

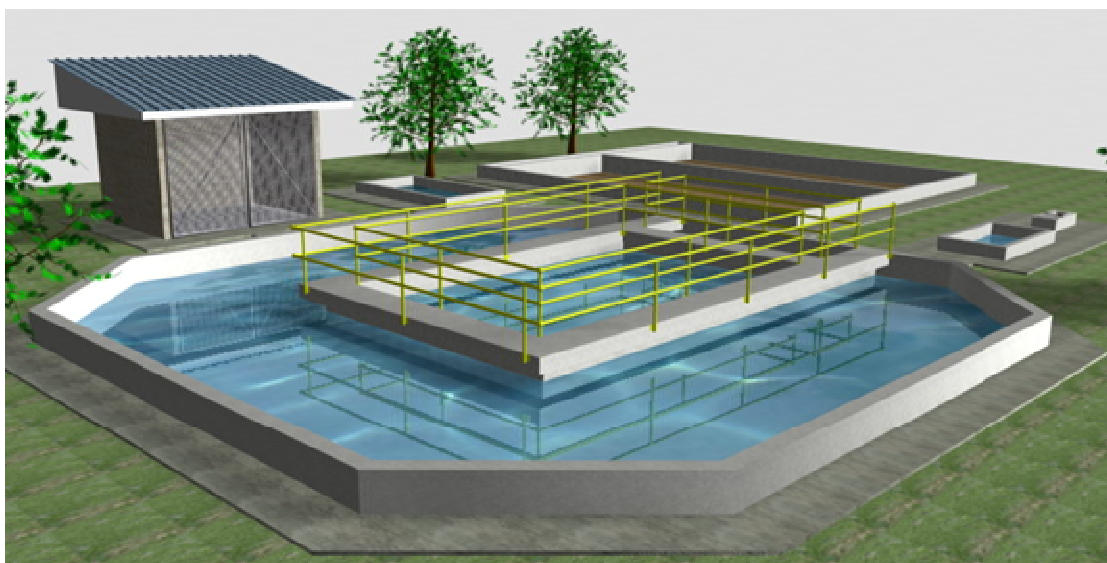


PROYECTO VISTA PACIFICO

P A N A M Á

**MEMORIA DE PROCESOS DE
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

CAUDAL TOTAL 1,260 M³/DIA.



AGOSTO 2011

Contenido

I. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
1 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	3
1.1 Dirección Exacta del proyecto.....	3
1.2 Sistema de Tratamiento propuesto.....	3
1.3 Carga Hidráulica.....	5
1.4 Carga contaminante.....	5
2 OPERACIONES UNITARIAS.....	6
II. MEMORIA DE CALCULO.....	9
1 REJILLA GRUESA.....	9
1.1 Parámetros de diseño.....	9
2 TRAMPA DE GRASA.....	9
2.1 Parámetros de diseño.....	9
2.2 Volumen de la trampa de grasa.....	10
3 TANQUE AEROBICO.....	11
3.1 Parámetros de diseño.....	11
3.2 Calculo de la producción total de sólidos suspendidos.....	11
3.3 Dimensiones del tanque de aireación.....	13
4 CLARIFICADOR.....	13
4.1 Parámetros de diseño.....	13
4.2 Cálculo del área del clarificador.....	13
5 REQUERIMIENTO DE AIRE PARA EL PROCESO BIOLOGICO.....	14
5.1 Cálculo de la cantidad de aire requerida tanque de aireación.....	14
6 TANQUE DE LODOS.....	15
6.1 Parámetros de diseño.....	15
6.2 Cálculo del volumen del tanque de lodos.....	15
7 DESINFECCION.....	16
7.1 Parámetros de diseño.....	16
7.2 Calculo del tanque de desinfección.....	16
8 CALIDAD DEL EFLUENTE.....	16
8.1 Muestreo del agua tratada.....	17
8.2 Disposición final del efluente tratado.....	17
III. BIBLIOGRAFÍA.....	18

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 Dirección Exacta del proyecto

El proyecto **VISTA PACIFICO**, propiedad de PANAMA LAND COMPANY, está ubicado en el Corregimiento Tocumen, Distrito de Panamá, Provincia de Panamá.

1.1 Caudal de diseño (Datos suministrados por el cliente)

Número de Viviendas: 1,300 (casas y apartamentos)

Densidad de población: 4 habitantes/vivienda

Población total: 5200 habitantes.

Adoptando un gasto diario de 80 GPD, el caudal por dotación ($Q_{\text{dotación}}$) será:

$$Q_{\text{dotación}} = 5200\text{hab.} \cdot 302.4\text{lit/hab.} \cdot \frac{1\text{día}}{86400\text{seg.}} = 18.2 \text{ lit./seg.}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 18.2\text{lit./seg.} \cdot 86400\text{seg./día} \cdot 1.0\text{mt.}^3/1000\text{lit.} \cdot 0.8 = 1258\text{m}^3/\text{día}$$

Caudal de diseño de 1260m³/día

1.2 Sistema de Tratamiento propuesto

Las aguas residuales de tipos ordinarias (o domésticas) generadas en el proyecto serán tratadas en un sistema de Lodos Activados en su modalidad de aireación extendida. Dado que este sistema de tratamiento asegura calidades de efluentes que cumplen con los parámetros de descarga establecidos por las normas panameñas DGNTI-COPANIT 35-2000.

Además este tipo de tratamiento presenta como ventaja la reducida área que ocupan y el escaso volumen de lodos producido con respecto a otras opciones, así como la no generación de malos olores bajo adecuadas condiciones de operación.

Para la planta de tratamiento de Urbanización Buena Vista I, PURITEC-GES ha propuesto un sistema de Lodos Activados con aireación extendida, ver Flujograma de Procesos en

Fig. 1.

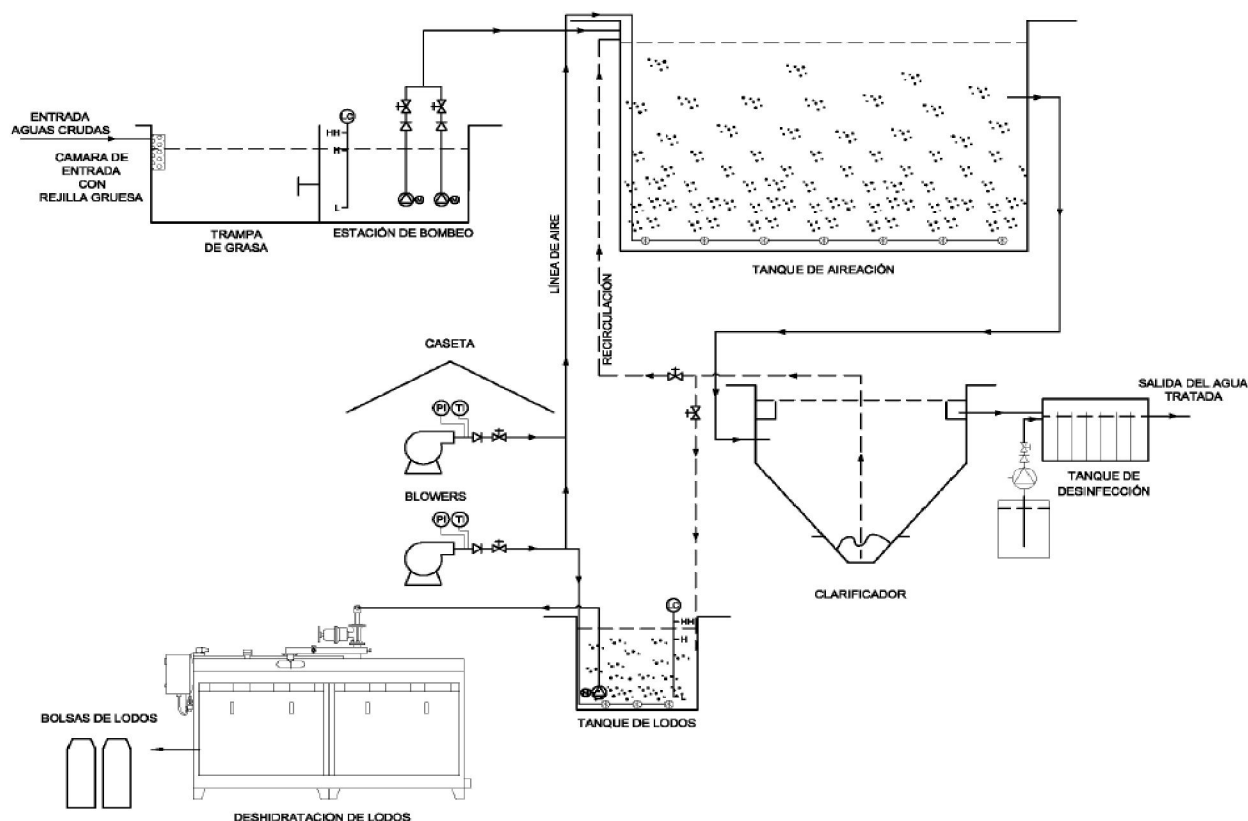


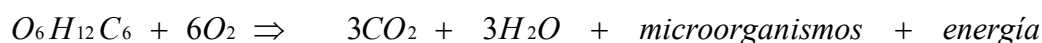
Fig. 1: Sistema de lodos activados modalidad aireación extendida

En este proceso bacterias aeróbicas, las cuales se encuentran en el tanque aireado, transforman la materia orgánica contaminante (DBO) presente en el agua residual en compuestos inocuos (H_2O y CO_2), formándose en el proceso nueva masa de microorganismos. Esta masa de microorganismos responsable de la remoción de contaminantes es lo que se conoce como lodos activados.

El concepto de aireación extendida se encuentra asociado al tiempo promedio en que los "lodos" permanecen dentro del tanque de aireación, el cual suele ser relativamente

suficiente para estabilizarlos de mejor manera, con la consecuente ventaja para el manejo posterior de los mismos (menos cantidad de lodos y reducción de posibilidad de malos olores).

La ecuación básica que describe el proceso es la siguiente:



El sistema propuesto por PURITEC-GES es de fácil manejo y operación, a partir de tecnología flexible y de baja susceptibilidad a variaciones de caudal y carga orgánica. El sistema es manejado manualmente por un operador.

1.3 Carga Hidráulica

El caudal a tratar por la planta de tratamiento se estableció en base a la siguiente información proporcionada por el cliente:

Caudal generado: 1,260 m³/día

1.4 Carga contaminante

El agua residual a tratar es del tipo ordinaria caracterizada bajo los siguientes parámetros:

Parámetros Entrada Carga contaminante

Parámetros	Entrada	Carga contaminante
DBO ₅	250 mg/l	300 KgDBO/día
DQO	580 mg/l	696 KgDQO/día
SST	250 mg/l	300 KgSST/día
pH	6-9	6-9
Aceites y grasas	90 mg/l	108 KgFOG/día

2 OPERACIONES UNITARIAS

Las operaciones unitarias del sistema de tratamiento se encuentran integradas adecuadamente en una unidad compacta diseñada para optimizar el espacio disponible.

El sistema incluye cinco fases generales que se describen a continuación:

Fase 1: Tratamiento primario

- **Rejillas gruesas**

Es un dispositivo constituido por barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas cuya función es retener sólidos gruesos en suspensión y cuerpos flotantes tales como plásticos, trozos de madera, trapos y otros, reduciendo la carga contaminante y protegiendo contra obstrucciones las tuberías, válvulas, bombas y equipos de tratamiento posteriores.

- **Trampa de grasa**

Al tener menor densidad que el agua las grasas y aceites no emulsificados se separan del efluente residual por el efecto de la gravedad. El diseño de la trampa de grasa permite que los flotantes sean retenidos por una mampara para luego poder ser retirados por el operador. En esta unidad también se sedimentan las partículas sólidas como piedras y arenas.

- **Estación de bombeo**

Dado que la tubería que conduce el agua residual cruda llega a la planta de tratamiento a profundidad, se hace necesario colocar un estación de bombeo para elevar el flujo de agua hacia la planta de tratamiento.

Fase 2: Tratamiento biológico para la remoción de la contaminación orgánica disuelta y de partículas muy finas.

• **Tanque de aireación**

Una vez que el agua ha pasado por el pre-tratamiento, es conducida hasta el tanque de aireación, donde le es insuflado aire por medio de blowers y difusores de burbuja fina, con el objetivo de permitir que las bacterias presentes, degraden la materia orgánica contaminante.

• **Sedimentador**

Posterior a la etapa de aireación, la mezcla de lodo y agua ya tratada, es conducida al tanque de sedimentación o clarificación. Este tanque tiene la finalidad de separar el agua tratada de los "lodos activados" los cuales sedimentan por gravedad en el fondo del tanque. Para mantener un balance adecuado de lodos en el sistema, una parte de estos deben ser nuevamente recirculados al tanque aeróbico. El exceso de lodos que no reingresa al sistema debe ser retirado periódicamente para evitar una acumulación excesiva de los mismos.

Fase 3: Desinfección

• **Cloración**

El agua tratada y clarificada proveniente del sedimentador es conducida a un tanque de cloración en donde por la inyección de cloro las bacterias patógenas son destruidas obteniendo finalmente una calidad de agua que cumple con los parámetros de descarga establecidos en la legislación vigente.

Fase 4: Almacenamiento de lodos

- **Tanque de lodos**

En el tanque de almacenamiento de lodos se reciben los lodos en exceso provenientes del sedimentador, a estos lodos se insufla aire por medio de blowers y difusores de burbuja fina con lo cual el lodo se va espesando y se continúa degradando, cada cierto tiempo el lodo degradado (estabilizado) tendrá que ser retirado del tanque de lodos hacia el sistema de deshidratación.

Fase 5: Deshidratación del lodo

- **Deshidratador mecánico**

Esta última fase tiene la finalidad de deshidratar el lodo y reducir sensiblemente su volumen de tal manera que permita un fácil manejo una vez que este sea retirado del sistema de tratamiento. Esta operación se realizará por medio de un deshidratador mecánico de bolsas. Estos lodos estarán estabilizados y sin malos olores, así que pueden ser dispuestos en otro lugar y eventualmente ser utilizados como mejoradores de suelo o abono orgánico.

II. MEMORIA DE CÁLCULO

1 REJILLA GRUESA

El desbaste se realiza por medio de rejillas y tiene como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión que arrastra consigo el agua residual. La rejilla a instalar es del tipo jaula, la cual será colocada en el interior de la estación de bombeo a la entrada de la tubería que conduce el agua residual cruda.

La rejilla contará con un sistema de rieles e izaje para su fácil mantenimiento.

Con este dispositivo se consigue:

- Evitar obstrucciones en canales, tuberías y conducciones en general.
- Interceptar las materias que por sus excesivas dimensiones podrían dificultar el funcionamiento de las unidades de tratamiento.
- Aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores.

2 TRAMPA DE GRASA

2.1 Parámetros de diseño

La trampa de grasa tienen por fundamento el aprovechamiento de la menor densidad de las grasas y aceites respecto al agua, esta característica hace flotar estos compuestos al reducir la velocidad del fluido. Al retirar las grasas y aceites se protegen los dispositivos posteriores de la planta de eventuales obstrucciones.

La trampa de grasa está diseñada para un tiempo de retención hidráulica de 15 minutos.

2.2 Volumen de la trampa de grasa

Dimensión	Valor
Volumen (m ³)	12.6

3 ESTACION DE BOMBEO

La estación de bombeo fue diseñada para garantizar un período de retención de 5 minutos.

3.1 Calculo del tanque

$$V(m_3) \cdot Q(m_3/\text{min}) \cdot T_c(\text{min})$$

$$V(m_3) \cdot 0.83(m_3/\text{min}) \cdot 5(\text{min})$$

$$\text{Volumen} = 4.15m_3$$

La estación de bombeo estará equipada con boyas de nivel que permitirán el apagado y encendido del equipo de bombeo de acuerdo a la fluctuación de niveles en la estación

4 TANQUE AEROBICO

Es en este tanque donde se desarrolla el proceso de degradación aeróbica de la contaminación orgánica. El criterio utilizado es el de Lodos Activados con aireación extendida.

Adicionalmente se seleccionaron los parámetros cinéticos más apropiados de acuerdo a la amplia experiencia en el diseño de plantas de tratamiento y en correspondencia a la buena práctica de la ingeniería ambiental ampliamente aceptada.

Este procedimiento de cálculo se ajusta al recomendado por la American Society of Civil Engineers (ASCE) de los Estados Unidos y por el Manual of Practice (MOP) de la Water Environmental Federation (WEF) en su última edición (WEF, MANUAL OF PRACTICE 8th Edition).

4.1 Parámetros de diseño

Parámetro	Und	Valor
θ_c (Edad de Lodo)	días	20
Y (Coeficiente de producción específico)	g/g	0.4
Kd (Coeficiente de consumo endógeno)	d ⁻¹	0.14
X (Concentración de microorganismos en el licor mezclado)	mg/l	4300
Xr (Concentración esperada en el lodo de retorno)	mg/l	8000

4.2 Calculo de la producción total de sólidos suspendidos

4.2.1 Masa de sólidos suspendidos totales

$$MLSS = P_x TSS * \theta_c$$

Producción total de sólidos suspendidos totales:

$$P_{xTSS} = \frac{P_{xVSShet}}{0.85} + \frac{P_{xVSSdebris}}{0.85} + \frac{P_{xVSSnitro}}{0.85} + P_{xno bio} + \frac{iSST * Q}{1000}$$

a) Producción de biomasa heterotrófica $P_{x,vss}het = \frac{QY(S_o - S)}{1 + (k_d)\theta_c}$

$S_o = bDQO = 400 \text{ mg/l}$

$P_{x,vss}het = 50.5 \text{ kg}$

b) Restos de tejido celular: $P_{x,vss}debris = \frac{(f_d)(k_d)QY(S_o - S)\theta_c}{1 + (k_d)\theta_c}$

Fracción celular remanente $f_d = 0.15 \text{ g/g}$

$P_{x,vss}debris = 21.2 \text{ kg}$

c) Biomasa de bacterias nitrificantes: $P_{x,vss}Nitro = \frac{QY_n(NO_x)}{1 + (k_{dn})\theta_c}$

$Nox = TKN - \frac{0.12P_{xbio}}{Q}$

$Nox = 14.95 \text{ Kg}$

$P_{x,vss}nitro = 1 \text{ kg}$

d) Sólidos suspendidos volátiles no biodegradables: $P_{x,vss}no bio = Q(nbVSS)$

$P_{x,vss}no bio = 85.71 \text{ kg}$

e) Sólidos suspendidos inertes = SST - SSV

$iSST = 35.71 \text{ mg/l}$

Así la producción total de sólidos suspendidos totales será:

$P_{xTSS} = 214.1 \text{ Kg}$

Y la masa de sólidos suspendidos totales es:

$$MLSS = 214.1\text{Kg} * 20\text{días} = 4,282 \text{ Kg}$$

4.3 Dimensiones del Tanque de aireación

4.3.1 Volumen del tanque de aireación

$$\text{Relación } F/M = 0.115 \text{ g/g} \cdot d$$

$$V(m^3) = \frac{1,260\text{mg/l} * 250\text{mg/l}}{3,182\text{mg/l} * 0.115\text{g/g} \cdot d} = 860m^3$$

Se consideró en primer lugar, los requerimientos de intentar obtener un área reducida para las instalaciones de la planta; como segundo criterio se consideró la eficiencia del sistema de aireación en lo que transferencia de oxígeno se refiere, con estos criterios se procedió a establecer las características geométricas del sistema de tratamiento.

5 CLARIFICADOR

5.1 Parámetros de diseño

Para el diseño del área útil del clarificador se asumió una carga de $15 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$, basados en las normas recomendadas por el WasteWater Treatment Plant Desing de WPCF de los EE.UU.

5.2 Cálculo del área del clarificador

$$A(m^2) = \frac{Q(m^3 / \text{día})}{CS(m^3 / m^2 - \text{día})} \quad A(m^2) = \frac{1,260m^3 / \text{día}}{14m^3 / m^2 - \text{día}}$$

$$\text{Area del clarificador} = 90m^2$$

6 REQUERIMIENTO DE AIRE PARA EL PROCESO BIOLOGICO

6.1 Cálculo de la cantidad de aire requerida tanque de aireación

a) Demanda carbonosa

$$Q (bDQO) = 432 \text{ Kg/d}$$

b) Demanda nitrogenosa

$$4.33 Q (NOx) = 80.29 \text{ Kg/d}$$

c) Demanda de oxígeno purgada en lodo

$$1.42 (P_{x\text{bio}}) = 93.13 \text{ Kg/d}$$

d) Demanda estándar de oxígeno en agua limpia a 20° y cero oxígeno disuelto

$$AOTR = 432 \text{ Kg/d} + 80.29 \text{ Kg/d} - 93.13 \text{ Kg/d}$$

$$AOTR = 419.16 \text{ Kg/d}$$

$$AOTR = 17.465 \text{ Kg/hr}$$

f) Cálculo del SOTR

$$SOTR = AOTR \left(\frac{C_{S20}}{\alpha F (\beta C_{S,T,H} - C_L)} \right) (\theta^{T-20})$$

$$SOTR/AOTR = 2.26$$

$$AOTR/SOTR = 0.44$$

$$SOTR = 17.46 \text{ Kg/hr} * 2.26 = 39.5 \text{ Kg/hr}$$

El sistema de aireación se seleccionó considerando los requerimientos de oxígeno de la planta, la eficiencia de los difusores y la simplicidad en su instalación, operación y mantenimiento.

7 TANQUE DE LODOS

7.1 Parámetros de diseño

Parámetro	Und	Valor
Concentración de lodos	%	3
Días de almacenamiento en el tanque de lodos	días	8

7.2 Cálculo del volumen del tanque de lodos

$$Pr oducción volumetrica(m^3) = \frac{P_{totalSST}(Kg / día)}{C(\%) * Pe(Kg / l)}$$

La producción total de sólidos suspendidos calculada en el acápite 4.2.1 es:

$$P_{total SST} = 214.1 Kg$$

$$Pr oducción volumetrica(m^3) = \frac{214.1Kg / día}{3\% * 1.0Kg / l * (1000)}$$

$$Producción volumétrica = 7.137m^3$$

$$Volumen del tan que = P_{vol de lodos} \times días de almacenamiento$$

$$Volumen del tanque = 7.137m^3 * 8 días$$

$$Volumen del tanque = 57 m^3$$

8 DESINFECCION

8.1 Parámetros de diseño

Parámetro	Und	Valor
Caudal a tratar	m ³ /d	1,260
Tiempo de contacto	min	30
Dosis de químico a aplicar	mg/l	5

8.2 Calculo del tanque de desinfección

$$V(m^3) = Q(m^3 / \text{min}) * Tc(\text{min})$$

$$V(m^3) = 0.83(m^3 / \text{min}) * 30(\text{min})$$

$$Volumen = 25m^3$$

9 Calidad del efluente tratado

El efluente tratado cumplirá con las siguientes características:

Parámetros	Agua tratada
DBO ₅ (mg/l):	<35
DQO(mg/l):	<100
SST (mg/l):	<35
pH:	6-9
Aceites y grasas (mg/l):	<20

9.1 Muestreo del agua tratada

La toma de muestras del agua tratada se realizará a la salida del tanque de desinfección en la caja de registro final.

Se recomienda realizar muestreos del agua mensualmente evaluando los parámetros descritos en el punto 1.4.

9.2 Disposición final del efluente tratado

El agua residual ya tratada será conducida por el cliente hasta el sitio autorizado para la descarga final.

III. BIBLIOGRAFÍA

- 📖 "GUÍAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES" Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Ente Regulador. Nicaragua, 2004
- 📖 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES" Crites-Tchobanoglous, 2004.
- 📖 "WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT AND REUSE" Metcalf & Eddy. 4th Edition, USA, 2003.
- 📖 "WASTEWATER TREATMENT PLANTS: PLANNING, DESIGN AND OPERATION" Qasim, Syed. EU, 1999.
- 📖 "WEF, MANUAL OF PRACTICE 8 4th EDITION" Water Environmental Federation (WEF). USA, 1998.