

HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO VERTICAL ASCENDENTE PARA LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES DE UNA ESCUELA RURAL

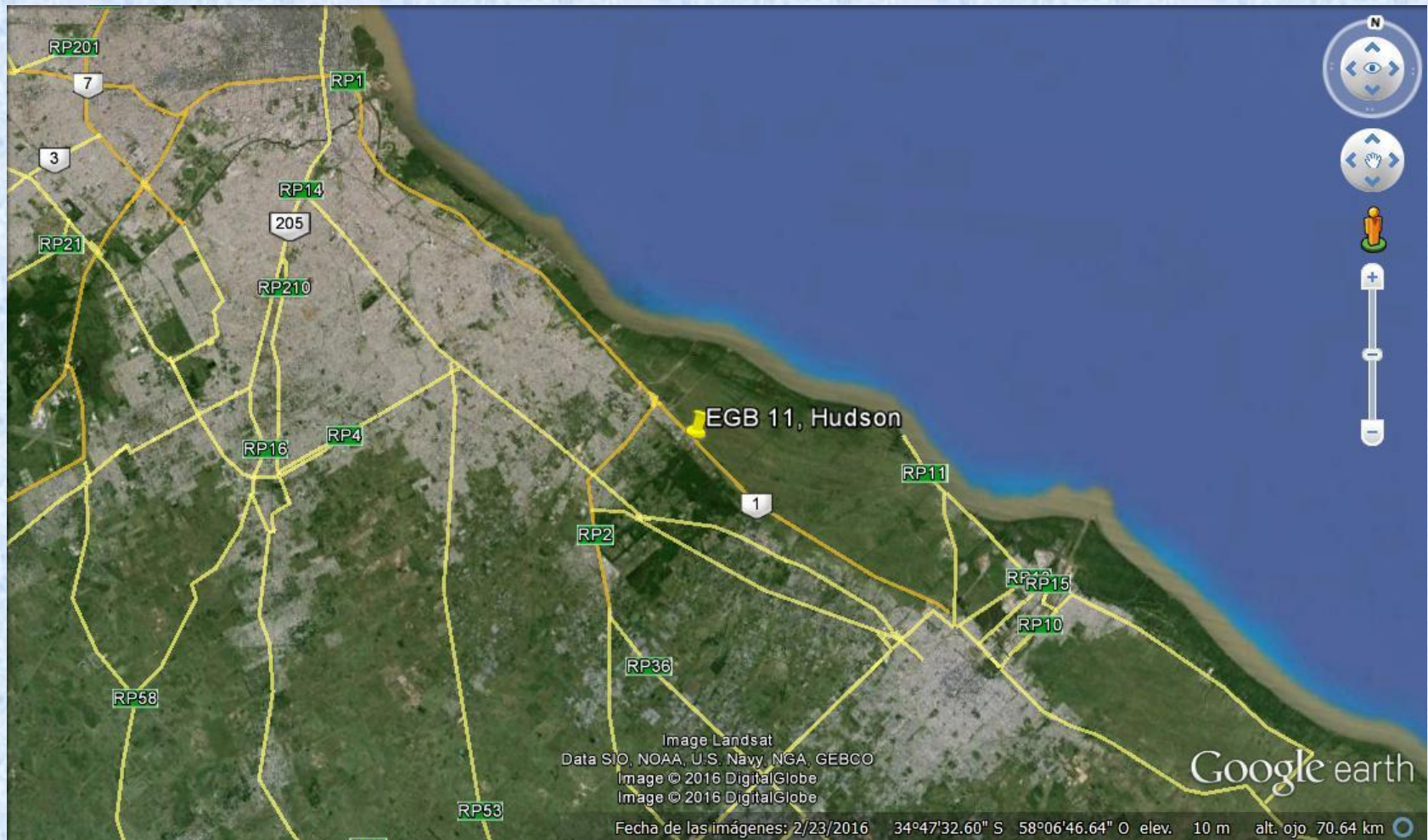
Vertical Upward Flow Constructed Wetlands for
Wastewater Treatment of a Rural School

Alejandro Mariñelarena y Hugo Di Giorgi

alemar@ilpla.edu.ar

Instituto de Limnología "Dr. R. Ringuelet" CONICET - UNLP. Comisión de
Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, CICBA.

EGB11, Hudson, Bs. As.



EGB11, Hudson, Bs. As.



Diseño

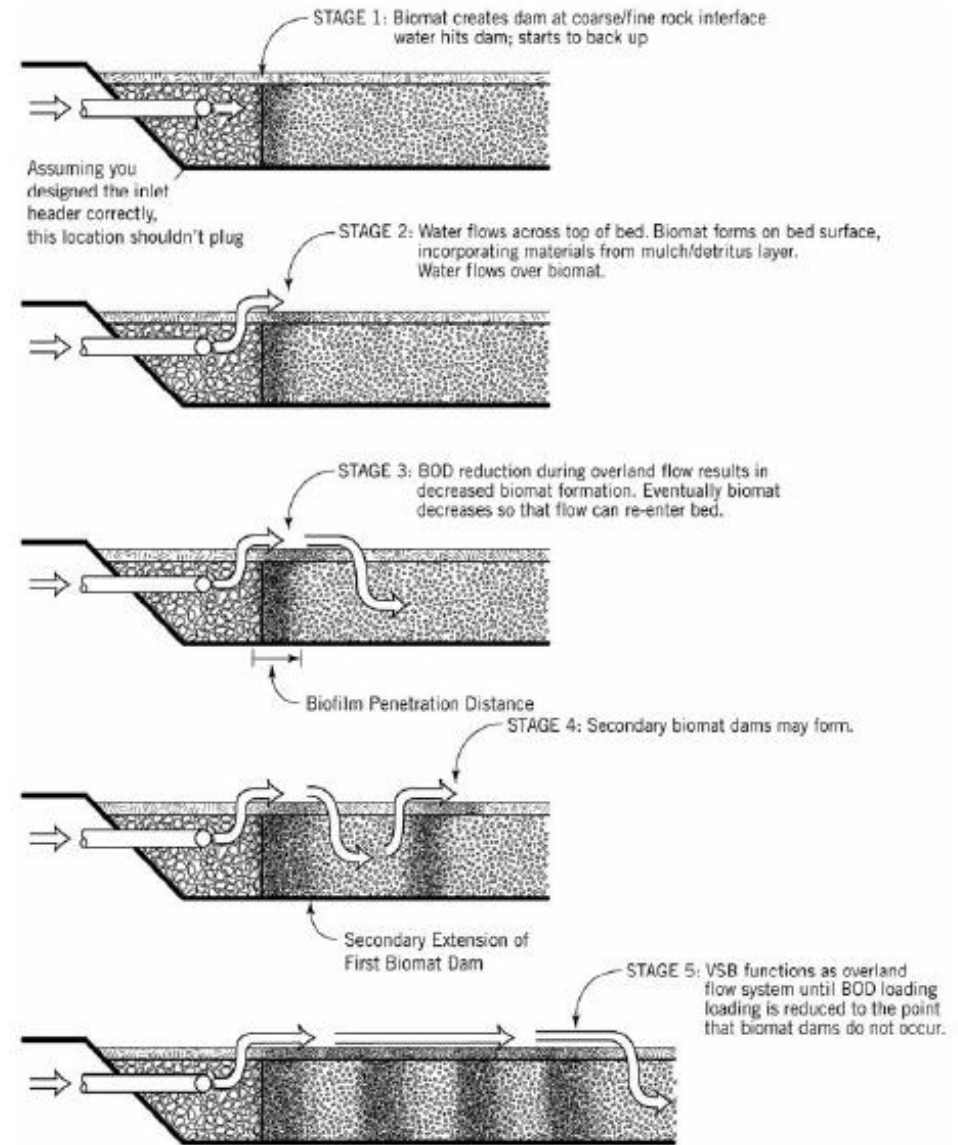


Figure 5-23. Stages of clogging in HF (VSB) constructed wetlands. From Wallace and Knight (2006). Reprinted with permission from the Water Environment Research Foundation: Alexandria, Virginia.

Diseño

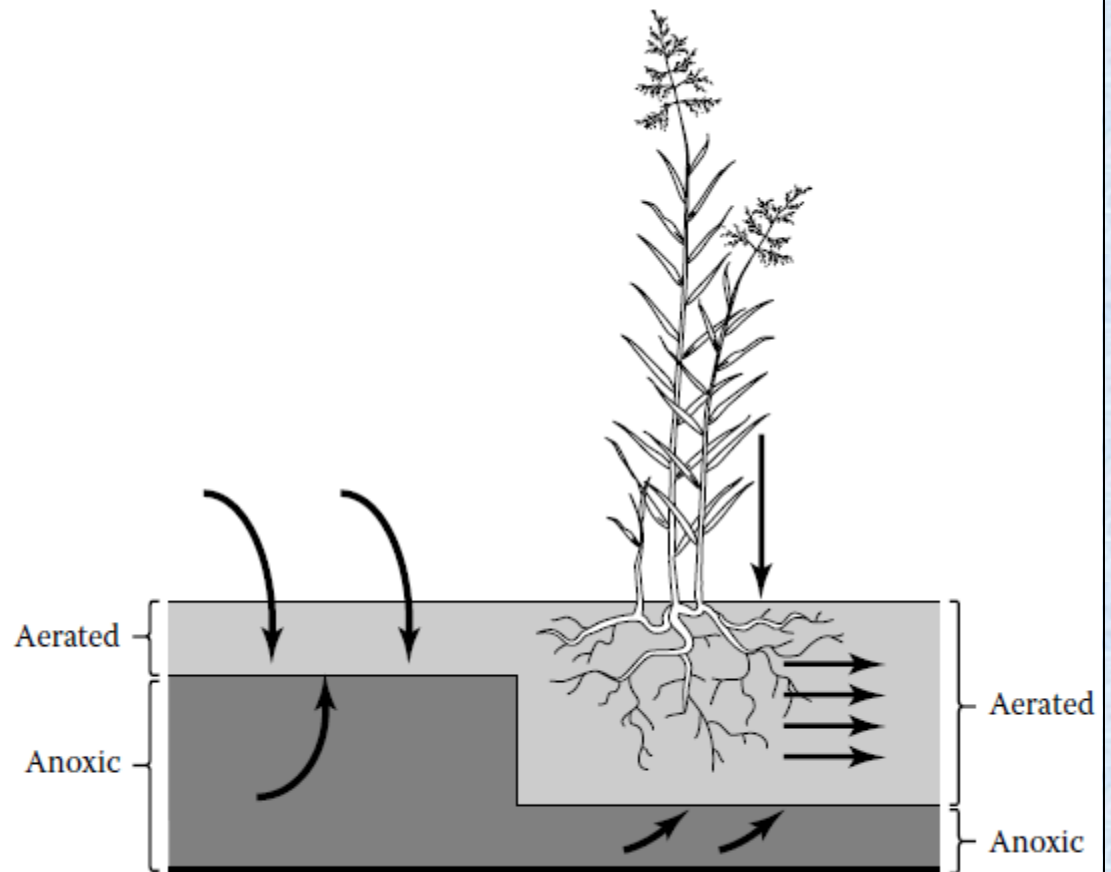
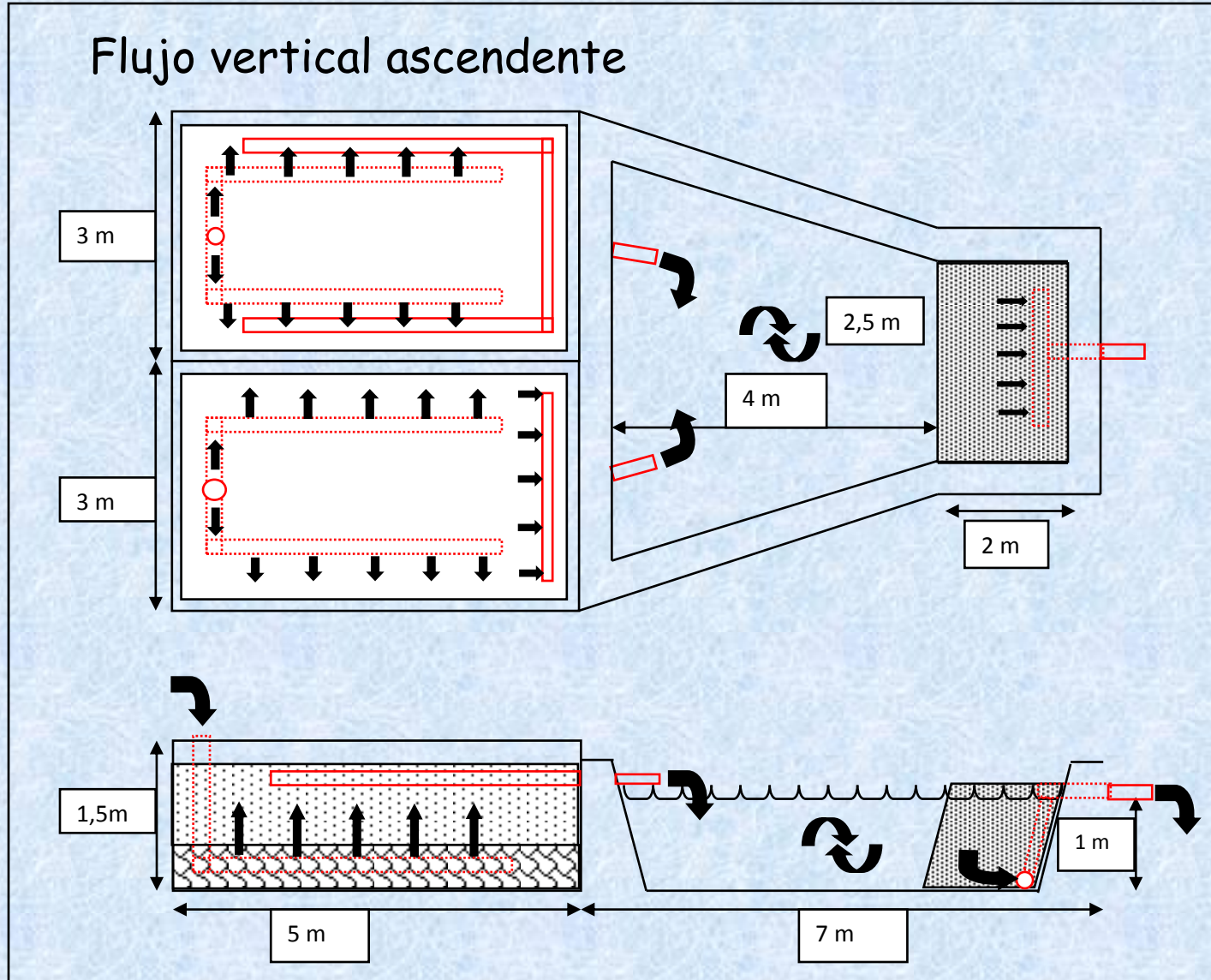
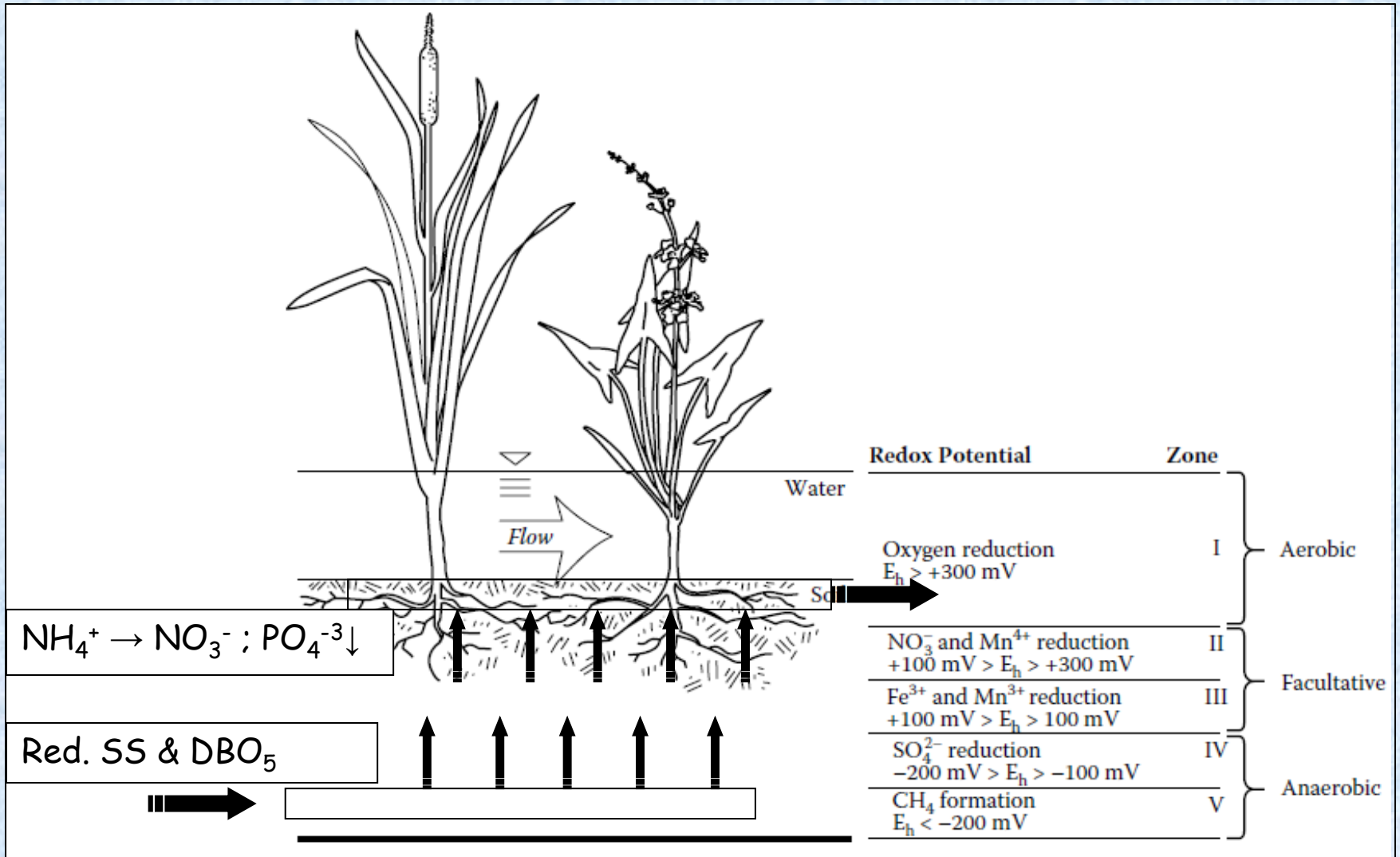


FIGURE 9.40 Simplified model of movement of oxygen into the HSSF bed.

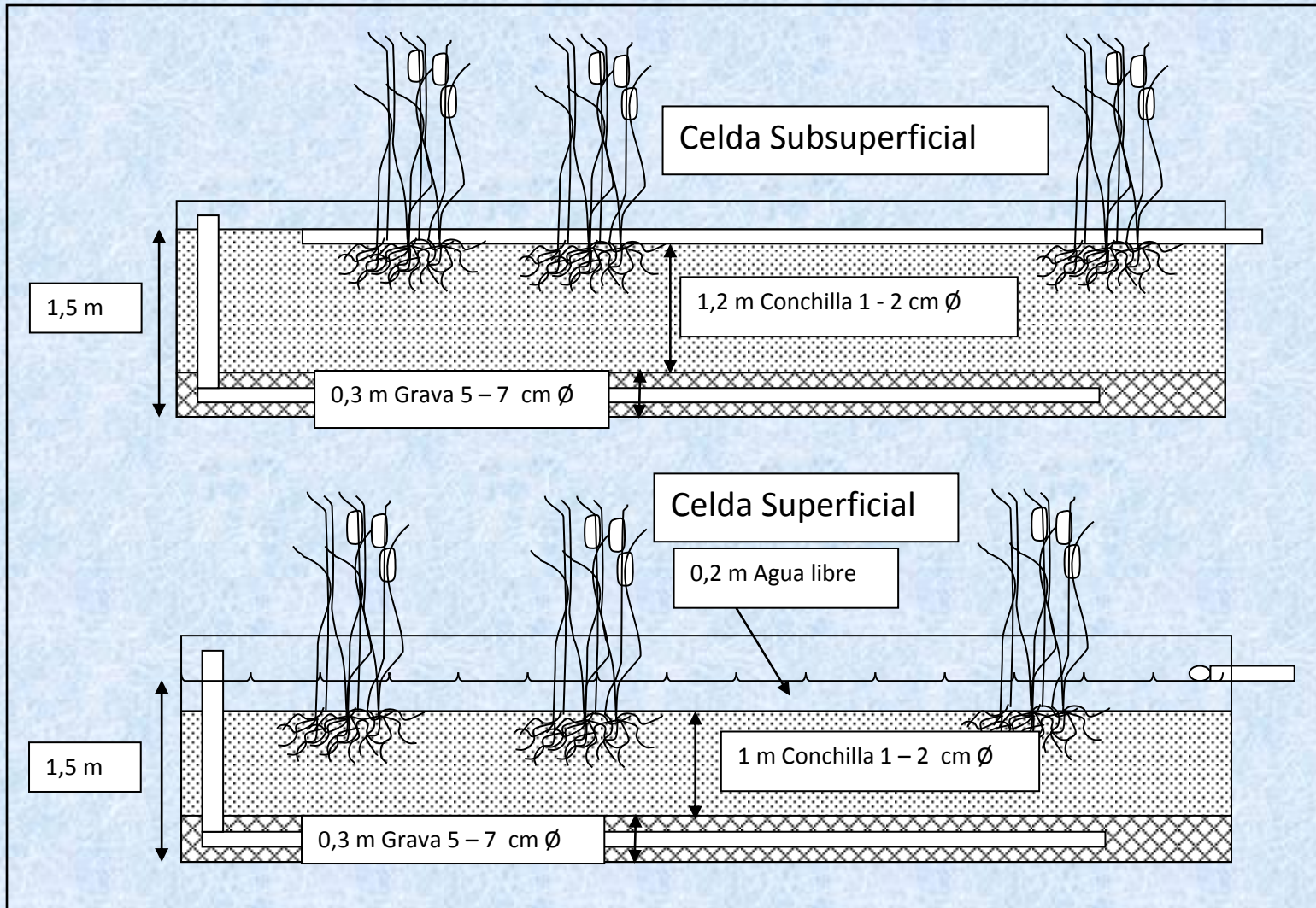
Diseño



Diseño



Diseño



Diseño

Area Humedal	30 m ²
Vol. Ef. Humedal	18 m ³
Area total	51m ²
Vol. total	39m ³

Caudal m ³ /d	3,6
DBO mg/L	156
NT mg/L	28
N-NH ₃ mg/L	17,7
PT mg/L	5,7

HLR	Humedales	12,8 cm/d
	Sistema	7,1 cm/d
TRH	Humedales	5 d
	Sistema	10,8 d
OLR	Humedales	18,7 g/m ² .d
	Sistema	11 g/m ² .d
NT LR	Humedales	3,4 g/m ² .d
	Sistema	2 g/m ² .d
N-NH ₃	Humedales	2,1 g/m ² .d
	Sistema	1,2 g/m ² .d
PT	Humedales	0,7 g/m ² .d
	Sistema	0,4 g/m ² .d

Muestreos y métodos

El sistema se construyó a principios de 2009.

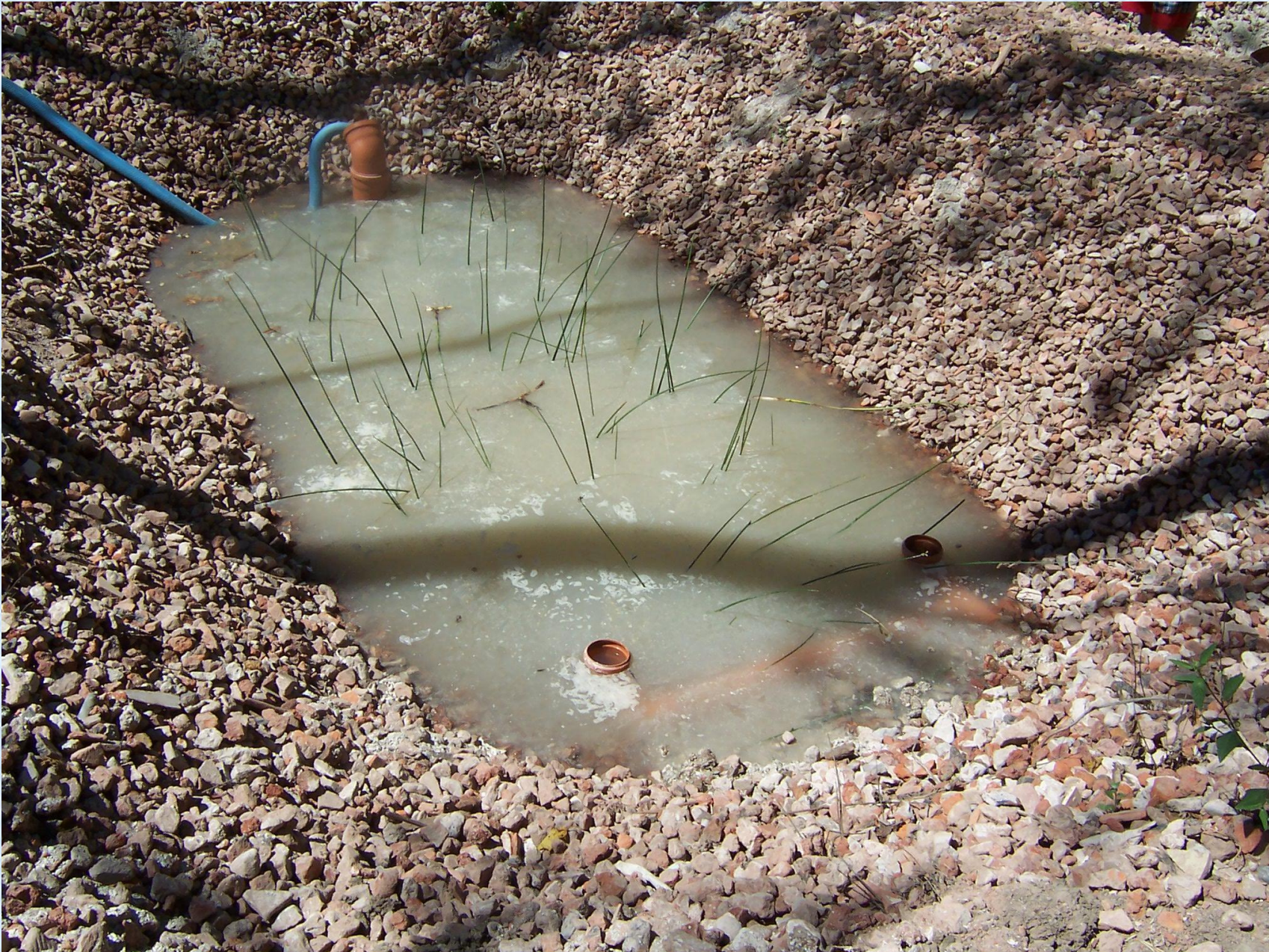
Comenzó a operar a mediados de 2009.

Se realizaron 19 muestreos entre Oct 2009 y Nov 2011.

En cada fecha se tomaron muestras de la salida de la cámara séptica, de cada humedal y de la laguna.

En el campo se midió la T°C, pH, Cond. Elec., y OD con sonda multiparamétrica y se registró el caudal.

En el lab. se determinaron las concentraciones de SST, DBO, DQO, NT, N-NH₃, PT y PO₄ con métodos estándar (APHA).









Resultados DBO₅

Concentraciones promedio en la salida de cada etapa del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅		DQO		TN		N-NH ₃		TP		Colifecales
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media geom
Cámara Septica	261	84	389	102	60,4	13,6	47,7	8,8	4,6	0,9	1,84E+06
Humedal sub-sup.	59	22	102	35	43,1	9,9	41,0	7,8	3,2	0,6	2,30E+05
Humedal sup.	44	38	79	33	35,4	11,0	36,3	8,9	3,0	0,6	1,14E+05
Laguna	11	3	49	11	32,8	6,4	32,2	7,7	2,7	0,4	1,45E+04
Límite de vuelco	50		250		35,0		25,0		1,0		2,00E+03

Remoción porcentual promedio por etapas del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅	DQO	TN	N-NH ₃	TP	Colifecales
Humedal sub-sup.	77	74	28	14	30	76
Humedal sup.	83	80	41	24	35	86
Laguna	95	87	45	36	40	98

Resultados DQO

Concentraciones promedio en la salida de cada etapa del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅		DQO		TN		N-NH ₃		TP		Colifecales
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media geom
Cámara Septica	261	84	389	102	60,4	13,6	47,7	8,8	4,6	0,9	1,84E+06
Humedal sub-sup.	59	22	102	35	43,1	9,9	41,0	7,8	3,2	0,6	2,30E+05
Humedal sup.	44	38	79	33	35,4	11,0	36,3	8,9	3,0	0,6	1,14E+05
Laguna	11	3	49	11	32,8	6,4	32,2	7,7	2,7	0,4	1,45E+04
Límite de vuelco	50		250		35,0		25,0		1,0		2,00E+03

Remoción porcentual promedio por etapas del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅	DQO	TN	N-NH ₃	TP	Colifecales
Humedal sub-sup.	77	74	28	14	30	76
Humedal sup.	83	80	41	24	35	86
Laguna	95	87	45	36	40	98

Resultados TN

Concentraciones promedio en la salida de cada etapa del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅		DQO		TN		N-NH ₃		TP		Colifecales
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media geom
Cámara Septica	261	84	389	102	60,4	13,6	47,7	8,8	4,6	0,9	1,84E+06
Humedal sub-sup.	59	22	102	35	43,1	9,9	41,0	7,8	3,2	0,6	2,30E+05
Humedal sup.	44	38	79	33	35,4	11,0	36,3	8,9	3,0	0,6	1,14E+05
Laguna	11	3	49	11	32,8	6,4	32,2	7,7	2,7	0,4	1,45E+04
Límite de vuelco	50		250		35,0		25,0		1,0		2,00E+03

Remoción porcentual promedio por etapas del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅	DQO	TN	N-NH ₃	TP	Colifecales
Humedal sub-sup.	77	74	28	14	30	76
Humedal sup.	83	80	41	24	35	86
Laguna	95	87	45	36	40	98

Resultados N-NH₃

Concentraciones promedio en la salida de cada etapa del tratamiento
(n=13)

	CDBO ₅		DQO		TN		N-NH ₃		TP		Colifecales
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media geom
Cámara Septica	261	84	389	102	60,4	13,6	47,7	8,8	4,6	0,9	1,84E+06
Humedal sub-sup.	59	22	102	35	43,1	9,9	41,0	7,8	3,2	0,6	2,30E+05
Humedal sup.	44	38	79	33	35,4	11,0	36,3	8,9	3,0	0,6	1,14E+05
Laguna	11	3	49	11	32,8	6,4	32,2	7,7	2,7	0,4	1,45E+04
Límite de vuelco	50		250		35,0		25,0		1,0		2,00E+03

Remoción porcentual promedio por etapas del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅	DQO	TN	N-NH ₃	TP	Colifecales
Humedal sub-sup.	77	74	28	14	30	76
Humedal sup.	83	80	41	24	35	86
Laguna	95	87	45	36	40	98

Resultados TP

Concentraciones promedio en la salida de cada etapa del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅		DQO		TN		N-NH ₃		TP		Colifecales
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media geom
Cámara Septica	261	84	389	102	60,4	13,6	47,7	8,8	4,6	0,9	1,84E+06
Humedal sub-sup.	59	22	102	35	43,1	9,9	41,0	7,8	3,2	0,6	2,30E+05
Humedal sup.	44	38	79	33	35,4	11,0	36,3	8,9	3,0	0,6	1,14E+05
Laguna	11	3	49	11	32,8	6,4	32,2	7,7	2,7	0,4	1,45E+04
Límite de vuelco	50		250		35,0		25,0		1,0		2,00E+03

Remoción porcentual promedio por etapas del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅	DQO	TN	N-NH ₃	TP	Colifecales
Humedal sub-sup.	77	74	28	14	30	76
Humedal sup.	83	80	41	24	35	86
Laguna	95	87	45	36	40	98

Resultados Coliformes

Concentraciones promedio en la salida de cada etapa del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅		DQO		TN		N-NH ₃		TP		Colifecales
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media geom
Cámara Septica	261	84	389	102	60,4	13,6	47,7	8,8	4,6	0,9	1,84E+06
Humedal sub-sup.	59	22	102	35	43,1	9,9	41,0	7,8	3,2	0,6	2,30E+05
Humedal sup.	44	38	79	33	35,4	11,0	36,3	8,9	3,0	0,6	1,14E+05
Laguna	11	3	49	11	32,8	6,4	32,2	7,7	2,7	0,4	1,45E+04
Límite de vuelco	50		250		35,0		25,0		1,0		2,00E+03

Remoción porcentual promedio por etapas del tratamiento (n=13)

	CDBO ₅	DQO	TN	N-NH ₃	TP	Colifecales
Humedal sub-sup.	77	74	28	14	30	76
Humedal sup.	83	80	41	24	35	86
Laguna	95	87	45	36	40	98

Conclusiones y discusión

Funcionamiento hidráulico

Siempre la celda con agua superficial fue más eficiente

Remoción de SS: 81% - Salida 11 mg/l

Remoción de DBO: 95% - Salida 11 mg/l

Remoción de DQO: 87% - Salida 49 mg/l

Conclusiones y discusión

Carga de DBO₅:

HFVA Sup. & SS: 322 Kg/ha.d

Total: 201 Kg/ha.d

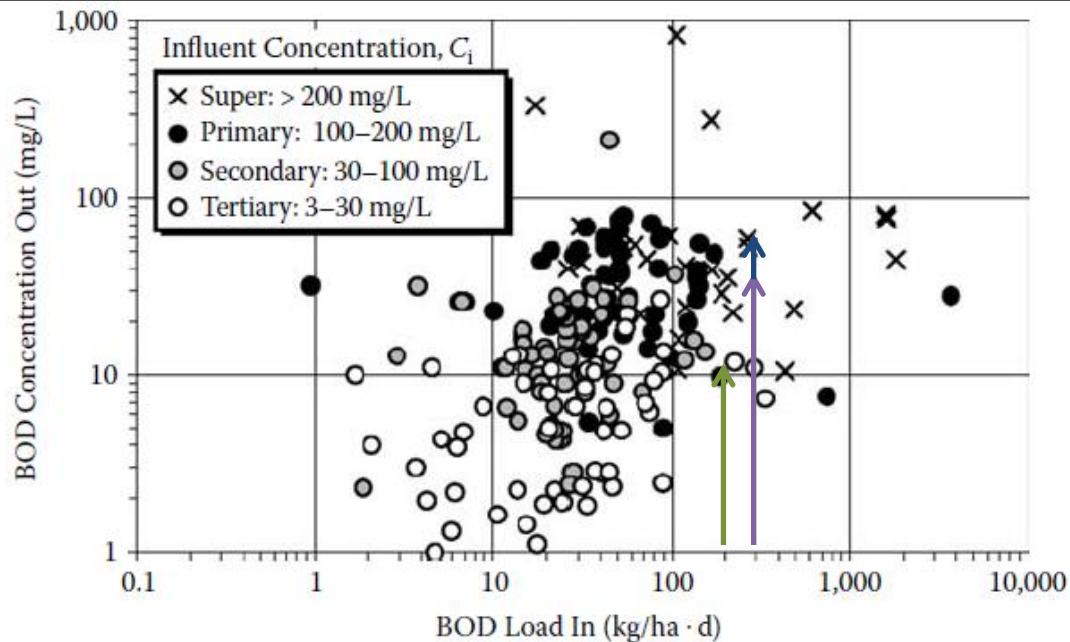


FIGURE 8.26 BOD loading graph for 202 HSSF wetlands. There is one data point per wetland, covering the entire period of record. The ranges of inlet concentrations are separated into four groups, corresponding to tertiary ($3 < C_i < 30$ mg/L) up to super ($C_i > 200$ mg/L). A slight increasing trend effluent BOD with increased BOD loading is obscured by a very large scatter.

Conclusiones y discusión

Funcionamiento hidráulico

Siempre la celda con agua superficial fue más eficiente

Remoción de SS: 81% - Salida 11 mg/l

Remoción de DBO: 95% - Salida 11 mg/l

Remoción de DQO: 87% - Salida 49 mg/l

Remoción de TN: 45% - Salida 32,8 mg/l

Conclusiones y discusión

Carga de TN:

HFVA Sup. & SS: 2719 g/m².año

Total: 1699 g/m².año

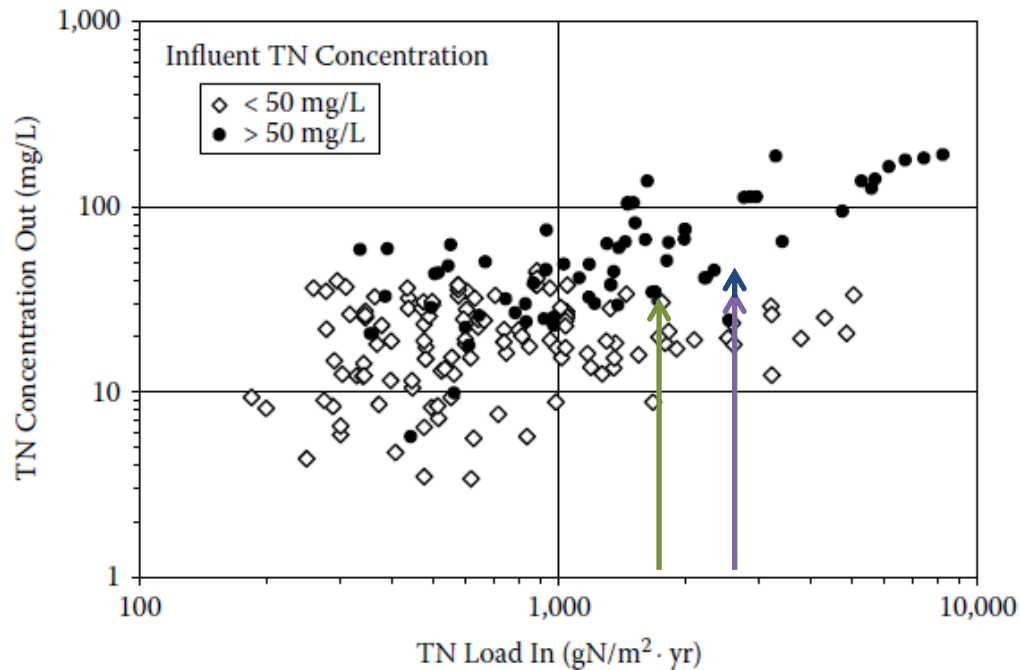


FIGURE 9.30 Load response data for total nitrogen HSSF wetlands. Annual average information from 112 wetlands and 198 system-years is shown.

Conclusiones y discusión (y problemas)

Funcionamiento hidráulico

Siempre la celda con agua superficial fue más eficiente

Remoción de SS: 81% - Salida 11 mg/l

Remoción de DBO: 95% - Salida 11 mg/l

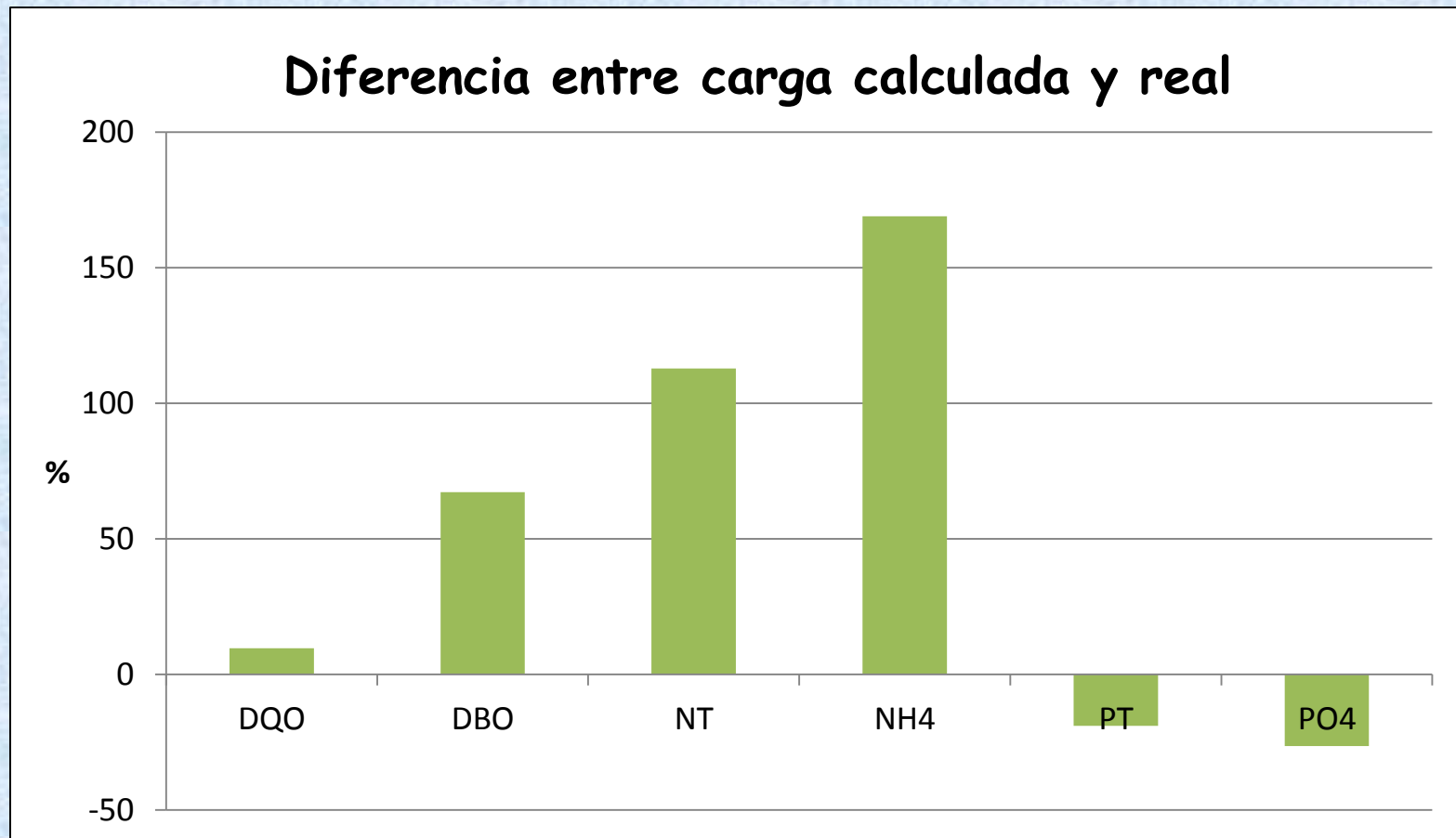
Remoción de DQO: 87% - Salida 49 mg/l

Remoción de TN: 45% - Salida 32,8 mg/l

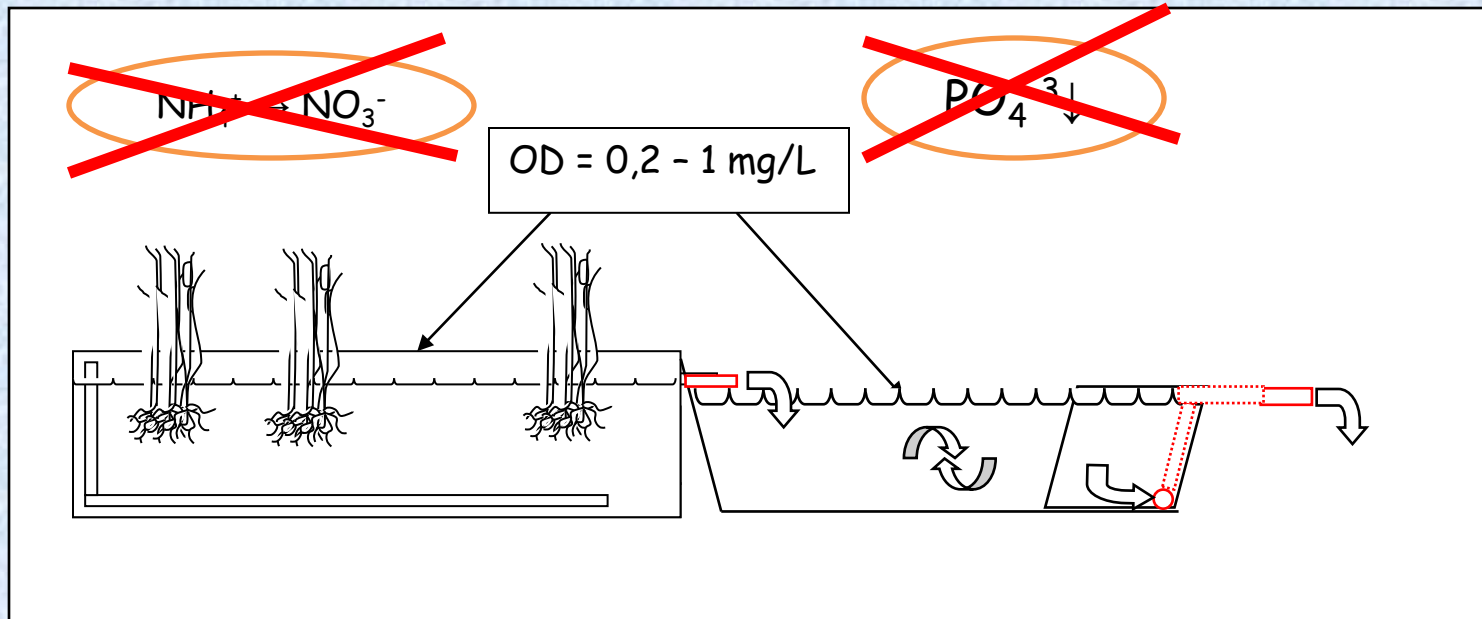
Remoción de N-NH₃: 36% - Salida 32,2 mg/l

Remoción de TP: 40% - Salida 2,7 mg/l

Conclusiones y discusión (y problemas)



Conclusiones y discusión (y problemas)



Conclusiones y discusión (y problemas)

Remoción de SS: 81% - Salida 11 mg/l

Remoción de DBO: 95% - Salida 11 mg/l

Remoción de DQO: 87% - Salida 49 mg/l

Remoción de TN: 45% - Salida 32,8 mg/l

Remoción de N-NH₃: 36% - Salida 32,2 mg/l

Remoción de TP: 40% - Salida 2,7 mg/l


Remoción de Coliformes: 98% - Salida $1,5 \times 10^4$ mg/l

Conclusiones y discusión (y problemas)

La primera plantación con *Zizaniopsis bonariensis*, en la celda subsuperficial, fue diezmada por hormigas.

La segunda plantación con *Scirpus californicus*, nunca desarrolló una población tupida.

El sistema sufrió una invasión permanente de renovales de álamos que crecen en las cercanías.




Estábamos tan tranquilos hasta que llegaron los biólogos...

Ta bueno el humedal ascendente, eh?
Como creció el barrio...

Muchas gracias!!!

Sí mi amigo...
pero ya somos muchos, acá ya no se puede vivir...



Cuando los biólogos aprendan a calcular mejor, esto va a ser un paraíso...

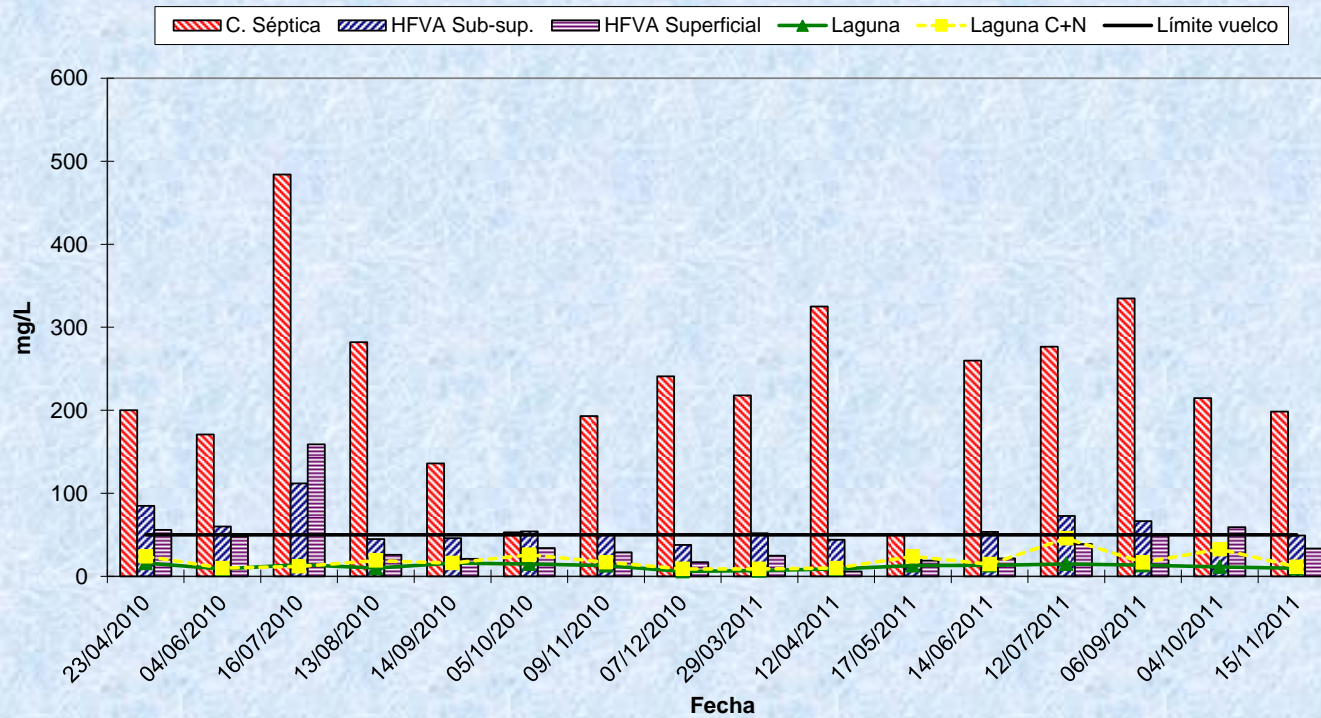
Ta bueno el humedal ascendente, eh? Parece que funciona

Sí mi amigo... pero mucha carga, mucho trabajo...

Muchas gracias!!!

Remoción de DBO5

Figura 3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (CDBO5) en Planta EGB11



Remoción de Nitrógeno Total

Figura 4: Nitrógeno Total en Planta EGB11

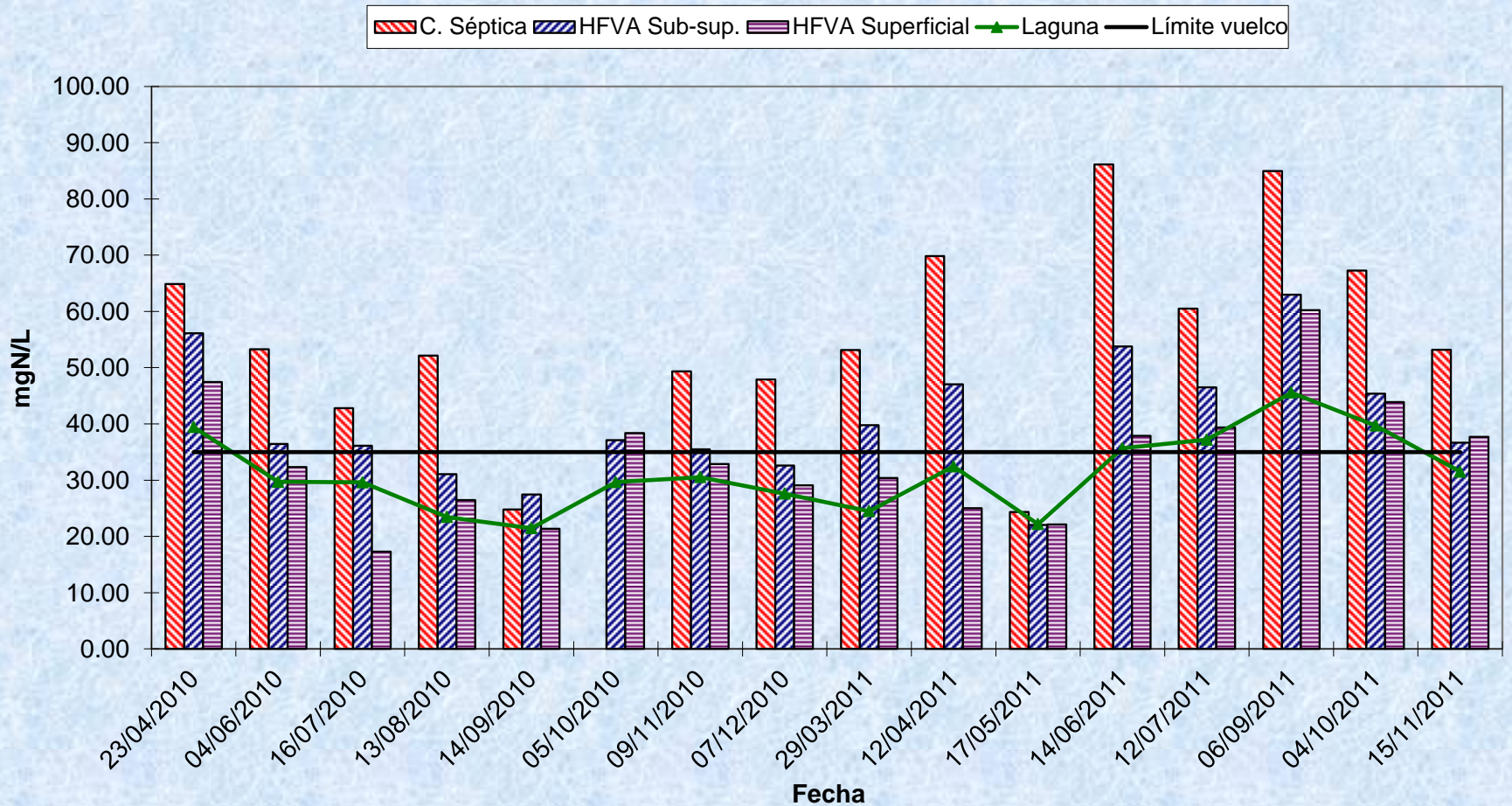
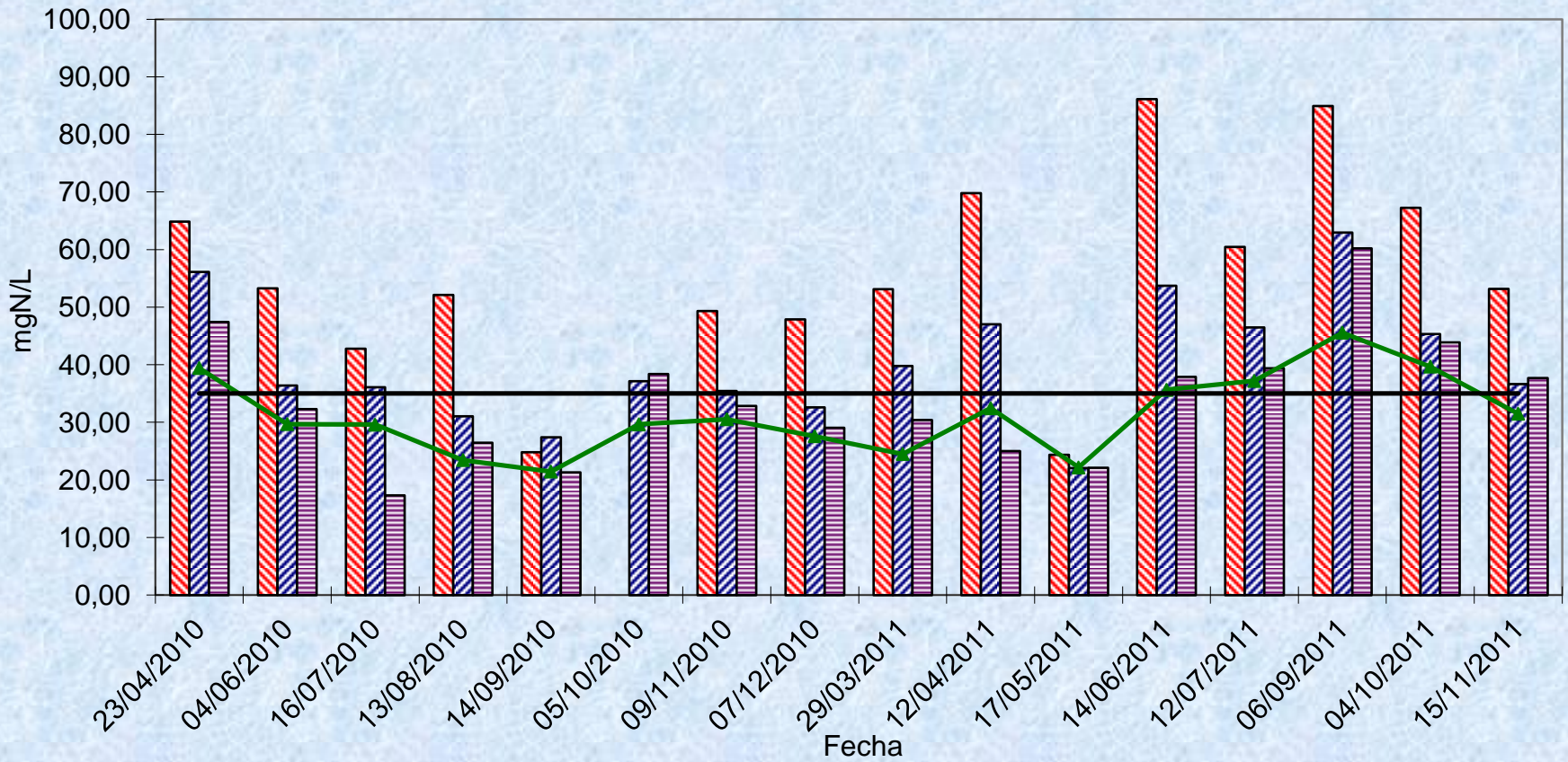


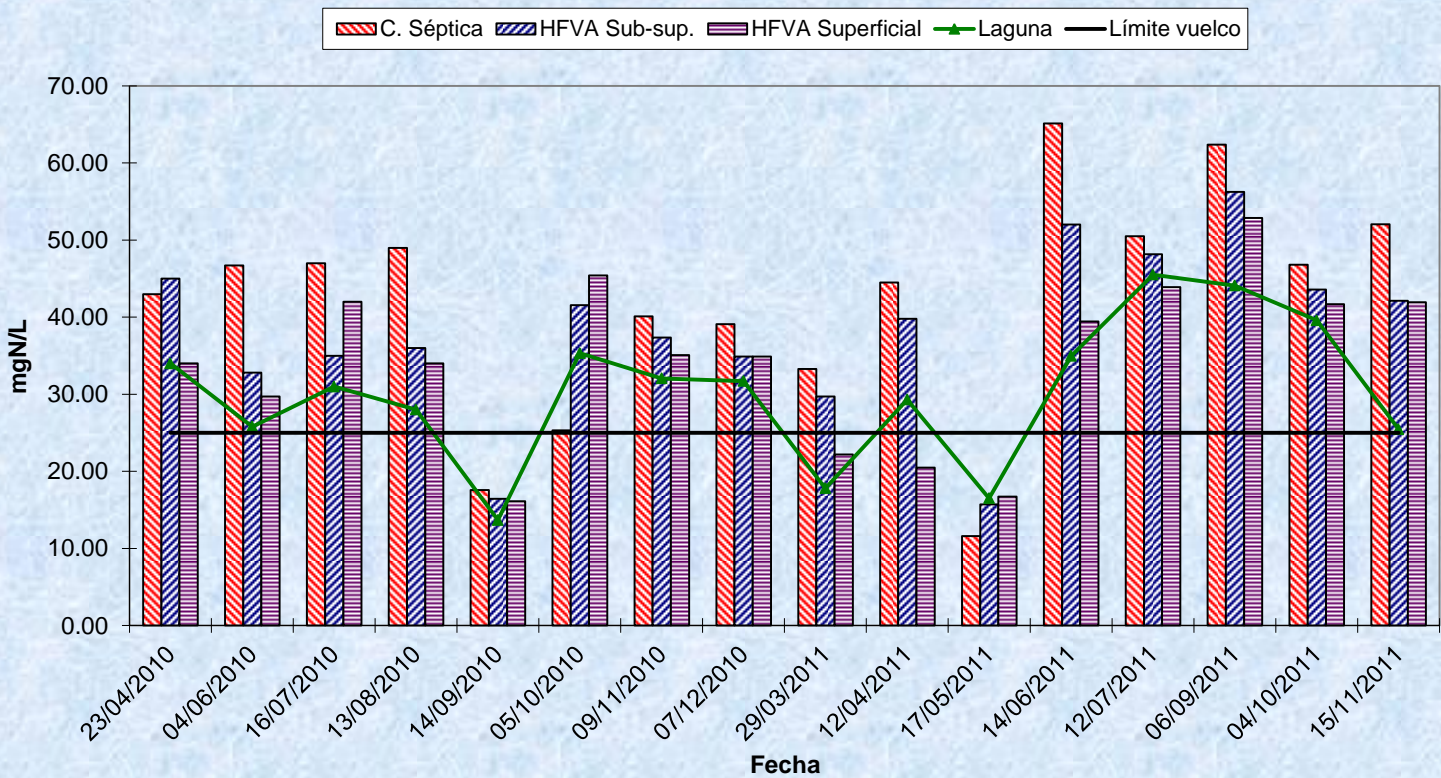
Figura 4: Nitrógeno Total en Planta EGB11

■ C. Séptica ■ HFVA Sub-sup. ■ HFVA Superficial ▲ Laguna — Límite vuelco



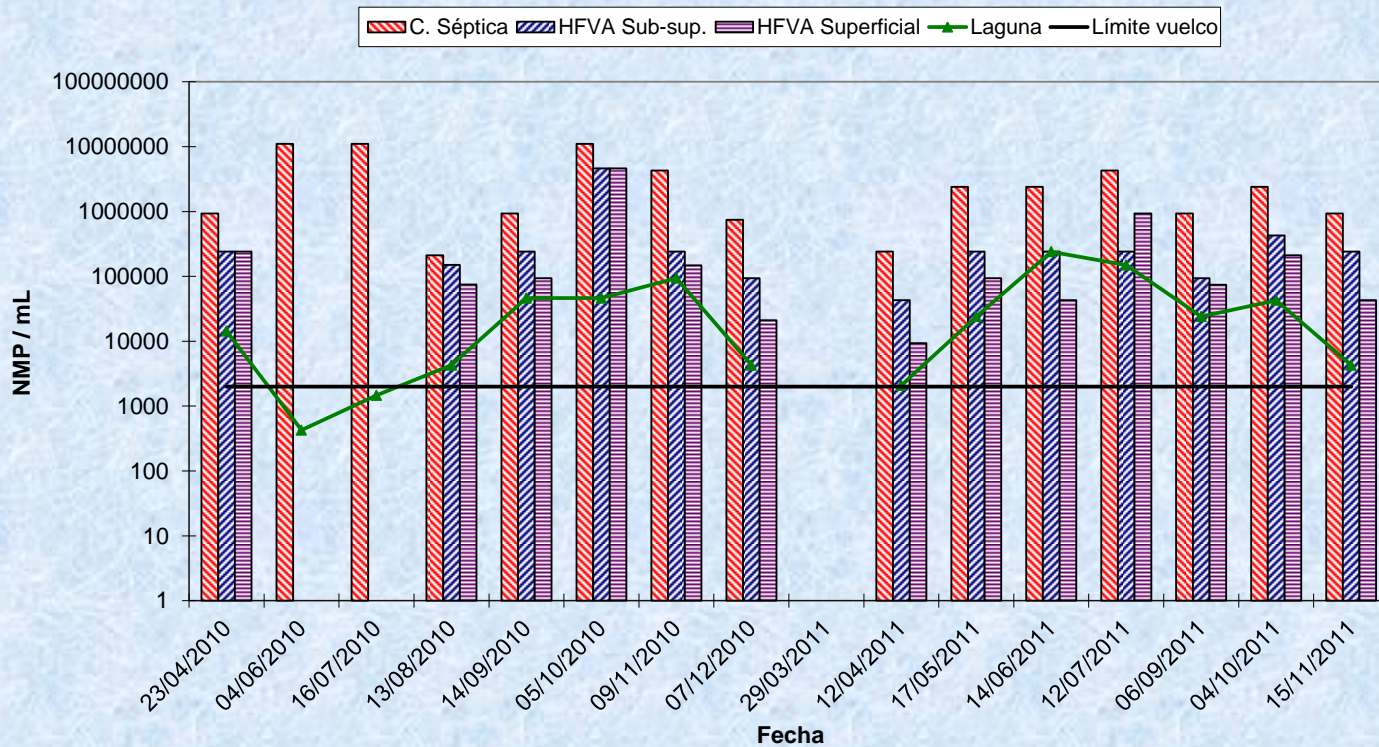
Remoción de Amonio

Figura 5: Nitrógeno Amoniacal en Planta EGB11



Remoción de Bacterias Colifecales

Figura 7: Bacterias Coliformes Fecales en Planta EGB11







Humedal de Depuración EGB11

