



**MUNICIPALIDAD DE TRELEW**

**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL  
DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES  
DE LA CIUDAD DE TRELEW**

**INFORME FINAL**  
**Factibilidad Técnico Económica,**  
**Anteproyectos de Obras**  
**Y Plan Director**

**Tomo VI:**  
**Parte IV: Informe de Impacto Ambiental**

*Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
Departamento de Ingeniería Civil Hidráulica

Trelew, Pcia. del Chubut, Mayo de 2006



F1 - UNPSJB

**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA  
DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE  
TRELEW**

**Informe Final de  
FACTIBILIDAD TECNICO ECONOMICA,  
ANTEPROYECTO Y PLAN DIRECTOR**

**I N D I C E   D E   T O M O S**

**En Informe Final de Factibilidad, Anteproyecto  
y Plan Director (Junio 2006):**

- Tomo I: El Proyecto. Estudios
- Tomo II: Anexo: Estudios Básicos Complementarios
- Tomo III: Acciones No Estructurales
- Tomo IVa: Acciones Estructurales, Parte I
- Tomo IVb: Acciones Estructurales, Parte II
- Tomo IVc: Acciones Estructurales. Planos Parte I
- Tomo IVd: Acciones Estructurales. Planos Parte II
- Tomo V: Factibilidad: Costos. Análisis de Precios
- Tomo VI: Informe de Impacto Ambiental
- Tomo VII: Bases para Especificaciones Técnicas de Acciones Estructurales.
- Tomo VIII: Resumen Ejecutivo y Plan Director

**En Informe Parcial de Etapa II (3a), Estudios Básicos  
Generales (Diciembre 2005)**

- Tomo I: Estudios Básicos Generales (Memoria)
- Tomo II: Anexo I: Recopilación de Información y Antecedentes (compilación: legales, administrativos)
- Tomo III: Anexo I: Recopilación de Información y Antecedentes (compilación: técnicos, administrativos, periodísticos)

**En Informe Parcial de Etapa I, Análisis y Preselección de  
Alternativas (Noviembre 2005)**

- Tomo I: Memoria Técnica
- Tomo II: Perfiles de Proyecto
- Tomo III. Anexo



# TOMO VI

## INDICE

### ***PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW***

#### ***Parte IV- Factibilidad:***

#### ***IV.2- Impacto Ambiental***

**IV.2.1. Clasificación Ambiental de la Región del Proyecto**

**IV.2.2. Aspectos Jurídicos e Institucionales**

**IV.2.3. Relaciones entre el área del proyecto y otros usos de la tierra**

**IV.2.4. Información cartográfica sobre el proyecto**

**IV.2.5. Justificación del sistema de tratamiento adoptado.**

**IV.2.6. Identificación de impactos ambientales potenciales.**

IV.2.6.1. Durante la construcción de la obra

IV.2.6.1.1. Planta Noroeste

IV.2.6.1.2. Planta Este

IV.2.6.2. Durante el funcionamiento de la obra

IV.2.6.2.1. Planta Noroeste

IV.2.6.2.2. Planta Este

**IV.2.7. Programa de monitoreo y acciones complementarias para la mitigación de impactos.**

IV.2.7.1. Durante la construcción de la obra

IV.2.7.1.1. Planta Noroeste

IV.2.7.1.2. Planta Este

IV.2.7.2. Durante el funcionamiento de la obra

IV.2.7.2.1. Planta Noroeste

IV.2.7.2.2. Planta Este

**IV.2.8. Opiniones y/o críticas al proyecto por parte de diversos actores sociales.**

**IV.2.9. Clasificación del proyecto de acuerdo a su ubicación, características y condiciones técnicas.**

**IV.2.10. Conformidad del proyecto con las guías metodológicas para evaluación ambiental vigentes en el Ejecutor.**





## PARTE IV- FACTIBILIDAD:

### IV.2. IMPACTO AMBIENTAL

La presente Evaluación de Impacto Ambiental se desarrolla de acuerdo a las especificaciones del Anexo III de la Guía Para la Formulación y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA).

#### IV.2.1. CLASIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA REGIÓN DEL PROYECTO<sup>1</sup>

A continuación se desarrollan las aplicaciones de varias clasificaciones climáticas aplicables a la región del proyecto. La información recogida proviene de las tres estaciones siguientes:

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Estación Experimental Trelew (INTA): Ubicada en la zona de riego (Valle del río Chubut), aproximadamente a 5 km. de Trelew, con latitud Sur: 43° 16' 20"; longitud Oeste: 65° 21' 40" y altitud 10 m. La información corresponde a una Estación Meteorológica Completa para el periodo 1970/90. Desde el año 1990 al año 1996 se continuó con el registro convencional pero solamente de algunos parámetros. En el año 1996 se instaló una estación automática. Las observaciones con la estación tradicional corresponden a Temperatura Media, Media Máxima y Media Mínima; Temperatura Máxima y Mínima Absoluta; Humedad relativa Máxima, Media y Mínima; Heliofanía efectiva; Evaporación Tanque tipo A; Velocidad del Viento a 0,5 m y a 2 m; Precipitación. Desde el año 1991, no se cuenta con información de lectura de tanque evaporimétrico ni de heliofanía efectiva.

Estación del Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería UNPSJB (EFísica): Estación automática emplazada en la ciudad, en el predio de la Universidad con las siguientes coordenadas: Latitud 43° 14' 59"S; Longitud: 65° 18' 30"W y altitud 14 m. Se instaló en el año 1997 en el marco del proyecto de Investigación "Dinámica Estratosférica. Radiación Ultravioleta y Biología". Durante los años 1997 a 1999 se registraron solamente mediciones de radiación, y en noviembre de 1999 se comenzaron a tomar los parámetros que luego se detallan y son de mayor interés para este proyecto. La recolección de datos se realiza mediante una estación automática Monitor II

---

<sup>1</sup> El material de esta sección resume un trabajo inédito gentilmente suministrado por la Ing. M.J. Chachero.





de Davis Instruments' con paso de minuto desde noviembre de 1999 a la fecha, registrando los siguientes parámetros: Temperatura Máxima, Media y Mínima; Precipitación; Presión; Humedad; Punto de rocío; Velocidad del viento media y máxima; Dirección del viento.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN): La estación del Servicio Meteorológico estaba ubicada en las coordenadas 43° 14' S, 65°18'W, hasta el año 1975, cuando fue trasladada a coordenadas 43° 12' S, 65° 17' W. Presenta una importante información de largo período, aunque se dispone solamente de la serie de precipitación diaria del período 1933-1992, con algunos años faltantes. Asimismo, se cuenta con los reportes correspondientes a dos decenios diferentes (1941/1950; 1951/60) y aunque tienen una fuerte agregación, son muy adecuados para la descripción climatológica general de la zona ya que cubren un período de extensión considerable para caracterización. Los parámetros relevados por ese organismo son presión, temperaturas (bulbo seco, bulbo húmedo, máxima, máxima absoluta, mínima, mínima absoluta, punto de rocío); tensión de vapor; humedad relativa; velocidad del viento; frecuencia de direcciones; precipitación; nubosidad total.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, la información de las tres estaciones estudiadas para la ciudad de Trelew, indican que corresponden a clima Seco (B) desértico (W). La zona seca es aquella donde la precipitación es menor a un índice  $r$ , de expresión:

$$r(cm) = 2.0117 \cdot T(^{\circ}C) + 14.173$$

Y corresponderá a la subdivisión W, desértica si la precipitación media anual es menor a la mitad del índice  $r$ . se acompañan los valores del índice  $r$  (columna correspondiente a clima B), y de  $r/2$  (Columna clase W), donde se observa que efectivamente el clima se clasifica como seco, (Precipitación mucho menor que  $r$ ), y satisface la condición desértico (W, precipitación menor a  $r/2$ ), aunque casi en el límite de estepa, que corresponde a cuando la precipitación es mayor a  $r/2$ .

Índice de clasificación climática $r$	Precip(cm)	Clima B	Clase W
<b>INTA</b>	19.3	41	20.5
<b>SMN</b>	18.2	41.2	20.6
<b>Efísica</b>	20.8	42.4	21.2

Los demás subíndices de clasificación son los que se indican en la tabla y el detalle posterior, correspondiendo a la región un clima tipo **BWkbx'g'**, que significa seco desértico frío, con lluvias irregulares y con temperaturas máximas posteriores al solsticio de verano.





### Clasificación climática de Köppen

	INTA	Efísica	SMN	INTA	Efísica	SMN
<b>Temperatura media anual (T)</b>	13.3	14	13.5	k Frío ( $T < 18^{\circ}\text{C}$ , $t_{\text{cal}} > 18^{\circ}\text{C}$ )	k Frío ( $T < 18^{\circ}\text{C}$ , $t_{\text{cal}} > 18^{\circ}\text{C}$ )	k Frío ( $T < 18^{\circ}\text{C}$ , $t_{\text{cal}} > 18^{\circ}\text{C}$ )
<b>Temp. Med mes más cálido (<math>t_{\text{cal}}</math>)</b>	20.6	21	21.6	b $t_{\text{cal}} < 22^{\circ}\text{C}$	b $t_{\text{cal}} < 22^{\circ}\text{C}$	b $t_{\text{cal}} < 22^{\circ}\text{C}$
<b>Temp. Media mes más frío</b>	6	6.5	6.1	B Seco	B Seco	B Seco
<b>Mes de máxima temperatura</b>	Enero	Enero	Enero	g' (temp. Máx. post. solsticio verano)	g' (temp. Máx. post. solsticio verano)	g' (temp. Máx. post. solsticio verano)
<b>Precipitación media anual (R)</b>	193	208	182	W Desierto ( $R < 10,058T + 70,866$ )	W Desierto ( $R < 10,058T + 70,866$ )	W Desierto ( $R < 10,058T + 70,866$ )
<b>Prec. media mes más lluvioso (<math>r_{\text{ll}}</math>)</b>	24.6	25.1	27.8	x' Lluvias Irregulares ( $R < T + 7$ )	x' Lluvias Irregulares ( $R < T + 7$ )	x' Lluvias Irregulares ( $R < T + 7$ )
<b>Prec. media mes más seco (<math>r_{\text{sec}}</math>)</b>	10.3	10.1	10.9			
<b>Clasificación de Köppen</b>				<b>BWkbx'g'</b>	<b>BWkbx'g'</b>	<b>BWkbx'g'</b>

La zona fría, es aquella donde la temperatura media anual es menor a  $18^{\circ}\text{C}$ , siendo la temperatura del mes más cálido mayor a  $18^{\circ}\text{C}$ , y se indica con la letra k.

Una diferenciación más fina se consigue añadiendo ciertas letras a los símbolos ya adoptados, significando en este caso “b”, verano caluroso, con temperaturas del mes más cálido menor a  $22^{\circ}\text{C}$ , y la temperatura media de más de 4 meses, superior a  $10^{\circ}\text{C}$ .

La letra g' tiene en cuenta que las temperaturas máximas se producen en el mes de enero, luego del solsticio de verano.

Por último, se tienen en cuenta las precipitaciones, verificándose en las tres estaciones, que la precipitación media anual en centímetros, es menor a la temperatura media en grados centígrados, incrementada en  $7^{\circ}$ , clasificándose como x', que significa lluvias irregulares.

En cuanto a los límites fundados en los valores de precipitación, son muy importantes puesto que ésta es el elemento de mayor influencia en el balance hidrológico, pero no se puede considerar sino en combinación con la





temperatura del aire, pues una misma cantidad de agua que llegue al suelo se evapora en mayor o menor grado, según sea esa temperatura. Por ello, se han ideado muchos índices - arbitrarios todos ellos- que relacionen la precipitación y la temperatura. (Lorente 1966)

El primero que se propuso, fue el llamado factor de pluviosidad de Lang, que es igual al cociente entre la precipitación anual y la temperatura media anual.

Se calcula con los valores medios de las tres estaciones, resultando un valor medio de 14 (INTA 14.5; SMN 13.5; EFísica 14.9)

Con arreglo a él, Lang establece una clasificación correspondiendo la categoría de zona húmeda de desierto. ( $0 < I_L < 20$ ).

El índice de Lang, considerado a nivel mensual, es un indicador de sequía, señalando que cuando toma valores inferiores a 2, se interrumpe el período vegetativo a causa de la sequía, resultando la marcha anual que se observa en la tabla.

Índice Lang	de												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	Dic	
INTA	0.60	0.91	1.31	1.84	2.30	2.92	1.85	1.58	1.25	1.21	0.61	0.73	14.49
SMN	0.53	0.73	1.12	1.19	2.63	2.22	2.44	1.76	1.28	0.89	0.70	0.85	13.51
Efísica	0.95	1.15	0.71	0.94	2.87	2.30	2.33	1.29	2.01	1.19	1.07	0.51	14.87

Concluyendo que bajo este criterio, el período de sequía corresponde al período julio/agosto – abril.

La relación entre la precipitación caída durante los meses de verano y la temperatura del mes más cálido, es un indicador de la aridez estival, que resulta del orden de 3 (INTA 3.2; SMN 3; EFísica 3.1).

El índice de aridez de deMartonne:

$$I_M = \frac{\text{Precipitación(mm)}}{\text{Temperaturamedia(°C)} + 10}$$

o sea, el mismo de Lang, pero adicionando 10 unidades al denominador para evitar índices negativos, resulta  $I_M = 8$ , (INTA 8.3; SMN 7.8; EFísica 8.7). que corresponde a la categoría entre 5 y 10, semidesierto.

El índice de Gasparín, un estimador de la humedad almacenada en el suelo:

$$I_G = \frac{\text{Precipitación(mm)}}{50 \cdot \text{Temperaturamedia(°C)}}$$

resulta en las categorías de suelo muy seco ( $0 < I_G < 0.5$ ) ya que para las estaciones vale: INTA 0.29; SMN 0.27 y EFísica 0.29

Para las diferentes estaciones en estudio, se resumen a continuación los indicadores climáticos requeridos por los criterios de clasificación climática de Thornthwaite.





Parámetros que intervienen en Clasificación de Thornthwaite – INTA														
	ene	Feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		
N	14.9	13.7	12.3	10.7	9.4	8.8	9.1	10.3	11.7	13.3	14.6	15.2		
T (°C)	20.6	19.6	16.9	13.4	9.2	6.0	6.3	7.9	10.5	13.7	17.0	19.1	13.3	
I	8.5	7.9	6.3	4.4	2.5	1.3	1.4	2.0	3.1	4.6	6.4	7.6	I =	56.1
Evapotransp (mm)	4.0	3.8	3.1	2.2	1.3	0.7	0.8	1.1	1.6	2.3	3.1	3.6	a =	1.4
K	1.3	1.1	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3		
Evapotr. corr.(mm)	160.0	112.6	100.7	60.1	33.8	16.2	19.2	29.7	47.0	81.8	113.2	147.7	921.8	
P (mm)	12.3	17.8	22.2	24.6	21.2	17.4	11.6	12.5	13.1	16.5	10.3	13.9		
	-147.7	-94.9	-78.5	-35.5	-12.6	1.2	-7.6	-17.2	-33.9	-65.2	-102.8	-133.9		
Exceso (cm)						1.2							1.2	
Déficit (cm)	147.7	94.9	78.5	35.5	12.6		7.6	17.2	33.9	65.2	102.8	133.9	729.8	
Parámetros que intervienen en Clasificación de Thornthwaite – SMN														
	ene	Feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		
N	14.86	13.73	12.25	10.73	9.446	8.805	9.143	10.27	11.75	13.27	14.55	15.2		
T (°C)	20.6	20.05	17.3	13.3	9.55	6.1	6.1	7.6	10.2	14.05	17.3	19.35	13.46	
I	8.53	8.188	6.549	4.398	2.664	1.351	1.351	1.885	2.943	4.779	6.549	7.759	I =	56.95
Evapotransp (cm)	3.903	3.759	3.063	2.127	1.343	0.721	0.721	0.979	1.472	2.295	3.063	3.578	a =	1.387
K	1.279	1.068	1.055	0.894	0.813	0.734	0.787	0.885	0.979	1.142	1.213	1.308		
Evapotr. corr.(cm)	154.8	112.4	100.2	57.08	33.87	15.88	17.6	26.83	43.23	81.28	111.5	145.2	899.7	
P (mm)	10.86	14.7	19.44	15.82	25.11	13.54	14.87	13.39	13.05	12.55	12.13	16.4		
	-144	-97.7	-80.7	-41.3	-8.76	-2.33	-2.73	-13.4	-30.2	-68.7	-99.3	-129		
Exceso (cm)													0	
Déficit (cm)	143.9	97.68	80.74	41.26	8.759	2.331	2.734	13.44	30.18	68.73	99.32	128.8	717.9	







Parámetros que intervienen en Clasificación de Thornthwaite – Efísica												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
N	14.86	13.73	12.25	10.73	9.446	8.805	9.143	10.27	11.75	13.27	14.55	15.2
T (°C)	21.59	20.35	18.01	13.95	9.69	7.68	6.508	8.773	10.71	14.58	16.59	19.72
I	9.158	8.372	6.962	4.729	2.723	1.915	1.491	2.342	3.171	5.052	6.145	7.987
Evapotransp (cm)	3.681	3.38	2.838	1.966	1.164	0.834	0.657	1.009	1.345	2.093	2.521	3.232
K	1.279	1.068	1.055	0.894	0.813	0.734	0.787	0.885	0.979	1.142	1.213	1.308
Evapotr. corr.(cm)	146	101.1	92.8	52.75	29.36	18.35	16.04	27.68	39.51	74.12	91.71	131.1
P (mm)	20.5	23.37	12.73	13.1	27.8	17.67	15.13	11.28	21.52	17.4	17.8	10.08
	-125	-77.7	-80.1	-39.7	-1.56	-0.69	-0.91	-16.4	-18	-56.7	-73.9	-121
Exceso (cm)												0
Déficit (cm)	125.5	77.69	80.06	39.65	1.561	0.688	0.91	16.4	17.99	56.72	73.91	121
												612.1





A partir de estos parámetros, Thornthwaite define los siguientes índices:

Índice de Humedad:

$$I_h = 100 \frac{s}{n}$$

Índice de Aridez:

$$I_a = 100 \frac{d}{n}$$

Índice hídrico anual:

$$I_m = I_h - 0.6I_a$$

Para las estaciones en estudio, resultan:

	INTA	SMN	Efísica
<b>Índice de Humedad</b>	0.13	0	0
<b>Índice de Aridez</b>	79.17	79.79	74.6
<b>Índice Hídrico Anual</b>	-47.37	-47.87	-44.76

Basándose en estos índices, Thornthwaite clasifica el clima como E Árido ( $-60 < I_m < -40$ ); con ningún exceso de agua d ( $0 < I_h < 10$ ); Mesotérmico B<sub>3</sub>' ( $85.5 < e(\text{cm}) < 99.7$ ); a' por la relación existente entre la evaporación que se produce en verano, respecto a la del año (menor a 48%).

La fórmula climática de Trelew, resulta según Thornthwaite:

$$E B_3' d a'$$

Thornthwaite también define otros índices, como son el de precipitación efectiva y temperatura efectiva, con los que da indicadores de vegetación típica para cada conjunto (Heras 1983):

Precipitación Efectiva:

$$PE = \sum \left( \frac{2.82 \cdot P_i}{1.8 \cdot T_i + 22} \right)^{10/9}$$

Temperatura efectiva:

$$TE = 5.4 \cdot T_{\text{anual}}$$

En base a la precipitación efectiva, que resulta de un valor aproximado de 15 (INTA 15.6; SMN 14.5; EFísica 16.5) resulta, en el límite de clima árido ( $0 < PE < 15$ ) con semiárido ( $15 < PE < 30$ ) con vegetación característica de desierto a estepa; en cuanto a la temperatura efectiva, resulta del orden de 73, (INTA 72; SMN 73; EFísica 76) resulta clima mesotermal, con floresta media.





#### **IV.2.1.1 Caracterización de la problemática ambiental del área en condiciones sin Proyecto.**

La ciudad de Trelew colecta sus efluentes cloacales en dos estaciones de bombeo (Carrasco, Cambrin). Desde hace varias décadas, los líquidos colectados son descargados sin tratamiento previo en un área deprimida situada al nordeste del Río Chubut, entre las ciudades de Trelew y Rawson. Debido a los aportes continuados, estas áreas deprimidas se han convertido en lagunas permanentes, conectadas en ocasiones entre sí. Su topografía, propia de una planicie, muestra pendientes muy suaves, con tendencia hacia el Este, buscando el desagüe al mar. Las principales, se las conoce como Laguna I o Chiquichano, en Trelew; luego Laguna II o de "la Base"; Laguna III, (donde se produce la descarga de efluentes cloacales); Lagunas IV y V, hoy unificadas o Laguna Negra; y la VI o El Salitral. Las lagunas son también un importante cuerpo receptor de las aguas freáticas del tramo final del valle inferior, hacia las cuales este drena gran parte de su napa, y de la escorrentía de las laderas vecinas. Adicionalmente, y debido al desgaste estructural de la red colectora en Trelew, el sistema cloacal recibe también aportes pluviales urbanos en cantidades variables y no bien determinadas. Todos estos caudales contribuyen a aumentar la masa hídrica almacenada en las áreas deprimidas.

En años de lluvias normales, sólo parte de estos bajos tenían agua permanente; sus niveles aumentaban en invierno y disminuían en verano, en balance dinámico con la evaporación que constituye la principal "salida" o escape del agua del sistema.

El crecimiento urbano, particularmente de Trelew, sus obras de infraestructura, las grandes obras viales, rellenos, drenajes y desagües pluviales, los efluentes cloacales, los canales de riego y drenaje, las obras de infraestructura urbana y rural, terraplenes, etc., han modificado paulatinamente las condiciones hidroambientales naturales produciendo impactos ambientales, tanto positivos como negativos, de diferente magnitud. Sin duda, los más destacados son los relacionados con los desagües pluviales y cloacales de la ciudad de Trelew.

Durante varios años después de iniciada la descarga de efluentes cloacales en este sistema de humedales, se desarrolló consenso entre los diversos actores relacionados con el gerenciamiento de los efluentes cloacales en el sentido de que las "lagunas" constituían un ámbito adecuado de "tratamiento" de aquellos, toda vez que, debido a la atenuación natural de la demanda de oxígeno, se observaba que hacia el extremo E del sistema de depresiones, las aguas alcanzaban un grado de depuración que se aproximaba o eventualmente cumplía con las normas de descarga de efluentes en ese momento vigentes. Esta concepción condujo al desarrollo del concepto de que el "sistema lagunar" en realidad constituía una solución técnica adecuada para la gestión de los efluentes cloacales de la ciudad de Trelew. Durante las primeras décadas de operación en esta modalidad, las depresiones contenían los caudales descargados, que se veían regularmente reducidos por evaporación desde su extensa superficie. En ese contexto se acuñaron términos como





"Lagunas de Estabilización", o "Lagunas de Tratamiento de Efluentes Cloacales" para referirse al estado de las cosas.

No obstante, desde el ámbito técnico académico se hizo tempranamente explícito que las áreas deprimidas de la periferia NE de Trelew no habían sido diseñadas para tratar efluentes urbanos. Debido a ello, carecen de la geometría adecuada que permita regular los tiempos de residencia de los efluentes, controlar su flujo, exposición, etc. lo que resulta en una pérdida de eficiencia de la función tratante que se compensa en parte debido a la gran superficie y tiempos de residencia involucrados. La utilización de este ámbito como espacio de tratamiento produce la ocupación de extensas superficies con aguas semi-tratadas, libradas a su escurrimiento libre, a la evaporación y acumulación de sus sólidos suspendidos o disueltos y expone a la población al contacto eventual con vectores de enfermedades. De hecho, el ámbito de los humedales vecinos a Trelew se ha constituido en un espacio de habitación marginal, ha desplazado a pobladores radicados en el lugar y constituye un foco de riesgo hidrológico considerable en años con precipitaciones abundantes.

En fechas recientes, los volúmenes acumulados en el sistema de depresiones han avanzado hacia el Este e invadido el ejido municipal de la ciudad de Rawson, creando un conflicto entre ambos Municipios ante la eventualidad de que las aguas continúen creciendo e invadan zonas más cercanas al casco urbano de aquella ciudad.

Debido al agravamiento de los problemas arriba mencionados, se han construido terraplenes de cierre, si bien precarios e improvisados, como medida de emergencia para la contención de los excesos hídricos. Estos terraplenes han evitado en fechas recientes el desborde de efluentes hacia la depresión del Salitral de Rawson, a costa de trabajos continuos de mantenimiento y vigilancia. Sin embargo, el progresivo embalse de las aguas en el cuenco así creado, produce la inundación de canales de riego y drenaje de las chacras vecinas, imposibilitando su manejo y utilización normales. Una eventual rotura abrupta de estos terraplenes podría implicar su consecuente desborde, (de aguas entonces ya torrenciales), hacia El Salitral y muy posiblemente hacia la Ruta 7.

El análisis del balance hidrológico de esta situación indica que de continuar la misma, las aguas seguirán subiendo y los desbordes hacia El Salitral, sin obra de control, serán cada vez más seguidos hasta su integración a la masa líquida restante; la superficie anegada seguirá creciendo, la filtración de agua salina a la napa irá en aumento, degradando progresivamente los ya salinos suelos del tramo inferior del valle del Río Chubut; en períodos de lluvias torrenciales aumentará el riesgo de inundabilidad y/o desbordes por la presión de la masa hídrica sobre el terraplén de la Ruta 7.





## IV.2.2. ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONALES

### IV.2.2.1 Aspectos Jurídicos.

De lo descrito en la sección IV.2.1.1, surge que el sistema de disposición de efluentes cloacales y pluviales de la Ciudad de Trelew ha generado en forma creciente condiciones ambientales que tienen la capacidad potencial de vulnerar derechos reconocidos por la legislación vigente en materia ambiental. Al respecto, cabe mencionar el derecho subjetivo consagrado por la Constitución Nacional, que en su Capítulo II, "Nuevos Derechos y Garantías" establece en su art. 41 que *"el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras"* debe ser preservado. Asimismo, la Constitución Provincial de la Prov. de Chubut (año 1994) en el art. 109 de su Capítulo VI, "Medio Ambiente" establece que *"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano que asegure la dignidad de su vida y su bienestar y el deber de conservación en defensa del interés común. El Estado preserva la integridad y diversidad natural y cultural del medio, resguarda su equilibrio y garantiza su protección y mejoramiento en pos del desarrollo humano sin comprometer a las generaciones futuras"*.

Asimismo, y en relación con el presente proyecto es imprescindible considerar la Ley Provincial del Chubut no. 5439, denominada Código Ambiental de la Provincia del Chubut, sancionada por la Honorable Legislatura Provincial el 16-12-2005, durante la realización del convenio que dio origen a este ante-proyecto, y que en su Capítulo III, art. 3ro. establece que la política ambiental en el ámbito Provincial se rige por los siguientes criterios particularmente relevantes en relación con la iniciativa del Municipio de la Ciudad de Trelew de llevar adelante un Plan Director para el Tratamiento y Disposición final de sus efluentes cloacales y pluviales: "a) *Toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente sano y equilibrado y el deber de preservarlo*; b) *La protección ambiental constituye una parte integral del proceso de desarrollo económico*; c) *La conservación del patrimonio natural y la diversidad biológica es una responsabilidad de todos los habitantes de la provincia*; e) *El proceso de desarrollo debe cumplirse de tal modo que las futuras generaciones puedan cubrir sus necesidades de manera equitativa con las presentes, entre otros*.

La misma ley 5439 define los principios en que debe basarse la política ambiental: "1. *Prevención, atendiendo prioritariamente a las causas de los problemas que afecten o pudieran afectar al ambiente, la diversidad biológica y la salud de las personas, y luego a las consecuencias*. 2. *Precaución, ya que la falta de certeza científica no puede ser razón para posponer medidas precautorias ante la amenaza de daños graves al ambiente*. 3. *Responsabilidad de asumir los costos ambientales que resulten de sus actividades para recomponer los daños ambientales y/o para la conservación de bienes y servicios ambientales*. 4. *Gradualidad, ya que las acciones encaminadas a revertir las causas de la actual situación ambiental se realizarán de forma gradual, atendiendo al cumplimiento de las metas fijadas y la adecuación en razón de las demandas y necesidades de la sociedad, de los resultados que se obtengan de la evolución de los conocimientos, de la disponibilidad tecnológica y de la capacidad de acción"*, principios





que el Municipio de Trelew satisface mediante la ejecución del presente proyecto.

El presente proyecto atiende también a satisfacer lo especificado en la ley 5439, art. 4to., en el sentido de (inc. b) propender a la *"utilización ordenada y racional del conjunto de los recursos naturales, agua, suelo, flora, fauna, gea, paisaje, fuentes de energía convencional y no convencional y atmósfera, en función de los valores del ambiente"*, y (inc. f, inc g) a la *"corrección de actividades degradantes o susceptibles de degradar el ambiente y el control, reducción o eliminación de factores, procesos, acciones, obras o componentes antrópicos que ocasionen o puedan ocasionar perjuicios al ambiente o a las personas"*. Por otra parte, y a través de la designación de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco como comisionado para la realización del anteproyecto que aquí se presenta, el Municipio de Trelew satisface lo requerido en los inc. j, k, l y m de la misma ley en tanto estos definen como objetivos de política ambiental *"... el fomento y desarrollo de las iniciativas institucionales de carácter académico, en cualquier nivel de enseñanza y de investigación, que permitan el análisis y solución de la problemática del ambiente. La coordinación de obras, proyectos y acciones de la administración pública y de los particulares, en cuanto tenga vinculación con el ambiente"*, y *"la reconstrucción del ambiente en aquellos casos en que haya sido deteriorado por la acción antrópica"*, así como *"la sustentabilidad del desarrollo de los asentamientos humanos"*.

Por otra parte el Municipio de Trelew, al emprender la ejecución del Plan Director aquí propuesto, actúa en cumplimiento de lo prescrito en el capítulo VI "De la política ambiental", que en su art. 5to. requiere al Poder Ejecutivo, sea Provincial o Municipal, que garantice, en la ejecución de sus actos de gobierno, las siguientes pautas de política ambiental: *"a) El manejo y aprovechamiento del ambiente y de los recursos naturales deben ser realizados de manera planificada y orgánica, de forma tal, que no produzcan consecuencias perjudiciales para las generaciones presentes y futuras; ... f) Los organismos públicos deberán utilizar un enfoque científico multidisciplinario al planificar y desarrollar actividades que, directa o indirectamente, puedan impactar en el ambiente; g) El Estado Provincial o Municipal, según corresponda, tiene el deber de defender, mejorar y recuperar la base ecológica más conveniente recurriendo a todos los medios técnicos, legales, institucionales y económicos que estén a su alcance; i) La regulación del uso y aprovechamiento de los recursos naturales deberá procurar que se garantice su disponibilidad a largo plazo y, en su caso, la renovabilidad; j) La prohibición, corrección o sanción de las actividades degradantes del ambiente propiciará una progresiva disminución de los niveles de contaminación. A tal efecto, se establecerán presupuestos mínimos ambientales y límites máximos permisibles de emisiones contaminantes, sean éstas sólidas, líquidas o gaseosas"*.

Por otra parte, la reciente promulgación de la ley 5439 y la ausencia de legislación reglamentaria de la misma a la fecha de la concepción del presente Plan Director, generan incertidumbre en cuanto a los alcances de lo establecido en el Título II, "De la Protección de las Aguas y el Aire", en tanto establece en su Cap. I "De las Medidas Protectivas", art. 39 que *"Ninguna persona física o jurídica podrá arrojar, abandonar, conservar o transportar desechos cuando los mismos pudieran degradar el ambiente en forma incipiente, corregible o irreversible, o afectar la salud pública"*. En este sentido, el análisis







técnico del contenido de esta sección indica que la observancia de las medidas protectivas descriptas en el art. 39 resulta imposible si todo el texto del mismo se interpreta en su sentido estricto, ya que la generación de desechos es inherente a toda actividad humana y la degradación "incipiente" del ambiente que de ella resulta es inevitable. Seguramente, y en concordancia con la modalidad adoptada en las leyes nacionales relativas a la generación de Residuos, la reglamentación de este artículo del Código Ambiental del Chubut deberá atender a definir clases y cantidades de desechos permisibles en el marco de su vigencia, así como límites de inmisión permisibles que definan con precisión lo que la Autoridad de Aplicación Ambiental (Capítulo V, art. 8vo.) provincial entenderá como degradación ambiental "incipiente". Este requerimiento se esboza ya en forma parcial en el art. 41 *"Prohíbese a las reparticiones nacionales, provinciales o municipales, a las entidades públicas y privadas, y a los particulares, evacuar efluentes de cualquier origen a cuerpos receptores que signifiquen una degradación o desmedro del aire, del suelo o de las aguas de la provincia, sin previa adecuación a las normas de calidad fijadas para el cuerpo en que se produce la descarga y que los convierte en inocuos o inofensivos para la salud de la población, para la flora y la fauna"*. A diferencia del criterio absolutamente restrictivo expresado en el art. 39 arriba citado, en éste último el legislador conviene en que puede haber efluentes que no signifiquen una degradación o desmedro del cuerpo receptor, para el cual oportunamente se fijarán normas de calidad que resulten en un adecuado compromiso de inocuidad ambiental.

En el caso de la gestión de efluentes cloacales y pluviales de la ciudad de Trelew, resulta de interés asimismo analizar lo prescrito en el art. 45 del Código Ambiental del Chubut: *"Los permisos de descarga a cuerpos receptores, concedidos o a concederse, serán en todos los casos de carácter precario y estarán sujetos a cesación o a las modificaciones que surgieren por la modificación de la capacidad del cuerpo receptor, y otras que, evaluadas debidamente, determinará el Poder Ejecutivo"*. En concordancia con los conceptos prevalentes a nivel internacional en materia de legislación ambiental, donde se reconoce el necesario carácter adaptativo de la misma, es de prever que la operación del sistema de tratamiento y disposición final de efluentes cloacales y pluviales de la ciudad de Trelew requerirá eventualmente de la Autoridad de Aplicación provincial la extensión de un permiso (provisorio) de descarga, que podrá ser reformado, actualizado o cancelado según la evolución del sistema hídrico de los cuerpos receptores previstos en el Plan Director así lo indiquen a juicio de la misma Autoridad de Aplicación. En este sentido, el art. 100 del TÍTULO VIII. "De las disposiciones orgánicas" Cap. I "De la autoridad de aplicación" define en sus incisos d y e las siguientes funciones de la Autoridad de Aplicación Ambiental del Chubut: *"Vigilar y controlar la ejecución de proyectos, obras y acciones degradantes o susceptibles de degradar el ambiente", y "Vigilar en forma permanente el estado del ambiente, cuantificando los niveles reales y el potencial previsible de degradación"*.

Es también relevante considerar la ley Provincial 5028 "Emergencia Ambiental" sancionada en Julio 2003, donde entre otros, se identifica *"la problemática vinculada a Líquidos Cloacales de Trelew"* entre otras regionales, a los





fines de que "...en un plazo no mayor de SESENTA (60 días) dispondrá (el PE Provincial) de las medidas necesarias a los efectos de concretar el análisis, selección de alternativas y la formulación del proyecto ejecutivo de las obras a desarrollar para la concreción del saneamiento...". Sin embargo, el art. 3ro. advierte que "...el Proyecto..deberá contar con el aval de los Municipios de Rawson y Trelew". En esta norma, se advierte la urgencia del legislador en atender problemáticas que evidentemente habían alcanzado en la fecha de sanción un carácter tal que justificaban su tratamiento en situación de emergencia. Un análisis técnico de los antecedentes disponibles a esa fecha sugieren sin embargo que resultaba altamente improbable satisfacer los plazos indicados en la ley a los fines de generar el Proyecto Ejecutivo requerido de las obras. Esta y otras circunstancias coyunturales pueden haber contribuido a que el Honorable Concejo Deliberante de Rawson manifestara su desacuerdo Declaración 04-03) con un Proyecto de Convenio Marco con el Instituto Nacional del Agua (INA), propuesto por el PE Provincial para la elaboración del mencionado Proyecto. En el marco de la ley de Emergencia Ambiental, se constituyó una comisión técnica cuyos aportes a la comprensión de la problemática de este ante-proyecto se describe en la sección IV.2.2.2.

En cuanto a la jurisprudencia existente en relación con este ante-proyecto, y con el sistema lagunar que resultará gradualmente re-habilitado como consecuencia de la implementación del mismo, es de especial relevancia considerar el extenso fallo no. 304 del año 2000 correspondiente a la causa Estrella Luz del Valle Gerez c/ Municipalidad de Trelew y otros por daño ambiental. En el Considerando de este extenso y complejo fallo, el magistrado actuante concluye, basándose en un ilustrado marco conceptual y en las pruebas y pericias que testimoniaron un avance progresivo de las aguas del sistema lagunar, que efectivamente existió un daño ambiental. Adicionalmente, considera que este daño fue generado por las descargas de efluentes cloacales de la ciudad de Trelew y su propagación por el resto del sistema de drenaje vecino. En este sentido, debe interpretarse que toda acción que contribuya a reducir los caudales líquidos que ingresan al sistema lagunar, tal como se plantea en este ante-proyecto, como así también de mejorar gradualmente la calidad del volumen de agua acumulada a través del vertido de efluentes pre-tratados de acuerdo a las reglas del arte y la normativa vigente, contribuirán a mitigar el daño ambiental constatado por la autoridad judicial.

Es de destacar asimismo que en el Considerando de este fallo que puede calificarse de ejemplar en la materia del derecho ambiental en la región del proyecto, se estableció asimismo que existió omisión del Municipio demandado en cuanto al cumplimiento de su cuota-parte de deber específicamente determinado por la Carta Magna Provincial y Municipal (Arts. 58, 109, 11,233, inc. 14 de la Constitución Provincial y 174 de la Carta Magna de Trelew). El presente ante-proyecto viene a corregir esta omisión en tanto prevé la realización de acciones estructurales de mejoramiento integral del sistema de colección de efluentes cloacales en la planta urbana de Trelew, rehabilitación del área de lagunas, corrección de los torrentes pluviales,







separación de los efluentes cloacales, tratamiento y depuración de los mismos. Prevé asimismo un conjunto de acciones no-estructurales que se describen en detalle en el Plan Director, y que se refieren a incrementar la responsabilidad pública en el uso del agua a través de un programa de micro-medición, la realización continuada de acciones de educación ambiental de los usuarios del sistema de alcantarillado de Trelew y zona de influencia acerca del valor del agua como bien natural a conservar, y el desarrollo de acciones de monitoreo continuadas en el tiempo respecto del funcionamiento del sistema de colección, tratamiento y disposición final de efluentes.

Cabe destacar asimismo que como resultado del Considerando arriba descrito, el magistrado actuante ordenó el libramiento de mandamiento a la Municipalidad de Trelew en el sentido del "... *CESE en el volcado de los líquidos cloacales en el sistema denominado sistema de lagunas de estabilización y/o disposición de líquidos cloacales de la ciudad de Trelew*", mandamiento que en esta instancia dicho municipio atiende a cumplir a través de la implementación del Plan Director del cual se presenta aquí el ante-proyecto. En este mismo contexto, es relevante considerar asimismo algunos acuerdos institucionales y estudios periciales que completan el marco normativo en el cual se desarrollaría el proyecto, y que se describen en la sección siguiente.

#### **IV.2.2.2 Aspectos Institucionales.**

En años recientes, el interés sobre la cuestión del manejo de los efluentes cloacales y pluviales de la ciudad de Trelew ha trascendido los límites de su ejido y ha involucrado crecientemente actores del ejido urbano de Rawson. Esta tendencia se ha incrementado en la medida en que el escurrimiento de las aguas del sistema lagunar ha ingresado en forma permanente en el ejido de este último Municipio, siguiendo la tendencia determinada por la geomorfología del sistema lagunar. En este escenario, se han generado numerosos acuerdos y convenios entre ambos municipios, así como resoluciones unilaterales, tanto por acción como por omisión. Existen asimismo estudios periciales de organismos públicos y actores privados que son relevantes al propósito del ante-proyecto que aquí se presenta.

Las acciones institucionales relacionadas con la problemática de este proyecto parecen haberse iniciado alrededor de 1980. fecha en que el Municipio de Trelew decide expropiar las chacras 99-A y 100 de los sres. Isidro y Alberto Adrián Pozas, con el propósito de anexarlas a las "lagunas de derrames cloacales" de la ciudad. En 1983, la Dirección de Ingeniería Sanitaria de la Provincia advierte a la Secretaría de Servicios y Obras Públicas acerca de la necesidad de realizar estudios planialtimétricos del área a fin de establecer con certeza la ubicación parcelaria de las lagunas, toda vez que llegar a ser necesario anexar nuevas tierras, construir terraplenes o afrontar demandas legales acerca del dominio de las tierras inundadas.

Como antecedente importante de algunos aspectos de este proyecto, en el sentido de concebir el sistema de depresiones naturales existente al E de la ciudad de Trelew como un sistema de potenciales humedales con valor desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad y la creación de





espacios de amenidad para la población vecina, cabe mencionar la ordenanza municipal (Trelew) del 10-7-87, por la cual se declara el área como Reserva Natural Municipal, sujeta a estudio y preservación, instruyéndose al Ejecutivo a los efectos de diseñar un Plan Director para la misma, mediante una comisión de expertos convocados al efecto.

En orden cronológico ascendente, y en directa relación con este proyecto, cabe mencionar el Acta Acuerdo suscrita por los intendentes Pablo Helmer (Rawson) y Gustavo Di Benedetto (Trelew) el 12-2-1996 mediante la cual ambos Municipios *.. " a través de sus áreas correspondientes, se comprometen a destinar personal técnico para integrar los grupos de Estudio y Seguimiento del Comportamiento de las Lagunas de Estabilización de Líquidos Cloacales"*. Este acuerdo es singularmente relevante en relación con el proyecto que aquí se presenta en por lo menos dos aspectos. Por un lado, permite establecer con precisión la fecha en que ambas comunidades comienzan a reconocer en forma institucionalizada la necesidad de evaluar-monitorear la situación relacionada con el sistema lagunar. Por otra parte, llama la atención que ya en ese momento se considerara al sistema lagunar como uno de "Lagunas de Estabilización", concepción que parece haber perdurado durante bastante tiempo a partir de entonces, a pesar de que no se hubiera ejecutado nunca ninguna obra o alteración técnica de los cuerpos lagunares con el propósito de convertir estos cuerpos, naturalmente receptores del escurrimiento de sus cuencas, en algún tipo de sistema más o menos normalizado de estabilización de efluentes, tal como se lo entiende en la técnica de la ingeniería sanitaria moderna.

En setiembre del año siguiente (22-9-1997), los mismos actores (el Municipio de Rawson representado por su Intendente y Secretario de Obras Públicas), suscriben una nueva Acta de Compromiso, donde se alude a una decisión conjunta por parte de ambos Municipios a los fines de definir *"obras de defensa sobre la laguna"*, y de *"Renso del Agua"*, y donde se menciona asimismo la existencia de un trabajo encomendado a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco denominado *"Funcionamiento y Evaluación de las Lagunas de Estabilización de Trelew"*. Estos antecedentes documentan el avance de la actividad institucional en el reconocimiento de problemas derivados del exceso de caudales observado en el área lagunar, así como la persistencia del concepto, inclusive sustentado desde el sector académico, de que el sistema de drenaje natural constituido por el área lagunar, en realidad conformaría uno de "Lagunas de Estabilización".

Sin embargo, este último punto de vista no fue compartido por todos los integrantes del actor pasivo del conflicto (el Municipio de Rawson) ya que en fecha 2-10-1997, su Concejo Deliberante sancionó la Ordenanza 4402/97 mediante la cual reconoce (art. 1ro.) el carácter de la laguna VI, denominada "El Salitral", localizada en su totalidad en el ejido urbano de ese Municipio como "cuerpo receptor", prohibiendo el carácter de tal para el caso de "aguas servidas". Si bien la imprecisión técnica de este último término incluiría una clase muy amplia de aguas efluentes además de las cloacales, el Considerando





de la Ordenanza sólo se refiere a "aguas negras provenientes del sistema cloacal de Trelew", circunscribiendo de esta forma el objeto de la norma.

En relación con el ante-proyecto de Plan Director que aquí se presenta, se observa que el mismo respeta en un todo este importante antecedente en los dos aspectos que en los mismos aparecen como de especial relevancia. Por una parte, el ante-proyecto reconoce la impropiedad de concebir el sistema natural lagunar como un "Sistema de Estabilización", al definir dos elementos estructurales sistemáticos de tratamiento de los efluentes, independientes del mismo: 1. La Planta de Barros Activados del Parque Industrial de Trelew y 2. Un sistema construido de acuerdo al arte de ingeniería (profundidades, pendientes, tiempos de residencia controlados, etc.), de una batería de estanques de estabilización externas a los cuerpos receptores actualmente existentes en el sistema lagunar. Por otro lado, el proyecto contempla la exclusión total de la cuenca El Salitral de todo contacto con aguas negras procedentes de Trelew, ya que éstas dejan de serlo al egresar de las plantas de tratamiento arriba definidas y las aguas tratadas resultantes son totalmente contenidas en forma temporaria en el ámbito de los cuencos receptores III y IV, reduciendo su volumen actual, y sin alcanzar en ningún caso El Salitral.

En un Informe sin fecha, pero aparentemente anterior a la Ordenanza 4402/97, el Ing. J. Feller, en representación de la Dirección de Obras Sanitarias, Dirección General de Servicios Públicos del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Prov. de Chubut, describe un Estado de Situación de la "Laguna de Tratamiento Trelew" en relación con una situación de inundación inminente de la chacra del Sr. Guzmán, al E de la laguna IV, y de un canal de riego de la propiedad del Sr. Williams. El ing. Feller advierte que la situación planteada es urgente, y estima que el organismo provincial debería intervenir en vista de la imposibilidad de que los Municipios actores coordinen las acciones necesarias para corregir la situación. Concluye proponiendo acciones de largo plazo que incluyan el estudio de toda la cuenca hidrológica a fin de realizar un balance hídrico de la misma con una proyección de 20 años. Este antecedente es de relevancia en relación con el ante-proyecto aquí propuesto, en el que la tecnología propuesta se basa en estudios de modelización hidrodinámica de toda la cuenca regional, y para el cual se define un intervalo de proyección de 25 años, similar a la recomendación experta del organismo provincial.

En un informe sin fecha, pero posterior a 1991 denominado "Anteproyecto: Re-uso del Agua de las Lagunas de Estabilización de Trelew", generado en el Municipio de esa ciudad, se presenta una descripción pormenorizada del sistema lagunar (siempre bajo la denominación de "Lagunas de Estabilización"), una proyección de su evolución previsible, así como un Informe de Ingeniería de Evaluación de Alternativas. En el apartado de Recomendaciones, el estudio abunda en señalar algunas objeciones al estudio formulado en 1996 por la UNPSJB y propone varias acciones de tipo no-estructural, incluyendo campañas de Educación Ambiental a fin de minimizar el uso de agua en Trelew, y el desarrollo de un plan orgánico de monitoreo del funcionamiento de las lagunas. Como antecedente importante del presente





ante-proyecto, el informe reconoce que *"las lagunas de estabilización de Trelew no fueron creadas para tratar efluentes urbanos, pero han permitido contenerlos al mismo tiempo que se ha generado un tratamiento aeróbico del mismo con un adecuado tiempo de estadía dentro de ellas."* Queda de esta forma esbozado el posible origen de la interpretación inadecuada del mecanismo de atenuación natural que se produce en las lagunas y su asimilación a un "Sistema de Estabilización". El presente ante-proyecto despeja con toda claridad esta concepción errónea, al definir estructuras técnicas específicamente diseñadas par alcanzar el objetivo de tratamiento de los efluentes cloacales de Trelew. Asimismo, el estudio pericial arriba citado constituye un antecedente importante del ante-proyecto que aquí se presenta, en tanto identifica acciones no-estructurales (campana de educación para reducir el uso de agua, programa de monitoreo) que son incluidas como parte necesaria del Plan Director aquí propuesto.

El informe arriba mencionado describe asimismo varias alternativas que estima factibles a los fines del re-uso de las aguas contenidas en los cuerpos lagunares. A la luz de los conocimientos actualmente existentes se aprecia que las propuestas no toman en consideración los tenores de salinidad característicos de esas aguas y su eventual inadecuación para el uso de riego. El primer antecedente institucional en este respecto corresponde a un informe solicitado a un consultor particular por parte del organismo provincial CORFO a través de su ing. A. Sorondo, alrededor de Julio de 1998. En el ante-proyecto que aquí se presenta, estos elementos son considerados, toda vez que se prevé la separación de los efluentes cloacales de distintos distritos de la ciudad de Trelew acorde a su grado de salinidad.

Los aspectos referidos a la funcionalidad no-diseñada del sistema lagunar en suministrar un ámbito de atenuación natural a los efluentes cloacales de la ciudad de Trelew, así como otras características físico-químicas de las mismas de relevancia, son claramente explicitados en un informe de la Dirección de Protección Ambiental del Ministerio de la Producción de la Prov. de Chubut, fechado en Octubre de 1999, donde se concluye: *"1. Como sistemas de depuración, las lagunas funcionan muy bien, indicado por la recuperación del oxígeno disuelto en el líquido final. 2. Ineptitud de las aguas para alimentar sistemas de regadío debido a su alta salinidad. 3. Calidad bacteriológica adecuada, con ausencia de patógenos, en las aguas de la última laguna. 4. Crecimiento del área total ocupada por las lagunas"*. (De la nota 505/99SSDE de elevación al Sr. Gobernador de la Prov. de Chubut, C. Maestro, por parte del Ing. J. M. Molina, Subsecretario de Desarrollo Económico). En la misma nota, el Ing. Molina destaca otras cuestiones que hacen a la comprensión del problema y que por no estar en el ámbito profesional de la DPA, restaría analizar: *"1. Aspectos hidrodinámicos y ecológicos de las lagunas por haberse creado un ambiente acuático impensado hace algunos años atrás en el Valle Inferior del Río Chubut. 2. El impacto social y económico que ha creado, ya que afecta sectores productivos y zonas urbanas próximas. 3... alternativas ... como la evacuación ... hacia el mar"*.

Ya se ha mencionado precedentemente cómo el ante-proyecto considera como un elemento relevante la cuestión de la salinidad de las aguas. En relación





con la alternativa elegida, el ante-proyecto recoge asimismo la evidencia de que es posible lograr una recuperación adecuada de la calidad de las aguas mediante un sistema lagunar. En el presente ante-proyecto, este tratamiento no se deja librado a la atenuación natural que se produce en los cuerpos espontáneos de aguas superficiales, sino que se diseñan estructuras ad-hoc (estanques de estabilización) a los fines de optimizar el proceso de recuperación biológica y físico-química de las aguas. Estos aspectos se discuten en mayor detalle en la sección IV.2.5. Con respecto a las recomendaciones del Ing. Molina en relación con aspectos faltantes en el informe DPA-1999, cabe destacar que el ante-proyecto desarrolla un enfoque sistémico de toda la cuenca del sistema lagunar, y se fundamenta en estimaciones obtenidas por medio de simulación hidráulica, de paso medio mensual, y en modelos hidrológicos de estimación de crecidas máximas en torrentes que aportan desde la meseta a la planicie con las depresiones lagunares de la misma. Las estimaciones de los impactos ambientales potenciales (ver sec. IV.2.6) se basan en criterios ecológicos generales. La alternativa de descarga de efluentes al mar (si bien en este caso previo tratamiento hasta alcanzar niveles de calidad aceptados por la legislación vigente) ha sido considerada entre las alternativas del ante-proyecto en su fase de factibilidad, aunque mereció una calificación ambiental-económica menor que la alternativa elegida como prioritaria para este ante-proyecto por el Municipio de Trelew.

Las recomendaciones formuladas por el Ing. Molina y los antecedentes institucionales anteriormente descriptos no fueron aparentemente adoptados en un estudio de factibilidad elevado por el Ing. L. Rodríguez a M. V. Vildarraz, Directora General de Coordinación con Organismos Multilaterales de Crédito, fechado en 5-11-2000. En este estudio, se presentan en forma sucinta 4 alternativas que en general disponen de los líquidos cloacales sin tratamiento alguno en nuevos cuerpos receptores (la meseta intermedia, el mar). Un análisis preliminar de estas alternativas indican que vulneran potencialmente la legislación vigente en la Prov. de Chubut. El análisis de alternativas no incluyó en este estudio pericial una evaluación ambiental de las mismas.

Uno de los antecedentes institucionales que mayor trascendencia ha tenido respecto de la búsqueda de alternativas de planificación para el sistema de tratamiento de efluentes cloacales y pluviales de la ciudad de Trelew es el constituido por el Acta de Acuerdo formalizada el 28-12-2000 entre el Gobierno de la Provincia de Chubut, representado por el entonces gobernador J. L. Lizurume, el Municipio de Rawson, representado por su Intendente el Sr. P. Helmer y el Municipio de Rawson, Sr. G. Di Benedetto. En este acto, los acordantes coincidieron, en relación con la temática tratada en este ante-proyecto *"que los líquidos de la laguna de estabilización de líquidos cloacales no deben resultar derivados al mar, ni al río ni al llamado salitral de Rawson...la solución debe prever la asimilación de mayores aportes producto del crecimiento normal estimado de la ciudad de Trelew"*, entre otras, menos directamente vinculadas al objeto de este proyecto. En la confección de las







alternativas del presente ante-proyecto, estas condiciones han sido respetadas. En primer lugar, se reconoce que ningún cuerpo receptor del sistema lagunar puede ser utilizado como "laguna de estabilización", concepto que como vimos se desarrollara en forma insistente durante las últimas dos décadas ante la aparente imposibilidad de generar alternativas de diseño técnico que realmente funcionaran como tales de acuerdo a parámetros normalizados, más allá de los fenómenos de atenuación natural que se producen en todo cuerpo de agua expuesto a la intemperie. En segundo lugar, se destina cuidadosa claridad conceptual en este ante-proyecto a la definición de estructuras técnicas destinadas al *tratamiento* de efluentes, al *almacenamiento temporario de efluentes tratados* y a los mecanismos de la eventual *disposición final* de eventuales excedentes. En cumplimiento de las condiciones especificadas en el Acta de Acuerdo, el proyecto incorpora un escenario de proyección a 25 años.

Queda resuelta de esta forma la limitación conceptual y técnica que consiste en asimilar todo líquido que en algún momento haya transitado por una alcantarilla cloacal, con aquellos que actualmente ocupan el sistema lagunar. En este último caso, se trata de efluentes directos de alcantarillado, que no fueron nunca tratados con tecnología alguna y que son simplemente abandonados a la atenuación natural que se produce mediante el contacto con el medio externo. La rehabilitación del sistema de lagunas, eliminando la funcionalidad de estabilización, utilizando solamente una porción limitada de ellas para el *almacenamiento temporario* de efluentes *tratados* de acuerdo a procedimiento controlado de ingeniería sanitaria (planta de tratamiento, laguna técnica, humedal) permite cumplir en un todo con lo convenido en el Acta de Acuerdo del 28-12-2000.

En el marco de la aplicación de la ley 5028/03, el PE designó una Comisión Técnica (Res. 0082/03M.P., Res. 0185 /03 S.O. y S.P). integrada por el Ministerio de la Producción, la Secretaría de Obras y Servicios Públicos de la Provincia y los Municipios de Rawson y Trelew, a más de un asesor convocado al efecto. La Comisión Técnica desarrolló reuniones entre Julio y Setiembre de 2003, y recopiló ideas y propuestas existentes tanto por parte de algunos de sus integrantes como de proponentes externos. Un análisis técnico de las propuestas analizadas y las recomendaciones formuladas por la Comisión advierte el carácter de tratamiento de emergencia al cual estaba necesariamente circunscripta. Todas las propuestas realizadas tienen el carácter de Estudios de Factibilidad o incluso de Ideas-Proyecto. La premura de los plazos impuestos por la ley 5028 impidió el desarrollo de estos esquemas hasta la etapa de ante-proyecto, impresión que quedó expresada explícitamente en uno de los informes presentados a la Comisión (Ing. A.E. Dybiec a Comisión, 27-8-2003). El mismo informe es contundente en expresar que *"Se remarca en esta componente (líquidos cloacales de Trelew) la imposibilidad actual de atender en carácter de emergencia con soluciones técnico-económicas acordes a las posibilidades de la comunidad regional y ajuste a los términos del Acta Acuerdo (del 28-12-2000) ...luego del fracaso de las propuestas en los términos de Licitación de Proyectos-Alternativas realizada en los últimos tiempos."*





Entre el material resultante de la actividad de la Comisión, merecen destacarse como antecedentes de variado interés para el ante-proyecto aquí presentado los siguientes:

1. *"Realizar sobre las aguas cloacales en algún punto antes de su vertido a la laguna negra operaciones completas primarias y parcialmente secundarias principalmente re-oxigenación y adecuación del pH si fuese necesario., elevar el agua de la laguna IV..en un área de desagües naturales que vuelcan sus aguas al mar"*. Durante el desarrollo del ante-proyecto que aquí se presenta las alternativas de descarga al mar fueron evaluadas como de menor prioridad ambiental respecto de otras que no las incluyen. El informe Dybiec antes aludido también evaluaba la descarga al mar de excedentes cloacales, aunque en concepto de una solución de emergencia, adaptada a los términos de la ley 5028.

El llamado Proyecto Rolls, que incluía una descarga de excedentes a la laguna El Salitral, ignoraba acuerdos institucionales pre-existentes. Las alternativas de descargas a El Salitral de Rawson evaluadas durante la concepción del presente ante-proyecto resultaron con menor calificación ambiental que la alternativa aquí desarrollada.

Un antecedente importante de la alternativa desarrollada en este ante-proyecto lo constituye el informe de J. Owen (sin fecha en nuestro archivo, ca. septiembre 2003) donde coincidentemente con algunas características de este ante-proyecto, recomienda:

*"1. Continuar el vuelco actual y futuro al sistema lagunar actual, optimizándolo en cuanto a caudal ingresante y pre-tratamiento y buscando un destino al efluente del sistema."*. El presente ante-proyecto incorpora este concepto, analizando su factibilidad por medio de modelos hidrológicos de toda la cuenca receptora.

*"2. Derivar parte del efluente cloacal de la ciudad a otro/s sistema/s a definir, limitando el que ingresa al sistema lagunar."*. En el presente ante-proyecto, se reconoce la importancia de los aportes líquidos pluviales al sistema cloacal, se propone su corrección a través de un mejoramiento integral del sistema de alcantarillado de Trelew, y se propone la partición de efluentes cloacales de la zona NO del ejido urbano y su derivación para tratamiento en la planta PIT.

*"3. Cesar totalmente el vuelco (de efluentes crudos) a las lagunas y enviarlo a otros/s sistemas de tratamiento"*. Este criterio es incorporado en el presente ante-proyecto mediante la construcción de dos plantas de tratamiento previas al ingreso de líquidos al sistema lagunar, una en el parque industrial y otra en áreas recuperadas de las lagunas II-III.

*"4. Realizar estudios en la red para detectar el ingreso/s de otro/s líquidos a la red colectora cloacal (como por ejemplo el de napa), y hacer acciones para eliminarlos, disminuyendo así el caudal de líquido cloacal a tratar y la salinidad actual, por lo que podrá reutilizarse para riego...prever el destino del excedente a algún sistema"*. El Plan Director que aquí se presenta incorpora en su totalidad estas recomendaciones a través de las acciones no-estructurales propuestas durante su desarrollo, y de la incorporación de mejoras integrales (envainado de





colectoras, reparación de cañerías, separación de aportes líquidos según salinidad).

Es de destacar que la Ing. J. Owen representaba en el seno de la Comisión Técnica de la ley 5028 a la Autoridad de Aplicación en materia ambiental de la Provincia del Chubut y a la fecha de elaboración de este ante-proyecto se desempeña en dependencia de la Autoridad Ambiental del Municipio de Rawson.

#### **IV.2.3. RELACIONES ENTRE EL ÁREA DEL PROYECTO Y OTROS USOS DE LA TIERRA**

El proyecto ocupará áreas en dos situaciones ecológicas diferenciadas de acuerdo a su ubicación respecto de la cuenca del Río Chubut, que es la fuente de provisión de agua para el consumo en la región situada aguas abajo del mismo. Estas se analizan en las secciones siguientes.

##### **IV.2.3.1 Área Noroeste, en relación con el Parque Industrial de Trelew.**

En ésta área se producirá el tratamiento de los efluentes cloacales en una planta de barros activados. El efluente de esta planta será destinado a re-uso o eliminado por evaporación. A tal fin, se construirán reservorios para su almacenamiento estacional y acumulación durante el período que demande la instalación del área forestal a irrigar o la definición de otros fines de re-uso aún no especificados. Asimismo se construirán lagunas de evaporación para la disposición final de los caudales excedentes. Se trata de un área sin ocupación habitacional, y se encuentra vecina a la ubicación de las lagunas técnicas de tratamiento de efluentes del Parque Industrial de la ciudad de Trelew.

En este estudio no se han detectado perforaciones para la obtención de agua para consumo en un entorno de por lo menos 2500m alrededor del área de instalación del reservorio y lagunas de evaporación.

##### **IV.2.3.2 Área Este, en relación con el sistema de depresiones y paleocauces del Río Chubut.**

En el área Este, se prevé la instalación de una planta de tratamiento constituida por estanques técnicos. Los efluentes tratados de esta planta serán volcados en los humedales III y IV para su rehabilitación. Estos sistemas se encuentran actualmente colmados en su capacidad de contención de efluentes líquidos no tratados provenientes de la planta de bombeo de efluentes cloacales de la ciudad de Trelew. El aporte gradual de efluentes tratados contribuirá a la rehabilitación de las características no perturbadas de estos humedales, que serán tratados en lo sucesivo como Reservas de características naturales y de biodiversidad.

Se prevé asimismo la realización de una obra de Contorno de Reservas en Rehabilitación. Esta obra consiste en un cordón de terraplenes a los fines de







suministrar protección hidrológica de eventuales derrames y delimitar el área de Reservas para asegurar su consolidación como tales, evitando otros tipos de usos, eventualmente planificados o de carácter intrusivo.

Existen antecedentes del interés de la comunidad local en conservar las características naturales del área, así como de recuperar su actual deterioro. En 2003, el ente turístico municipal (Trelew, ENTRETUR) confeccionó un proyecto de plan director de turismo ornitológico, cuya materialización requiere de la rehabilitación previa del área. En áreas vecinas a las lagunas se desarrollan actualmente, y en forma incipiente, algunas actividades recreativas (avistaje de aves) y relacionadas con la salud (equinoterapia). El desarrollo de este proyecto contribuirá a consolidar estas actividades y generará espacios para el desarrollo de otras. Se prevé el desarrollo de turismo científico, a través de un Centro de Documentación, Información y Educación Ambiental, relacionado con los fenómenos de balance hídrico, fauna y flora de humedales euri y estenohalinos, etc. La promoción de la educación ambiental en el área constituye uno de los objetivos del Plan Director de planificación del manejo de efluentes cloacales de la ciudad de Trelew.

Los pobladores del área periférica al sistema de humedales no están en ningún caso servidos por la red de agua corriente.

#### **IV.2.4. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA SOBRE EL PROYECTO**

Se acompaña un mapa en escala 1:50.000, en el que se ubican las trazas de los colectores generales, estaciones de bombeo, planta depuradora, aducciones, descarga, vías de acceso, y la cuenca hidrográfica con los cursos de agua correspondientes. Se ubicarán las fuentes de agua utilizadas para el suministro de agua potable.

#### **IV.2.5. JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ADOPTADO.**

Se proyectan dos sistemas de tratamiento de los efluentes cloacales. En el caso de los colectados en el sector NW de la ciudad de Trelew, los líquidos cloacales crudos serán enviados a una Planta de Tratamiento de Barros Activados, cuya Memoria Técnica se describe en detalle. Los cuerpos receptores de los efluentes tratados en esta Planta serán previsiblemente de un contenido salino adecuado para su reuso en riego. Debido a ello, se almacenarán en un reservorio temporario, hasta tanto el avance del plan de reuso determine su demanda, avance que en esta fase de ante-proyecto se estima ocurrirá en un plazo de 2-3 años.

De acuerdo a estas previsiones, el efluente líquido descargado de la planta de barros activados debería conformar las normas de concentraciones máximas permisibles a determinar por la autoridad ambiental competente (Ley 5439,





art. 45). Dado que la memoria técnica de la planta describe la conformidad de diseño de la misma con requerimientos habituales en este tipo de tecnologías de tratamiento, no se prevén dificultades en satisfacer los requerimientos de volcado a los cuerpos receptores designados.

En el caso de la planta de tratamiento NE, el sistema de tratamiento previsto es en estanques técnicos de aireación-sedimentación. La memoria técnica de este ante-proyecto describe sus características de diseño que se ajustan a las reglas del arte de instalaciones similares. Se trata de una tecnología ampliamente probada en el país y a nivel internacional. En el Anexo IV se presentan cálculos verificadorios del dimensionamiento correcto de los módulos estanques presentados en la Memoria Técnica correspondiente, donde se han estimado condiciones críticas de régimen térmico a los fines de desarrollar estimaciones conservativas de las eficiencias de reducción de la Demanda Biológica de Oxígeno esperables de acuerdo a las dimensiones previstas. Los cálculos de este Anexo se desarrollaron mediante un sistema de análisis independiente del utilizado para el diseño de la planta (Sistema de Análisis de Anteproyectos de Humedales PREWET). Se presentan los resultados de simulaciones a dos temperaturas medias anuales ( $10^{\circ}\text{C}$  ,  $12^{\circ}\text{C}$ ) de una línea de módulo de estanque facultativo acoplada a una línea de estanque aeróbico. Se observa que las eficiencias de remoción de carga orgánica (DBO5) oscilan entre 92 y 94% y superiores al 99% para el caso del NMP de coliformes totales en la etapa de estanque facultativo. En la etapa siguiente (estanque aeróbico) las eficiencias previsibles son de 53-55% (DBO5) y 76-78% (NMP coliformes totales), lo que permite estimar una eficiencia combinada de reducción de la carga contaminante de 96-98% (DBO5) y superior al 99.9% en NMP de coliformes totales.

En relación con esta planta, cuyos efluentes tratados serán descargados al Río Chubut, cabe analizar la incertidumbre creada en el marco de la nueva ley 5439 (Código Ambiental de la Prov. de Chubut) en la medida en que su art. 164 deroga la ley provincial 1503 (aunque no explícitamente sus decretos reglamentarios), y en particular, el Dec. reglamentario 2099/77, así como su modificatorio Dec. 1403/83. En estos (Dec. 2099/7-Art. 27, Dec. 1403/77-Art 6), se establecía que " *Los residuos cloacales que se vuelquen a cursos de agua deberán ser tratados, debiendo ajustarse a los siguientes requisitos:...*", "...2) *Demanda de cloro: El líquido cloacal, después de tratado deberá clorarse hasta satisfacer su demanda de cloro*". Es de presumir que la reglamentación de la nueva ley 5439, art. 45) aclarará si este requerimiento seguirá vigente. En el interin, este ante-proyecto prevé la cloración de los efluentes cloacales tratados antes de su descarga al Río Chubut. Este punto deberá resolverse probablemente a los fines de la confección del proyecto ejecutivo correspondiente.

Tanto la planta Noroeste (tecnología de barros activados) cuanto la Este (estanques + humedal técnico) generarán lodos residuales. En el caso del humedal técnico, se generarán asimismo residuos vegetales. Estos residuos sólidos pueden ser utilizados durante cierto tiempo (5-10 años) en el





mejoramiento de los suelos locales y como abono orgánico, a juzgar por la experiencia recogida en casos similares<sup>2</sup>. Estos materiales son generalmente bien recibidos por los agricultores, debido a su elevado contenido de P y su bajo costo de transporte dentro del área. Sin embargo, es previsible en este caso un enriquecimiento de los suelos tratados en sus contenidos de algunos metales tóxicos, como el Zn y el Cd. Alternativamente, los lodos pueden ser utilizados como elemento combustible, aunque no existen centrales térmicas de generación cercanas al área del ante-proyecto.

#### **IV.2.6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.**

El ante-proyecto que aquí se presenta implica sin duda un impacto ambiental general positivo en la medida que contribuya a solucionar la grave problemática asociada al des-balance hídrico del sistema de depresiones NE de la ciudad de Trelew.

La rehabilitación del sistema de humedales del NE y la realización de la obra de Contorno de las Reservas en Rehabilitación permitirá desarrollar la utilización del área para el turismo en la región, actividad que tiene una larga tradición histórica en la misma y en el resto del ámbito provincial. Alternativas afines a esta idea han sido recientemente analizadas en detalle por el ente turístico municipal de Trelew (ENTRETUR) y se encuentran descriptas en el documento denominado "Plan de Manejo Lagunas del Ornólogo, Propuesta Turística y anteproyecto de Ordenanza", generado en Agosto de 2003. En este estudio, cuyos fundamentos se asemejan en varios aspectos a los definidos para el CEDIEA presentado en este ante-proyecto, se enfatiza el potencial del área de humedales para la protección de la biodiversidad aviar y su eventual utilización como recurso de turismo científico y turismo de naturaleza. En el plan aquí propuesto, esta propuesta se amplía con la inclusión de otros elementos relacionados con la ecología de todo el sistema del humedal, sus relaciones de balance hídrico, sus cadenas tróficas, la importancia de su conservación en el contexto del cambio climático global, etc. Por lo demás, el citado estudio de ENTRETUR constituye un importante y valioso antecedente para el desarrollo de la potencialidad turística y educativa del sistema de humedales Trelew NE.

El manejo racional de los efluentes cloacales de Trelew requiere de la articulación cuidadosa de tecnologías aptas para el tratamiento de los mismos con la dinámica del ciclo hidrológico y con el sistema administrativo de contralor de los mismos. Esta articulación requiere sin duda del desarrollo del capital humano adecuado (entiéndase por tal las instituciones, las decisiones políticas, las normas, la coordinación técnica, los conocimientos acerca de las características hidrodinámicas del área). Los antecedentes que se han recopilado

---

<sup>2</sup> Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Frankfurt (Oder). 2005. Informationen aus dem Referat Acker- und Pflanzenbau. Land Brandenburg. 10 pp.





en la fase de los Estudios Básicos de este ante-proyecto indican que durante los últimos 25 años no ha sido posible lograr tal articulación.

El análisis de la estructura del ante-proyecto aquí presentado indica que, de la misma forma que en el caso de varias de las numerosas alternativas propuestas en el pasado, su eventual éxito dependerá fuertemente, no solamente de la ejecución en tiempo y forma de las obras de ingeniería básica presentadas, sino también y con el mismo grado de prioridad, del desarrollo de aquella necesaria articulación.

En las secciones siguientes, se describen eventuales impactos ambientales negativos previsible para el caso de la ejecución de este ante-proyecto, tanto en la fase de ejecución de las obras previstas en el mismo, cuanto durante su operatoria. En todos los casos previsible, se trata de impactos que pueden ser mitigados o evitados mediante el desarrollo adecuado de la articulación mencionada anteriormente. La minimización de los impactos ambientales que eventualmente resulten de la ejecución del proyecto dependerá fundamentalmente del correcto desarrollo de las medidas no-estructurales de contralor ambiental asociadas al mismo, y del sistema administrativo-normativo que asegure su correcta aplicación.

En algunos casos, los conocimientos y modelos técnicos disponibles o aplicados a la elaboración de este ante-proyecto respecto del ciclo hidrológico regional pueden resultar todavía insuficientes para una predicción adecuada de los impactos ambientales potenciales del mismo. Es previsible que el manejo adecuado del sistema de efluentes de Trelew seguirá requiriendo en el futuro de nuevos conocimientos básicos relacionados con las nuevas condiciones que generará la aplicación de las medidas y obras previstas. Son áreas previsible de futuro interés, o de carencia actual de información suficiente, aquellas relacionadas con los fenómenos de infiltración, tanto en el cuerpo de humedales cuanto en los reservorios de aguas para re-uso, los balances salinos a largo plazo, la definición del estado en que deberían conservarse los humedales para su correcta re-habilitación. En virtud del criterio ambiental de prevención, todas las cuestiones asociadas a estas áreas de carencia técnica aparecen en la actualidad como de eventual impacto ambiental, aunque si se dispusiera de la necesaria información, pudieran no revestir ese carácter.

Los antecedentes reunidos en cuanto a la participación pública en el desarrollo de la problemática de los humedales NE, indican que variadas componentes sociales y políticas han modelado algunas de las decisiones que se han tomado en el pasado, o que no han podido tomarse. La circunstancia peculiar de que el sistema de humedales, antiguo paleocauce del río Chubut, ocupe áreas que en la actualidad dependen de administraciones territoriales diferentes (municipios de Trelew y Rawson) parece ser una de las determinantes del desarrollo de la problemática y de sus posibles soluciones. Más allá de los riesgos reales que pueda originar la proximidad de efluentes cloacales, es evidente que la ubicación aguas abajo de la comunidad de Rawson genera en la misma una percepción del riesgo de mucha mayor urgencia que en la comunidad de Trelew, cuya actividad es la que origina el problema. Esta percepción del riesgo modula seguramente parte de las opiniones públicas de la comunidad rawsense proclives a considerar toda manipulación de los efluentes cloacales de Trelew, trátase de efluentes





crudos o procesados de acuerdo a las normas de la ingeniería sanitaria, como potencialmente agresivos a los intereses locales (ver también sec. IV.2.8). En este análisis de los potenciales impactos ambientales de este proyecto, la percepción del riesgo en la comunidad de Rawson ha sido analizada como uno de tales impactos, y se proponen medidas de mitigación del mismo (ver también secc. IV.2.7).

#### **IV.2.6.1 Impactos ambientales potenciales durante la construcción de la obra.**

##### **IV.2.6.1.1. Planta Noroeste**

1. *Interrupciones del servicio de recolección de efluentes cloacales.* No se prevén impactos significativos durante la fase constructiva. No son previsibles interrupciones de servicio de recolección de efluentes cloacales, dado que la conexión de los mismos a este sistema solo ocurrirá cuando hayan finalizado las tareas de re-acondicionamiento de la planta de barros activados, manteniéndose por lo demás el sistema actual de recolección.
2. *Perturbaciones al vecindario durante las obras de re-acondicionamiento de la planta.* No se prevén impactos significativos. Las obras de re-acondicionamiento se desarrollarán en su totalidad en el interior del perímetro de la actual planta.
3. *Interferencias en situaciones de dominio.* El ante-proyecto no explicita la situación dominial de los terrenos que deberán ser afectados a la traza del conducto de impulsión de los efluentes tratados a los reservorios de acumulación temporaria y lagunas de evaporación.

##### **IV.2.6.1.2 Planta Este**

1. *Interferencias en situaciones de dominio.* El ante-proyecto no explicita la situación dominial de los terrenos que deberán ser afectados a la construcción de los estanques técnicos de tratamiento, el humedal técnico o la servidumbre de paso del conducto de transporte hasta el punto de disposición final del efluente tratado en la costa del río Chubut.
2. *Obstrucciones de accesos, paso, etc. derivados de los movimientos de suelo y obras de terraplenes de contorno.* No se establecen con certeza en la etapa de ante-proyecto.
3. *Creación de áreas perturbadas como consecuencia de los préstamos de materiales necesarios para la construcción del CRER.* No se puede inferir a partir de la información suministrada en la etapa de ante-proyecto.

#### **IV.2.6.2 Impactos ambientales potenciales durante el funcionamiento de las obras proyectadas.**

##### **IV.2.6.2.1. Planta Noroeste**

1. *Incertidumbre del proyecto acerca del destino y disposición final de los barros de planta.* El ante-proyecto no define estimaciones de las cantidades de barros residuales de la planta de tratamiento refaccionada del PIT, mecanismos o procedimientos para la disposición final de los lodos.





2. *Incertidumbre del proyecto en cuanto al balance de sales en los reservorios de uso para riego.* El anteproyecto define la colección de efluentes de la zona NO de la ciudad de Trelew. Para este sector de la ciudad, los Estudios Básicos asociados a este ante-proyecto han evidenciado contenidos de sales totales compatibles con usos generales de riego. Sin embargo, no se ha formulado un balance dinámico de sales a fin de estimar la evolución en el tiempo de los contenidos de sales totales a acumularse en los reservorios destinados a agua de riego.

3. *Escurrecimiento profundo-percolación de las aguas contenidas en los reservorios y lagunas de evaporación hacia el valle, con eventual revenimiento de aguas y sales en niveles inferiores.* Los estudios básicos hidro-geológicos asociados a este anteproyecto no suministran aún la suficiente información necesaria para la estimación de las velocidades y direcciones de avance de los frentes de humectación del suelo y subsuelo en el área de los reservorios y lagunas de evaporación. En general se admite que las tasas de infiltración en el fondo de cuerpos de agua, conjuntamente con el tirante y la carga hidráulica entre el pelo de agua del cuerpo y el del cuerpo freático subyacente, así como las características físicas del suelo, determinan significativamente los caudales de agua infiltrados al subsuelo<sup>3</sup> En este respecto, en la sección de Estudios Básicos<sup>4</sup> se presentan datos infiltrométricos obtenidos en el área de la proyectada planta Este, mediante un método de medición directa del tipo denominado "canal vacío" (infiltrómetro de doble anillo). Este tipo de mediciones, si bien aporta información acerca de las tasas de infiltración de agua potencialmente previsible en escala local, no es adecuado para estimar los valores de infiltración que ocurren en el fondo de cuerpos de agua con materiales en suspensión que eventualmente precipitan ocluyendo espesores variables del fondo de los mismos, reduciendo así sensiblemente la infiltración hídrica. Por otra parte, los datos disponibles se refieren al área Este, restando realizar mediciones similares en el área Noroeste, donde se instalarán los reservorios y lagunas de evaporación asociados a la planta de tratamiento de ese sector.

A los fines de destacar la importancia de la necesidad de determinar adecuadamente las tasas de infiltración y cargas hidráulicas involucradas en las mismas, se describe aquí una evaluación preliminar de distancias estimadas de avance de un frente hídrico que percolará verticalmente y se trasladará horizontalmente en el sentido de la pendiente al alcanzar un eventual sustrato subterráneo impermeable o acuitardo. La evaluación se obtuvo utilizando un rango amplio de profundidades de acuífero y de tasas de infiltración obtenidas en los ensayos freatimétricos y de infiltración realizados en el área Este, mediante un modelo de simulación (ver Anexo III). En los resultados obtenidos con el mismo, se observa que a valores de infiltración del orden de 5 mm/día (valores que coinciden con algunas

<sup>3</sup> ANCID. 2000. Open Channel Seepage and Control. Australian National Committee of Irrigation and Drainage, 148 pp.

<sup>4</sup> ver Informe Parcial 3-a, Etapa II, Tomo I: 11-2 Ensayos de Infiltración.







estimaciones expertas máximas referidas al área prevista), el frente de infiltración se desplazaría unos 35-40 m en el sentido de la pendiente al cabo de 10 años, valor que parece tolerable en términos del eventual impacto ambiental resultante. Sin embargo, si las tasas de infiltración alcanzaran valores más elevados (y en el orden de los obtenidos en los ensayos infiltrométricos antes descriptos), entonces son predecibles en un horizonte de tiempo de 10 años, desplazamientos laterales de agua percolante de hasta 3-4 km desde el terraplén de los reservorios y lagunas en dirección predominante hacia el Este.

4. *Interrupciones en las estaciones de bombeo.* Durante las paradas de funcionamiento para mantenimiento o durante cortes de energía previstos o no, los equipos de bombeo cesan el movimiento de los fluidos dentro de la planta, y es necesario prever mecanismos alternativos de contingencia para evitar su acumulación, sin cesar su recolección.

5. *Interferencias con el tráfico aéreo.* La planta Nor Oeste generará lagunas de evaporación tales que la más cercana estará ubicada a unos 4200 m de las cabeceras Sud Oeste de las pistas de aterrizaje del aeropuerto Almirante Zar que sirve a la ciudad de Trelew. La recolonización de estas áreas por la fauna aviar de la región podría eventualmente generar interferencias con el tráfico aéreo local.

Si bien se conocen antecedentes de incidentes severos como resultado de las colisiones entre aviones y aves, la mayor parte de ellas resulta en incidentes y deterioros en las aeronaves y riesgos a los pilotos y personal de cabina de comando. La autoridad aeronáutica ha desarrollado en casi todos los países normativas internas estrictas para que sus miembros desalienten o eliminen en la medida de su alcance instalaciones o actividades que conlleven riesgos de colisión con aves. El 90% de las colisiones de aviones con aves ocurre por debajo de los 750 m. de altura<sup>5</sup>.

En la Argentina, la ley 13.891, ratificante del Dec.Ley 15110/46 ha suscripto el Convenio Sobre Aviación Civil Internacional y Métodos Recomendados, que establece en su parte I-"Aeródromos", vol. 1, Diseño y Operaciones de Aeródromos (enmienda 2003), entre otras:

Cap. 9, p. 9.5. , inc. 9.5.3, "*Cuando se identifique un peligro de choques con aves en un aeródromo, la autoridad competente tomará medidas para disminuir el número de aves que constituyen un posible peligro para las operaciones de las aeronaves, utilizando medios para ahuyentarlas de los aeródromos o sus proximidades*"...

ídem, 9.5.4. "*La autoridad competente tomará medidas para eliminar o impedir que se instalen en los aeródromos o en sus cercanías vertederos de basura o cualquier otra fuente que atraiga a las aves, a menos que un estudio aeronáutico apropiado indique que es improbable que den lugar a un problema aviario*".

---

<sup>5</sup> Eschenfelder P. 2000. Phoenix-Río Salado/Tempe Town Lake. International Bird Strike Committee Meeting, 17-21 April, Amsterdam. IBSC25/WP-AV1.





En la reciente reunión del Comité Internacional de Choques Aviarios (Amsterdam, 17-20 Abril 2000), se presentaron numerosos ejemplos de interferencias entre actividades antrópicas diversas que modifican el habitat aviario y el tráfico aéreo.

Uno de los ejemplos analizados en el Comité se refiere al Aeropuerto de Phoenix, Arizona, que está ubicado en el SW de EEUU en el norte del desierto de Sonora. El Río Salado, cuyo cauce está habitualmente seco, corre inmediatamente vecino al Aeropuerto Phoenix Sky Harbour, de intenso tráfico y cabecera de las aerolíneas American West Airlines y Southwest Airlines. El Municipio local y el gobierno federal han desarrollado recientemente un proyecto para crear un lago y humedal sobre el lecho del río, a unas dos millas (2.8 km) de la cabecera principal del Aeropuerto. Una nueva pista en construcción en el Aeropuerto quedará a unos 100 m de la laguna principal del sistema de humedales proyectado. La Administración Federal de Aviación ha objetado este proyecto, pero ni el Aeropuerto ni el municipio vecino de Trelew han desarrollado hasta el momento planes de control aviario (Eschenfelder, 2000).

Los riesgos a las personas que presentan las colisiones con aves son diferentes dependiendo de los diferentes actores del tráfico aéreo. Con respecto a la población usuaria de aeronaves, puede formarse una idea de la probabilidad de participar en un vuelo donde ocurra uno de estos incidentes, en condiciones similares a las de nuestro país, analizando las estadísticas de Brasil. Este país tiene más de 160 millones de habitantes y 36 Aeropuertos civiles. La fauna aviar es riquísima, circunstancia determinada por el clima tropical-subtropical y las extensas áreas ocupadas por la cuenca del río Amazonas y el sistema El Pantanal, uno de los humedales más grandes del mundo. La denuncia de choques aviarios es obligatoria para la aeronavegación civil en Brasil, y el país cuenta con un sistema pormenorizado de registro de los mismos, existiendo asimismo protocolos para procurar su identificación a través de los restos adheridos a las aeronaves. El organismo que desarrolla las estadísticas sobre este tema es el CENIPA (Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos). De acuerdo a datos suministrados por Magalães Bastos<sup>6</sup>, respecto del número total de choques aviarios reportados por el CENIPA durante los últimos 15 años en todos los aeropuertos del país, puede estimarse un promedio nacional de 89 choques aviarios/año, y la probabilidad promedio por habitante de experimentar un choque aviario en un avión civil es en el orden de  $3.8 \times 10^{-5}$  (expectativa de vida: 70 años). Por supuesto, este valor tiene un límite inferior de 0 para quienes nunca en su vida viajan en avión, y aumenta en proporción a las horas de vuelo incurridas por cada uno, tendiendo a valores máximos para las personas que tripulan los aviones. Las estadísticas de Brasil también indican que la probabilidad de choques aviarios depende de las intensidades locales

---

<sup>6</sup> Magalães Bastos LC. 2000. Brazilian Avian Conrol Program. International Bird Strike Committee Meeting, 17-21 April, Amsterdam. IBSC25/WP-AV8.







de tráfico aéreo tal como surge de comparar los aeropuertos SBGL-Galeão (Internacional, 142 incidentes, unos 10 por año) con el SBCS-Santos Dumont (Cabotaje, 45 incidentes, 3 por año), estando ambos localizados a poca distancia de Río de Janeiro.

Es importante considerar que el aeropuerto Almirante Zar sirve también a los fines militares de la base aérea del mismo nombre situada en su vecindad. En relación con los vuelos militares, los riesgos de choque aviar son en general diferentes que en el caso de los vuelos civiles.

El riesgo de accidentes graves (aquellos en los cuales se producen daños irreparables en las aeronaves o pérdidas fatales) ha sido estudiado en detalle a nivel internacional en el caso de los aviones militares (Richardson & West 2000). Algunos de estos tipos de aviones se desplazan a velocidades mayores que los aviones comerciales, y también exploran el espacio aéreo a menores alturas por intervalos de tiempo más prolongados que aquellos. Considerando las estadísticas de vuelos militares de 32 países (Europa, Rusia, Canadá, USA, Israel, Australia, Nueva Zelandia), se han contabilizado 286 accidentes graves por colisiones con aves en el período 1950-1999. De este total, 63 fueron accidentes fatales, con por lo menos 137 muertos a bordo de las aeronaves y 4 en tierra. La mayoría de los casos involucró aviones jet de combate de propulsión única (179 casos), seguidos por los de propulsión dual (40 casos) y jets de entrenamiento (34 casos). También se produjeron accidentes graves en 4 casos con aviones de transporte con varias turbinas.

Los daños materiales ocasionados por accidentes aviarios graves pueden ser también considerables. Satheesan & Satheesan<sup>7</sup>, de la Autoridad Aérea de la India, han estimado que su país ha sufrido pérdidas en el orden de 70 millones de dólares en el período 1980-1994 debido a colisiones de aviones con aves.

Del análisis de los antecedentes internacionales y nacionales, pueden extraerse algunos conceptos relevantes al análisis del ante-proyecto que aquí se presenta:

- La Autoridad Aérea Civil en la Argentina ha recomendado distancias mínimas de despeje para el desarrollo de actividades que puedan generar riesgos aviarios a la aeronavegación. En el caso de vertederos de basura, por ejemplo, esta distancia es de 13 km. Estas recomendaciones no han sido incorporadas hasta el momento en la legislación nacional o en la provincial del Chubut.
- La tendencia internacional en materia de prevención de riesgos aviarios se desarrolla en el sentido de implementar sistemas de prevención basados en programas de control aviario a través de diversos métodos operativos o constructivos. Esta tendencia se manifiesta de manera

---

<sup>7</sup> Satheesan SM, Satheesan M. 2000. Serious vulture hits to aircrafts over the world. International Bird Strike Committee Meeting, 17-21 April, Amsterdam. IBSC25/WP-SA3.





creciente toda vez que por razones históricas, demográficas o económicas, los riesgos aviarios existen en las cercanías de los aeropuertos. Existen ejemplos actuales de populosos aeropuertos internacionales y otros nacionales que desarrollan su actividad en inmediata cercanía con fuentes de riesgos aviarios de variada magnitud.

- La baja frecuencia de colisiones con aves en aeropuertos con tráfico aéreo reducido hace dificultosa la evaluación de los riesgos locales basada en registros históricos. Esta circunstancia inherente a la tecnología estadística imposibilita evaluar la dimensión real del riesgo aviario en el caso del Trelew y el ante-proyecto aquí presentado. Esto impide la comparación cuantitativa de la situación relativa, tanto actual como luego de la instalación del proyecto en los sitios previstos, con respecto a riesgos similares en otros aeródromos del país.

#### IV.2.6.2.2. Planta Este

1. *Voladuras de suela superficial desde playas de humedales.* En el marco de la rehabilitación de los humedales del área Este, es previsible la necesidad de mantener una línea de ribera del espejo de agua tal que permita el desarrollo de una interfase costera constituida por un área periódicamente inundable, dependiendo de la estación del año. Durante el período de receso de las aguas, pueden producirse voladuras de la capa superficial del suelo desde las playas de salitrales, debido a la frecuencia de ocurrencia de vientos de gran intensidad ( $>40$  km/h), provenientes del Oeste o del Norte. No existe al momento información de base que permita estimar las longitudes de pluma de polvo suspendido que podrían alcanzarse, aunque en base a observaciones realizadas en áreas similares en otros puntos de la provincia, las voladuras podrían alcanzar algunos kilómetros de extensión.

2. *Salinización del área de Reservas en Rehabilitación por aporte de sales en las aguas cloacales.* En la actualidad, las aguas cloacales de Trelew contienen tenores de sales solubles elevados debido al aporte a los mismos de aguas freáticas salinas en algunos sectores de la ciudad y durante su conducción al punto de descarga actual. Esta circunstancia es particularmente relevante a la proyectada planta Este, ya que dentro del esquema de partición de los efluentes cloacales previsto, recibirá aquellos que provienen de los sectores con más aporte salino actual en la ciudad.

Es difícil establecer en qué medida la introducción de mejoras integrales en la red de colección de efluentes (reparación de canalizaciones rotas, reemplazo de otras obsoletas, envainado de colectores maestros, etc.) contribuirá a reducir la carga de sales solubles que actualmente ingresa a la red colectora por inmisión freática. No cabe duda sin embargo, que las mejoras a introducir contribuirá a reducirlas.

Este margen de incertidumbre impide en las circunstancias actuales prever las cargas salinas que ingresarán en el futuro al sistema de Reservas en Rehabilitación II-III.





3. *Impacto sobre el cuerpo receptor (Río Chubut).* En un apartado anterior (IV.2.5) se ha mencionado la situación de incertidumbre generada por el marco legal actual de la provincia del Chubut debido a la situación de reglamentación pendiente de la ley 5439 (Código Ambiental de la Prov. de Chubut) en relación con la necesidad de clorar los efluentes cloacales tratados que se descarguen a cursos de agua. Es factible asimismo esperar que las nuevas normas deberán fijar límites máximos a ciertos componentes considerados críticos para el funcionamiento trófico normal del cuerpo de agua, tales como concentraciones máximas de N y P, número probable de coliformes, etc.

4. *Drenajes eventuales de aguas pluviales urbanas al Salitral. Percepción del riesgo en la comunidad rawsonense.* El ante-proyecto prevé la derivación (eventualmente extraordinaria) de excesos de aguas pluviales colectadas en la ciudad de Trelew a lo largo del borde N del sistema de Reservas en Rehabilitación hacia la depresión de El Salitral, ubicada al NO de la ciudad de Rawson. Esta situación se ajusta integralmente a derecho, aunque la comunidad de Rawson ha mostrado en el pasado una muy alta sensibilidad a todo riesgo que pueda originarse en descargas hídricas al ámbito del Salitral (ver secc. IV.2.8).

Si bien las aguas pluviales presentan un grado de contaminación no comparable con el de los efluentes cloacales, pueden contener (aunque en baja concentración) residuos del carácter tipificado como peligroso por la normativa vigente. Lamentablemente no se dispone de estudios sistemáticos acerca de la composición química de las aguas pluviales de Trelew que permitan abundar en especulaciones acerca de sus posibles efectos ambientales.

5. *Contaminación de fuentes de agua potable (perforaciones y aljibes locales).* Los cuerpos de agua correspondientes a los estanques de tratamiento de la planta Este serán tratados en su base hasta alcanzar valores de conductividad hidráulica saturada iguales o inferiores a  $1 \times 10^{-9}$ . Este tratamiento asegura una eventual movilidad horizontal de líquido percolante muy reducida, si existente en absoluto. Por otra parte, los análisis químicos del efluente cloacal de Trelew que se presentan en los estudios básicos que acompañan este ante-proyecto indica que los mismos no contienen residuos del tipo denominado como peligrosos en la legislación vigente, por encima de los límites de detección por medio de las técnicas normalizadas para este tipo de análisis.

6. *Incertidumbre del proyecto acerca del destino y disposición final de los barros de planta.* El ante-proyecto no define estimaciones de las cantidades de barros residuales de la planta de tratamiento de estanques técnicos, mecanismos o procedimientos para la disposición final de los lodos.

7. *Colapso de terraplenes del sistema CRER.* El sistema de terraplenes CRER ha sido diseñado a nivel de ante-proyecto mediante la aplicación de los principios de cálculo de la ciencia hidrológica, definiendo para los mismos dimensionamientos adecuados a la contención de los volúmenes líquidos de origen pluvial o de efluente cloacal tratado. Sin embargo, es conveniente prever, como en todas las obras de este tipo, que circunstancias ajenas a las





previstas en el proyecto (acción de roedores, fallas en el mantenimiento preventivo del sistema CRER, etc.) puedan determinar eventuales claudicaciones o desmoronamientos en variados sectores del sistema. A los efectos de ordenar el análisis de las eventuales contingencias que en tales casos podrían derivarse, se identifican aquí tres tipos de situaciones modales.

*8 Roturas del sistema CRER Norte.* Este tipo de incidente podría producir el derrame de aguas pluviales de los reservorios II y V hacia las reservas III-IV, en casos en que la cota del pelo de agua en los primeros superara la de éstos últimos. El trasvasamiento de aguas pluviales continuaría hasta nivelar ambos cuerpos de agua. Dado que el nivel máximo de los cuerpos lagunares II-V está limitado por el canal de desagüe hacia el área del Salitral, no es previsible que los volúmenes trasvasados sean importantes. *b. Roturas del Sistema CRER Sur.* Este tipo de incidentes provocaría derrames líquidos hacia áreas situadas al sur Este del CRER, en caso de que el mismo estuviera embalsando aguas. Esta situación, sin embargo, no está definida dentro de las condiciones operativas de los niveles normales de seguridad de los cuerpos lagunares II-IV, y solo podría ocurrir si por impericia operativa, estos niveles no fueran respetados. *c. Roturas del sistema CRER E.* Como en el caso anterior, esta situación provocaría derrames de líquidos en la reserva IV hacia áreas situadas al Este del CRER (Laguna del Salitral), en caso de que el primero estuviera embalsando aguas. Esta situación, sin embargo, no está definida dentro de las condiciones operativas de los niveles máximos de seguridad de los cuerpos lagunares II-IV, y solo podría ocurrir si por impericia operativa, estos niveles máximos de seguridad no fueran observados,

#### **IV.2.7. PROGRAMA DE MONITOREO Y ACCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS.**

En esta sección se describen los Programas de Monitoreo y acciones complementarias (estructurales y no estructurales) que deberían desarrollarse en la fase del proyecto ejecutivo a fin de mitigar los impactos ambientales negativos previsibles del proyecto.

##### **IV.2.7.1 En relación con Impactos Ambientales Potenciales durante la construcción de la obra.**

###### **IV.2.7.1.1. Planta Noroeste**

- 1. Interrupciones del servicio de recolección de efluentes cloacales.* No se prevén impactos significativos, por lo no se estima necesario prever acciones de mitigación.
- 2. Perturbaciones al vecindario durante las obras de re-acondicionamiento de la planta.* No se prevén impactos significativos, por lo no se estima necesario prever acciones de mitigación.





3. *Interferencias en situaciones de dominio.* El proyecto ejecutivo deberá analizar la situación dominial de los terrenos que deberán ser afectados a la traza del conducto de impulsión de los efluentes tratados a los reservorios de acumulación temporaria y lagunas de evaporación. No es posible establecer en esta etapa si serán necesarias declaraciones de expropiación, formulación de acuerdos institucionales, u otras acciones orientadas a asegurar los necesarios dominios.

#### **IV.2.7.1.2. Planta Este**

1. *Interferencias en situaciones de dominio.* El proyecto ejecutivo debería explicitar la situación dominial de los terrenos que deberán ser afectados a la construcción de los estanques técnicos de tratamiento, el humedal técnico o la servidumbre de paso del conducto de transporte hasta el punto de disposición final del efluente tratado en la costa del río Chubut.

2. *Obstrucciones de accesos, paso, etc. derivados de los movimientos de suelo y obras de terraplenes de contorno.* Deberían establecerse con certeza en la etapa de proyecto ejecutivo.

3. *Creación de áreas perturbadas como consecuencia de los préstamos de materiales necesarios para la construcción del CRER.* En la etapa de confección del proyecto Ejecutivo, deberán explicitarse y dimensionarse las áreas de préstamo de materiales para el sistema de terraplenes CRER y diseñarse medidas de mitigación para la recuperación de las áreas afectadas.

#### **IV.2.7.2 En relación con Impactos Ambientales Potenciales durante el funcionamiento de las obras proyectadas.**

##### **IV.2.7.2.1. Planta Noroeste**

1. *Incertidumbre del proyecto acerca del destino y disposición final de los barros de planta.* En la fase de proyecto ejecutivo, deberían definirse estimaciones semi-cuantitativas de las cantidades de barros residuales a generarse en la planta como así también el sistema de disposición final de los mismos que se va a utilizar. Tradicionalmente se han utilizado estos barros como abono agrícola, debido principalmente a su alto contenido de P y a su capacidad estructurante del suelo. Sin embargo, las tendencias más recientes en lugares donde este uso ha sido prolongado en el tiempo, son su utilización como elemento combustible (ver también sec. IV-2-5).

2. *Incertidumbre del proyecto en cuanto al balance de sales en el sistema de reservorios para riego.* En la fase de elaboración del proyecto ejecutivo, deberían formularse estimaciones de la evolución probable en el tiempo de los contenidos salinos en los reservorios de agua tratada destinada a regadío, a fin de definir con precisión sus posibilidades de uso a mediano plazo.

3. *Escurrimiento profundo-percolación de las aguas contenidas en los reservorios y lagunas de evaporación hacia el valle, con eventual revenimiento de aguas y sales en niveles inferiores.* En la etapa de proyecto ejecutivo, será imprescindible la





realización de muestreos geológicos y estudios infiltrométricos por métodos directos e indirectos, a fin de ampliar la base de información disponible en relación con la permeabilidad de los suelos de los reservorios de acumulación y lagunas de evaporación que recibirán los efluentes de la planta Noroeste. Reunida la información necesaria, es conveniente realizar estimaciones utilizando los modelos de simulación habituales<sup>8</sup> y su validación con cateos periódicos de monitoreo a fin de generar un escenario de evaluación adecuado sobre este tipo de impacto.

4. *Interrupciones en las estaciones de bombeo.* El ante-proyecto prevé el rebalse por gravedad de los líquidos cloacales en caso de cese de bombeo, y su derivación a la planta de bombeo Carrasco.

5. *Interferencias con el tráfico aéreo.* La autoridad aeronáutica ha desarrollado en casi todos los países normativas internas estrictas para que sus miembros desalienten o eliminen en la medida de su alcance instalaciones o actividades que conlleven riesgos de colisión con aves.

Entre los métodos utilizados para el control aviario a nivel internacional, caben destacarse los métodos bioacústicos imitando llamadas de alarma de las aves, aunque se ha observado en estos casos una pérdida de efectividad por acostumbramiento. También se ha informado sobre el uso de perros de raza Collie entrenados al efecto, el manejo de la cobertura vegetal en el área periférica a los aeropuertos, pulverizaciones con repelentes e inmovilizantes de aves. En el Reino Unido, la Autoridad de Navegación Aérea Civil prevé el desarrollo de programas de evaluación y control de los riesgos en todos los aeropuertos de su incumbencia, conmensurado a su tamaño, condiciones ambientales circundantes, intensidad de tráfico, etc. En la Argentina, la ley 13.891, ratificante del Dec.Ley 15110/46 Por lo expuesto en los párrafos anteriores, la Autoridad Aeronáutica en la Argentina, en cumplimiento de su responsabilidad de custodia de la seguridad en el tráfico aéreo civil, se obliga a desarrollar acciones para la reducción del riesgo aviario en los Aeropuertos.

#### **IV.2.7.2.2. Planta Este**

1. *Voladuras de suela superficial desde playas de humedales.* El Plan Director y sus proyectos ejecutivos asociados deberían definir las cotas máximas estacionales a mantener en los humedales en rehabilitación, a los efectos de precisar la extensión de las playas salitrosas remanentes durante el período de bajante de las aguas. Deberían desarrollarse observaciones de las cantidades de material volado en períodos críticos (varios meses) mediante muestreadores de polvo suspendido del tipo Scorer o similar.

---

<sup>8</sup> Ver Anexo III. Ver American Petroleum Institute. California MTBE Research Partnership. 2005. Groundwater Sensitivity Toolkit  
Users Guide API Publication 4722







2. *Salinización del área de Reservas en Rehabilitación por aporte de sales en las aguas cloacales.* En el marco de CEDIEA deberían implementarse programas de cooperación científica con organismos (Universidad, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) idóneos para analizar y realizar prospecciones respecto de la evolución del balance de sales en el sistema de Reservas en Rehabilitación II-III. El proyecto ejecutivo debería realizar estimaciones de balance másico para escenarios máximos y mínimos a fin de obtener estimaciones preliminares de la naturaleza-gravedad de este tipo de impacto.

3. *Impacto sobre el cuerpo receptor (Río Chubut).* La estructura prevista para la planta Este hace prever que se obtendrán muy altas eficiencias de remoción de la carga de materia orgánica del efluente cloacal en la etapa de estanques, y se reducirán notablemente los contenidos de N y P en la etapa de refinamiento en el humedal técnico, tal como lo indican todos los cálculos preliminares que aquí se presentan y el análisis de casos similares en otras plantas ya instaladas en la Argentina. De acuerdo a esto, no es previsible que sea necesario implementar medidas de mitigación adicionales para este eventual impacto.

4. *Drenajes eventuales de aguas pluviales urbanas al Salitral. Percepción del riesgo en la comunidad ramsense.* La mitigación de este tipo de impacto deberá basarse en el conocimiento técnico adecuado de la calidad de los efluentes pluviales de la ciudad de Trelew en instancias de su descarga al área del Salitral. Para ello, el Municipio de Trelew debería establecer convenios adecuados con entidades idóneas de investigación de la región a fin de desarrollar un programa de evaluación ambiental de esta situación. Estos estudios deberían desarrollarse en ocasión de la confección del proyecto ejecutivo correspondiente al aquí presentado.

5. *Contaminación de fuentes de agua potable (perforaciones y aljibes locales).* No se estima necesario proponer medidas de mitigación para este tipo de impacto, dado que los antecedentes disponibles indican un muy bajo grado de riesgo asociado al mismo.

6. *Incertidumbre del proyecto acerca del destino y disposición final de los barros de planta.* Las medidas de contingencia y mitigación referidas a este tipo de impacto se discuten en la sección IV.2.7.2.1, en relación con la Planta Noroeste. El proyecto ejecutivo debería analizar modelos predictivos cuantitativos de la generación de barros en la planta de estanques técnicos Este a fin de prever adecuadamente su disposición final.

7. *Colapso de terraplenes del sistema CRER.* El análisis de los casos tipo posibles en relación con este tipo de incidente, indica que las medidas precautorias difieren según cuál de las secciones del sistema CRER esté involucrado, que se comentan a continuación.

8. *Roturas del sistema CRER Norte.* Las alturas de terraplenes en el sistema CRER Norte han sido diseñadas para proveer márgenes adecuados de seguridad en relación con las recurrencias centenarias de tormentas máximas, y los caudales pluviales resultantes. Parte del sistema de seguridad de esta sección del CRER depende de la eventual operación adecuada del canal de





desagüe hacia el Salitral, que deberá ser mantenido limpio y en condiciones operativas tal como se las definió en el proyecto. Si bien las estimaciones hidrológicas aquí presentadas permiten inferir que este canal será operativo solo en circunstancias excepcionales, deberá considerarse que tales circunstancias podrían efectivamente ocurrir, y mantener su estado operativo en consecuencia.

Otro aspecto de la previsión adecuada de este tipo de contingencia lo constituye el mantenimiento de nivel máximo definido como normal para el sistema de reserva lagunar II-IV, de modo tal que, aun en el caso en que se produjera un trasvasamiento parcial de caudales desde las lagunas II-V hacia aquellas, su nivel no aumentara significativamente, poniendo en situación de riesgo a los sistemas del CRER Sur y Este. *b. Roturas del Sistema CRER Sur.* Las medidas de precaución para evitar consecuencias contingentes en este tipo de incidentes se refieren al mantenimiento adecuado del nivel de las reservas lagunares III-IV en las cotas definidas como normales. En este caso, roturas en el CRER Sur no originarían derrames fuera del área del sistema CRER. *c. Roturas del sistema CRER E.* Como en el caso anterior, esta situación no provocaría derrames de líquidos en la reserva IV hacia áreas situadas al Este del CRER (Laguna del Salitral), en caso de que el primero no estuviera embalsando aguas. Esta situación, está definida dentro de las condiciones operativas de los niveles normales de seguridad de los cuerpos lagunares II-IV, y solo podría ocurrir si por impericia operativa, estos niveles no fueran observados.

Debería redactarse un Manual de Operación Hidrológica del Sistema CRER a fin de definir las normas operativas de descarga en los distintos cuerpos hídricos relacionados con el mismo, los puntos de monitoreo hidrométrico y de estabilidad de los terraplenes, la frecuencia de observación de los mismos, y en general toda gestión administrativa que tenga influencia sobre los volúmenes líquidos almacenados, retenidos, evacuados o descargados al sistema de depresiones, lagunas y reservas en rehabilitación al E de la ciudad de Trelew.

#### **IV.2.8. OPINIONES Y/O CRÍTICAS AL PROYECTO POR PARTE DE DIVERSOS ACTORES SOCIALES.**

Durante la generación de este proyecto, se desarrollaron numerosas reuniones informativas destinadas a varios sectores de las comunidades de Rawson y Trelew, directamente involucradas con los fines del mismo. Cabe destacar las realizadas en el ámbito de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, la Municipalidad de la Ciudad de Rawson, y el Consejo Nacional de Educación de la Ciudad de Rawson.







#### **IV.2.8.1 Taller de Charlas Técnicas sobre el estado actual del sistema cloacal-pluvial de la ciudad de Trelew.**

El Taller se desarrolló en la sede Trelew de la UNPSJB los días 29 y 31 de Agosto de 2005, y estuvo destinado a escuchar y conocer los puntos de vista, posiciones y recomendaciones de los técnicos y principales actores de las distintas Instituciones, las actividades relacionadas al tema y el estado actual de las mismas. Las exposiciones realizadas en el marco del mismo tuvieron un carácter preponderantemente técnico, dirigido a profesionales, personal jerárquico de niveles intermedios de decisión y especialistas de diferentes disciplinas relacionadas a la problemática ambiental en el sistema de lagunas. Asistió asimismo una cantidad considerable (80-100 personas) en carácter de público general. Los disertantes fueron especialistas y técnicos del medio local y regional (CENPAT, Municipalidad de Trelew, Municipalidad de Rawson, Cooperativa Eléctrica de Trelew, SERVICOOOP Puerto Madryn; Dirección General de Protección Ambiental, CORFO Regional Norte, Dirección General de Obras Hídricas). Las exposiciones se refirieron a *Funcionamiento y Evolución de las Lagunas de Estabilización de Trelew (1.996), Sistema de distribución de agua potable, Sistema cloacal. Recolección e impulsión. Balances de caudales, Características del efluente cloacal, Plan Rector Pluvial de Trelew, Expansión de los servicios de la ciudad de Trelew,*

*Características de las aguas de lavado de filtros de la planta potabilizadora de SERVICOOOP en Trelew, Un aporte para la identificación del proyecto, El Salitral y las estrategias de desarrollo urbanístico en el área de influencia lagunar, ejido de Rawson, Expansión de servicios de la ciudad de Rawson en el área lagunar, Planta de Tratamiento de Efluentes del Parque Industrial de Trelew, Antecedentes de Control y Seguimiento ambiental del sistema de lagunas, Antecedentes de control y seguimiento hidroambiental y de ingeniería hídrica en torno al sistema lagunar, Concurso Público de Proyecto iniciativa privada (2000)-* Dada la importancia de las opiniones técnicas e intereses del público general expuestas, se incluye el Acta de dicho taller (ver Anexo I)

De especial relevancia en relación con el proyecto fue la exposición realizada por el Ing. Henning Schiller, sobre *Técnicas naturales de tratamiento de efluentes. Caso de la planta de tratamiento de efluentes cloacales de la ciudad de Esquel*, dada la similitud de las condiciones de contexto en el tratamiento de efluentes cloacales existente entre las ciudades de Trelew y Esquel.

#### **IV.2.8.2. Exposición y consultas del día 10-4-06, en Sede Concejo Deliberante de la Ciudad de Rawson.**

En este ámbito el equipo responsable del proyecto expuso el estado de avance del mismo a esa fecha. Asistieron la mayoría de los concejales de la ciudad, así como funcionarios de las áreas relacionadas con la temática del proyecto (Obras Públicas, Protección Ambiental). En esa oportunidad, el equipo del proyecto había generado, de acuerdo con lo previsto en los Términos de Referencia del mismo, 26 alternativas posibles de combinaciones de procedimientos de colección de los líquidos cloacales en la planta urbana de Trelew, procesos de tratamiento de los mismos, y alternativas de





disposición final de los efluentes del tratamiento. En ese momento el Municipio de Trelew ya había expresado su preferencia por la alternativa denominada 21, y muchas de las preguntas de los asistentes se orientaron a aclarar aspectos e implicancias de la misma. No se expusieron objeciones a los conceptos desarrollados, sino especulaciones acerca del posible alcance de las obras y la factibilidad de implementación de las necesarias medidas no-estructurales.

#### **IV.2.8.3. Exposición y alocuciones en el Consejo Nacional de Educación, Rawson, 18-04-06.**

En este ámbito se repitió la exposición desarrollada en el Concejo Deliberante el día 10-04-06. La reunión estuvo convocada por el Concejo Deliberante de la Ciudad de Rawson y tuvo el carácter de una Audiencia Pública, aunque al momento de desarrollo de la misma, tal sistema no estaba reglamentado en cuanto a su organización formal, de forma tal que se adoptaron las formas usuales en tales Audiencias en el marco de la por entonces derogada ley Provincial 4032. De acuerdo a ello, al final de la exposición, se abrió un espacio para expositores de la audiencia que hubieran previamente manifestado su voluntad de hacerlo.

Algunos de los expositores en esta circunstancia manifestaron una fuerte oposición a lo que en ese momento interpretaron como la finalidad del proyecto en cuanto al destino de la disposición final de los excesos de efluentes cloacales tratados. En este sentido, se hizo hincapié en la existencia de ordenanzas locales que prohibirían el volcado de efluentes tratados al río Chubut, al mar o al Salitral de Rawson. Asimismo, se invocó repetidamente el fallo de la causa "E. Gerez vs. Municipio de Rawson y otros", en este mismo contexto.

Sin embargo, y tal como se describe en la sección IV.2.2, el proyecto no prevé el volcado de efluentes cloacales (sin tratar) a tales cuerpos receptores, sino el volcado de efluentes de plantas de tratamiento (barros activados, estanques técnicos), circunstancia que se encuentra en acuerdo con el marco regulatorio y legal vigente.

La persistencia de la opinión en algunos sectores de la población de Rawson de que la legislación y jurisprudencia vigentes se referirían a efluentes cloacales *tratados* y que por lo tanto el presente proyecto vulneraría tales institutos, puede constituir una dificultad política para el desarrollo de las acciones previstas en el presente proyecto. En este sentido, es de prever que el desarrollo de las medidas no estructurales relacionadas con el Plan de Educación Ambiental y el desarrollo del Centro de Documentación, Información y Educación Ambiental (CEDIEA) contribuya a mejorar la información pública tanto en relación con el proyecto como con las normas vigentes.





---

#### **IV.2.9. CLASIFICACIÓN DEL PROYECTO DE ACUERDO A SU UBICACIÓN, CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES TÉCNICAS.**

Corresponde clasificar a este ante-proyecto dentro del Grupo 2 (**Grupo 2: proyectos que incluyen plantas de tratamiento y disposición de aguas residuales y de lodos generados en dichas plantas**).

En las secciones precedentes se proponen las medidas mitigadoras, compensatorias y de control ambiental y seguimiento adecuadas.

#### **IV.2.10. CONFORMIDAD DEL PROYECTO CON LAS GUÍAS METODOLÓGICAS PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL VIGENTES EN EL EJECUTOR.**

En la actualidad, no se encuentra vigente una Guía Metodológica para la Evaluación Ambiental de ante-proyectos en la prov. de Chubut. A la fecha de iniciación del convenio entre la Universidad Nacional de la Patagonia y el Municipio de la ciudad de Trelew, en el marco del cual se generó el presente ante-proyecto, estaba vigente para el caso de proyectos ejecutivos, la normativa prevista en la Ley Provincial 4032, que fuera derogada por imperio de la Ley Provincial del Chubut no. 5439, denominada Código Ambiental de la Provincia del Chubut, sancionada por la Honorable Legislatura Provincial el 16-12-2005. Esta nueva ley no se encuentra aún reglamentada en cuanto a los aspectos metodológicos a desarrollar en relación con las Evaluaciones de Impacto Ambiental, y no es aplicable a la formulación de ante-proyectos. En el Anexo II se transcriben los términos normativos de la misma en relación con proyectos ejecutivos, que deberán ser tenidos en cuenta en caso de redactarse el correspondiente al aquí presentado.





## **Anexo I**

### **Taller de Charlas Técnicas sobre el estado actual del sistema cloacal-pluvial de la ciudad de Trelew**

**Trelew, Lunes 29 de agosto de 2.005**

## **A C T A   D E   R E U N I O N**





Convenio Facultad de Ingeniería – Municipalidad de Trelew:  
**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES  
DE LA CIUDAD DE TRELEW. Caso de Laguna Negra**

**CICLO DE CHARLAS Y CONFERENCIAS:**

**1ras. Jornadas:**

**Taller de Charlas Técnicas sobre el  
estado actual del sistema cloacal-pluvial de la ciudad de Trelew  
Trelew, Lunes 29 de agosto de 2.005**

**A C T A   D E   R E U N I O N**

-----En la ciudad de Trelew, a los 29 días del mes de Agosto de 2005, en el edificio de Aulas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) siendo las 15 hs, se da comienzo a las ***Jornada-Taller de “Charlas técnicas sobre el estado actual del sistema cloacal-pluvial de la ciudad de Trelew”***, declarado de interés por DFI 349/05 del 18 de Agosto de 2005 de la Facultad de Ingeniería, organizado por el Departamento de Ingeniería Civil Hidráulica de esta Unidad Académica y la Unidad Ejecutora del Convenio suscripto el 23 de Junio de 2.005 con la Municipalidad de Trelew para el desarrollo de un PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW, Problemática de Laguna Negra. Iniciado el mismo con la presencia de un centenar de asistentes presentes, se labra la presente ACTA sobre el desarrollo de los mismos, invitando a integrantes de la UE a suscribir la misma.-----

La Delegada Rectoral, Cra. Gabriela Dufour dirige unas palabras de bienvenida agradeciendo a los presentes, e invita al Ing. Nelson Williams, Secretario de Obras Públicas de la ciudad de Trelew a inaugurar el Taller. El Ing. Williams menciona la importancia de la fecha dado la decisión de contratar a la Facultad de Ingeniería para la ejecución del estudio y que a su vez, esta decisión esté consensuada por los dos Municipios en conflicto.-----

A continuación, el Ing. Serra agradece la presencia de público, resume las etapas del proyecto. Explica la razón por la que se invitó a la Facultad de Ingeniería a buscar las soluciones para la problemática. Destaca el apoyo obtenido del Municipio de Rawson para que la UNPSJB sea la que realice el proyecto y hace una breve síntesis del objeto y modalidad con que se ha convocado la reunión, un espacio generado para escuchar a los principales actores en la planificación, investigación y servicios que han actuado en torno al sistema de lagunas. Justifica el taller como un punto de partida para el conocimiento del estado actual del arte, para lo cual se han invitado a disertantes de los distintos organismos técnicos. Da por iniciadas las Jornadas, invitando al Dr. Estévez, del Centro Nacional Patagónico como





primer conferencista, quien hiciera estudios del sistema de funcionamiento lagunar.-----

Disertación del Dr. José Luis Estévez: Comenta que hará una síntesis del trabajo de investigación que realizara “Funcionamiento y Evolución de las Lagunas de Estabilización de Trelew”. El sistema se trata de un conjunto de Lagunas naturales, donde Trelew descarga sus efluentes urbanos. Describe las características del proyecto y los antecedentes en que se basó. Observan las lagunas desde el punto de vista del funcionamiento como Tratamiento y como Reservorio. Explica cómo se modificaron las variables químicas y bacteriológica en la laguna III, también enfatiza la importancia de ésta laguna desde el punto de vista de la avifauna. Menciona que desde el punto de vista de la hidrología se han modificado las zonas de descarga y recarga. Entre las conclusiones destaca que el funcionamiento de la laguna III es óptimo como laguna de estabilización. En cuanto al funcionamiento como reservorio, con el ingreso de efluentes se presenta el problema que los cuerpos de agua físicamente limitados en crecimiento y los efluentes son cada vez mayores. Presenta la evolución de los espejos de las diferentes lagunas desde el año 80 en que se construye un canal uniendo las lagunas III y IV; menciona las sucesivas cotas y el crecimiento de las mismas.-----

Como conclusión, analiza una serie de alternativas estructurales y no estructurales entre las que se destaca: minimizar el volumen de efluentes (Campaña de educación, medidores, desagües de pluviales al río); eliminar agua del cuenco aluvional (reuso de agua tratada, derivar agua a la terraza); ampliar la capacidad de los cuencos actuales; incrementar la superficie actual de lagunas; monitoreo del sistema; realizar obras de infraestructura en el sistema actual. Como recomendación final sugiere un taller con los diferentes actores para consensuar una solución y la debilidad que detecta es la falta de transferencia y seguimiento de resultados a los factores de decisión.-----

Seguidamente expone el Ing. Ricardo González Gallastegui sobre el sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Trelew. Menciona que la fuente en el Río Chubut es de buena calidad y baja contaminación. Mediante dos acueductos de 500 y 600 mm conduce el agua a los tanques de almacenamiento ubicados en la planta urbana. Hace una descripción de los mismos para continuar con el sistema cloacal, describiendo las plantas de bombeo construidas y proyectadas y descripción del sistema de lagunas, con una nomenclatura diferente a la ya realizada por el Dr. Estévez. Destaca como problemática detectada la falta de independencia entre los pluviales y cloacales; la existencia de una planta de bombeo única que conlleva a la saturación de la misma; la falta de mantenimiento y conservación de todo el sistema y el crecimiento de la laguna de estabilización-Laguna del caño- como consecuencia del mal balance hídrico. En cuanto al mal funcionamiento de colectoras hizo la referencia de que de la Planta de carrasco el efluente tiene 3 g/l de salinidad mientras que la toma del río presenta 0,2 g/l. También mencionó los gases que se forman y atacan las calizas del hormigón del caño. Expone sobre el proceso químico y bacteriológico que se produce en la laguna haciendo referencia a valores de conductividad. Menciona alternativas







a analizar como pueden ser el riego, el bombeo de la laguna del caño a la meseta; el bombeo al río Chubut o al mar. Para finalizar, destaca la importancia de prevenir la contaminación de las fuentes; de reducir los efluentes en origen; el estudio del posible reuso, aunque manifiesta el tenor salino y la presencia de coliformes fecales.-----

En el intervalo destinado a preguntas el Arq. Patané pregunta respecto al grado de salinidad del agua del río y si éste se modifica en el recorrido. El Ing. González Gallastegui responde que si porque se incorpora agua de napa principalmente por roturas de caño por ataques del hormigón, repite los guarismos que había mencionado de 0,2 g/l como tenor salino del agua del río y de 3 a 4 g/l en la llegada a la laguna. Los profesionales de la Cooperativa \_Ing. González Gallastegui e Ing. Wahler- presentan un video de las obras de reparación mediante técnicas modernas efectuadas en las colectoras, sobre 300 m en una de 400 mm de diámetro sobre la calle Soberanía Nacional y otro tramo en una colectora de 300 mm, por un total de 100000 dólares.-----

Seguidamente expone la Ing. Joyce Owen, haciendo un “Aporte para la identificación del proyecto”. Primeramente presenta un diagnóstico, con algunos números aproximados de población actual de 100000 habitantes y dotación cloacal de 250 l/seg, significa un aporte a las lagunas de 25000 m<sup>3</sup>/seg. Teniendo en la actualidad una superficie de lagunas tratadas de 700 has y un déficit hídrico de 1 m/año, significa un excedente de 5800m<sup>3</sup>/día (sin contar pluviales). En la misma línea, con una población estimada para el 2035 de 210000 habitantes, el excedente será de 35000 m<sup>3</sup>/día. En la identificación de problemas destaca la indiferencia de la ciudad de Trelew y la falta de planificación. Consecuentemente, el objetivo es eliminar el excedente hídrico. Analiza los posibles actores y cuales serían las líneas de evaluación del proyecto.-----

En el momento de las preguntas el Lic. Benítez sugiere la alternativa de llevar el agua la mar, ya que el problema se acota en la alta salinidad. La Ing. Owen responde que la opinión pública se opone rotundamente y que además las muestras están dando una calidad inferior. -----

El Ing. Rudy González manifiesta la falta de planeamiento urbano y el Arq. Patané propone volcar al Salitral. La Ing. Owen responde que tampoco es posible porque Rawson considera al salitral como un cuenco de amortiguación de posibles tormentas. Además tienen el problema del Barrio Gregorio Mayo, en un sector bajo, que presenta problemas en la cloaca si el nivel del Salitral aumenta.-----

Vidili plantea por qué no tratar los efluentes cloacales de las dos ciudades en forma conjunta y el Ing. Figueroa (Municipalidad Trelew), manifiesta que existen antecedentes pero Rawson se opuso.-----

Los profesionales de la Municipalidad de Trelew, Ing. Eduardo Figueroa e Ing. Lucio González Roberts expusieron sobre el Plan Rector Pluvial, iniciado en 1996, con un anteproyecto de obras hidráulicas para resolver lluvias de recurrencia entre 2 a 5 años. Los proyectos ejecutivos de las obras





previstas son más exigentes en cuanto a la recurrencia, llevándolas a 5 y 10 años, verificadas para 25 y 50 años.-----

Hacen una descripción de los límites de cuenca y las trazas de los pluviales. El Ing. González Roberts menciona el problema de la comunicación entre cuencas según la magnitud del aguacero. Desagrega la superficie de las diferentes cuencas y los caudales que cada una produce (Muster, Owen y PIL, Plaza Seca y Badén de Don Bosco, Zona Norte y Planta de Gas.-----

La Arq. González Gallastegui hace referencia a la planificación de desarrollo urbano y cuáles serán las próximas áreas de vivienda (zona S y próximo a B° Inta y Parque Industrial Liviano y Margen derecha Río Chubut) haciendo hincapié en la necesidad de proyectar desagües pluviales para esas nuevas áreas de desarrollo.-----

En el tiempo destinado a preguntas el Dr. Ares consulta si se ha estudiado la posibilidad de llevar el agua hacia otra zona, contestando el Ing. Figueroa que el sistema natural son las lagunas.-----

Seguidamente el Ing. Sorondo preguntó qué se ha pensado respecto a medidas no estructurales, recibiendo como respuesta del Ing. Figueroa que hay evaluados retardadores. El Arq. Patané amplía manifestando la importancia de incentivar la conexión de pluviales a vereda, opinión que es ratificada por el Ing. Figueroa.-----

El Ing. Junyent consulta si se ha previsto la posible contaminación de las tomas de las Cooperativas con las descargas previstas, respondiendo el Ing. Figueroa que no va a presentarse problemas porque la pluma es poco relevante y se produce una rápida mezcla y autodepuración.-----

Seguidamente el Ing Vidili expone sobre el Sistema de Saneamiento del Parque Industrial de Trelew, explicando la función de Corfo en el tratamiento de efluentes. Explica la infraestructura que tiene Corfo para prestar ese servicio a través de una primera planta con capacidad para 4000 m3/día. El caudal efluente actual es de 6000 m3/día. Expone y detalla las obras de ampliación que se están ejecutando.-----

En el momento de preguntas el Ing. Serra consulta si se desactiva la planta actual con las nuevas obras y ante la respuesta afirmativa plantea la posibilidad de reciclarla para ser usada como planta de efluentes urbanos.----

El Ing. Rudy González pregunta si se ha estudiado la alternativa de realizar una plantación de sorgo.-----

La exposición de la Dirección General de Protección Ambiental estuvo a cargo de la Bioq. Adriana Sanz. Manifiesta que tienen datos discontinuos desde el año 1979 y desde el 2000 realizan monitoreos sistemáticos. Asimismo, a pesar de la discontinuidad, los puntos de monitoreo se respetan hace 25 años. Las primeras imágenes satelitales de que se dispone son del año 1990 y en el año 1999 se realiza una serie de fotos aéreas. Expone la diferente nomenclatura que utilizan en esa Dirección llamando Laguna I a la que en las exposiciones anteriores se refirió como Laguna de la Base o





Laguna II; Laguna II a la conocida como Laguna III o del Caño; Laguna III o Laguna Guzmán la presentada como Laguna IV y Laguna IV a la llamada Laguna V. Reserva para el Salitral el mismo nombre que el resto de los organismos. Presenta un listado de las determinaciones analíticas que realizan y su evolución en diferentes puntos de muestreo. -----

En el momento de las preguntas el Ing. Serra consulta si tienen datos del Salitral y ante la respuesta afirmativa consulta la variación respecto a la laguna Guzman. La Dra. Sanz responde que la concentración bacterial y salinidad son similares, no así la concentración de nutrientes.-----

Seguidamente expone el Ing. Junyent de Servicoop, respecto a la Captación, Potabilización y Transporte de Agua. Manifiesta que la planta es del año 1978, con 5 bombas instaladas en el río, que elevan al desarenador de donde mediante 4 bomba se conduce el agua a la Planta Potabilizadora. La capacidad proyectada de la planta era de 28000 m<sup>3</sup>/día ampliada en el año 1997 a 58000 m<sup>3</sup>/día. Tiene 6 decantadores de flujo horizontal y 12 filtros que la llevan a una reserva de 2500 m<sup>3</sup> y mediante bombas a la ciudad de Puerto Madryn. Los efluentes que esta planta manda al sistema de lagunas son los de lavado y purga de decantadores, filtros y cámara de carga, que descargan a lo que inicialmente era la Playa de Secado de Barros y ahora es la Laguna de la Base. Los efluentes son un muy bajo porcentaje del agua producida. -----

Finalmente realiza su exposición el personal de Recursos Hídricos de la Provincia, a cargo del Ing. Esteban Parra que manifiesta que ellos han realizado una recopilación de la información de utilidad para ulteriores estudios entre la que destaca una batimetría de la laguna contratada con la empresa EVARSA. Manifiesta que cuando se generó el expediente de iniciativa privada, la premisa era no arrojar agua al mar ni al río. Se pensó entonces en el reuso, trabajando con profesionales de INTA. Entre las posibilidades de reuso, se analizó la posibilidad de mandar el agua a la meseta, en inmediaciones del camino a Comodoro Rivadavia; sobre la meseta pero próxima al Aeropuerto de Trelew-manifiesta el problema de la presencia de aves en proximidades de aeropuertos; en tierras próximas al Parque Industrial Liviano de Trelew y/o en chacras aledañas a las lagunas. INTA realizó estudios de suelos buscando y analizando alternativas forestales para casos de salinidad alta como es el olivo energético. Relata que en el concurso privado hubo sólo 3 ofertas, una presentando la alternativa de volcado al mar, otra volcando al río, por lo que se descartaron ambas por no seguir las premisas de proyecto. La tercera – que pertenece a Áridos Fontana – analizando el reuso. El problema sigue siendo la muy alta salinidad del efluente.-----

Para concluir, el Ing. Serra pregunta a la audiencia si hay alguna pregunta para formular o algún tipo de aclaración que se considere pertinente, y ante la ausencia de preguntas da por cerradas las Jornadas, siendo las 20:15 del día lunes 29 de agosto.-----





**ACTIVIDAD A LA QUE SE INSCRIBE: CICLO DE CHARLAS Y CONFERENCIAS:** 1ras. Jornadas: Taller de Charlas Técnicas sobre el estado actual del sistema cloacal-pluvial de la ciudad de Trelew

**Período de Inscripción:** 29 de Agosto de 2005

**Sede:** Trelew - **Departamento:** Ingeniería Civil Hidráulica

Nº	Apellido y Nombre	Profesión	Institución
1	Aguero Cynthia	Estudiante	UNPSJB
2	Aller Maria Eugenia	Lic. Ciencias Biológicas	DGPA
3	Andrade Gabriela	Estudiante	UNPSJB
4	Ares, Jorge Oscar	Docente investigador	CENPAT / UNPSJB
5	Arias Laura	Estudiante	UNPSJB
6	Arroyo Gisela Fernanda	Estudiante	UNPSJB
7	Benitez Aldo Francisco	Estudiante	CNEA
8	Cabreros Juliana	Lic. Geología	UNPSJB
9	Cazeaux Jorge	Técnico	Coop. Trelew
10	Chachero, María Jesús	Docente investigador	UNPSJB
11	Cisterna Verois	Estudiante	UNPSJB
12	Cobacho Cristian	Lic. Geología	UNPSJB
13	Colitripay Andrea	Estudiante	UNPSJB
14	Collul Nora	Estudiante	UNPSJB
15	Contreras Adrián	Ing. Hidráulico	DGOH
16	Costante Maria Esther	Estudiante	UNPSJB
17	Davies Sandra Viviana	Estudiante	UNPSJB
18	Despot Soledad	Estudiante	UNPSJB
19	Dimol Bárbara	Estudiante	UNPSJB
20	Domínguez José Arnaldo	Estudiante	UNPSJB
21	Dybiec Alberto Mario	Ing. Químico	DGSP
22	Estévez José Luis	Investigador, docente	CENPAT
23	Farre Nathalia	Estudiante	UNPSJB
24	Feller Jorge	Ing. Civil	DGSP
25	Femeninas Natalia verónica	Estudiante	UNPSJB
26	Ferraria Sergio	Ingeniero	Mun. Trelew.
27	Fierro Marco A.	Estudiante	UNPSJB
28	Figueroa Eduardo	Ingeniero	Mun. Trelew
29	Fiorotto Igor	Tec. G. A	Coop. Rawson
30	Flores Roxana	Estudiante	UNPSJB
31	Gianoglio Jorge	Bioquímico-	Prot Ambiental





32	Gigena Mariana	TUPA	DGPA
33	González Gallastegui Ricardo	Ingeniero	Docente; Coop. Serv. Públicos / UNPSJB
34	González Joana	Estudiante	UNPSJB
35	González Roberts Lucio	Ingeniero Civil	Mun. Trelew
36	González Verónica	Estudiante	UNPSJB
37	Griznik Maria Mercedes	Geología	UNPSJB
38	Guerrero Paola	Estudiante	UNPSJB
39	Hann Jorge	Estudiante	UNPSJB
40	Higen Karina	Estudiante	UNPSJB
41	Hiquis Maria Fernanda	Estudiante	UNPSJB
42	Horiszny Cecilia	Estudiante	UNPSJB
43	Jones Norma Beatriz	Estudiante	UNPSJB
44	Jones Sisterna Gabriela	Estudiante	UNPSJB
45	Junyent Milton	Ing. Civil	Servicoop
46	Lazo Marta Susana	Estudiante	Mun. Trelew
47	Lezcano Diego	Estudiante	UNPSJB
48	Lloyd Jones Ricardo	Lic. Biológicas Cs	DGPA UNPSJB
49	March Alejandra	Geógrafo	UNPSJB
50	Marino Guillermo	Ing. Metalúrgico	UEP
51	Marino Paola	Estudiante	UNPSJB
52	Matamala Félix Mauricio	Estudiante	UNPSJB
53	Millaman Paola	Estudiante	UNPSJB
54	Montivero Rolando	Tec. Vial	UEP
55	Moraga Claudio	Estudiante	UNPSJB
56	Muñiz Sabrina	Estudiante	UNPSJB
57	Muñoz Marina Vanesa	Estudiante	UNPSJB
58	Navarro Verónica	Estudiante	UNPSJB
59	Nelson Eduardo	Ing. Civil	T.C
60	Owen Joyce	Ing. Química	Mun. Rawson
61	Pagnoni Gustavo	Ecólogo	UNPSJB
62	Paillafil Sandra	Estudiante	UNPSJB
63	Pallani Leila	Estudiante	UNPSJB
64	Pallanini D'Angelo Laura	Estudiante	UNPSJB
65	Pamilio Carlos Martín	Estudiante	UNPSJB
66	Paparatto Gretel	Estudiante	UNPSJB
67	Parisi Soledad	Estudiante	UNPSJB
68	Parra Esteban	Ingeniero	DGOH
69	Paz Alejandra	Estudiante	UNPSJB





70	Peñaloza Víctor Alfredo	Estudiante	UNPSJB
71	Pérez Astutti Guillermo	Estudiante	UNPSJB
72	Pérez Parry Esteban	TUPA	DGPA
73	Ramos Patricia Alejandra	Estudiante	UNPSJB
74	Reincul Betiana	Estudiante	UNPSJB
75	Ríos Enríquez Ivalu Rosalía	Estudiante	UNPSJB
76	Roberts Mario	Estudiante	UNPSJB
77	Rodríguez Maite Lucia	Estudiante	UNPSJB
78	Sáenz Adriana	Bioquímica	DGPA
79	Sainz Trafaga José	Ingeniero	-----
80	Salgado Gisela Fernanda	Estudiante	UNPSJB
81	Sánchez Yanina	Estudiante	UNPSJB
82	Sandoval Alexis Isaías	Estudiante	UNPSJB
83	Santinelli Norma	Oceanógrafa	DGPA
84	Sastre Viviana	Lic Oceanografía	UNPSJB
85	Schreyer Germán	Ing. Civil	UEP
86	Segura Javier	Estudiante	UNPSJB
87	Serra Juan José	Docente investigador	UNPSJB
88	Sorondo Alejandro	Ing. Civil	-----
89	Sosa Luis Constantino	Estudiante	UNPSJB
90	Stampone Julio	Geólogo	FCN
91	Suárez Mattiul Juan	Estudiante	UNPSJB
92	Tapia Elina Valeria	T. San. Ambiental	DGPA
93	Tapia Pablo Nicolás	Estudiante	UNPSJB
94	Tappari Osvaldo Fabián	T. San. Ambiental	Mun. Trelew
95	Testino Ariel	Ing. Químico	UNPSJB
96	Valles Mariana Beatriz	Estudiante	UNPSJB
97	Velásquez Messica Johanna	Estudiante	UNPSJB
98	Vidili Dante	Ing. Industrial	CORFO
99	Villalozas	Técnico	Coop. Rawson
100	Villegas Carlos	Tec. Químico	Coop. Trelew
101	Wahler Javier	Ing. Civil	Coop. Trelew







## Anexo II

**Ley Provincial del Chubut no. 5439, denominada Código Ambiental de la Provincia del Chubut. Secciones relevantes a la confección de Evaluaciones de Impacto Ambiental de Proyectos.**





---

## LIBRO SEGUNDO

### Del régimen especial

#### TÍTULO I

#### Del estudio del impacto ambiental

##### CAPÍTULO I

##### De la degradación

**Artículo 30°.-** Los proyectos, actividades u obras, públicos o privados, capaces de degradar el ambiente, deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental en la forma prevista en la presente ley.

**Artículo 31°.-** Se consideran actividades degradantes o susceptibles de degradar el ambiente:

- a) Las que contaminan directa o indirectamente el suelo, agua, aire, flora, fauna, paisaje y otros componentes, tanto naturales como culturales del ecosistema.
- b) Las que modifiquen la topografía.
- c) Las que alteren o destruyan, directa o indirectamente, parcial o totalmente, individuos y poblaciones de flora y fauna.
- d) Las que modifiquen las márgenes, cauces, caudales, régimen y comportamiento de las aguas superficiales y subterráneas.
- e) Las que alteren las márgenes, fondos, régimen y conducta de las aguas superficiales no corrientes.
- f) Las que alteren la naturaleza y comportamiento de las aguas en general y su circunstancia.
- g) Las que emitan directa o indirectamente ruido, calor, luz, radiación ionizante y otros residuos energéticos molestos o nocivos.
- h) Las que modifiquen cuali-cuantitativamente la atmósfera y el clima.
- i) Las que propenden a la generación de residuos desechos y basuras sólidas.
- j) las que producen directa o indirectamente la eutrofización cultural de las masas superficiales de agua.
- k) Las que utilicen o ensayen dispositivos químicos, biológicos, nucleares y de otro tipo.
- l) Las que agoten los recursos naturales renovables y no renovables.
- m) Las que favorecen directa o indirectamente la erosión eólica, hídrica, por gravedad y biológica.
- n) Cualquier otra actividad capaz de alterar los ecosistemas y/o sus componentes, tanto naturales como socioculturales y la salud y bienestar de la población.





---

**Artículo 32°.-** Las Actividades a que se refiere el artículo 31° de la presente ley deberán incorporar, para todas sus etapas, la evaluación de impacto ambiental que estará compuesta, como mínimo, por los siguientes datos:

- a) Datos generales que identifiquen el proyecto, actividad u obras y al responsable del mismo;
- b) Descripción del proyecto, actividad u obra en todas sus etapas, desde la etapa de selección del sitio hasta la terminación de la obra o el cese de las actividades;
- c) Descripción de los aspectos generales del medio (rasgos físicos, biológicos, culturales, socio-económicos y los que determinen la reglamentación), para el estado previo a la iniciación del proyecto, actividad u obra (estado de referencia cero);
- d) Estimación de los impactos positivos y/o negativos del proyecto, actividad u obra sobre el medio ambiente físico, biológico, cultural y socio-económico, en cada una de sus etapas. Se deberán especificar tipos y cantidad de residuos y emisiones que serán generados en cada una de las etapas del proyecto, actividad u obra, así como manejo y destino final de los mismos;
- e) Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales adversos identificados en cada una de las etapas del proyecto, actividad u obra. Además, deberá incluir el programa de recuperación y restauración del área impactada, al concluir la vida útil o al alcanzar el cese de las actividades;
- f) Elaboración de planes de contingencia para aquellas actividades de riesgo involucradas en las distintas etapas;
- g) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles, incorporando informe de las evaluaciones técnicas que sustentan las estimaciones de impacto realizadas;
- h) Programa de monitoreo ambiental y seguimiento en cada una de las etapas del proyecto, actividad u obra.

**Artículo 33°.-** El estudio de impacto ambiental deberá ser suscripto por un responsable técnico.

Podrán ser responsables técnicos de los estudios de impacto ambiental los siguientes profesionales: licenciados en biología, química, recursos naturales, geología o edafología o equivalentes, ingenieros en recursos hídricos, agrónomos, químicos e ingenieros especializados u otros cuyos títulos, con diferentes denominaciones, tengan el mismo objeto profesional o desglose del área de aplicación de los citados.

En los proyectos, actividades u obras de carácter público, la responsabilidad técnica de la elaboración del estudio de impacto ambiental recaerá, prioritariamente, en profesionales radicados en la jurisdicción provincial y/o en las instituciones competentes localizadas en la Provincia.





**Artículo 34°.-** La Autoridad de Aplicación pondrá a disposición del titular del proyecto, actividades u obra en cuestión, cuando éste sea público y cuando así le sea solicitado, los informes y cualquier otra documentación que obre en su poder y que pudiere resultar de utilidad para la realización del estudio de impacto ambiental.

Cuando el proyecto, actividad u obra sea de carácter privado, la transferencia de información se hará según lo establecido al respecto por la legislación y normativas vigentes o lo que establezca específicamente la reglamentación.

**Artículo 35°.-** El estudio de impacto ambiental será sometido a una audiencia pública, de acuerdo a los procedimientos que la Autoridad de Aplicación establezca en la reglamentación del presente Código. La convocatoria a audiencia pública deberá hacerse a través de los medios de comunicación con un mínimo de treinta (30) días de anticipación a la fecha estipulada. Los particulares podrán consultar los antecedentes que se someterán a audiencia, a partir del momento de la convocatoria.

La audiencia estará presidida por la Autoridad de Aplicación. Los funcionarios, las asociaciones intermedias, los representantes del sector privado e integrantes de la comunidad, agrupados o no, podrán asistir y emitir su opinión. Las ponencias y observaciones de los participantes no serán sometidas a votación, pero se labrará acta de la audiencia que servirá para su evaluación final por parte de la Autoridad de Aplicación, sin que por ello esta instancia tenga carácter vinculante.

Para la información a someter a audiencia pública, la Autoridad de Aplicación respetará la confidencialidad de los datos aportados que tengan relación con la materia de secreto industrial, teniendo en cuenta en todos los casos la preservación del interés público.

**Artículo 36°.-** La Autoridad de Aplicación analizará el estudio de impacto ambiental presentado por el responsable del proyecto, actividad u obra y, conjuntamente, con los resultados de la audiencia pública emitirá las opiniones que correspondan. Las opiniones mencionadas, cuando tengan carácter final, se harán públicas.

**Artículo 37°.-** Las obras a realizarse de acuerdo a los convenios que fija la Ley N° 3.124 quedan expresamente sujetas a lo dispuesto en la presente norma.





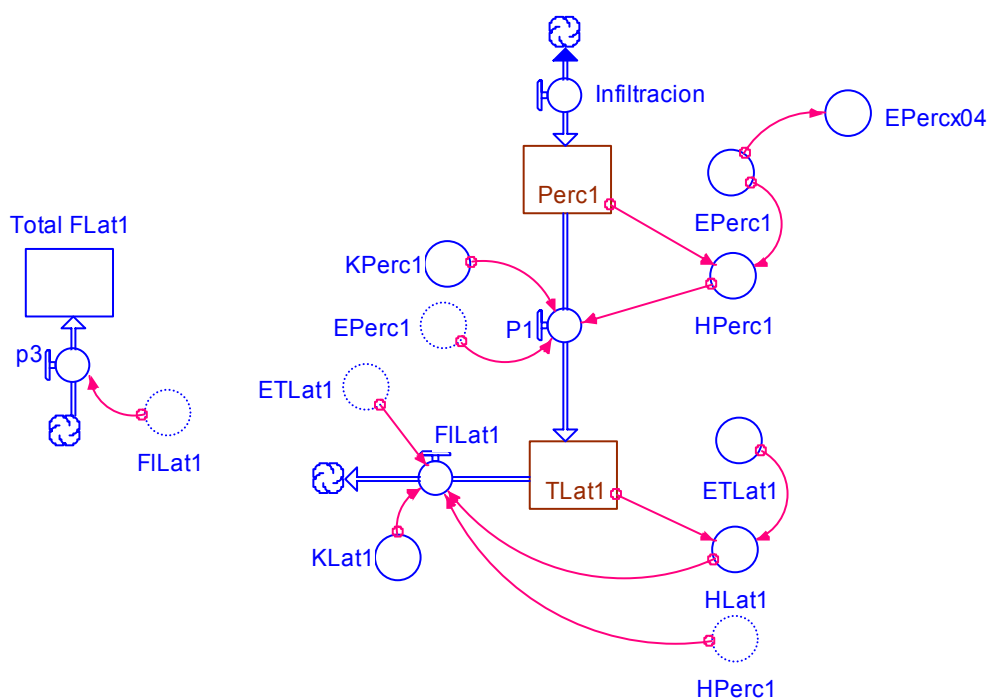
### **Anexo III**

## **Estimaciones de distancias de transporte lateral de agua en el suelo relevantes a la situación de los Reservorios y Lagunas de Evaporación del sistema de la Planta Noroeste (Parque Industrial de Trelew)**



## Estructura del modelo

Para estimar los tiempos a transcurrir hasta que se produzcan afloramientos de agua en los terrenos colindantes con el sistema de reservorios y lagunas de evaporación de la planta Noroeste, se diseñó un modelo de simulación de paso diario. La estructura del mismo asume una capa de suelo por debajo del cuerpo de agua de los embalses, con característica percolante (porosidad = 0.4,  $K_b = 5 \times 10^{-3}$  cm/segundo), de espesor variable ( $1 \text{ m} < E < 10 \text{ m}$ ). Por debajo de esta capa, se diseñó una capa impermeable o acuitardo ( $K_b = 5 \times 10^9$  cm/segundo). Se asumen asimismo tasas de infiltración en la capa superior del suelo variables en el intervalo  $10 \text{ mm/día} < I. < 1000 \text{ mm/día}$ . El transporte de agua se asume proporcional a la conductividad hídrica  $K_b$  y la carga hidráulica no compensada por las fuerzas capilares, e inversamente proporcional al espesor de la capa percolante ( $E$ ) (sistema Darcy). Se desarrolló un análisis de sensibilidad del modelo a fin de evaluar distancias de transporte lateral desde el punto de carga, para todas las combinaciones de los parámetros del modelo sobre las cuales existe incertidumbre técnica (tasa de infiltración-espesor de la capa de suelo percolante). El esquema siguiente describe la estructura del modelo en el sistema Stella:







### Código detallado:

$$\text{Perc1}(t) = \text{Perc1}(t - dt) + (\text{Infiltracion} - P1) * dt$$

$$\text{INIT Perc1} = 5$$

INFLOWS:

$$\text{Infiltracion} = 5$$

OUTFLOWS:

$$P1 = K\text{Perc1} * H\text{Perc1} / E\text{Perc1} * 8.64e5$$

$$\text{TLat1}(t) = \text{TLat1}(t - dt) + (P1 - F\text{Lat1}) * dt$$

$$\text{INIT TLat1} = 1$$

INFLOWS:

$$P1 = K\text{Perc1} * H\text{Perc1} / E\text{Perc1} * 8.64e5$$

OUTFLOWS:

$$F\text{Lat1} = \text{if } (H\text{Lat1} > 0) \text{ and } (H\text{Perc1} > 0) \text{ then}$$

$$K\text{Lat1} * (H\text{Lat1} + H\text{Perc1}) / E\text{TLat1} * 8.64e5 \text{ else}$$

$$\text{if } (H\text{Lat1} > 0) \text{ then}$$

$$K\text{Lat1} * H\text{Lat1} / E\text{TLat1} * 8.64e5 \text{ else}$$

.

$$\text{Total\_FLat1}(t) = \text{Total\_FLat1}(t - dt) + (p3) * dt$$

$$\text{INIT Total\_FLat1} = 0$$

INFLOWS:

$$p3 = F\text{Lat1}$$

$$\text{Total\_P1}(t) = \text{Total\_P1}(t - dt) + (p2) * dt$$

$$\text{INIT Total\_P1} = 0$$

INFLOWS:

$$p2 = P1$$

$$E\text{Perc1} = 2000$$

$$E\text{Percx04} = E\text{Perc1} * 0.4$$

$$E\text{TLat1} = 100$$

$$H\text{Lat1} = \text{if } ((\text{TLat1} - E\text{TLat1} * 0.4) > 0) \text{ then } (\text{TLat1} - E\text{TLat1} * 0.4) \text{ else } 0$$

$$H\text{Perc1} = \text{if } ((\text{Perc1} - E\text{Perc1} * 0.4) > 0) \text{ then } (\text{Perc1} - E\text{Perc1} * 0.4) \text{ else } 0$$

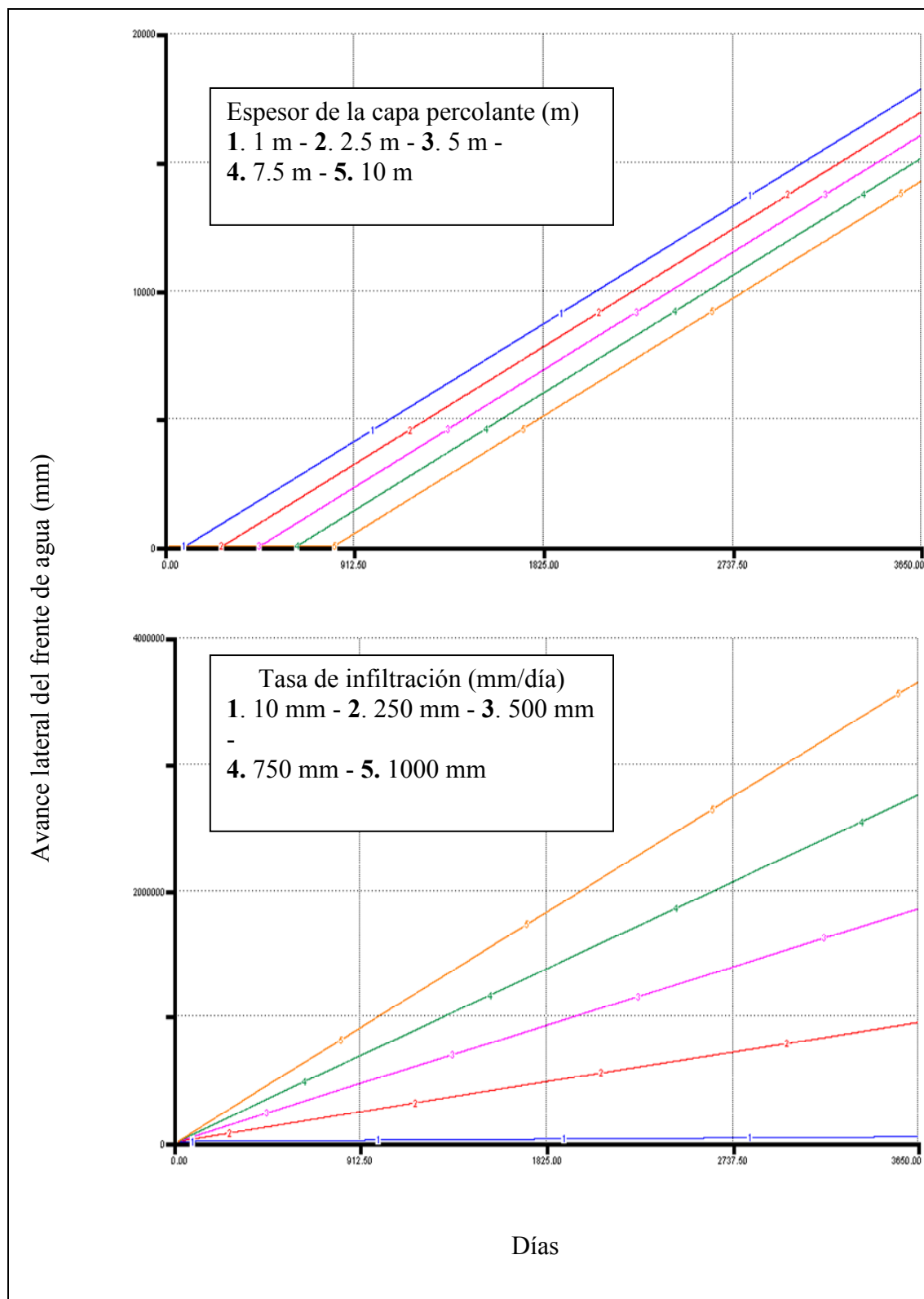
$$K\text{Lat1} = 5e-3$$

$$K\text{Perc1} = 5e-3$$





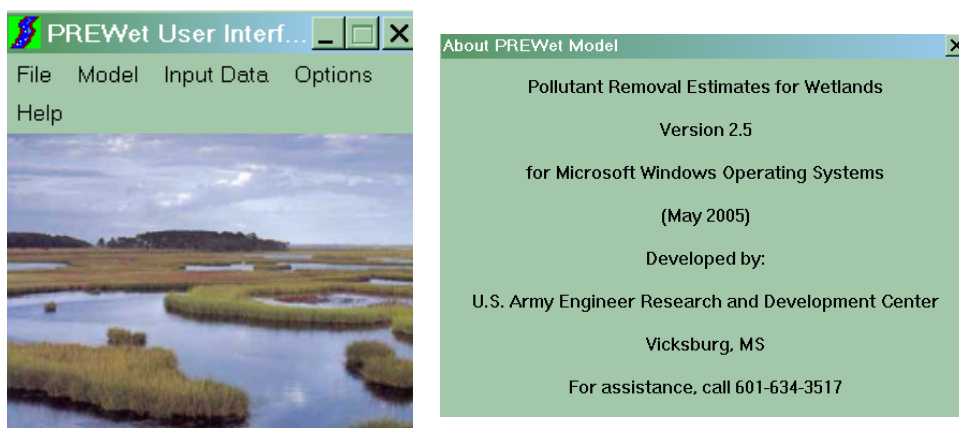
Resultados:





## Anexo IV

Verificación dimensional de la planta de tratamiento NE.  
Método de cálculo: PREWET, Pollutant Removal Estimates  
for Wetlands, US Army Engineers Research and  
Development Center, Vicksburg, 2005.





## .1 MÓDULO ESTANQUE FACULTATIVO.

The overall solution scheme was: Longitudinal Gradients.

The system parameters were:

Temperature:	1.000e+001(Deg. C)
Depth:	1.400e+000(m)
Width:	1.248e+002(m)
Length:	3.680e+002(m)
Volume:	6.430e+004(m <sup>3</sup> )
Area:	4.593e+004(m <sup>2</sup> )
Flow:	2.900e-002(m <sup>3</sup> /sec)
Mean velocity:	2.000e-002(cm/sec)
Detention time:	1.777e+001(days)

The modeled constituents were:

TCB

BOD

TCB parameters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	8.000e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.070e+000

BOD paramters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	2.300e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.047e+000

RE output:

TCB Removal Efficiency:	9.993e+001%
BOD Removal Efficiency:	9.244e+001%

Inflow Concentrations:

BOD inflow concentration:	2.500e+002(mg/L)
TCB inflow concentration:	1.000e+008(mpn/100mL)

Outflow Concentrations:

BOD outflow concentration:	1.891e+001(mg/L)
TCB outflow concentration:	7.269e+004(mpn/100mL)





## 1.2 MÓDULO ESTANQUE FACULTATIVO

The overall solution scheme was: Longitudinal Gradients.

The system parameters were:

Temperature:	1.200e+001(Deg. C)
Depth:	1.400e+000(m)
Width:	1.248e+002(m)
Length:	3.680e+002(m)
Volume:	6.430e+004(m <sup>3</sup> )
Area:	4.593e+004(m <sup>2</sup> )
Flow:	2.900e-002(m <sup>3</sup> /sec)
Mean velocity:	2.000e-002(cm/sec)
Detention time:	1.777e+001(days)

The modeled constituents were:

TCB

BOD

TCB parameters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	8.000e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.070e+000

BOD paramters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	2.300e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.047e+000

RE output:

TCB Removal Efficiency:	9.997e+001%
BOD Removal Efficiency:	9.410e+001%

Inflow Concentrations:

BOD inflow concentration:	2.500e+002(mg/L)
TCB inflow concentration:	1.000e+008(mpn/100mL)

Outflow Concentrations:

BOD outflow concentration:	1.475e+001(mg/L)
TCB outflow concentration:	2.551e+004(mpn/100mL)





## 2.1 MÓDULO ESTANQUE AEROBIO CONSECUTIVO A ESTANQUE FACULTATIVO

The overall solution scheme was: Fully Mixed.

The system parameters were:

Temperature:	1.000e+001(Deg. C)
Depth:	1.000e+000(m)
Width:	9.733e+001(m)
Length:	2.000e+002(m)
Volume:	1.947e+004(m <sup>3</sup> )
Area:	1.947e+004(m <sup>2</sup> )
Flow:	2.900e-002(m <sup>3</sup> /sec)
Mean velocity:	3.000e-002(cm/sec)
Detention time:	7.770e+000(days)

The modeled constituents were:

TCB

BOD

TCB parameters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	8.000e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.070e+000

BOD paramters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	2.300e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.047e+000

RE output:

TCB Removal Efficiency:	7.596e+001%
BOD Removal Efficiency:	5.303e+001%

Inflow Concentrations:

BOD inflow concentration:	1.890e+001(mg/L)
TCB inflow concentration:	7.270e+004(mpn/100mL)

Outflow Concentrations:

BOD outflow concentration:	8.878e+000(mg/L)
TCB outflow concentration:	1.748e+004(mpn/100mL)







## 2.2 MÓDULO ESTANQUE AEROBIO CONSECUTIVO A ESTANQUE FACULTATIVO

The overall solution scheme was: Fully Mixed.

The system parameters were:

Temperature:	1.200e+001(Deg. C)
Depth:	1.000e+000(m)
Width:	9.735e+001(m)
Length:	2.000e+002(m)
Volume:	1.947e+004(m <sup>3</sup> )
Area:	1.947e+004(m <sup>2</sup> )
Flow:	2.900e-002(m <sup>3</sup> /sec)
Mean velocity:	3.000e-002(cm/sec)
Detention time:	7.770e+000(days)

The modeled constituents were:

TCB

BOD

TCB parameters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	8.000e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.070e+000

BOD paramters entered:

Decay Rate @ 20 Deg. Celsius:	2.300e-001(/day)
Temperature Correction Factor:	1.047e+000

RE output:

TCB Removal Efficiency:	7.834e+001%
BOD Removal Efficiency:	5.531e+001%

Inflow Concentrations:

BOD inflow concentration:	1.470e+001(mg/L)
TCB inflow concentration:	2.550e+004(mpn/100mL)

Outflow Concentrations:

BOD outflow concentration:	6.570e+000(mg/L)
TCB outflow concentration:	5.522e+003(mpn/100mL)



*Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Departamento de Ingeniería Civil Hidráulica**

*Proyecto*

**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE  
TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW**

*Comitente:*

Municipalidad de Trelew. Convenio 23/6/2005

*Dirección de Proyecto:*

**Juan José Serra**

**INFORME FINAL:**

**Factibilidad Técnico Económica,  
Anteproyectos de Obra y Plan Director**

Trelew, Mayo de 2006

**Equipo de Trabajo**

**Jorge Oscar Ares**

Experto Ambiental, Doctor Ingeniero Agrónomo, Docente Investigador Cat. I, cátedra de Gestión Ambiental, FI UNPSJB e Investigador Independiente CENPAT CONICET

**María Jesús Chachero**

Consultor Prof. Senior, Hidrometeorología, Ingeniero Hidráulico y Civil, Master en Hidrología (CEDEX Madrid, España), Doc. de Hidráulica y de Hidrología e Hidráulica Agrícola, Doc. Investigador III, FI, UNPSJB

**Jorge Feller**

Consultor Senior Ingeniería Sanitaria, Ingeniero Civil, Especialista en Ingeniería Sanitaria, Profesional Dir. Gral. Serv. Públicos, Chubut. Ex Docente Ingeniería Sanitaria, Fac. Ingeniería, UNPSJB

**Alberto Ricardo Gonzáles  
Gallastegui**

Ingeniero Químico. Docente de Química UNPSJB. Consultor Senior analista en calidad de efluentes.

**Héctor Andrés Malnero,**

Consultor Prof. SemiSenior, procesamiento CAD/GIS, Ingeniero Hidráulico y Civil, Docente de Elasticidad y de Aprovechamientos Hidráulicos, Investigador Docente IV, Fac. Ingeniería, UNPSJB

**María Alejandra March**

Consultor Semi Senior Geógrafo / Ciencias Humanísticas, Profesora de Geografía – Doc. Investigadora V, FHyCS, UNPSJB

**Gustavo Osvaldo Pagnoni**

Investigador, especialista Biología, Licenciado en Ecología, PDoctor en Ciencias Naturales, Docente investigador FCN, UNPSJB

**Marcela Regnaudo**

Consultor Médico / Especialista en Salubridad pública, Médica, Especialista en Toxicología. (UBA), Magister en Prevención y Asistencia de las Drogodependencias. (U. del Salvador)

**Armando Scalise**

Profesional Senior, procesamiento CAD/GIS, Oceanógrafo, (UNPSJB) Master de Ciencias, especialidad: Aplicación de SIG al manejo de los recursos marinos y zonas costeras (Oregon, USA), Docente Fac. de Hum. y Ciencias Sociales, UNPSJB.

**José María Sainz Trápaga**

Ingeniero Civil Hidráulico. Docente Investigador, titular cátedra de Aprovechamientos Hidráulicos y de Construcciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería, UNPSJB



**Juan José Serra**

Ingeniero en Recursos Hídricos, Magíster en Recursos Hídricos en Zona de Llanuras, (U.N. Rosario), Docente investigador Cat. I, cátedra de Hidrología e Hidráulica Agrícola. Fac. de Ingeniería, UNPSJB.

**Julio Emilio Stampone**

Consultor especialista, Geología e Hidrogeología, Licenciado en Geología, Docente, Investigador II, Fac. Ciencias Naturales, UNPSJB

**Ariel Juan Testino**

Consultor especialista Ingeniería Química Ambiental, Ingeniero Químico, Profesional / Consultor especialidad Medio Ambiente

**Miguel Alfredo Villafañe**

Consultor Seior, economía y organización de obras. Ingeniero en Construcciones, Docente Fac. Ingeniería, UNPSJB, Consultor especialista en organización de obras y formulación de proyectos

**Javier A. Wahler**

Ingeniero Civil Hidráulico. Ingeniería de Proyecto

**Laboratorios:**

**LABIEVI**

**Ing. Oscar Moreno**

Laboratorio de Investigaciones y Ensayos Viales

**Pasantes Alumnos:**

**Mauricio Bermsz**

Pasante alumno de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Freatimetría

**Félix Mauricio Matamala**

Pasante alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. Ensayos de Infiltración y Auxiliar en relevamientos de campo

**Claudio Moraga Silva**

Pasante alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. CAD y Auxiliar relevamientos de campo

**Luis Sosa**

Pasante alumno de Licenciatura en Ciencias Naturales. Freatimetría

**Andrea Schaer**

Pasante alumno de Lic. en Geografía. Fac. de Humanidades y Ciencias Sociales. Relev. Socioeconómico

**Silvina Weise**

Pasante alumno de Lic. en Geografía. Fac. de Humanidades y Ciencias Sociales. Relev. Socioeconómico

**Gustavo Almeira**

Pasante Alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. CAD.

**Julio Antonio Solioz**

Alumno de Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB

**Terceros Partícipes:**

**Victor Eulogio Vazquez**

Agrimensor. Topografía de apoyo

**EVARSA**

Evaluación de Proyectos Sociedad Anónima, Limnimetría

**ILA**

Laboratorio de Ingeniería Laboral y Ambiental, Córdoba



---

*Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*

**AUTORIDADES**

*Rector*

Cdr. Jorge Gil

*Vice Rector*

Prof. Elsa Bonini de Perfumo

*Delegado Rectoral*

Lic. Julio Emilio Stampone

*Decano Facultad de Ingeniería*

Dr. Daniel Barilá

*Delegada Académica Facultad de Ingeniería*

Ing. Cecilia Irene Santos

*Jefe Departamento Ingeniería Civil Hidráulica*

Ing. Juan José Serra