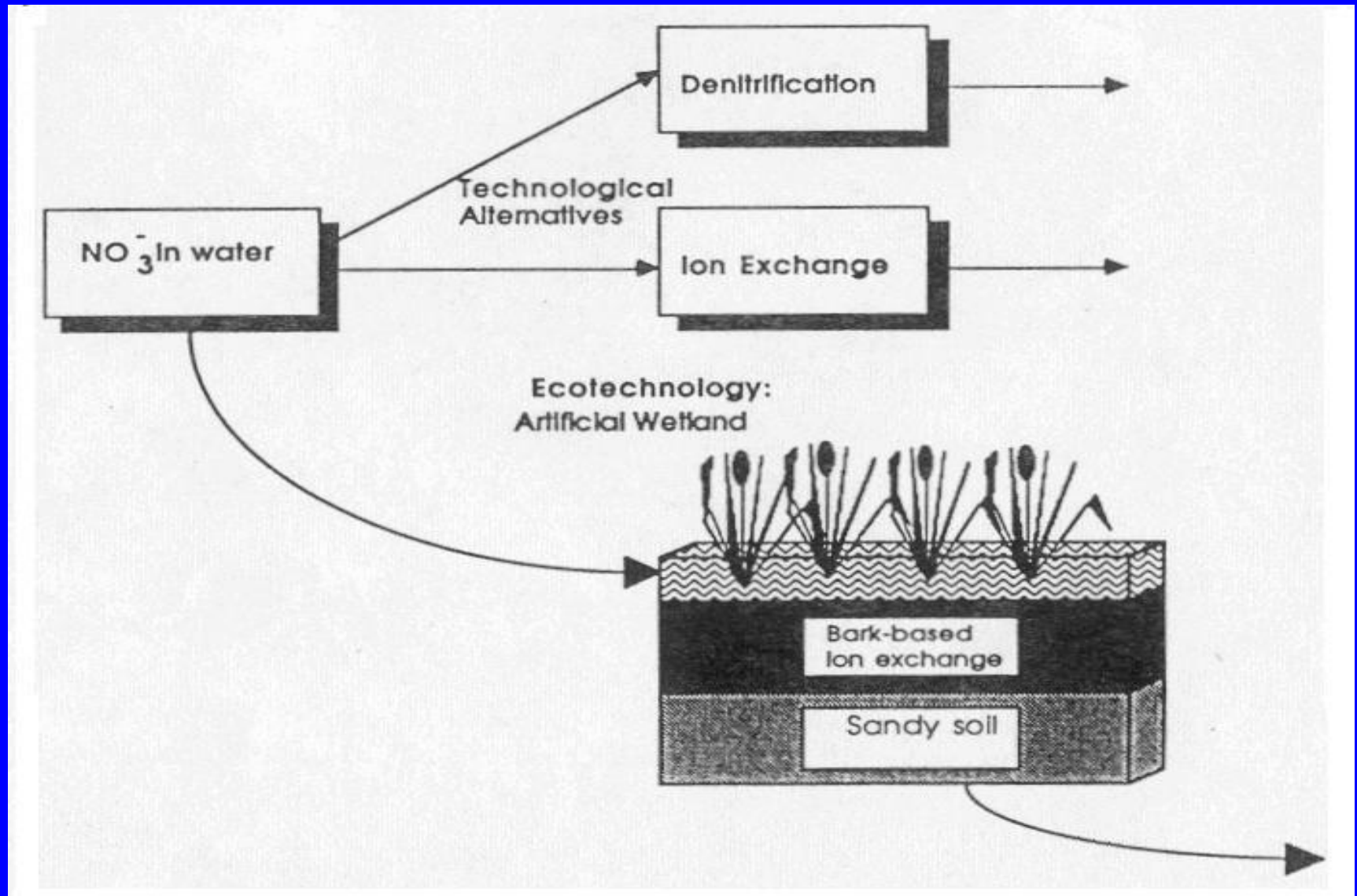
Aplicación de Aguas Residuales



Tratamiento de Agua Potable (remoción de nitratos)

- aplicación tecnológica: intercambio iónico o desnitrificación
- aplicación ecológica: humedales construidos

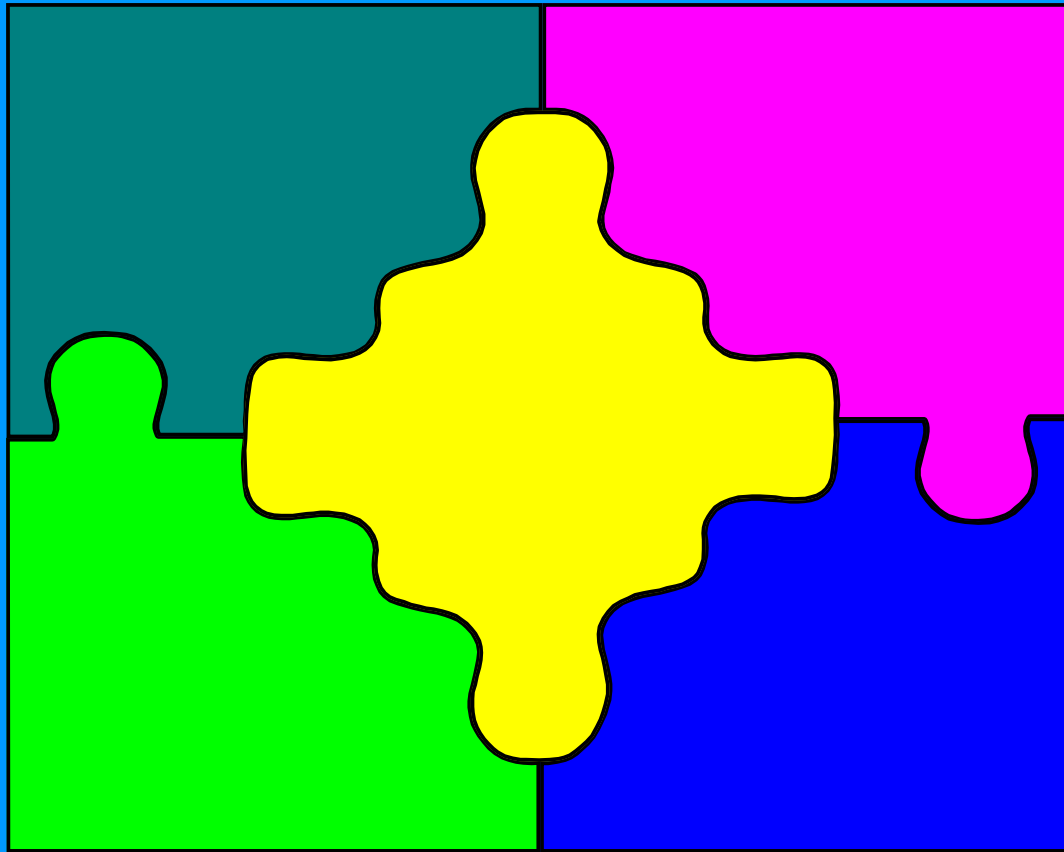
Tratamientos Alternativos de Calidad del Agua



Acuacultura

- imitación a procesos naturales del ciclo de energía y materiales

Humedales para el Tratamiento de Aguas Residuales



Ventajas del Uso de Humedales

- ☺ creación de humedales
- ☺ recarga de acuíferos
- ☺ uso benéfico del agua y los nutrientes
- ☺ creación de hábitat para vida silvestre
- ☺ uso educacional y recreativo
- ☺ automantenimiento del sistema

Criterios de Diseño

- maximizar el potencial de hábitat para vida silvestre
- maximizar la productividad ecológica
- maximizar el tiempo de residencia
- minimizar los cortos circuitos (canalización)
- minimizar el mantenimiento

Tipos de Humedales

- Humedales naturales
- Humedales construidos
 - Con plantas acuáticas flotantes
 - De flujo superficial
 - De flujo subsuperficial

Humedal Natural Orlando, FL.



← entrada sistema

celda de tratamiento →



Humedal Natural Orlando, FL.

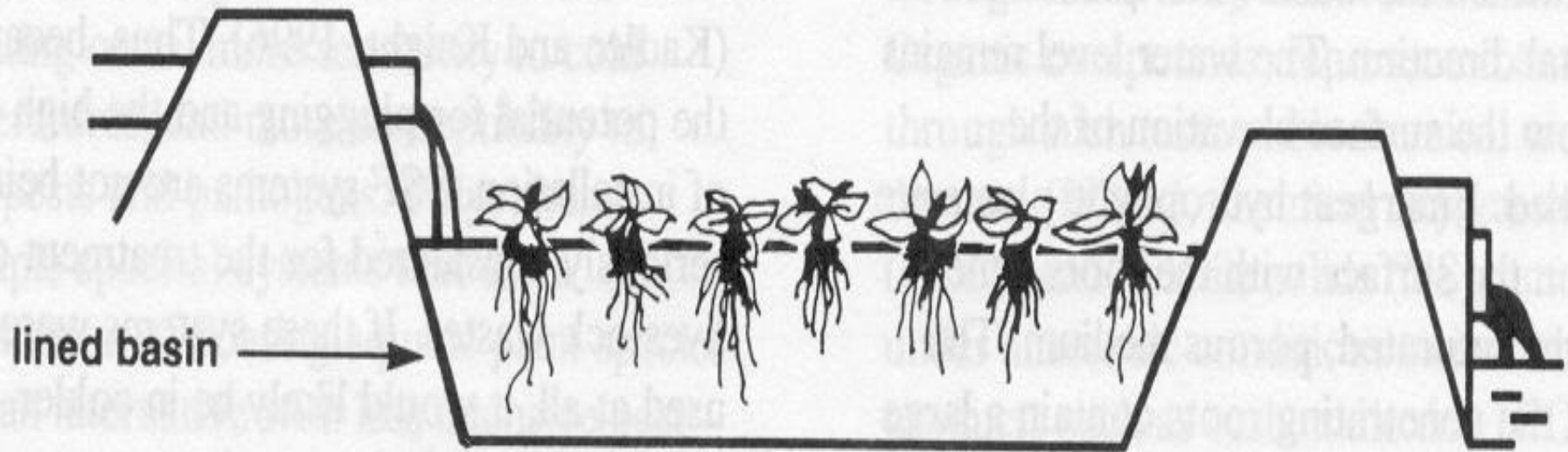
monitoreo



celda de tratamiento

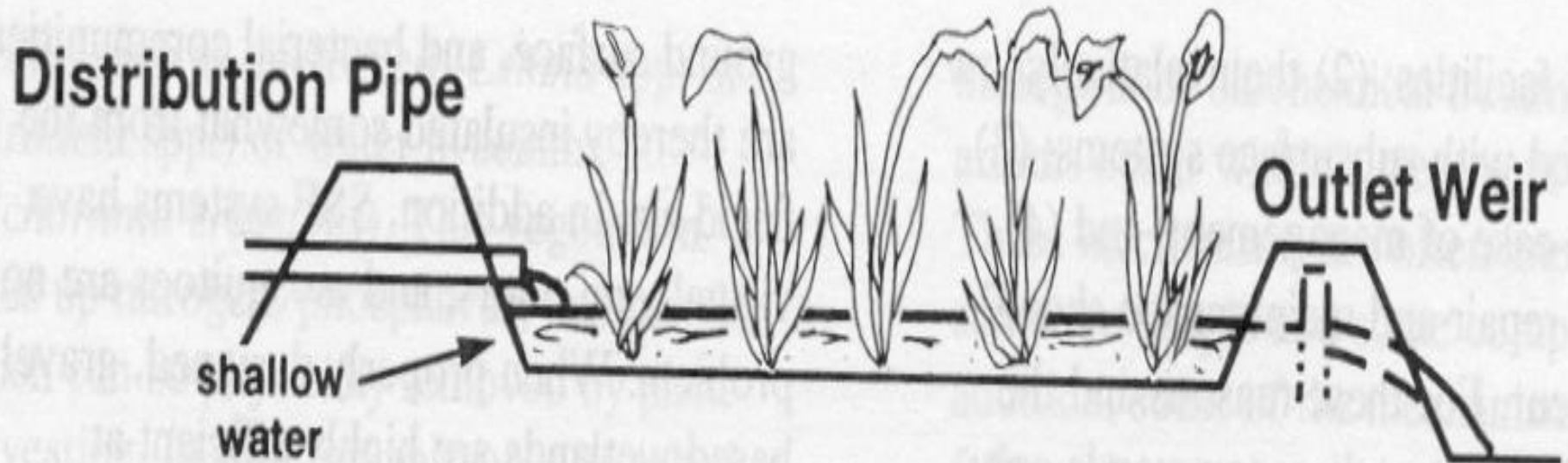


Humedal Construido con Plantas Acuáticas Flotantes



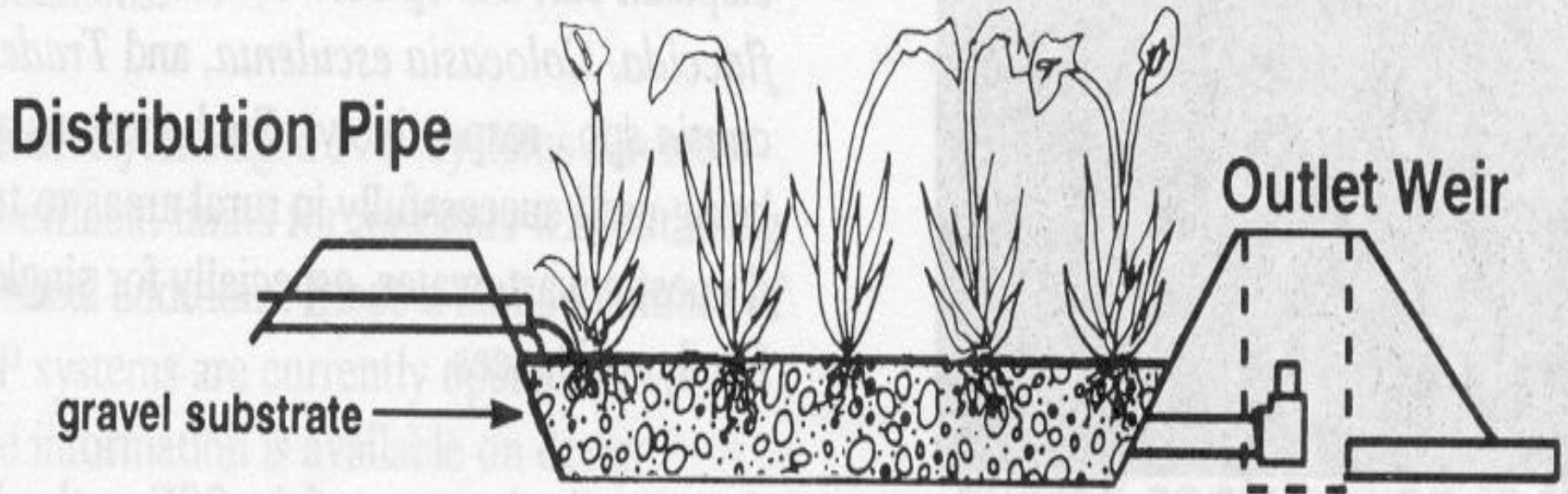
Floating Aquatic Plant (FAP) System

Humedal Construido de Flujo Superficial



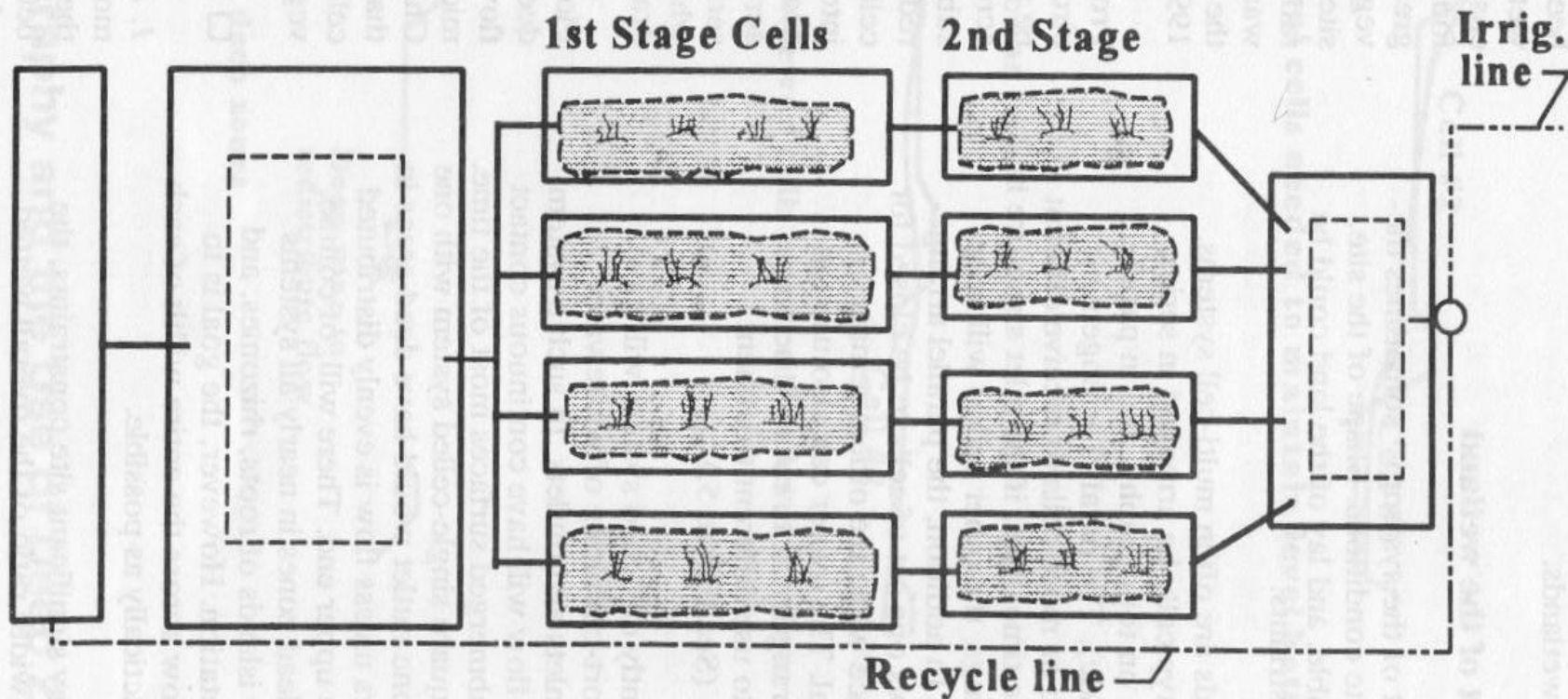
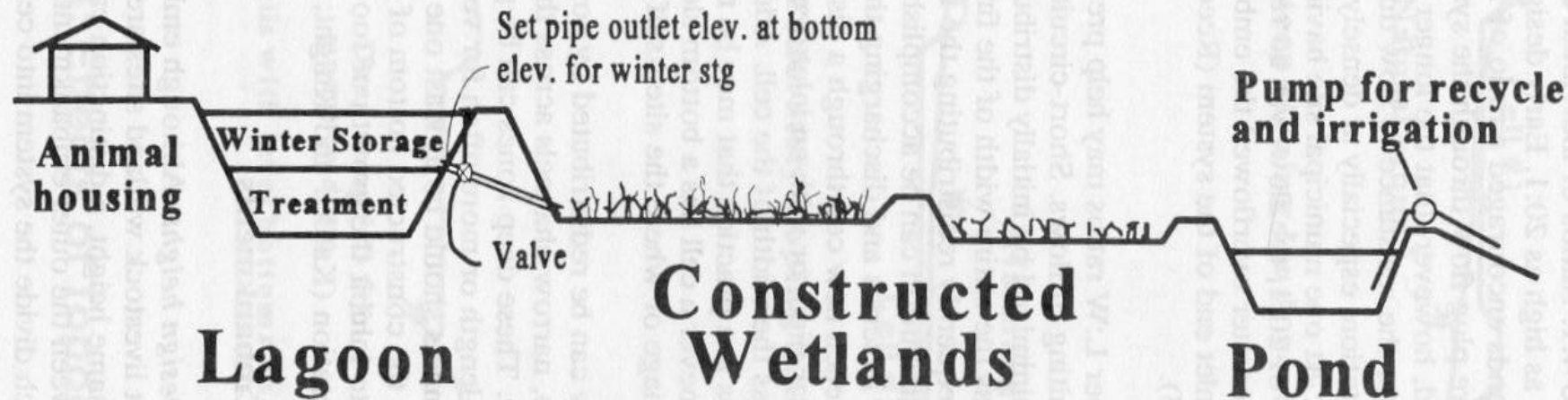
Surface Flow Constructed Wetland

Humedal Construido de Flujo Subsuperficial



Subsurface Flow Constructed Wetland

Cross-sectional and plan views of Lagoon/Wetland/Pond system with recycling and irrigation options





Sistema con Humedales, Alabama, U.S.A.

Sistema de Tratamiento Aguas Residuales

Akumal, Quintana Roo



EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES PARA HUMEDALES CONSTRUIDOS

	% REMOCIÓN
DBO₅	50 - 90
SS	40 - 94
NITRÓGENO	30 - 98
FÓSFORO	20 - 90

Ingeniería ecológica y nuestro sistema educativo

- Los problemas ambientales son por definición multidisciplinarios
- Los sistemas educativos han promovido la especialización aún cuando también se requiere de un enfoque holístico (integral).
- Por un lado, los ecologistas frecuentemente no han entendido la necesidad para cuantificar los ecosistemas y ubicarlos dentro de un marco tecnológico;

Ingeniería ecológica y nuestro sistema educativo

- Por el otro lado, los ingenieros no han tomado en cuenta las demandas y los valores de los ecosistemas al desarrollar sus tecnologías y la planeación de la producción.
- A los especialistas se les debe enseñar a trabajar conjuntamente en proyectos multidisciplinarios. Esta colaboración obligará a los especialistas a entender otros lenguajes.

Ingeniería ecológica y nuestro sistema educativo

- La ecología deber ser incluida en los planes de estudio desde el nivel de primaria.
- Hay universidades que cuentan actualmente con la carrera de **ingeniero ecólogo**.