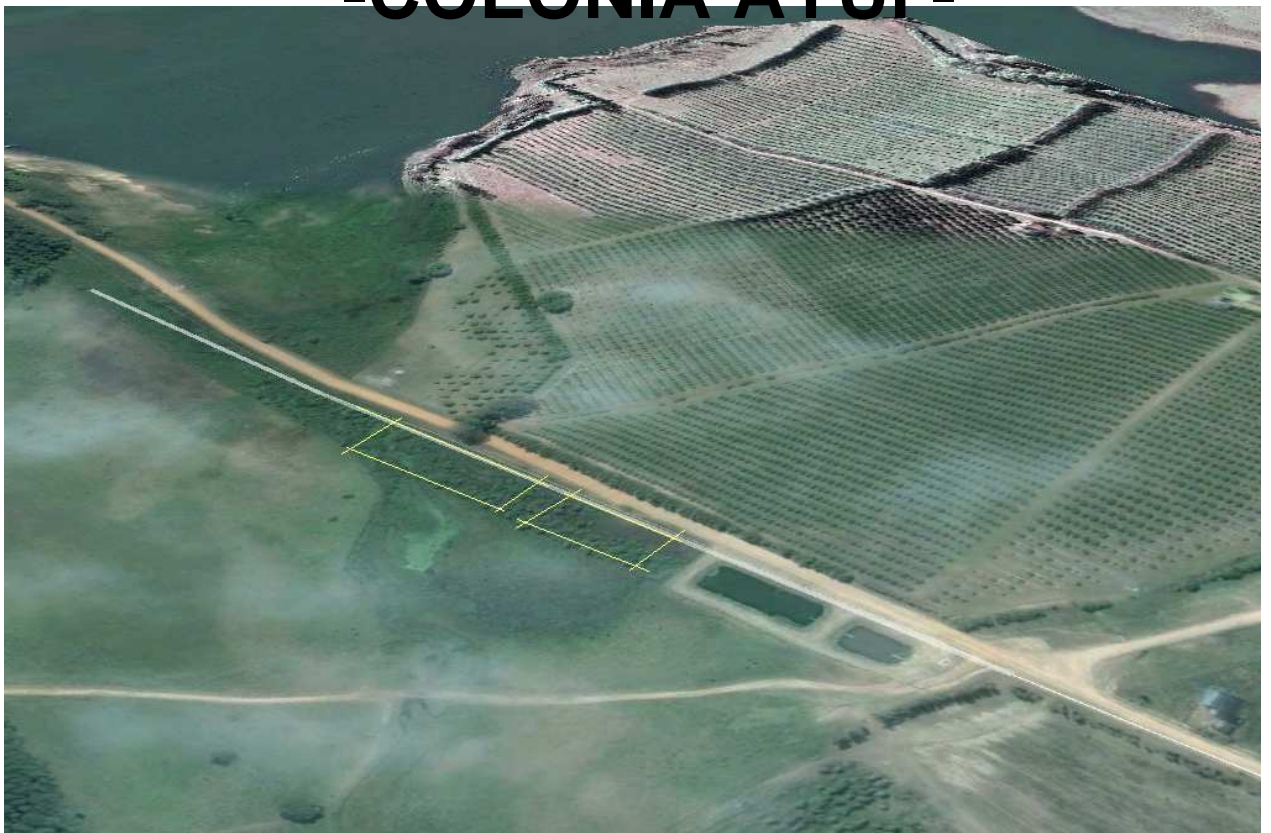


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL CONCORDIA**

**TRABAJO FINAL**

**“AMPLIACIÓN LAGUNAS DE  
ESTABILIZACIÓN”**

**-COLONIA AYUÍ-**



**AÑO 2014**

**Cátedra: Proyecto Final**

**Alumno: MAC DOUGALL, Juan de Dios F.**

## ÍNDICE

### **1.1. Introducción:**

Las diferentes observaciones realizadas por vecinos inmediatos del sector y, de ribereños que habitan a orillas del lago en las proximidades de la denominada CAÑADA PASO DEL ÁGUILA ha motivado a elaborar el presente Proyecto que tiene como objeto principal satisfacer la demanda constante de ampliación del radio servido de cloacas, debido a la incipiente urbanización, mediante la ampliación del sistema de LAGUNAS DE TRATAMIENTO CLOACAL existentes, como forma de establecer un plan inmediato para la solución de los actuales problemas en forma integral, entre los que podemos destacar principalmente la falta de capacidad de tratamiento del sistema de lagunas actuales debido al incremento de la población en los últimos años.

### **1.2. Su ubicación:**

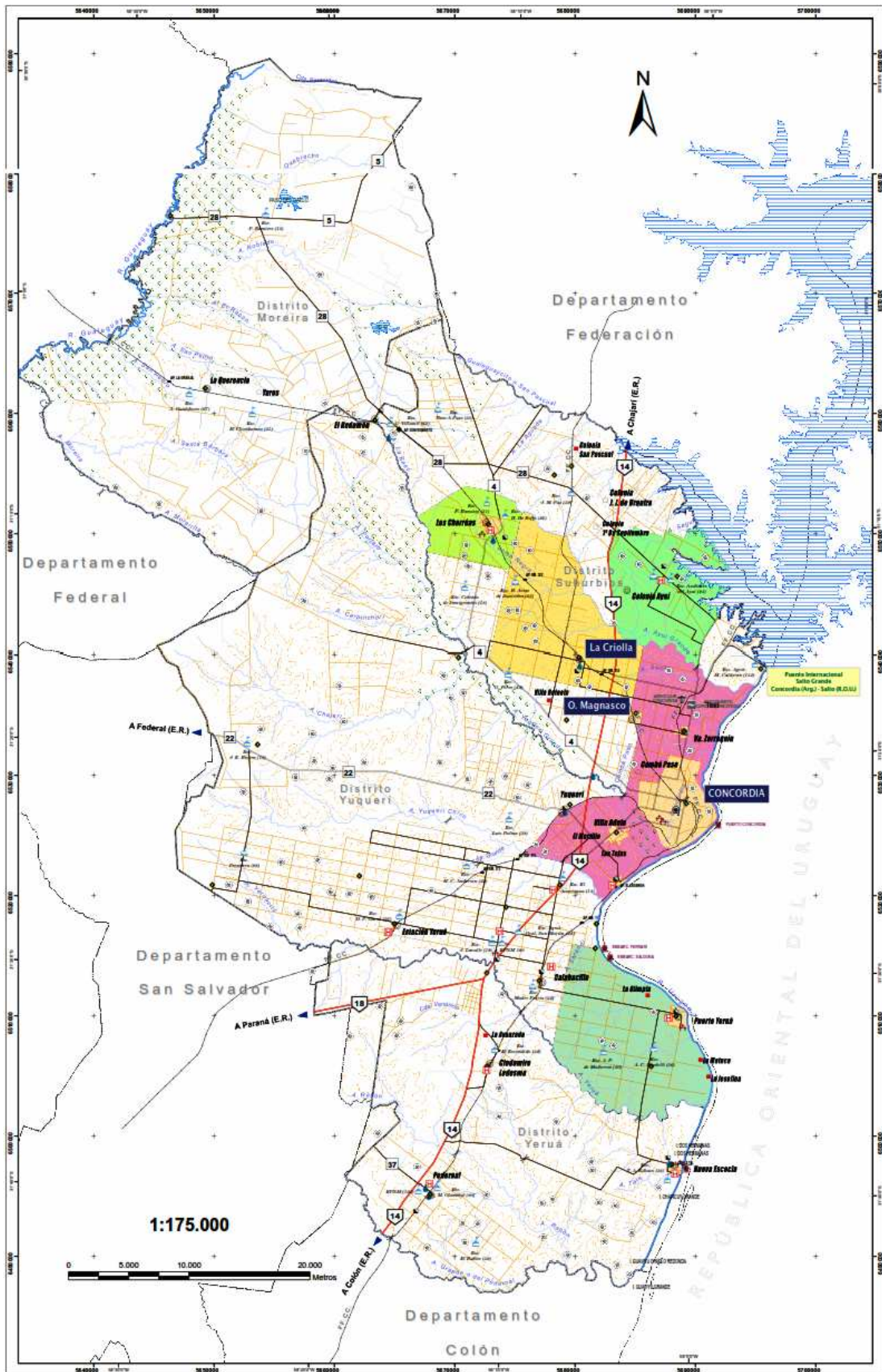
El sector de trabajo pertenece al ejido municipal de Colonia Ayuí del distrito Suburbios del departamento Concordia. Se encuentra ubicado al noroeste de la Ciudad de Concordia cabecera del departamento homónimo aproximadamente a veinticuatro kilómetros; limitando con el embalse de la represa de Salto Grande al noreste, y la ruta provincial N° 28 al suroeste.

Las principales vías de comunicación terrestre la constituye, la ruta provincial N° 28 que lo vincula con la ruta nacional N° 14 y con la ciudad de Concordia y el resto de la costa del río Uruguay.

En el siguiente mapa se muestra, la ubicación dentro del departamento Concordia, los departamentos que lo limitan y las principales rutas de acceso.

# LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚI ANTECEDENTES

Mac Dougall, Juan de Dios





### **1.3. Descripción del Sistema de Tratamiento existente.**

El sistema de tratamiento de líquidos cloacales de esta localidad está basado en el sistema de lagunas ANAERÓBICA y FACULTATIVA, las cuales fueron diseñadas por la D.P.O.S.E.R. y construidas por la municipalidad en el año 2005 con el financiamiento de la C.A.F.E.S.G., las dimensiones “teóricas” del espejo de agua de son las siguientes:

- ANAERÓBICA: **20 m x 30 m x 2,50** m de Profundidad.
- FACULTATIVA: **20 m x 50 m x 2,00** m de Profundidad.

### **1.4. Funcionamiento actual del sistema.**

De los relevamientos realizados por el municipio y del resultado de los ensayos de laboratorio realizados fecha 01-marzo-07 se evidenció un funcionamiento “deficiente” de las lagunas de tratamiento.

En función a lo que se resolvió encarar el problema en dos etapas:

Una Primera Etapa que consistió básicamente en proceder a devolver las condiciones iniciales de diseño de las lagunas, por medio de diversas tareas de limpieza y obras menores.

Y una Segunda Etapa, que consiste en VERIFICAR LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO de las lagunas actuales y formular el proyecto ejecutivo de un NUEVO SISTEMA DE LAGUNAS DE TRATAMIENTO a construir a continuación de las existentes.

VER ANEXO 1

## LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ ANTECEDENTES

Mac Dougall, Juan de Dios

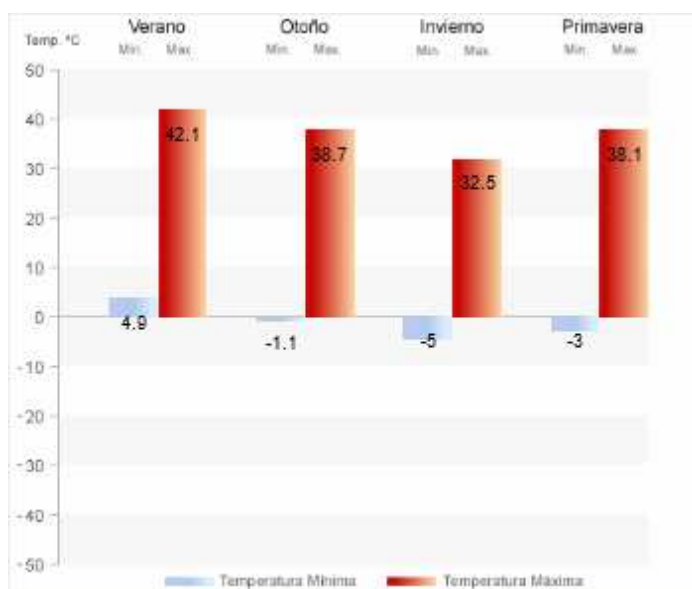
### 1.5. Clima:

No existen series de datos meteorológicos del Municipio de Colonia Ayuí, por lo que se utilizarán los registros del Servicio Meteorológico Nacional y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Concordia.

#### Temperatura:

El departamento Concordia está comprendido dentro del clima templado sin estación seca de llanura con temperatura media anual de 18.9°C.

Datos Extremos (Período 1961-1990)



Datos Estadísticos (Período 1981-1990)

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)
	Máxima media	Media	Mínima media			Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación	
Ene	32.8	26.3	19.6	62	10.3	10	7	9	117.7
Feb	30.8	24.8	19.1	70	9.6	9	8	9	161.2
Mar	28.9	22.7	16.9	71	8.7	13	5	8	157.1
Abr	24.5	18.8	13.8	78	8.2	11	6	9	150.8
May	21.1	15.4	10.2	79	8.2	11	8	8	109.8
Jun	17.5	12.2	7.4	81	7.7	8	11	8	53.2
Jul	17.8	12.3	7.4	79	10.2	11	10	8	53.5

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
ANTECEDENTES**

Mac Dougall, Juan de Dios

<b>Ago</b>	20.1	14.1	8.7	76	10.9	10	10	7	73.7
<b>Sep</b>	21.1	15.3	9.5	73	12.6	11	8	6	90.3
<b>Oct</b>	25.3	19.0	12.7	69	12	11	7	8	109.0
<b>Nov</b>	27.7	21.9	15.5	69	11.6	11	7	8	152.0
<b>Dic</b>	30.9	24.4	17.4	63	10.8	12	5	7	79.7

Heladas:

Las heladas son una de las principales adversidades climáticas de la agricultura debiendo ser tenido en cuenta para los estudios debido al cese de la actividad bacteriana anaeróbica o aeróbica ante una muy baja temperatura – siendo siempre preferible para las procesos biológicos de oxidación del material orgánico temperaturas altas. Si bien se trata de un fenómeno ocasional, los cultivos invernales no están libres de este peligro. El fenómeno tiene una expresión altamente microclimático, donde la ocurrencia, intensidad y duración es influida por los cursos de agua y el relieve ondulado.

Las siguientes Tabla incluyen los valores medios de periodos con heladas y temperaturas mínimas.

La fecha media de primera y última helada es el 07 de junio y el 23 de agosto respectivamente, dando lugar a un período medio con heladas de 78 días.

**Heladas meteorológicas (0° C)**

Concordia INTA	Periodo analizado: 1970 - 2011				
	FPH	FUH	PER	TabS	FH
Valores medios	07-jun	23-ago	78	-2,7	9
Desvío estándar	20	21	36	1,2	5
Valores con probabilidad (20 %):	24-may	08-sep	108	-3,8	13
Extremos	15-abr	05-oct	152	-5,1	22
Año de ocurrencia de los extremos	2008	1972	2008	1996	2007
Nº de años utilizados	35	36	34	35	35
Nº de años sin heladas	2	4	0	0	0

FPH = Fecha de primera helada

FUH = Fecha de última helada

PER = Período con heladas

TabS = Temperatura mínima absoluta anual

FH = Frecuencia de días con heladas anuales

**Nota:** Desde el punto de vista meteorológico se considera helada a todo descenso térmico igual o inferior a 0° C medido en abrigo meteorológico.

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANTECEDENTES**

Mac Dougall, Juan de Dios

**Heladas Agrometeorológicas (3° C)**

Concordia INTA	Período analizado: 1970 - 2011				
	FPH	FUH	PER	TabS	FH
Valores medios	19-may	19-sep	124	-2,8	28
Desvío estándar	16	16	25	1,3	9
Valores con probabilidad (20 %):	4-may	3-oct	153	-3,9	35
Extremos	15-abr	5-nov	178	-5,1	50
Año de ocurrencia de los extremos	2008	1992	1971	1996	2007
Nº de años utilizados	36	36	34	36	35
Nº de años sin heladas	0	0	0	0	0

FPH = Fecha de primera helada

FUH = Fecha de última helada

PER = Período con heladas

TabS = Temperatura mínima absoluta anual

FH = Frecuencia de días con heladas anuales

**Nota:** Se define helada agrometeorológica a todo descenso térmico igual o inferior a 3° C medido en el abrigo meteorológico, lo que equivaldría a 0° C o menos a la intemperie en superficie.

Humedad Relativa

Esta variable reviste especial importancia al regular parcialmente la desecación de los suelos, la transpiración de las plantas y la aparición de plagas, siendo esta última responsable de la transmisión de diversas enfermedades teniendo en cuenta campañas de erradicación de las mismas en las lagunas de estabilización o planta de tratamiento en los diferentes meses del año.

**Humedad media mensual es base a Datos Estadísticos (Período 1981-1990)**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad relativa (%)	62	70	71	78	79	81	79	76	73	69	69	63

Durante todo el año los registros son elevados. El período más húmedo del año es el comprendido entre los meses de abril y agosto, con un promedio de 78%.

Precipitación anual:

La precipitación es uno de los elementos climáticos más importantes, pues se halla íntimamente ligado a la existencia misma de la vida. El conocimiento detallado de la lluvia



resulta de capital importancia en la planificación agrícola. El valor medio anual es de alrededor de 1260 mm, pero es conocida la variabilidad interanual de este elemento.

### **1.6. Caracterización geológica y geotécnica del área afectada**

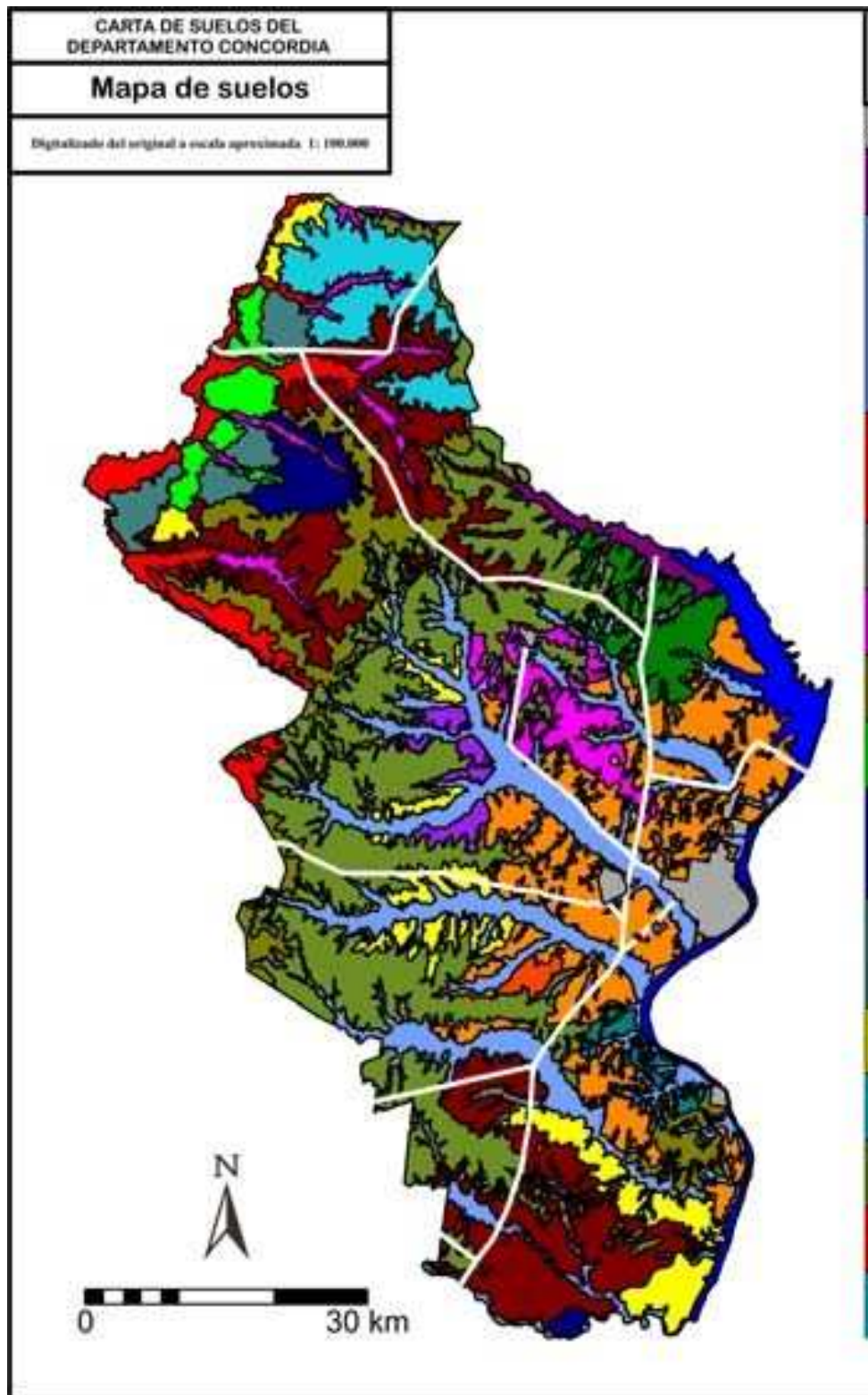
Los suelos predominantes son los correspondientes al orden Molisol, seguidos por Vertisoles y Entisoles. Los suelos arenosos profundos de la costa del río Uruguay deben su origen a depósitos de este río. Los llamados „suelos mestizos% se desarrollaron a partir de arenas eólicas del río Uruguay. Los Entisoles son profundos, de textura arenosa a arenosa franca, presentan bajo porcentaje de materia orgánica, de baja fertilidad, permeables y susceptibles a sufrir sequías. Estos suelos se encuentran entre los más aptos de la provincia para la implantación de citrus. Los molisoles aparecen al alejarse del río Uruguay y pueden presentarse combinados con arena. Dentro de este grupo se encuentran los “gley subhúmicos” que son Molisoles muy húmedos típicos de los bañados de altura del norte entrerriano. Los Vertisoles aparecen cuando pierde importancia la influencia de las arenas.

Muestran microrrelievegilgai y buen contenido de minerales y alto porcentaje de materia orgánica (RIAP Entre Ríos, 2006).

De acuerdo a la aptitud productiva, en esta zona predominan los suelos de aptitud agrícola correspondiendo en su mayoría a las Clase IV y III. Estos suelos requieren un manejo muy cuidadoso y prácticas de conservación. Pueden ser utilizados para cultivos labrados, pasturas, campos naturales de pastoreo o forestación. También son de importancia los suelos de Clase V, los que presentan limitaciones no corregibles que restringen su uso a reservas naturales (Tasi y Bedendo, 2001, Atlas de Suelos de la República Argentina, 1990).

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANTECEDENTES

Mac Dougall, Juan de Dios



PLAN MAPA DE SUELOS. CONVENIO INTA GOBIERNO DE ENTRE RÍOS. (1993a). Carta de Suelos de la República Argentina. Departamento Concordia, Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario del Convenio INTA-Gobierno de Entre Ríos. E.E.A. Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N°10 (ISSN 0325 9099), 197 pp.

### 1.7. Vegetación natural

El sector occidental se incluye en la Provincia del Espinal, Distrito del Ñandubay. Es el típico monte semixerófilo que cubre el noroeste de la Provincia de Entre Ríos, donde las especies dominantes son *Prosopisnigra* (ñandubay) y *Acaciacaven* (espinillo). El tapiz herbáceo está compuesto por especies de poco valor forrajero y generalmente, salvo algunas excepciones no se observan durante el invierno, mostrando el terreno un típico aspecto de "blanquizal". Son típicos también los grandes hormigueros y vizcacheras. El monte semixerófilo se diluye gradualmente hacia el este en número de especies y en densidad para dar lugar a la aparición de praderas gramíneas, que forman parte de la Provincia Pampeana, Distrito Uruguayense. Las especies más comunes que se encuentran son *Paspalumnotatum* (pasto horqueta), *Paspalumurvillei*, *Chlorispolydactyla*, *Sporobolusindicus*, *Bothriochloalaguroides*. Las leguminosas presentes son: *Desmodiumcanum*, *Desmanthusvirgatus*, *Stylosanthessp.* En los charcos y lagunas domina el pajonal *Panicumprionitis* (paja brava) y asociado al mismo conviven *Eupatoriumlaevigatum* y *Eupatoriumivaefolium*, *Polygonumhydropiperoides*, *Ludwigiapeploides*, *Echinochloacrusgalli* (capín) y *Alternantherasp.* Son comunes las ciperáceas, algunas de aptitud forrajera, como así también especies propias de ambientes muy húmedos como *Gerardiacommunis*, *Gratiola peruviana*, *Hydrocotylebonariensis* (redondita de agua), *Scutellariaracemosa* (amargor), *Scopariamontevicensis* y *Mecardoniamentevicensis*. Es la zona típicamente dedicada a la producción cítrico-forestal y hortícola, por lo que la flora natural está sumamente alterada. Sobre el Río Uruguay y sus afluentes, hallamos la prolongación fluvial de la Provincia Paranaense, Distrito de las Selvas Mixtas, con comunidades serales de selvas marginales higrófilas. En general, constituyen una faja muy angosta formando selvas en galería a lo largo de los ríos y arroyos principales (Cartas de suelos de Concordia, 1993; y Federación, 1991).

### 1.8. Demografía (Censos)

En la siguiente tabla se resumen los datos de población por Municipios provisto por la DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS para los períodos 1.991 y 2.001.

Población por Municipios según Censos 1991 y 2001.

Datos Provisorios.

DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS PROV. ENTRE RÍOS

MUNICIPIO	POBLACIÓN 1991	POBLACIÓN 2001
-----------	----------------	----------------

DEPTO. COLON

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
ANTECEDENTES**

Mac Dougall, Juan de Dios

COLON	17.585	20.395
SAN JOSÉ	12.566	14.994
VILLA ELISA	7.642	10.228
UBAJAY	1.755	2.286
<b>DEPTO. CONCORDIA</b>		
CONCORDIA	122.561	141.528
LOS CHARRÚAS	2.370	3.362
LA CRIOLLA	1.796	1.838
<b>COLONIA AYÚÍ</b>	<b>1.333</b>	<b>1.650</b>
PUERTO YERUÁ	1.426	1.448

La siguiente tabla presenta la evolución demográfica a nivel Provincial para los periodos 1970 / 2001.

Provincia	Población				
	1970	1980	1991	2001	2010
<b>Total del país</b>	<b>23.364.431</b>	<b>27.947.446</b>	<b>32.615.528</b>	<b>37.156.195</b>	<b>40.117.096</b>
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	2.972.453	2.922.829	2.965.403	2.995.397	3.015.158
Buenos Aires	8.774.529	10.865.408	12.594.974	14.167.123	15.625.084
Partidos del Gran Buenos Aires	5.380.447	6.843.201	7.952.624	8.890.427	9.916.715
Resto de Buenos Aires	3.394.082	4.022.207	4.642.350	5.276.696	5.708.369
Catamarca	172.323	207.717	264.234	335.859	367.828
Chaco	566.613	701.392	839.677	991.454	1.055.259
Chubut	189.920	263.116	357.189	425.375	509.108
Córdoba	2.060.065	2.407.754	2.766.683	3.144.346	3.308.876
Corrientes	564.147	661.454	795.594	939.179	992.595
Entre Ríos	811.691	908.313	1.020.257	1.173.533	1.235.994
Formosa	234.075	295.887	398.413	489.663	530.162
Jujuy	302.436	410.008	512.329	617.063	673.307
La Pampa	172.029	208.260	259.996	306.037	318.951
La Rioja	136.237	164.217	220.729	294.597	333.642
Mendoza	973.075	1.196.228	1.412.481	1.606.024	1.738.929
Misiones	443.020	588.977	788.915	968.238	1.101.593
Neuquén	154.570	243.850	388.833	486.779	551.266
Río Negro	262.622	383.354	506.772	573.394	638.645
Salta	509.803	662.870	866.153	1.084.033	1.214.441
San Juan	384.284	465.976	528.715	627.913	681.055
San Luis	183.460	214.416	286.458	372.849	432.310
Santa Cruz	84.457	114.941	159.839	198.121	273.964
Santa Fe	2.135.583	2.465.546	2.798.422	3.095.496	3.194.537
Santiago del Estero	495.419	594.920	671.988	808.934	874.006
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	15.658	27.358	69.369	101.247	127.205
Tucumán	765.962	972.655	1.142.105	1.353.541	1.448.188

Notas



**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
ANTECEDENTES**

Mac Dougall, Juan de Dios

- Para el cálculo de las tasas del período fue necesario utilizar dos fuentes de distinto carácter: los censos de población de 1970, 1980, 1991 y las proyecciones de población que tienen estimaciones a partir de 2001. En particular, se utiliza una estimación para el año 2001 producto de un proceso de conciliación sobre los datos censales relevados en ese año.

- Tasa de crecimiento anual medio: expresa el ritmo de crecimiento de una población, es decir cuánto aumenta o disminuye en promedio anualmente por cada mil habitantes, durante un determinado período.

Fuente: INDEC, procesamientos especiales de la Dirección de Estadísticas Sectoriales en base a información derivada de: Censos Nacionales de Población y Vivienda 1970, 1980 y 1991; INDEC, "Proyecciones provinciales de población por sexo y grupos de edad 2001-2015", Serie Análisis Demográfico N° 31. Buenos Aires, 2005.

Indicadores demográficos por provincia. Total del país. Años 2001-2010

Provincia	Tasa anual media de crecimiento 1991-2001 <sup>(1)</sup>	Tasa anual media de crecimiento 2001-2010 <sup>(1)</sup>
-----------	--	--

Total del país	10,1	11,4
----------------	------	------

Ciudad Autónoma de Buenos Aires	-6,3	4,5
Buenos Aires	8,9	13,8
Catamarca	22,7	10,6
Chaco	15,3	7,8
Chubut	14,0	23,6
Córdoba	9,8	8,5
Corrientes	15,1	7,2
Entre Ríos	12,1	7,3
Formosa	19,2	9,6
Jujuy	17,0	10,7
La Pampa	13,5	7,1
La Rioja	26,3	15,8
Mendoza	10,7	10,8
Misiones	19,4	14,8
Neuquén	19,1	17,0
Río Negro	8,3	16,3
Salta	21,1	13,3
San Juan	15,3	10,5
San Luis	24,1	18,2
Santa Cruz	20,1	37,6
Santa Fe	6,7	7,0
Santiago del Estero	17,3	9,3
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	36,5	26,0
Tucumán	15,2	8,8

**Notas**

- (1) Es el número medio de personas que se incorporan anualmente a la población total, por 1.000 habitantes. Por cuanto la tasa de crecimiento geométrico es:

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
ANTECEDENTES**

Mac Dougall, Juan de Dios

$$r = t \sqrt[t]{\frac{P(t)}{P(0)}} - 1$$

siendo: P(t) = Población al final del período (según Censo 2001);

P(0) = Población al inicio del período (según Censo 1991);

t = tiempo transcurrido entre ambos censos.

La siguiente tabla presenta las proyecciones nacionales de población 1950 / 2015.

**Cuadro1.** Población por sexo y año calendario

Año	Población total	Varones	Mujeres
1950	17.150.336	8.826.955	8.323.381
1951	17.517.342	8.998.144	8.519.198
1952	17.876.954	9.167.514	8.709.440
1953	18.230.815	9.335.234	8.895.581
1954	18.580.556	9.501.464	9.079.092
1955	18.927.820	9.666.369	9.261.451
1956	19.271.511	9.829.837	9.441.674
1957	19.610.538	9.991.763	9.618.775
1958	19.946.536	10.152.307	9.794.229
1959	20.281.148	10.311.631	9.969.517
1960	20.616.010	10.469.901	10.146.109
1961	20.950.583	10.626.645	10.323.938
1962	21.283.784	10.781.757	10.502.027
1963	21.616.406	10.935.940	10.680.466
1964	21.949.246	11.089.891	10.859.355
1965	22.283.102	11.244.314	11.038.788
1966	22.611.643	11.395.849	11.215.794
1967	22.934.338	11.544.026	11.390.312
1968	23.260.684	11.693.888	11.566.796
1969	23.600.177	11.850.480	11.749.697
1970	23.962.314	12.018.839	11.943.475
1971	24.354.307	12.204.379	12.149.928
1972	24.769.829	12.403.739	12.366.090
1973	25.198.050	12.608.800	12.589.250
1974	25.628.164	12.811.445	12.816.719
1975	26.049.353	13.003.567	13.045.786
1976	26.458.241	13.179.968	13.278.273
1977	26.862.054	13.346.068	13.515.986
1978	27.265.831	13.509.642	13.756.189
1979	27.674.632	13.678.475	13.996.157
1980	28.093.507	13.860.345	14.233.162
1981	28.524.120	14.057.911	14.466.209
1982	28.963.109	14.265.988	14.697.121
1983	29.407.972	14.480.589	14.927.383
1984	29.856.213	14.697.725	15.158.488
1985	30.305.336	14.913.409	15.391.927
1986	30.757.601	15.128.377	15.629.224
1987	31.214.665	15.345.283	15.869.382
1988	31.673.154	15.563.032	16.110.122
1989	32.129.676	15.780.525	16.349.151
1990	32.580.854	15.996.665	16.584.189
1991	33.028.546	16.212.969	16.815.577
1992	33.475.005	16.430.164	17.044.841

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
ANTECEDENTES**

Mac Dougall, Juan de Dios

1993	33.917.440	16.645.978	17.271.462
1994	34.353.066	16.858.144	17.494.922
1995	34.779.096	17.064.387	17.714.709
1996	35.195.575	17.264.238	17.931.337
1997	35.604.362	17.459.211	18.145.151
1998	36.005.387	17.650.012	18.355.375
1999	36.398.577	17.837.342	18.561.235
2000	36.783.859	18.021.900	18.761.959
2001	37.156.195	18.201.249	18.954.946
2002	37.515.632	18.374.920	19.140.712
2003	37.869.730	18.546.570	19.323.160
2004	38.226.051	18.719.869	19.506.182
2005	38.592.150	18.898.472	19.693.678
2006	38.970.611	19.083.828	19.886.783
2007	39.356.383	19.273.494	20.082.889
2008	39.745.613	19.465.305	20.280.308
2009	40.134.425	19.657.086	20.477.339
2010	40.518.951	19.846.671	20.672.280
2011	40.900.496	20.034.781	20.865.715
2012	41.281.631	20.222.859	21.058.772
2013	41.660.417	20.409.830	21.250.587
2014	42.034.884	20.594.601	21.440.283
2015	42.403.087	20.776.093	21.626.994

Nota: los resultados que se presentan derivan de la aplicación de la hipótesis media de evolución de la fecundidad (varianterecomendada).

**1.9. ANEXO:**

Relevamiento realizado por el que suscribe e informe de estado de las LAGUNAS DE TRATAMIENTOS DE COLONIA AYUÍ realizado 01 de Marzo de 2007 para la Municipalidad de Colonia Ayuí y el Gobierno de la Provincia de Entre Ríos.



**MUNICIPALIDAD  
DE  
COLONIAAYUÍ**

**INFORME PRELIMINAR DEL FUNCIONAMIENTO DEL  
SISTEMA DE**

**LAGUNAS DE TRATAMIENTO LOCAL**

**PLAN DE ACCIÓN PROPUESTO**

ABRIL DE 2007.



**INFORME PRELIMINAR DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE TRATAMIENTO CLOACAL.**

**OBJETO.**

Las diferentes observaciones realizadas por vecinos inmediatos del sector y, de ribereños que habitan a orillas del lago en las proximidades de la denominada CAÑADA DEL VIEJO ÁGUILA a llevado al Municipio a elaborar el presente informe que tiene como objeto establecer las condiciones actuales de funcionamiento del sistema de LAGUNAS DE TRATAMIENTO CLOACAL, identificar sus problemas principales y establecer un plan inmediato y de corto plazo para su solución en forma integral.

**DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO UTILIZADO.**

El sistema de tratamiento de líquidos cloacales de esta localidad está basado en el sistema de lagunas ANAERÓBICA y FACULTATIVA, las cuales fueron diseñadas por la **DPOSER** y construidas por la municipalidad en el año 2005 con el financiamiento de la **CAFESG**, las dimensiones “teóricas” del espejo de agua son las siguientes:

- **ANAERÓBICA: 20 m. x 30 m. x 2,50 m.** de Profundidad.
- **FACULTATIVA: 20 m. x 50 m. x 2,00 m.** de Profundidad.

La selección de lagunas de estabilización como sistema de tratamiento de aguas residuales se hace en base a los siguientes principios:

Los Municipios en general no cuenta con fondos suficientes para el tratamiento de aguas residuales por lo tanto las obras seleccionadas para el control de la contaminación deben satisfacer los requerimientos de tratamiento a un costo de operación y mantenimiento mínimo.

Las lagunas de estabilización constituyen el proceso de tratamiento biológico más confiable por su resistencia máxima a cargas de choque de materiales orgánicos y tóxicos, por su sensibilidad mínima a la operación intermitente y porque no requieren de una gran destreza operativa.

Lagunas en serie permiten diseños más eficientes y por lo tanto más económicos, dado que se pueden construir en etapas por pares, es decir podemos construir “baterías de lagunas” a medida de que se experimente un sostenido crecimiento en la población servida.

Las lagunas primarias (anaeróbicas) tienen como propósito básico la remoción de DBO, coliformes fecales y sólidos suspendidos.

Las lagunas secundarias (facultativas) tienen como función primordial la remoción de DBO y coliformes fecales.

El éxito demostrado en varios países del mundo desarrollado, ubican a las lagunas como el más eficiente y económico de los sistemas de tratamiento de líquidos cloacales.



### **FUNCIONAMIENTO ACTUAL DEL SISTEMA.**

Si bien las lagunas de tratamiento constituyen un sistema ecológico y de bajo mantenimiento, no quiere decir que “el mantenimiento no exista” éste debe darse en forma periódica, dado que sino progresivamente dejará de funcionar con la eficiencia plateada en sus orígenes hasta el punto de llegar a ser simplemente una “pileta cloacal” sin ningún tipo de proceso biológico de degradación de los coliformes fecales.

Del relevamiento de dimensiones actuales hecho por este municipio y del resultado de los ensayos de laboratorio sobre los efluentes vertidos al salida de las lagunas que arrojaron un DBO 5 de 218 mg/l (demanda bioquímica de oxígeno), realizados por la Subsecretaria de Desarrollo, Ecología y Control Ambiental de la provincia de Entre Ríos en fecha 01-marzo-07, se evidencia un funcionamiento “deficiente” basado principalmente en lo siguiente:

a) El área actual de la superficie de las lagunas anaeróbica (Fig1.) y facultativa (Fig.2) se mantiene de acuerdo a proyecto, no así las profundidades dado que la Anaeróbica tiene una “profundidad útil” de 2,10 m aproximadamente mientras que en la Facultativa es solamente de 1,20 m, de allí se desprende de la existencia de “Barros” en importante cantidad que obviamente disminuyen la eficiencia digestora del sistema.



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios



Foto1: Vista General de la Laguna Anaeróbica, se observa la presencia de residuos en superficie.



Foto2: Vista General de la Laguna Facultativa, se observa gran presencia de barros y vegetación en superficie.



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios

- b) Se ha demostrado que las Anaeróbicas NO funcionan para profundidades menores a 2,50 m. (criterio de profundidad) y en nuestro caso tenemos 2,10 m, dado que su principio básico de funcionamiento está basado en la necesidad de escasa luz solar que permitan generar las denominadas bacterias “Anaeróbicas”, esto se logra si es alcanzada esta profundidad (a modo de ejemplo podemos citar como caso similar que se asemeja al criterio de funcionamiento de una cámara séptica, solo que en este caso es a “cielo Abierto”.
- c) En el caso de la Facultativa, es de mayor gravedad debido que su principio de funcionamiento está basado en el “criterio de superficie” y luz solar los cuales permiten completar el procedimiento de degradación u oxidación natural iniciado en la anaeróbica. (Ver Fig. 2 y 3) En nuestro caso tenemos una superficie sumamente “reducida” al observarse la existencia de abundante vegetación en superficie y depósito de barros que forman verdaderos “islotos” que a su vez generan más vegetación y con ello la lenta anulación del proceso de oxigenación (ver Fig.7).
- d) La más clara evidencia del incorrecto funcionamiento observado es entre otras, la permanente “ebullición” de la Anaeróbica, a causa del metano generado por los barros orgánicos depositados en el fondo.
- e) Es muy probable, a priori, que este sistema este INFRADISEÑADO en la actualidad a causa del crecimiento demográfico experimentado en esta localidad en los últimos años, acompañado del aumento del radio servido.
- f) El vertido de los efluente de las lagunas se realiza a cielo abierto a través de un desagüe natural que está totalmente cubierto de vegetación (ver Fig. 7 y 8) si bien este podría colaborar en el proceso de oxigenación antes de su deposición final en la cañada del águila, por el contrario evita notablemente el escurrimiento generando la “retención” del mismo, el que a su vez ya sale con un deficiente tratamiento que provoca eventos de fuertes olores, en especial en épocas de verano.
- g) El destino final de los efluentes en las condiciones arriba descritas, se realiza en laCañada del Águila, aguas arriba del camino y puente existente (lado oeste) este sector

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios



Foto 3: Detalle de vegetación existente a retirar de la Laguna Facultativa.



Foto 4: Vista de cañería y cámara de interconexión entre Lagunas Anaeróbica y Facultativa

esta caracterizado por su casi nula renovación de agua desde el lago de Salto Grande permaneciendo embalsada por largo tiempo, generando así una zona de abundante materia orgánica, que asociada al aporte de los efluentes cloacales mal tratados definirían un área en riesgo ambiental.



### **PLAN DE ACCIÓN PROPUESTO.**

Dada la complejidad del problema y la necesidad de arribar a soluciones sanitarias y ambientales con la mayor urgencia posible se propone encarar el problema en dos etapas que se pueden iniciar en forma simultánea y no depende una de otra.

La Primera Etapa, debe ejecutarse en forma INMEDIATA y consiste básicamente en proceder a devolver las condiciones iniciales de diseño de las lagunas, por medio de diversas tareas de limpieza y obras menores.

La Segunda Etapa, a ejecutar en el CORTO PLAZO consiste en VERIFICAR LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO de las lagunas actuales y la posterior formulación del proyecto ejecutivo de un NUEVO SISTEMA DE LAGUNAS DE TRATAMIENTO a construir a continuación de las existentes.

### **ETAPA I – PLAZO INMEDIATO.**

- a) Limpieza del la Laguna Anaeróbica para recomponer su condición de diseño: Extracción de los barros del fondo, reparación de las cañerías de entrada y de interconexión entre lagunas, el volumen a retirar es aproximadamente de 180 m<sup>3</sup> los cuales deberán ser transportados a un área de disposición de lodos y residuos, cuya ubicación deberá tener en cuenta diversos factores a definir.
- b) Limpieza del la Laguna Facultativa para recomponer su condición de diseño: Extracción de los barros del fondo, reparación dela cañería de salida, el volumen a retirar es aproximadamente de 700 m<sup>3</sup> los cuales deberán ser transportados a un área de disposición de lodos y residuos, cuya ubicación deberá tener en cuenta diversos factores a definir
- c) Desmalezado, limpieza y canalización del desagües de los efluentes vertidos, esto es aproximadamente 400 metros lineales en un ancho de 10 m hasta su llegada a la Cañada del Águila, además se deberá retirar un volumen aprox. de 2000 m<sup>3</sup> de suelo y residuos del desmalezado.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios

- d) Desmalezado de la cabecera del Brazo del Gualaguaycito (lado Oeste) en una superficie Aproximada de 1½ ha.
- e) Colocación de cañería de Ø200 mm. de PVC en una extensión aprox. de 600 m. a partir de la salida de las lagunas para permitir la derivación “segura” de los efluentes hacia el lado “Este” de la Cañada del Águila, una zona de mayor movimiento o renovación de agua, evitando un agravamiento a las condiciones naturales ya descritas del sector “Oeste” de la cañada.
- f) Implantación de “Barreras Verdes” mediante doble hilera de casuarinas en todo el perímetro que mejoren el desempeño en situaciones de viento favorable al poblado, evitando la transmisión de olores.
- g) Realizar muestreos y ensayos químicos de los efluentes antes de iniciar los trabajos y a partir de los quince (15) días posteriores a su culminación al efecto de demostrar la efectividad de las acciones inmediatas propuestas.

**ETAPA II – CORTO PLAZO.**

- a) Verificar la capacidad de tratamiento de las actuales lagunas en sus condiciones originales de diseño.
- b) A partir de los anterior, y teniendo ya la cantidad de población que puede ser asistida con las lagunas actuales, formular un nuevo proyecto para la construcción de otro sistema de lagunas anaeróbica y facultativa para servir a una población futura que será determinada a partir del índice y expectativas de crecimiento poblacional para los próximos treinta (30) años.
- c) Asociar al proyecto de obra, el programa de operación y mantenimiento a realizar, capacitando personal idóneo municipal para estas tareas.

Nota: El presente informe solo pretende ser una herramienta de ilustración del problema y brindar algunas pautas para su solución, sin criterios “absolutistas” y dejando abierto el debate a posibles visiones y soluciones diferentes a las aquí planteadas.



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios



Foto 5: Vista de la salida o descarga del sistema de lagunas, la abundante vegetación genera retención y olores asociados.



Foto 6: Otra vista de la salida del sistema de lagunas, se observa a la distancia la presencia de cuerpo receptor de los efluentes (cañada del águila).



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios



Foto 7: Detalle de vegetación e "islotos" de la Laguna facultativa.



Foto 8: "ebullición" en la anaeróbica debido fundamentalmente a la falta de limpieza de barro en el fondo.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
ANEXO

Mac Dougall, Juan de Dios



Foto 9: Cámara de rejas actual existente en la cual se observan obstrucciones con basura.



## 2.1. Introducción general:

En la presente etapa se realiza un análisis sobre las distintas alternativas de soluciones, para los problemas de Saneamiento de Colonia Ayuí planteados en la anterior etapa de inventario.

En primera instancia se realiza una introducción teórica sobre los procesos básicos comunes de estabilización de lagunas de tratamiento de líquidos cloacales, independientemente del tipo de solución adoptada. Dicha teoría se extrae de bibliografía básica del tema.

A continuación de esta introducción teórica se presentan formalmente las dos propuestas de solución adoptadas, llamadas **Alternativa 1 y Alternativa 2**.

En esta etapa del proyecto llamada **Prefactibilidad**, se describen distintos aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, correspondientes a cada una de ellas.

Además se realiza un cuadro comparativo entre cada alternativa, teniendo en cuenta todos los aspectos antes mencionados y en especial los cálculos de materiales, mano de obra y maquinarias empleadas para realizar cada alternativa y como corolario a lo anterior el presupuesto de cada alternativa.

Finalmente como conclusión se realizara la matriz de decisión correspondiente de la cual se obtendrá la alternativa más conveniente desde los puntos de vistas técnicos, económicos, sociales y medioambientales.

La alternativa seleccionada, pasara de esta etapa a la etapa denominada etapa de **Factibilidad**, en la cual se ajustaran al máximo los valores utilizados.

## 2.2. Conceptos básicos de Lagunas de Estabilización.

Las lagunas de estabilización, también llamadas en muchas bibliografías lagunas de oxidación, pueden considerarse, en términos generales, como una solución muy conveniente al problema de saneamiento, cuando las condiciones locales lo permiten.

La utilización de las lagunas de estabilización es, hasta el momento, el modo más económico y sencillo de tratar líquidos residuales domésticos e industriales, especialmente en

países como el nuestro en que no se dispone de una tecnología avanzada para la explotación y en los que se dispone en general de terrenos suficientes para su instalación.

Para las ciudades, el problema del terreno existe, pero es necesario notar que esto resulta generalmente de la invasión del espacio cercano por una urbanización que parece tener "horror al vacío". Son las expansiones desmedidas de las ciudades y sobre todo la densificación de las poblaciones, las que han conducido a la elección y diseño de formas intensivas de tratamiento, menos exigentes en superficie de terreno.

Es de esperar que nuevos planes de urbanización reparen este error y quizás el diseño de lagunas y la parquización encuentren cabida en gran número de localidades y ciudades medianas y pase a ser ésta, una nueva forma urbanística en donde se mezcle el hormigón armado con lo natural.

La ventaja de las lagunas de estabilización frente a las plantas de tratamiento es precisamente encontrarse inmersas en la naturaleza, lo que parece más racional que tratar desechos en el recinto de una aglomeración. Notemos entonces que este nuevo procedimiento de saneamiento mediante lagunas, si bien nada impide aplicarlos en concentraciones importantes de población son, sin embargo, interesantes para pequeñas y medianas poblaciones cuyos alrededores están, a menudo, libres de toda construcción.

Las lagunas de estabilización ofrecen la ventaja no solo de su fácil construcción y mantenimiento, sino también la de sencilla y rápida ampliación, de modo que es fácil ir siguiendo, en capacidad de tratamiento, el real crecimiento de los caudales a depurar a medida que crece el número de conexiones domiciliarias.

Con este tipo de tratamiento se puede obtener un grado de depuración igual o mayor que con los métodos convencionales de tratamiento que conocemos, pero las inversiones y los costos de operación y mantenimiento para la explotación son muchos menores que los gastos que se ocasionan en las plantas depuradoras por sistemas convencionales (MECÁNICAS).

Las plantas mecánicas se pueden clasificar en:

- Construidas "in situ"
- Llave en mano

En pocas palabras se pueden resumir algunas ventajas que ofrecen las Lagunas de Estabilización:

- a. Menor Costo, en comparación con las Plantas Depuradoras Tradicionales, pues prácticamente no existen estructuras ni equipos mecánicos.
- b. No requieren, para su funcionamiento, energía eléctrica.
- c. Gran facilidad de operación y mantenimiento. No es preciso el empleo de personal especializado.
- d. Tienen una gran flexibilidad ya que son fácilmente ampliables y/o modificables.
- e. Son capaces de absorber grandes variaciones de caudales, cargas contaminantes y aún de temperatura.
- f. Especialmente aptas para la depuración de aguas servidas domésticas y desagües industriales orgánicos.
- g. Los residuos líquidos sufren un grado de depuración apreciable, que les permite ser aprovechado para diversos usos (regadío agrícola o forestal, recarga acuífera, etc.)
- h. Alta eficiencia en cuanto a remoción o inactivación de microorganismos patógenos.

Por último, se puede agregar que en la naturaleza el agua es el lugar donde ocurren las reacciones bioquímicas que tienden a destruir los desechos minerales y orgánicos que han sido introducidos en ella artificialmente. Este proceso de auto depuración en los ríos, lagos, lagunas y aguas superficiales en general, que opera principalmente por **oxidación**, es la obra de organismos acuáticos unicelulares que se desarrollan en ciertas condiciones del medio. De allí es que con las lagunas, se ha buscado crear artificialmente medios susceptibles de ofrecer condiciones óptimas de depuración, gracias a manejos convenientes. Así es como se han concebido estanques en los cuales se han vertido las aguas servidas, acondicionando el medio a los efectos de que se produzca ese fenómeno que ocurre en la naturaleza y llegue así a depurar nuestro afluente contaminado, a un grado tal que hasta en muchos casos se lo puede reutilizar sin inconvenientes. Como antecedentes se puede citar el Proyecto INTA – CAFESG – UTN – INTI Reutilización de Efluentes Cloacales para Riego Forestal en Ayuí (Ing. Tesar; etc.)

### **2.3. Clasificación de las lagunas de estabilización.**

Existen varias formas de clasificar las lagunas:

1. De acuerdo con el contenido de oxígeno que posee en su masa líquida:

- a. Aeróbicas.
- b. Anaeróbicas.
- c. Facultativas.
- d. Lagunas Aireadas Mecánicamente.

Las tres primeras actúan por procesos naturales, mientras que las últimas actúan por procesos artificiales ya que el oxígeno es suministrado artificialmente con aireadores mecánicos o aire comprimido ejemplo de esto estas Laguna para B°La Bianca - Concordia.

Más adelante explicaremos las características técnicas del proceso de funcionamiento de cada una de las lagunas con más detalles, en especial las lagunas que actúan por medio de procesos naturales.

2. De acuerdo a la ubicación que ocupan con relación a otros procesos:

- a. Primarias o de aguas residuales crudas.
- b. Secundarias.
- c. Maduración o de pulimento.

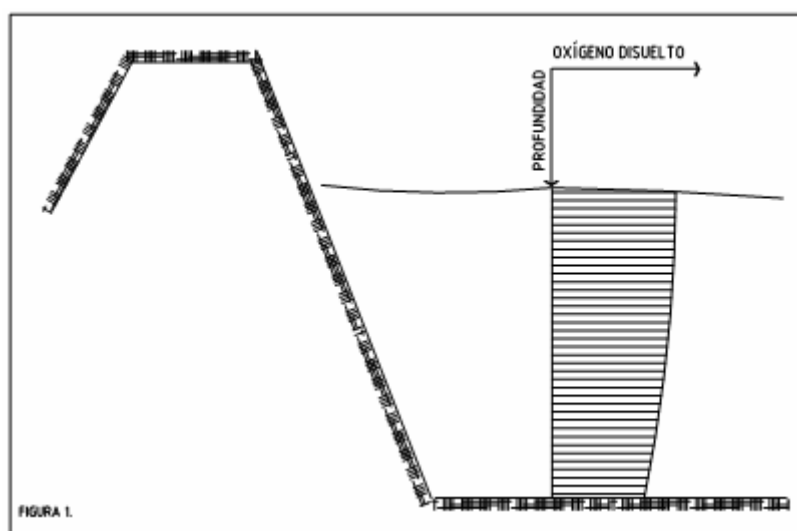
Las lagunas Primarias o de aguas residuales crudas, son aquellas que reciben y depuran directamente el líquido cloacal o sea que no existe ningún tratamiento previo, en cambio, si las lagunas reciben efluente que han pasado otros procesos de depuración se las denomina Secundarias.

En las lagunas de Maduración el propósito fundamental es reducir el número de organismos patógenos o el empleo en cultivo de peces. También se las denomina Lagunas de Pulimento.

## 2.4. Lagunas Aeróbicas

Las lagunas aeróbicas, que han sido llamadas también como **fotosintéticas**, son estanques de profundidad reducida (0,15m a 0,30m) y diseñadas para una máxima producción de algas.

En estas lagunas se mantienen condiciones aeróbicas a todo nivel y tiempo y la reducción de la materia orgánica es efectuada por acción de organismos aeróbicos (o sea que viven en presencia de oxígeno), no habiendo formación de olores. En la figura 1 representamos la cantidad de oxígeno disuelto en función de la profundidad:



Estas lagunas son utilizadas preferentemente para producción y cosecha de algas y su uso en tratamiento de aguas residuales no es generalizado.

Las lagunas aeróbicas basan fundamentalmente su funcionamiento en la actividad desarrollada por las algas verdes durante el proceso en la fotosíntesis.

Considerando que estas lagunas tienen como fuente de oxígeno el producido por las algas, por medio de la fotosíntesis, diremos que este es un proceso por medio del cual las plantas verdes utilizan la energía solar, tomando dióxido de carbono para incorporarlo a su propia estructura orgánica y también representan el mecanismo básico por el cual se libera oxígeno.

Es sabido que la materia orgánica es rápidamente oxidada por la acción biológica de las bacterias, cuyo producto finalmente (dióxido de carbono, agua, amoníaco, fosfatos) son

utilizados por las algas, bajo condiciones apropiadas de luz solar, para sintetizar la materia celular y liberar oxígeno.

El oxígeno así producido por las algas es utilizado, a su vez, por las bacterias aeróbicas que lo emplean para oxidar la materia orgánica descargada en la laguna.

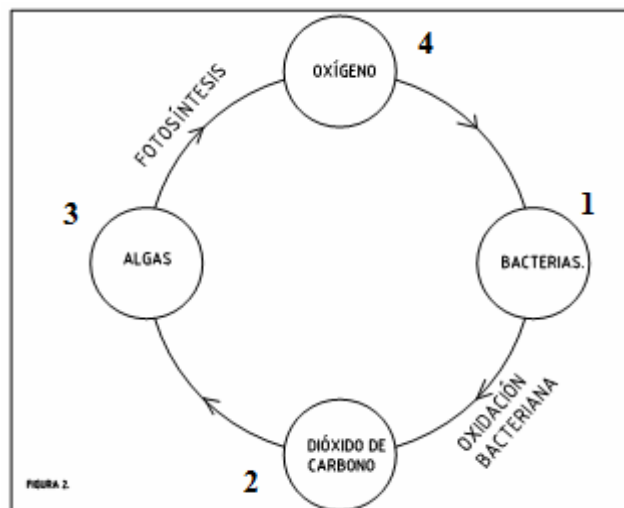
Dicho en otras palabras unos viven a expensas del otro y viceversa, o sea los microorganismos aeróbicos viven gracias al oxígeno que exhalan las algas y a su vez las algas asimilando el dióxido de carbono, etc. que liberan los microorganismos. Este fenómeno se denomina **Simbiosis**.

El oxígeno necesario para llevar a cabo el proceso aeróbico es provisto principalmente por las algas presentes en la laguna y en una menor proporción puede provenir de la aireación desde la superficie de la misma, producida por el viento.

El efluente que sale de estas lagunas es de color cristalino. A veces puede tener un color verde debido a la gran cantidad de algas que llevan en suspensión.

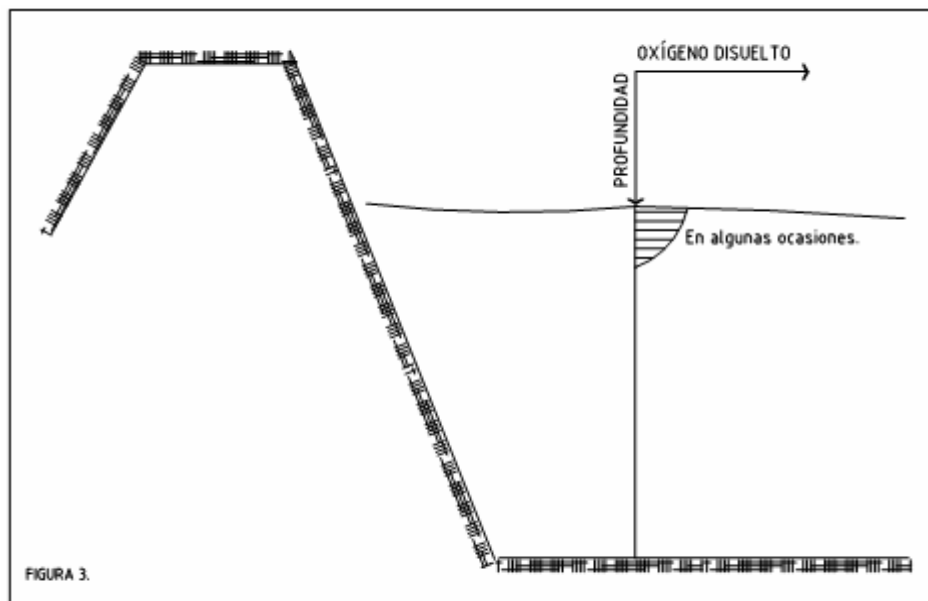
Los períodos de retención del líquido suelen ser de 2 a 6 días y la eficiencia, medida en remoción de D.B.O., puede alcanzar valores del 80% al 95%.

A continuación se muestra en la figura 2 el proceso de simbiosis que se produce en las lagunas aeróbicas:



## 2.5. Lagunas Anaeróbicas

Las lagunas anaeróbicas son estanques de mayor profundidad (de 2,5m a 4,0m) y reciben cargas orgánicas más elevadas, de modo tal que la actividad fotosintética de las algas es suprimida (aquí no hay algas), encontrándose ausencia de oxígeno en todos sus niveles. En la figura 3 representamos la cantidad de oxígeno disuelto en función de la profundidad:



En estas condiciones, las lagunas anaeróbicas actúan como un digestor anaeróbico abierto o una cámara séptica sin mezcla y, debido a las altas cargas orgánicas que soportan, el efluente contiene un alto porcentaje de materia orgánica y requiere de otro proceso de tratamiento.

En cuanto al mecanismo de degradación, éste es similar al proceso de contacto anaeróbico, con dos etapas bien diferenciadas que dependen del desarrollo de dos grupos específicos de bacterias.

La primera etapa es de fermentación ácida y es llevada a cabo por organismos formadores de ácidos, encargados de atacar las sustancias orgánicas y transformarlas en compuestos orgánicos más simples. A esta etapa se la denomina de "licuación". El término licuación, en el sentido que aquí se lo aplica, supone la transformación de partículas suspendidas en compuestos solubles.



La segunda etapa es llevada a cabo por un grupo de organismos estrictamente anaeróbicos que utilizan los productos intermedios de la etapa anterior para producir gases como el metano, bióxido de carbono y otros productos de degradación. A esta se la denomina “gasificación”.

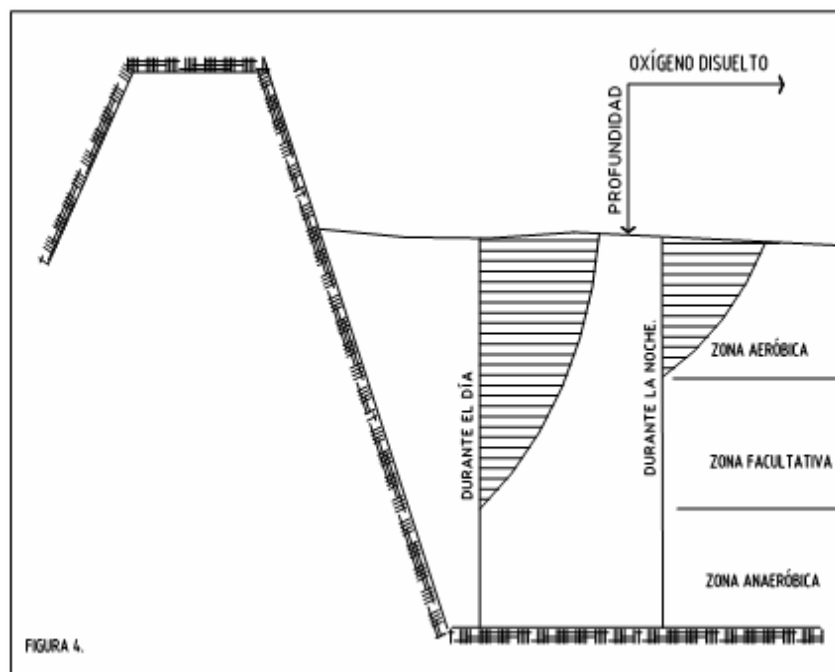
El efluente de estas lagunas es de color oscuro y puede haber, en condiciones desfavorables de funcionamiento, formación de sulfuros y desprendimiento de hidrógeno sulfurado. Por ello se recomienda ubicar este tipo de lagunas a cierta distancia de las poblaciones y considerando los vientos predominantes en la región, establecer una forestación que actúe en forma de pantalla para evitar o disminuir el efecto de los olores.

Con este tipo de lagunas se puede obtener una remoción de la D.B.O. del 40% al 70%, bastante aceptable si la comparamos con una sedimentación simple donde se produce una remoción de la D.B.O. del orden del 30%.

## 2.6. Lagunas facultativas

Las lagunas facultativas son estanques con profundidad intermedia (de 1,0m a 1,8m) entre las lagunas anaeróbicas y las aeróbicas. El contenido de oxígeno en la masa líquida varía de acuerdo a la profundidad y hora del día.

Así podemos ver en la figura 4 que existen tres zonas perfectamente definidas:



1. Una zona superior donde siempre existe oxígeno disuelto, por lo tanto predominan las bacterias aeróbicas. Existe la simbiosis o comensalismo entre bacterias aeróbicas y algas.
2. Una zona inferior, al fondo de la laguna, con ausencia de oxígeno disuelto. Por lo tanto predominan las bacterias anaeróbicas.
3. Una zona intermedia en la que el contenido de oxígeno disuelto varía durante el día y llega a desaparecer en la noche. Aquí predominan las bacterias facultativas (de allí el nombre de las lagunas).

Naturalmente en horas de la noche disminuye la concentración de oxígeno disuelto y durante este lapso de tiempo puede cobrar significado la aireación superficial provocada por vientos. Además, estos, impiden la estratificación en el agua, produciendo una mezcla de toda la masa líquida lo cual favorece el proceso.

Las algas verdes microscópicas son características en las **lagunas facultativas en correcto funcionamiento**, aunque durante el verano, es posible que se desarrollen aglomeraciones de algas azules, verdes, y que por lo general alcanzan la superficie de las lagunas.

El proceso fotosintético, lo mismo que las restantes reacciones biológicas que tienen lugar en las lagunas facultativas, son afectados por la temperatura. Las condiciones más favorables para los procesos elaborados por las algas se encuentran aproximadamente entre los 20 a 30 ° C (temperatura del agua). Algunos autores fijan como valores límites de 4 a 37 ° C.

Cuando la temperatura se acerca a los valores límites, las algas verdes disminuyen o desaparecen, desarrollándose acumulaciones flotantes de algas azules-verdes, acompañadas con la producción de olores ofensivos. Con temperaturas muy bajas decrece hasta llegar a anularse tanto la actividad de algas como las bacterianas.

En estas lagunas no conviene, por razones botánicas, que la profundidad sea menor de 1 m. a los fines de evitar el crecimiento de plantas de tallo tubular (totorá o espadaña) pues estas destruyen la impermeabilización del fondo.

El fondo de las lagunas podrá tener pequeñas irregularidades siempre que las diferencias de profundidad sean menores aproximadamente el 15 %.

Con este tipo de lagunas se puede obtener una remoción de la D.B.O. del 75 % al 85 %.

## **2.7. Tratamiento previo del afluente**

En cuanto a facilidades de pre tratamiento o tratamiento previo del líquido cloacal antes de ingresar a las lagunas, es conveniente instalar solamente cámaras de rejillas para la eliminación de sólidos grandes, fáciles de separar, y evitar que este material flote en las lagunas dando mal aspecto a las mismas.

De acuerdo con la práctica en América Latina, India y Asia Tropical se ha podido observar que es más conveniente utilizar lagunas primarias con mayor profundidad para remoción de sólidos sedimentables y arena, que tener desarenadores que necesitan una limpieza y cuidado constante.

De todas formas, si se utilizan desarenadores, estos deben ser de limpieza manual y lámina de agua con caída libre para permitir el drenaje total del líquido en el tanque y remoción de la arena.

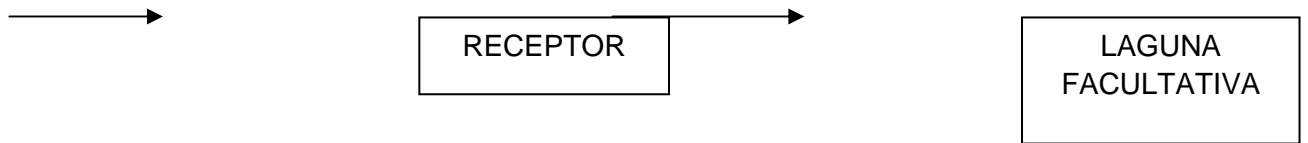
Antiguamente y durante mucho tiempo, se pensó en incluir un tratamiento primario como paso previo al tratamiento biológico efectuado en las lagunas pero esto ha sido desechado, ya que las lagunas funcionan de manera muy eficiente sin esta etapa.

## **2.8. Sistemas de disposición de las lagunas**

A causa de la reciente cautela mundial, especialmente los países desarrollados por los aspectos contaminantes de las aguas servidas y con el propósito de preservar los recursos naturales, debe proporcionarse a los líquidos cloacales un alto grado de tratamiento.

Desafortunadamente las celdas únicas de lagunas de estabilización, no proporcionan esta calidad de efluente. Dos de las principales características de las unidades o celdas únicas son el bajo grado de tratamiento durante los meses de invierno y la alta acumulación de algas en los largos y calurosos días de verano.

Como ejemplo de lo citado precedentemente se puede adoptar para el tratamiento de los líquidos residuales tan solo lagunas facultativas y tendríamos entonces el siguiente esquema:



Con el propósito de obtener un mayor grado de depuración y un efluente de mayor calidad, se ha sugerido el uso de lagunas en serie. De esta manera se obtienen valores bajos de D.B.O. y un mínimo de bacterias patógenas.

Existen varios sistemas típicos de lagunas de estabilización en serie.

El sistema más utilizado es el denominado Australiano, que consiste en una laguna anaeróbica primaria seguida de una facultativa. El nombre de este sistema en serie deriva por haber sido en ese país donde, desde hace ya varios años, se lo ha empleado intensamente.

## **2.9. Consideraciones previas para el diseño.**

Para efectuar un correcto diseño de una planta de depuración de líquidos residuales, donde se adopten lagunas de estabilización, conviene tener presente algunas consideraciones previas y ellas son las siguientes:

- a. Determinación del crecimiento poblacional, con ello se podrá saber las reservas de terreno a efectuar y además se podrá efectuar el diseño de toda la planta. Aunque, se aclara, en una primera etapa se construye solamente lo necesario.
- b. Determinación del caudal y calidad o concentración del líquido cloacal. Con estos valores se podrá dimensionar las conducciones, calcular tiempo de retención del líquido en las lagunas y también la carga orgánica total a remover o reducir.

- c. Elementos de medición de caudales. Conviene siempre instalarlos, tanto a la entrada como salida de la planta para conocer exactamente cuánto ingresa y cuanto sale y así poder determinar cuánto es lo que se infiltra y evapora. Si lo que se evapora es pequeño, por contraposición será grande lo que se infiltra y el valor así determinado nos dará una idea de si hay o no que realizar arreglos en el fondo y taludes de las lagunas para evitar las pérdidas.
- d. El clima es importante y hay que tenerlo bien en cuenta. Pues no se pueden adoptar los mismos parámetros de diseños en zonas frías; templadas, cálidas y tropicales, como así también hay que tener en cuenta la insolación del lugar. Otra condición meteorológica que influye en el funcionamiento de las lagunas, es si la misma se encuentra ubicada en zona de alta o baja presión.
- e. Hay que tener presente la ubicación de las lagunas, para definir el sistema a adoptar. Así, si estamos muy próximos a la ciudad deberemos evitar olores, no se usarán lagunas anaeróbicas, en cambio si estamos retirados lo podremos hacer.
- f. La dirección de los vientos hay que tenerlos en presente para evitar el traslado de olores hacia la ciudad. Si ocurre que las lagunas, con respecto a la ciudad, están ubicadas en dirección opuesta habrá que crear barreras, mediante montículos de tierra y cortinas de árboles.
- g. El tipo de suelo es algo que hay que conocer perfectamente, para determinar el grado de impermeabilidad que posee o si hay que efectuar algún tipo de tratamiento para aumentarla.
- h. La impermeabilidad, generalmente, se consigue con una buena clasificación granular, mezclando los distintos estratos de suelo del lugar que se extraen. Pero a veces es necesario recurrir a canteras de préstamos.
- i. Se utilizan también, pero no con frecuencia, membranas plásticas, las que se ubican en el fondo y los taludes recubiertos con una capa de suelo de unos 30 cm para protegerlas mecánicamente.
- j. Interesa conocer la ubicación de la napa freática y tener los registros de sus variaciones de nivel en el tiempo, para que el fondo de las lagunas queden siempre

- por encima de él. El ingreso de agua desde la freática estropearía y hasta podría llegar a anular el proceso de depuración.
- k. Hay que contar con buenos caminos de acceso para llegar a la planta, especialmente en días de lluvia. Esto es como consecuencia de que hay que realizar tareas de mantenimiento y se debe trasladar personal. Por lo tanto si no existen caminos para llegar a la misma se los deberá construir y esto tiene un costo que influye en el de las lagunas u obra.
  - l. También hay que tener presente la disponibilidad de energía eléctrica en la zona para definir la alimentación eléctrica, tanto para alumbrado como para algún bombeo que se pudiera necesitar.
  - m. Al predio donde se construyen las lagunas hay que ornamentarlo y efectuarle una adecuada forestación. Esto es a los fines de que el mismo se integre al medio que lo rodea y no se convierta en algo desechable o detestable. Es importante tener presente el aspecto mencionado para no causar una depreciación económica en los terrenos.
  - n. Para el abastecimiento de agua potable es preciso contar con un sistema de alimentación de agua, encargado de trasladarla desde la ciudad o centro de producción hasta la planta. Hay veces que la distancia a recorrer es grande entonces se puede optar por producirla dentro de la planta depuradora, ya sea extrayéndola de algún arroyo o río próximo o mediante alguna perforación.

## **2.10. Términos de referencia para el diseño.**

En comparación con la gran cantidad de experiencias prácticas con lagunas de estabilización, los modelos matemáticos desarrollados son pocos.

Esto se debe a que las lagunas están sujetas a una variedad de procesos físicos y bioquímicos y la mayoría de los modelos carecen de suficientes detalles que puedan describirlos.

Además hay que tener presente que para el uso de modelos se deben cumplir las mismas asunciones y restricciones en la práctica, caso contrario puede haber grandes diferencias y en la realidad, cuando las lagunas se pongan en funcionamiento lo hagan de forma muy distinta.

Por ello es que se aconseja extraer los datos para el diseño directamente de algunas lagunas de estabilización que estén en marcha en la zona y variar o corregir las fallas que pudiera tener. En caso de no contar con plantas que hayan adoptado este sistema lo correcto es extraer los parámetros para el diseño de lagunas piloto.

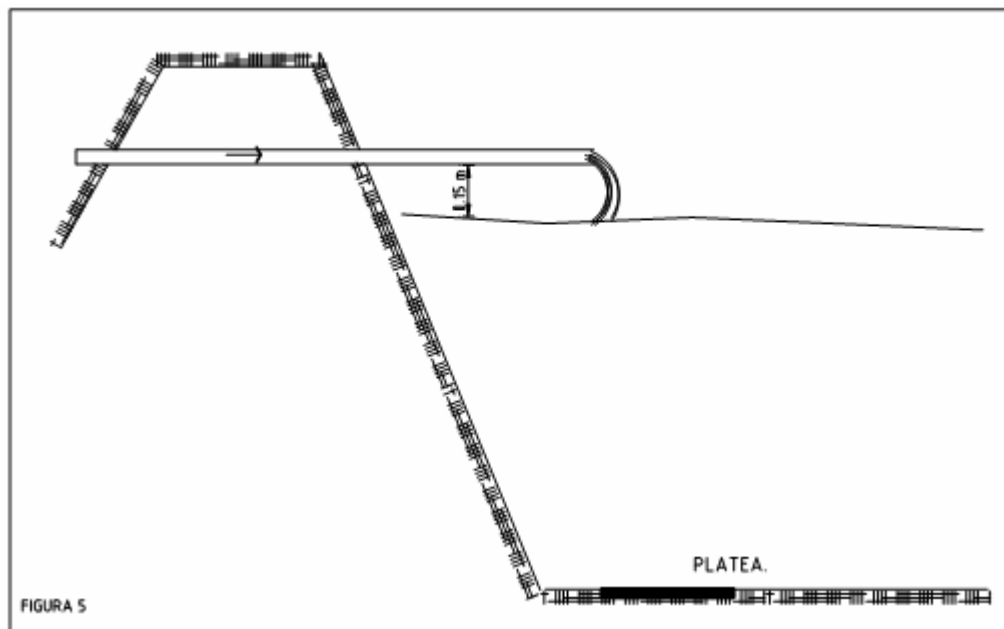
A título informativo diremos que los tres enfoques principales de dimensionamiento que incluyen modelos cinéticos han sido desarrollados por Oswald, Hermann y Gloyna y Marais.

Se puede aconsejar, por el momento al menos, el diseño basado en el criterio de carga de D.B.O. por unidad de superficie o volumen por día.

A continuación se da una información de los términos de referencia a utilizar para las lagunas anaeróbicas y facultativas solamente, por ser ellas la más utilizadas realmente.

#### a) Lagunas Anaeróbicas:

Para el dimensionamiento de las lagunas anaeróbicas adoptaremos una carga orgánica que oscile entre 25 a 30 kg diarios de D.B.O. por cada 1000 m<sup>3</sup> de volumen de laguna (para un tirante medio de 2.00 m, corresponde una carga superficial de 500 a 600 kg D.B.O. / ha x día)





Cabe aclarar que hay veces que se emplea para el diseño la carga en D.B.O. por día y por unidad de superficie, pero para lagunas anaeróbicas es más adecuado referirla a la unidad de volumen.

Conviene que su forma, en planta, sea más bien rectangular con relación largo - ancho entre 3 a 4.

La pendiente de los taludes puede ser de 1: 3 a 1: 4 para el interno y de 1: 2 a 1: 3 para el externo. Se aconseja un ancho del coronamiento no menor de 3.00 m a los fines de poder circular y realizar adecuadamente el mantenimiento y efectuar la compactación durante la construcción.

Generalmente se debe dejar una revancha con el objeto de que el nivel superior del líquido no sobrepase los taludes y produzca erosión. Un valor utilizado normalmente es de 0.40 a 0.50 m.

El rendimiento que se suele adoptar para su diseño es del 50 %.

En cuanto a la ubicación de la cañería de entrada, ésta debe permitir el ingreso por encima del nivel líquido de las lagunas de tal manera que exista una caída libre.

Se recomienda el ingreso en la forma descrita precedentemente, a los efectos de que dentro del conducto encargado de trasladar el líquido cloacal, sin ningún tratamiento previo, pueda escurrir libremente y se produzca la auto limpieza del mismo.

Debajo de la caída hay que prever una platea para protección del fondo y evitar la erosión.

Generalmente se instala una sola entrada, aunque hay veces que, cuando el ancho es considerable, se utilizan varias entradas. En algunos países se está incrementando el empleo de entradas móviles, lo que permite una mayor flexibilidad en la operación.

La salida del líquido de las lagunas puede realizarse por medio de un ramal T o de un vertedero que posea una pantalla perimetral sumergida en el líquido, de tal manera que no permita la fuga de los sólidos sobrenadantes para que se degraden. Sus dimensiones deben permitir un fácil acceso para poder efectuar un buen mantenimiento.

A las esquinas o encuentro de taludes de las lagunas conviene redondearlas, para no permitir la acumulación de espumas y material flotante.

Una alternativa aconsejable es la de proyectar un desagüe de fondo para vaciar la laguna sin tener que bombear.

**b) Lagunas Facultativas:**

Para el dimensionamiento de las lagunas facultativas adoptamos una carga orgánica superficial que oscila entre 50 a 150 kg D.B.O. / ha x día.

Su forma en planta, conviene que sea más bien cuadrada, de allí que se aconsejan relaciones largo - ancho que oscilen de 1: 1 a 1: 2.

La pendiente de los taludes puede ser de 1:3 a 1:4, para el interno y de 1:2 a 1:3 para el externo. Se aconseja un ancho de coronamiento no menor de 3.00 m a los fines de poder circular y realizar adecuadamente el mantenimiento y efectuar la compactación durante la construcción.

Al igual que el caso anterior hay que dejar una revancha para que el nivel del líquido en caso de oleaje no sobrepase el coronamiento de los taludes y produzca erosión en el talud exterior.

Un valor utilizado normalmente es de 0.40 a 0.50 m.

El rendimiento que se suele adoptar para su diseño es del 80 %.

En cuanto a la ubicación de la cañería de entrada, ésta puede ser de dos formas, según que el líquido que ingresa a la laguna haya tenido o no un tratamiento previo.

Si el líquido que llega a la laguna facultativa no ha sufrido previamente un tratamiento, el ingreso debe realizarse en la forma descrita para las lagunas anaeróbicas.

En cambio, si el líquido sufrió un pretratamiento, su ingreso puede realizarse por el fondo, o sea que la cañería puede apoyarse en la solera de la laguna.

Debajo de la cañería encargada de producir el ingreso del líquido, no hay que olvidarse de construir una platea para evitar la erosión.

En cuanto al dispositivo de salida, diremos que debe estar ubicado de forma tal que permita una velocidad ascensional del líquido de 30 cm por semana, mientras la laguna recibe su carga normal.

La salida del líquido puede efectuarse por medio de un ramal T o de un vertedero que posea una pantalla perimetral sumergida en el líquido para que no permita la fuga de sólidos sobrenadantes, especialmente para el caso en que el líquido no tuvo un pretratamiento. Sus dimensiones deben permitir un fácil acceso para poder efectuar un buen mantenimiento.

Para aquí también se aconseja la instalación de un desagüe de fondo para facilitar el vaciado de las lagunas sin tener que emplear bombeo.

### **2.11. Problemas derivados por el empleo de lagunas:**

Existen diversos inconvenientes que ocasionan las lagunas cuando no se toman a tiempo algunas precauciones, o sea que pueden subsanarse adecuadamente tomando los recaudos para cada caso en forma anticipada.

#### **1. Proliferación de insectos:**

La multiplicación de mosquitos en las lagunas de estabilización puede ser causa de problemas. Por tal motivo se realizaron estudios en instalaciones del medio, oeste y sudoeste de los Estados Unidos de América del Norte los que mostraron en muchos casos el desarrollo de mosquitos en cantidades significativas, variando su intensidad directamente con la cantidad de maleza, en especial se encontraba presente un número enorme de mosquitos en las lagunas poco profundas con gran vegetación de fondo emergente.

Otras lagunas con vegetación marginal también mostraron gran desarrollo de mosquitos.

En conclusión, el problema de la proliferación de mosquitos tiene como causa el crecimiento excesivo de malezas en las lagunas. A su vez, este puede estar relacionado con distintos factores pero uno de los más importantes se refiere a la falta de llenado de la laguna. Este hecho fue comprobado en varias instalaciones, donde las dificultades para hacer funcionar las lagunas a niveles apropiados derivan principalmente de la infiltración del líquido a través de la estructura porosa del suelo sobre el cual se asentaban. Vemos entonces que las características del terreno tienen incidencia fundamental en lo que concierne a estos tipos de problemas. Otra causa que ha originado el desarrollo de malezas, ha sido el sobredimensionamiento de las unidades. En ciertos casos, para disminuir el desarrollo de vegetación, en particular en las primeras épocas de operación de lagunas cuando los caudales son más bajos, se ha procedido a llenarlas con agua.

#### **2. Proliferación de moluscos planorbideos.**

Unos de los problemas en las lagunas de estabilización, es el que se relaciona con la invasión de moluscos planorbideos, dado capacidad potencial de servir de vehículo a Vermes del genero Schistosoma gusano causante de la esquistosomiasis.

Una laguna de SAO JOSE DOS CAMPOS, construida en el valle de Paraiba, zona conocida como la más alcanzada por la enfermedad, en todo el ESTADO DE SAN PABLO, se mostró en los primeros meses de su funcionamiento, literalmente invadida por los moluscos. Teniéndose en cuenta la prevalencia de molestias entre los habitantes de la ciudad, era de esperar que los huevos de los parásitos llevados por los residuos hasta la laguna, produjeran la inmediata infección de los planorbideos.

Tratándose de lagunas del tipo australiano, en que la laguna facultativa está precedida de una laguna anaeróbica, se puede admitir que los huevos, no encontrando el oxígeno necesario para su desarrollo, se alimentan en la primera laguna, permaneciendo en el lodo, no llegando a completar un ciclo biológico. Además los propios moluscos solamente proliferan en lagunas aeróbicas no encontrando en las anaeróbicas ambiente favorable para su desarrollo.

Posteriormente, verificándose que esos moluscos vivían con preferencia apoyados a los substratos sólidos que los mantuvieran junto a la superficie del agua, tales como la vegetación que invadía la laguna procedente de las márgenes y espuma proveniente de la laguna anaeróbica, se adoptaron medidas en el sentido de eliminar esos inconvenientes, resultando de eso una completa erradicación de los moluscos.

La presencia de planorbideos en una laguna que recibe huevos de Schistosoma constituye una cadena indispensable para la realización del ciclo biológico que lleva el verme, desde la fase de huevo hasta la fase de larva corcaria, lo cual infecta al hombre directamente a través de la epidermis o de las mucosas.

No siendo utilizada una laguna para fines recreacionales, el ciclo debería terminar allí sin que el parásito llegara a infectar nuevos seres humanos. La transmisión de esas larvas a los ríos receptores podría ser evitada por ejemplo, por la cloración del efluente. Además de esto tales larvas no tienen un periodo de vida muy largo, nunca sobrepasan 2 o 3 días en las condiciones más favorables. Entre tanto varios animales, entre ellos los roedores, pueden al entrar en las aguas de la laguna, ser infectados por las larvas convirtiéndose en animales que irán a diseminar a través de sus heces, los huevos de Schistosoma a otras regiones.

Producción de olores.

Es evidente que debido a factores locales, las lagunas pueden ser afectadas por variaciones ambientales externas. Por ejemplo, es posible que se estimule la actividad bacteriana como consecuencia de las altas temperaturas del líquido en épocas de verano, con contraposición de una pronunciada disminución del trabajo realizado por las algas verdes. Este hecho sería causa muy probable de olores. En otros casos la presencia de espumas o mantos de algas flotantes pueden producir este tipo de molestias.

En lagunas anaeróbicas, si el líquido descargado en la laguna contiene alto contenido de sulfatos podrá producirse hidrógeno sulfurado como consecuencia de su reducción por acción de sulfobacterias.

En general podemos decir que las lagunas anaeróbicas presentan una mayor facilidad de producir olores que las aeróbicas o facultativas. Esta particularidad dependerá de los factores locales, características de la operación y concentración de los sulfatos en el líquido a tratar.

Se ha verificado que ciertas bacterias oxidan el hidrógeno sulfurado eliminando el olor característico del mismo, tomando el líquido un color rosado que da lugar a que se designe a las lagunas, operando en esas condiciones, "lagunas rosadas".

### 3. Eutroficación

La eutroficación es un término que significa enriquecimiento de las aguas a través de medios creados por el hombre o naturales.

En el caso de contaminantes francamente tóxicos, la separación entre eutroficación y contaminación puede no resultar neta ya que el exceso de nutrientes puede ser lesivo para muchos organismos del limnobiota y que, por el contrario, la presencia de algunos contaminantes (ciertos metales pesados por ejemplo) pueden actuar como bionutrientes, estimulando la producción.

En términos generales puede ocurrir que una laguna pase a través del tiempo de un estado "oligotrófico" a uno "mesotrófico" y de ahí a uno "eutrófico", y no tomando las medidas necesarias, a uno "politrófico", para llegar a una extinción por colmatación. Este fenómeno se operaría a través de un proceso denominado "sucesión", esto es la evolución de las características físicas, químicas y biológicas de la laguna.

Los conocimientos presentes indican que los elementos fertilizantes más responsables para la eutroficación de lagunas son el nitrógeno y el fósforo. Entre otros elementos importantes se pueden citar el hierro, azufre, potasio, magnesio, calcio, etc. La relativa importancia del carbono ha sido discutida en no pocos trabajos, pero parece que, aparte de los casos extremos de lagunas fuertemente eutrofizadas y con extraordinario desarrollo de algas, no constituye un factor limitante.

En definitiva, aunque nuestros conocimientos al respecto son todavía bastante pobres, puede decirse que el fósforo y el nitrógeno son indudablemente los elementos que ejercen una mayor influencia en los procesos de eutroficación, si bien su relativa importancia varía en forma considerable, tanto local como circunstancial.

Una generosa cantidad de estos nutrientes pueden ser incorporados a una laguna de estabilización mediante el líquido cloacal, el líquido residual industrial y también líquidos que arrastran fertilizantes provenientes de explotaciones agrícolas.

En cuanto al nitrógeno, su punto de partida puede estar también en las grandes reservas existentes en la atmósfera. Puede ser fijado por acción microbiana y pasar a constituir parte de la proteína protoplasmática. En estas circunstancias puede transferirse a través de las cadenas alimentarias de uno a otro nivel trófico hasta ser restituido por el medio ambiente por procesos de putrefacción. Aquí la proteína se degrada y puede ser reasimilada por algas o transformarse en nitratos que se acumulan en el fondo o son recicladas.

El aumento de algas y malezas molestas en las lagunas en que se produce eutroficación trae como consecuencia, además del ofensivo olor producido por la descomposición, un aumento de larvas de moscas de agua, las cuales, según la bibliografía, en estado adulto, han ocasionado grandes problemas en algunas lagunas de los EE.UU.

#### 4. Contaminación de aguas subterráneas.

La infiltración en el terreno de aguas contaminadas provenientes de una laguna de estabilización puede crear un grave problema si las mismas llegan a incorporarse a un manto acuífero. La contaminación por infiltración de una laguna puede provocar una contaminación local del acuífero, a diferencia de una contaminación regional como la que se produciría por una intrusión de agua de mar.

Al considerar la contaminación del agua subterránea por elementos residuales se deberá tener en cuenta los procesos naturales de degradación del poder contaminante. Los procesos naturales incluyen los efectos de la filtración, intercambio iónico, adsorción, absorción, dilución, dispersión y los fenómenos bioquímicos y de oxidación que se producen en la zona de aireación que se encuentra por arriba de la zona saturada, correspondiente a la capa acuífera.

Por acción de estos fenómenos naturales se puede verificar que un contaminante dispuesto sobre la superficie del terreno puede hacerse inofensivo o poco ofensivo al decrecer su poder contaminante.

Si bien es cierto que los contaminantes tienen tendencia a diluirse y dispersarse en el agua subterránea, no es fácil predecir concentración de los mismos en lugares específicos ubicados dentro del sistema de escurrimiento. Tanto la dispersión como la dilución son consideradas factores favorables. Sin embargo no siempre se conseguirá disminuir la contaminación por medio de la dilución, ya que cuando ésta es insuficiente, no podrá llegarse a límites aceptables para hacer uso del agua.

La contaminación del agua subterránea por agentes biológicos como los que pueden encontrarse en los líquidos cloacales o residuales industriales, susceptibles de tratamiento en las lagunas de estabilización, representan sin lugar a dudas un riesgo para la salud y por lo tanto se deben tomar todos los recaudos necesarios para impedir esta situación.

## **2.12. Uso y limitaciones de las lagunas de estabilización para desagües industriales.**

El tratamiento por medio de lagunas de estabilización ha sido empleado para el tratamiento de los desechos líquidos provenientes de una extensa serie de industrias.

Los desagües industriales se caracterizan por su gran variabilidad en cantidad y calidad. Aparecen marcadas diferencias de acuerdo con el tipo de industrias y aún dentro del mismo tipo, según los procesos empleados y las características propias de cada establecimiento.

Se presentan en la mayoría de los casos, dentro de una misma planta industrial, variaciones en calidad y caudal horarios, diarios y a veces estacionales. Esas variaciones pueden ser lentas o previsibles o bien arbitrarias, o presentarse bruscamente, etc.



Considerando la clasificación de industrias que realizan Fairy – Geyer en su bibliografía, se tiene:

- Desagües con contenido de impurezas minerales (industrias metalúrgicas).
- Desagües con contenido de impurezas orgánicas (industrias de la carne)
- Desagües con contenido tanto de impurezas minerales como orgánicas (curtiembres)
- Desagües radioactivos (centros de aplicación de energía atómica)

Las lagunas de estabilización pueden intervenir en el tratamiento de desagües industriales en alguna de las siguientes formas:

- A. Lagunas de estabilización para el tratamiento de líquidos cloacales de una ciudad o localidad, que reciben los desagües industriales de establecimientos fabriles conectados a la red de colectoras.
- B. Lagunas de estabilización destinadas al tratamiento de desagües industriales. A veces se agregan líquidos cloacales para facilitar el proceso.
- C. Lagunas anaeróbicas destinadas a la estabilización de los barros separados en un tratamiento convencional de desagües industriales (reemplazando a los digestores).
- D. Lagunas de estabilización empleadas como proceso de afinamiento, después del tratamiento de desagües industriales por procesos convencionales.

En el caso A, no existen mayores problemas siempre que se trate de desagües que no interfieran con los procesos biológicos que se desarrollan en las lagunas de estabilización y aún en ese caso, siempre que no sean desproporcionadamente voluminosos o concentrados frente al líquido cloacal a tratar.

Producen interferencias las descargas industriales con pH muy elevado o muy bajo, las que contienen sales metálicas tóxicas, cianuros, etc. Constituyen casos frecuentes las industrias metalúrgicas, que a menudo incluyen procesos de decapado (desagües ácidos) y con contenido de sales ferrosas que consumen rápidamente el oxígeno disuelto en su tendencia a oxidarse a férricas y procesos de electro-deposición.

El control del contenido de grasas es importante, ya que tienden a formar películas superficiales en las lagunas de estabilización. En el caso de que el tratamiento se efectúe por lagunas facultativas directas, la formación de películas grasas superficiales puede afectarlas gravemente.

Raramente se encuentran referencias sobre la aplicación de las lagunas en efluentes de la industria del vino y de la celulosa.

Asimismo es necesario controlar la descarga de líquidos de intensa turbiedad que puedan afectar los procesos de fotosíntesis en las lagunas facultativas.

En el caso B se pueden analizar dos situaciones:

- a. La de los desagües industriales que contienen todos los elementos necesarios para el tratamiento en lagunas;
  - b. La de aquellos desagües que requieren la adición de líquidos cloacales.
- a. Entre los primeros pueden mencionarse los desagües de la industria de la carne, que contienen abundante vida microbiana y los nutrientes necesarios para los procesos biológicos. En el caso de faena de vacunos es muy conveniente separar el estiércol, la sangre y las grasas.

El estiércol ocupa un volumen apreciable, es de lenta descomposición y su previa separación lo hace utilizable para mejoramiento de suelos.

En cuanto a las grasas, pueden separarse mediante un pretratamiento adecuado. En pequeños establecimientos donde la separación de las grasas no se justifique comercialmente u origine dificultades de operación, puede suprimirse su remoción ya que esta remoción no es total por eficiente que sea el sistema de recuperación.

En tratamiento por lagunas de estabilización de la industria de la carne y por las circunstancias precedentemente expuestas, como así también por la concentración de los líquidos y su turbiedad y color, es imprescindible prever en primera etapa lagunas anaeróbicas. Además y como seguridad adicional, conviene proyectar una segunda etapa de lagunas diseñadas también como lagunas anaeróbicas, en las cuales es probable que en ciertos sectores haya actividad fotosintética, por lo que se podría designar a estas lagunas como intermedias ya que siempre será necesaria una etapa final constituida por las

facultativas. En algunos países se han construido sistemas en los cuales a las lagunas anaeróbicas se las ha provisto de sistemas de recirculación por bombeo, lo cual activa el proceso y permite disminuir el volumen de las lagunas anaeróbicas.

Según algunos autores, para desagües de la carne debe suponerse, en lagunas anaeróbicas una eficiencia, en remoción de D.B.O. de un 80 % y completado con lagunas facultativas se puede alcanzar un 94 % de remoción.

b. Para los segundos podemos decir que algunos desagües provenientes de industrias requieren siembra bacteriana o carecen de nutrientes (nitrógeno, fósforo, etc.), los que pueden ser provistos por el líquido cloacal en cuyo caso el tratamiento por mezcla de desagües puede ser una solución.

Los líquidos cloacales necesarios para las mezclas pueden obtenerse de los servicios sanitarios del establecimiento industrial y si fuera necesario, de la población conexas.

En estos casos, salvo que se cuente con experiencia en las condiciones locales, se considera necesario construir instalaciones experimentales previas, que resultan muy poco costosas.

Además de la condición de inocuidad para bacterias y algas es necesario que los líquidos no sean turbios o bien que sean capaces de clarificarse en las lagunas, para permitir la penetración de luz solar y la consiguiente acción fotosintética.

Pueden mencionarse, dentro de este caso, a los desagües provenientes de curtiembres, lavaderos de lana, textiles, etc.

Con respecto al caso C, para estabilizar barros provenientes de plantas de tratamiento convencionales de desagües industriales pueden emplearse si las condiciones locales lo admiten, lagunas anaeróbicas.

Las lagunas anaeróbicas son utilizadas con mayor frecuencia que las aeróbicas o facultativas en las industrias de conservas de alimentos, en las del papel, tejidos, azúcar y cueros.

En Brasil, gran número de lagunas anaeróbicas industriales, operadas con cierto cuidado y dimensionadas apropiadamente, han estado exentas de desprendimiento de olores

ofensivos. Otras que han presentado este problema, han mantenido el olor en intensidad compatible con el bienestar de la vecindad por el agregado de nitrato de sodio (salitre).

Estos hechos, secundados por la gran economía en la construcción, han dado lugar a que haya cada vez mayor receptividad en las lagunas anaeróbicas para el tratamiento de desechos industriales.

En el caso D, como etapa de afinamiento de efluentes de plantas de tratamiento de desagües industriales, pueden utilizarse lagunas facultativas. Este puede ser el caso de desagües previamente tratados y por la naturaleza del cuerpo receptor deban ser sometidos a una depuración más intensa.

En general, puede decirse que las lagunas de estabilización son aplicables para el tratamiento de desagües industriales con las limitaciones enumeradas. Su mayor empleo puede esperarse en establecimientos industriales ubicados en zonas rurales o alejados de los centros urbanos, donde el costo de los terrenos y los problemas ambientales que puedan crearse no sean significativos.

### **2.13. Importancia de las lagunas desde el punto de vista sanitario y económico.**

Se presenta con mucha frecuencia el problema de que en comunidades pequeñas no se cuenta con sistemas adecuados para la disposición de sus aguas residuales. Esta es la causa principal del bajo grado de saneamiento ambiental que existe en países latinoamericanos, y tiene su origen en un factor económico: las poblaciones de recursos limitados no pueden cubrir el costo de las plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo convencional.

Estas circunstancias son las que han hecho que las autoridades sanitarias se hayan interesado en generalizar el uso de las lagunas de estabilización, las que por su bajo costo y fácil operación, permiten a las comunidades de escasos recursos hacer frente a este problema sanitario que cada día se hace más serio debido al explosivo aumento de la población.

El proceso que se lleva a cabo en las lagunas de estabilización ha existido siempre y ha constituido un método natural de estabilización de materia orgánica putrescible, siendo

inexplicable que la ingeniería sanitaria se haya ocupado de él únicamente en los últimos 30 años.

Es probable que los ingenieros que idearon las primeras plantas de tratamiento de aguas residuales, se inspiraran en las plantas de potabilización de agua, lo que los hizo concebir estructuras complejas y seguir procesos unitarios definidos. El tratamiento se lograba a través de una clarificación del agua, es decir extrayendo de ella todas las materias, principalmente las suspendidas, con el propósito de mejorar su calidad.

Es justo reconocer que los creadores de esta técnica para la depuración de aguas residuales lograron su propósito desde el punto de vista del resultado obtenido en el tratamiento pues pudieron controlar el problema que tenían entre manos, únicamente que a un costo muy elevado que resultaba prohibitivo para las pequeñas comunidades, principalmente en los países subdesarrollados.

Las lagunas de estabilización constituyen una filosofía distinta en el tratamiento de líquidos residuales, pues los métodos convencionales logran el tratamiento mediante la remoción de la materia orgánica putrescible, es decir, una clarificación de los líquidos.

Las lagunas de estabilización, como ya se ha visto, lo que hacen es transformar la materia orgánica putrescible en materia orgánica viva y estable que continúa presente en el protoplasma de las algas que en ellas proliferan tal como sucede en las lagunas aeróbicas y facultativas.

Las lagunas de estabilización no tratan el agua residual si no que la 'estabilizan'. El efluente de una laguna de estabilización puede contener más materia orgánica que el líquido residual que entra en ella. Sin embargo, la gran diferencia consiste en que el líquido residual que entra contiene materia orgánica muerta que ejerce una alta demanda bioquímica de oxígeno, mientras que el efluente lleva materia orgánica viva, que por ser viva no tiene demanda bioquímica de oxígeno.

Otro hecho importante es que en las lagunas de estabilización, como ya se ha visto, también se efectúa una remoción muy alta de bacterias, comparable a la que sucede en las plantas de tratamiento.

En resumen, las lagunas de estabilización tienen una enorme importancia desde el punto de vista sanitario y económico, pues debido a su bajo costo de construcción, operación y

mantenimiento, permiten llegar a resolver el problema de disposición de aguas residuales en lugares donde no era posible hacerlo con plantas del tipo convencional.

Se estima que el costo de las lagunas de estabilización está entre un 10 % y un 20 % de las plantas convencionales equivalentes. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la calidad del efluente de plantas convencionales por lo general es superior al de las lagunas de estabilización debido a que en estas últimas no se lleva a cabo un proceso de clarificación tan eficiente como el que ocurre en las plantas de tratamiento clásicas.

La remoción de bacterias, que es uno de los aspectos que más debe preocupar al ingeniero sanitario, es equivalente en ambos sistemas, estando entre un 70 y un 99 %.

Desde 1964 a 1967 la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD llevó a cabo una encuesta con el fin de conocer la difusión que había alcanzado el empleo de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Gracias a la ayuda de las Oficinas Regionales de la O.M.S., de los Ministerios de Sanidad y de los servicios de la Salud Pública, fue posible reunir una gran cantidad de datos relativos al proyecto y a la explotación de lagunas de estabilización.

Tanto en pequeñas aldeas que desde hace poco disfrutaban de los beneficios de un sistema de abastecimiento de agua, como en algunas grandes áreas metropolitanas, se ha llegado a la conclusión de que las lagunas de estabilización *son a la vez económicas y prácticas*.

Como era de esperar, las cargas orgánicas y volumétricas varían considerablemente. Algunas de las lagunas anaeróbicas de pre tratamiento, especialmente aquellas que tratan aguas industriales, reciben centenares e incluso miles de kilogramos de D.B.O. por hectárea y por día.

La eficacia reductora de la D.B.O. parece ser muy uniforme en todo el mundo para superficies y cargas comparables. No es raro obtener una reducción de la D.B.O. superior al 90 % en una laguna de estabilización de aguas residuales. Las poblaciones servidas por las lagunas variaban desde menos de 1000 habitantes a varios cientos de miles.

Los criterios básicos con que se construyen las lagunas varían considerablemente. Mientras algunos países se interesan sobre todo por la reducción de la D.B.O., la eliminación de coliformes, de otros microorganismos y de los sólidos en suspensión, otros se contentan con reducir la D.B.O. solamente y en general especifican en sus proyectos la profundidad, la



superficie y la carga orgánica. Ciertos países especifican también como criterios importantes del proyecto el color, oxígeno disuelto y determinados componentes de las aguas industriales.

Casi todas las plantas de las que se recibió información tenían la posibilidad de efectuar ciertos análisis de laboratorio o podían recurrir a autoridades centrales para obtener este servicio. Sin contar América del Norte, en 10 países había 38 plantas que llevaban registros de datos. De estas plantas, 94 % practicaban mediciones del pH, 79 % de la D.B.O., y 68 % del oxígeno disuelto. Solo en 19 plantas de 7 países se determinaba el N.M.P. (número más probable de organismos coliformes por 100 ml de muestra).

#### **2.14. Conclusiones de la eficiencia de lagunas de estabilización**

Con respecto a la remoción de bacterias en lagunas, se considera que, en sistemas correctamente diseñados y en condiciones comparables, la eficiencia es mayor en ellas que en los sistemas de tratamiento por lechos percoladores o barros activados. En cuanto a inactivación de virus, se ha evidenciado que también se puede esperar mayor eficiencia que en los tratamientos de líquido cloacal en plantas.

En lo que a remoción de la D.B.O. se refiere, podemos decir que si el sistema que se utiliza está combinado convenientemente el grado a alcanzar es elevado y puede llegar a ser superior al obtenido en las plantas convencionales.

Por último se puede agregar diciendo que la depuración de líquidos cloacales por el sistema de lagunas de estabilización es ideal para nuestro país, donde existe tanto terreno disponible. Es barata su construcción y lo que es más conveniente aún, el mantenimiento y la explotación.

Resulta sumamente sencillo hacer funcionar un sistema de lagunas en forma excelente y no se requiere de personal sumamente especializado.

Además tiene la ventaja de que con una conveniente parqueización y arbolado, se puede cambiar sustancialmente la fisonomía de un sector y esto se logra fácilmente combinando los espejos de agua con los árboles y arbustos.

### **2.15. Planteo de soluciones a los problemas descritos en la etapa anterior de inventario.**

El presente proyecto consiste en un aumento en la capacidad de las lagunas de estabilización actuales para afrontar un incremento en el afluente en correspondencia con el aumento de la población.

El fondo de las lagunas de estabilización serán fundamentales oficiando de elemento impermeabilizante, protegiendo de contaminación a las napas freáticas el cual es una de los principales problemas del uso de las mismas.

Se realizará una modificación de la cámara de rejillas para repartir el caudal a la entrada de las actuales lagunas. Dicho empalme, alimentará a 2 (dos) nuevas lagunas de estabilización (de dimensiones conforme a proyecto), las cuales se ubicarán en terrenos aledaños, al norte de las lagunas existentes.

En las alternativas 1 y 2 se analizarán dos materiales distintos para conformar el fondo de las nuevas lagunas.

En la primera alternativa el fondo estará conformado por suelo seleccionado (el cual debe ser transportado desde una cantera cercana al lugar de la obra).

La segunda alternativa el fondo y taludes serán cubiertos por una capa de 10 cm de suelo-cemento.

### **2.16. Cálculo de la población futura de Colonia Ayuí.**

A continuación se realizara el cálculo de la población futura del Municipio de Colonia Ayuí para el año 2030.

Los métodos empleados para el cálculo (descritos en la etapa anterior), son:

1. Proyección aritmética.
2. Proyección geométrica.
3. Tasa decreciente de crecimiento.
4. Logístico S.

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Datos:

En la siguiente tabla, se anexan los valores de población del Municipio de Colonia Ayuí, publicados por el I.N.D.E.C. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos):

Colonia Ayuí	
AÑO	POBLACIÓN
1.981	1.016
1.991	1.333
2.001	1.650

**1. Proyección Aritmética:**

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

La constante de crecimiento aritmético  $K_a$  se determina para 2 intervalos reales de tiempo: 1.981 a 1.991 ( $K_{a1}$ ) y de 1.991 a 2.001 ( $K_{a2}$ )

P1 =	1.016	t1 =	1.981	Ka1 =	31,7
P2 =	1.333	t2 =	1.991		
P1 =	1.333	t1 =	1.991	Ka2 =	31,7
P2 =	1.650	t2 =	2.001		

Se calcula el valor medio de  $K_a$ : 31,7 hab/año

Entonces la población de 2030 por proyección aritmética será:

$$P_{2010} = P_{2001} + K_a \times (2010 - 2001) = 1.936 \text{ hab}$$

$$P_{2030} = P_{2001} + K_a \times (2030 - 2001) = 2.570 \text{ hab}$$

**2. Proyección Geométrica**

La determinación de la constante de crecimiento geométrico  $K_g$  entre: 1.991 - 2001 es:

$$\ln(P_{2030}) = \ln(P_2) + K_g \times (2030 - 2001)$$

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

siendo:

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

P1: la población en (t1 = 1.991)

P2: la población en (t2 = 2.001)

P1 =	1.333	ln P1 =	7,195	Kg =	0,0213
P2 =	1.650	ln P2 =	7,409		

Entonces la población de 2030 por proyección geométrica será:

$$\ln (P_{2030}) = \ln (1.650) + Kg \times (2030 - 2001) = 7,61$$

$$P_{2030} = \mathbf{3.063 \text{ hab}}$$

### 3. Logístico o matemático

Determinación de la población de saturación S usando los siguientes datos:

DATOS			
P0 =	1.016	t0 =	1.981
P1 =	1.333	t1 =	1.991
P2 =	1.650	t2 =	2.001

Ecuación Básica:

$$P = \frac{S}{1 + m \times e^{b \times \Delta t}}$$

$$m = \frac{S - P_0}{P_0} = 1,624$$

$$S = \frac{2 \times P_0 \times P_1 \times P_2 - P_1^2 \times (P_0 + P_2)}{P_0 \times P_2 - P_1^2}$$

$$b = \frac{1}{n} \ln \left( \frac{P_0 \times (S - P_1)}{P_1 \times (S - P_0)} \right)$$

Para hallar la constante "b" se utilizó el valor de "At" que es la diferencia de tiempo en años entre 1991 y 2030 (At = 49 años) resultando:

$$P_{2030} = \mathbf{2.316}$$

Como se aclaró previamente el método no resulta aplicable a pequeñas poblaciones

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

**RESUMEN DE LAS POBLACIONES ESTIMADAS SEGÚN LOS MÉTODOS PROPUESTOS**

MÉTODO	POBLACIÓN	
Proyección Aritmética:	2.570	Hab
Proyección Geométrica:	3.063	Hab
Logística S	2.316	Hab
PROMEDIO	3.000	Hab

NOTA: Para el promedio se descartó el valor del método de la curva Logística S por dar un valor muy bajo.

**La población de diseño  $P_{2.030}$  (n = 20 años) será de 3.000 habitantes**

**2.17. Cálculo del caudal de aguas residuales.**

**Coefficientes de Caudal adoptados**

Los coeficientes se adoptan constantes para el período de tiempo n= 20 años.

$\alpha_{1n}$	Coefficiente máximo diario del año n	$\alpha_{1n} = Q_{Dn} / Q_{Cn}$	1,40
$\alpha_{2n}$	Coefficiente máximo horario del año n	$\alpha_{2n} = Q_{En} / Q_{Dn}$	1,70
$\beta_{1n}$	Coefficiente mínimo diario del año n	$\beta_{1n} = Q_{Bn} / Q_{Cn}$	0,70

**Cálculo de caudales**

Caudal medio anual ( $Q_{C0}$ ) = Dotación media anual x población en año 0.

Para el año 2010 n=0 y Población = 1.650 habitantes (según INDEC) se tiene:

$$Q_{C0} = 200 \frac{l}{hab. día} \times 1.650 hab = 330 \frac{m^3}{día}$$

Para el año 2030 n = 20 y Población = 3.000 habitantes (según estudio de población futura) se tiene:

$$Q_{C20} = 200 \frac{l}{hab. día} \times 3.000 hab = 600 \frac{m^3}{día} = 6,94 \frac{l}{s}$$

Este caudal representa el caudal medio en el año n.

Pero como ya se explico anteriormente dicho valor promedio de caudal se verá superado en la vida útil de la obra por caudales máximos horarios, para tener en cuenta esto se utilizan valores de coeficientes de caudal adoptados previamente.

A continuación se realiza el cálculo del caudal máximo del día de mayor consumo  $Q_{D0}$ .

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

El valor de  $\alpha_1$  representa el cociente entre el caudal máximo del día de mayor consumo ( $Q_{D0}$ ) y el caudal medio diario anual ( $Q_{C0}$ ) calculado anteriormente.

$$\alpha_{1n} = \frac{Q_{Dn}}{Q_{Cn}} = 1,40$$

Entonces el caudal máximo diario de diseño será de:

$$Q_{D0} = 6,94 \frac{l}{s} \times 1,40 = 9,72 \frac{l}{s}$$

Los cálculos se extienden para los demás caudales y se los presenta tabulados a continuación:

	m3/día	l/s
QB20: Caudal medio mínimo diario del año n. Es el Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n.	420	4,86
QC0: Caudal medio diario del año n. Es la Cantidad de agua promedio consumida en el año 0 por cada habitante servido.	330	3,82
QC20: Caudal medio diario del año n. Es la Cantidad de agua promedio consumida en el año 20 por cada habitante servido.	600	6,94
QD0: Caudal medio máximo diario del año 0. Es el Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n.	840	9,72

## 2.18. Determinación del volumen necesario para las nuevas lagunas

Las lagunas se proyectarán con una vida útil de 20 años contando desde el inicio de este proyecto.

A continuación se calcularán las dimensiones definitivas de las lagunas anaeróbicas y de las lagunas facultativas.

### CÁLCULOS LAGUNAS ANAERÓBICAS:

PARÁMETROS DE DISEÑO

$$P_0 = 1.650 \text{ hab } (\text{Población de diseño inicial, en el año 0})(2010)$$

$$P_{20} = 3.000 \text{ hab } (\text{Población de diseño a 20 años}) (2030)$$

$$d = \frac{Q_{C0}}{P_0} = \frac{330 \frac{m^3}{\text{día}}}{1.650 \text{ hab}} = 200 \frac{l}{\text{día} \times \text{hab}} = 0,200 \frac{m^3}{\text{día} \times \text{hab}} \quad (\text{Aporteliquidomedioalascos})$$

$$S_a = 240 \frac{mg}{\text{litro}} \quad (\text{Concentracion de } DBO_5 \text{ total del liquido cloacal a tratar})$$



$T_{ai} = 12^{\circ}\text{C}$  (Temperatura media del aire en el mes más frío del año)

$T_0 = 17^{\circ}\text{C}$  (Temp. media del líquido afluente en el mes más frío del año)

$N_m = 2$  (Nº de módulos de una laguna anaeróbica y una facultativa en serie)

### CARGA ORGÁNICA

Carga orgánica a tratar en el sistema

$$L_A = S_a \times Q c_{20} = 240 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 600 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 144 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{día}}$$

Carga orgánica en cada módulo

$$L_a = \frac{L_A}{N_m} = \frac{144 \text{ kg DBO}_5}{2} = 72 \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{día}}$$

Eficiencia en reducción de la DBO

Se utilizarán los siguientes criterios de diseño para las lagunas

1. Tiempo de permanencia
2. Carga Orgánica Volumétrica
3. Carga Orgánica Superficial

1. **Tiempo de permanencia** (1º criterio de diseño)

Calculo del tiempo de permanencia hidráulica

$$t = \frac{V}{Q} = 4 \text{ a } 6 \text{ días} \quad (\text{Intervalo de aceptación})$$

Para temperatura T del líquido entre 10° y 15°

Eficiencia esperada en remoción DBO: 30 a 40 %

Tiempo de detención adoptado para T=17°C:

$$T = 4 \text{ días}$$

Caudal de diseño de cada módulo

$$Q_d = \frac{Q_{c20}}{2} = \frac{600 \frac{m^3}{día}}{2} = 300 \frac{m^3}{día}$$

Volumen líquido de cada laguna anaeróbica

$$V = Q_d t = 300 \frac{m^3}{día} \times 4 \text{ días} = 1200 m^3$$

Profundidad líquida adoptada

$$H = 3,00 \text{ m}$$

Área líquida media

$$A = \frac{V}{H} = \frac{1.200 m^3}{3,00 m} = 400 m^2 = 0,04 \text{ ha}$$

## 2. Carga Orgánica Volumétrica (2º criterio de diseño)

De acuerdo a las Normas y criterios de Diseño de ENOHSA el Intervalo de aceptación para la carga volumétrica es: 0,04 a 0,08 kg DBO5/día/m<sup>3</sup>

$$C_v = \frac{L_a}{V} = \frac{300 \frac{kg DBO_5}{día}}{1.200 m^3} = 0,06 \frac{kg DBO_5}{día \times m^3}$$

El valor carga orgánica obtenido es ACEPTABLE

## 3. Carga orgánica superficial (3º criterio de diseño)

De acuerdo a las Normas y criterios de Diseño de ENOHSA el Intervalo de aceptación para la carga volumétrica es: 1000 a 2000 kg DBO5/día/ha

$$C_s = \frac{L_a}{A} = \frac{72 \frac{kg DBO_5}{día}}{0,04 \text{ ha}} = 1800 \frac{kg DBO_5}{día \times ha}$$

El valor obtenido de carga orgánica es ACEPTABLE

Concentración en DBO5 soluble del efluente

La Eficiencia esperada recomendada oscila entre 30 a 40 %

Ef = 35% (eficiencia esperada adoptada)

$$S = (1 - Ef) \times Sa = (1 - 0,35) \times 240 \frac{mg}{l} = 156 \frac{mgDBO_5}{l}$$

TEMPERATURA EN LA LAGUNA ANAERÓBICA

$$T = T_W = \frac{T_o + \left(f \times \frac{t}{H}\right) \times T_{ai}}{1 + \left(f \times \frac{t}{H}\right)}$$

T= Temperatura media de la laguna en el mes más frío del año

Tai = 12 ° C Temperatura media del aire en el mes más frío del año

To = 17 ° C Temperatura media del líquido afluente en el mes más frío del año

$$t = \frac{V}{Q} = 4 \text{ días} \quad \text{Permanencia hidráulica (en días)}$$

H= 3 m Profundidad líquida de la laguna

$$Q = Q_{c20} = 600 \frac{m^3}{\text{día}} \quad \text{Caudal medio diario anual a 20 años}$$

$$U = 20 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \text{Coeficiente global de transferencia de calor del agua al aire}$$

$$D = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Densidad del agua}$$

$$C_e = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \quad \text{Calor Específico del agua}$$

$$f = \frac{U}{(D \times C_e)} = \frac{20 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}}{\left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}\right)} = 0,020 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$f = 0,48 \frac{\text{m}}{\text{día}}$$

$$f = 0,50 \frac{\text{m}}{\text{día}} \text{(Valor Adoptado)}$$

$$T = T_W = \frac{T_o + \left(f \times \frac{t}{H}\right) \times T_{ai}}{1 + \left(f \times \frac{t}{H}\right)} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### EFICIENCIA BACTERIOLÓGICA

NMP: método de medición número más probable

N: concentración de coliformes fecales del efluente (salida) (en NMP/100 ml)

No: concentración de coliformes fecales del afluente (entrada) (en NMP/100 ml)

a: Coeficiente de cálculo del modelo.

$$\frac{N}{N_o} = \frac{4 a e^{\frac{1}{2di}}}{(1+a)^2 e^{\frac{a}{2di}} - (1-a)^2 e^{-\frac{a}{2di}}}$$

Siendo los parámetros de diseño usuales:

di = 0,5 Factor o número de dispersión o difusión hidráulica para lagunas de superficie rectangular de relación (largo-ancho) igual a dos (r = 2)

Kb20 = 1 1/día = Constante de mortalidad bacteriana para T °C. (Valor intermedio entre 0.841/día (CEPIS) y 1.49/día (Ecuador)

***$\theta = 1,07$  Coeficiente de dependencia de la temperatura***

t = permanencia hidráulica (4 días)

$$K_{bt} = K_{b20} \times \theta^{(T-20)}$$

$$K_{bt} = 1 \times \theta^{(15-20)} = 1 \times 0,713 = 0,713$$

Coeficiente de cálculo del modelo:

$$a = (1 + 4 \times K_{bt} \times t \times d_i)^{\frac{1}{2}} = 2,589$$

$$e^{\frac{1}{2di}} = 2,72$$

$$e^{\frac{a}{2di}} = 13,32$$

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

$$e^{-\frac{a}{2di}} = 0,075$$

$$N_0 = 3,6 \times 10^7 \frac{NMP}{100 \text{ mL}} \text{ VALOR ESTIMADO DEL AFLUENTE}$$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{4 \times 2,59 \times 2,72}{(1 + 2,59)^2 \times e^{2,59} - (1 - 2,59)^2 \times 0,075} = 0,164$$

$$\frac{N}{N_0} = 0,164$$

$$N = 5,91 \times 10^6 \frac{NMP}{100 \text{ ml}} \text{ VALOR CALCULADO DEL EFLUENTE}$$

$$N = 5,91 \times 10^6 \frac{NMP}{100 \text{ mL}} < 4 \times 10^7 \frac{NMP}{100 \text{ ml}} \text{ BUENA REDUCCIÓN BACTERIANA EN LAGUNA ANAERÓBICAS (MARAIS) VERIFICA}$$

**DIMENSIONES LAGUNA ANAERÓBICA**

ÁREA = 400 m<sup>2</sup>                      Área líquida a H/2 = 1,50 m

H = 3,00 m                              Tirante líquido de la laguna

i = 2,00                                  Pendiente del talud de los diques perimetrales

Ho = 0,80 m                              Revancha entre el coronamiento y la superficie líquido

$$r = \frac{L}{B} = 2 \left( \text{Relación } \frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \text{ de la laguna para } \frac{H}{2} = 1,5 \text{ m} \right)$$

$$\frac{H}{2} = 1,50$$

**En resumen las dimensiones de la laguna anaeróbica son:**

Ancho	Longitud	
B	L	
(m)	(m)	
20	30	Medio
14	24	Fondo
26	36	Superficie

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

29,2

39,2

Coronamiento

**ACUMULACIÓN DE LODO SEDIMENTADO**

$$VL = 0,04 \frac{m^3}{año \cdot hab} = \text{Tasa de acumulación anual de lodo}$$

$$Vc = \frac{V}{2} = \frac{2.136 m^3}{2} = 1068 m^3 \quad \text{Volumen de la laguna colmatada para ser retirado (50\% del volumen líquido)}$$

$$P = \frac{3.000 hab}{2} = 1.500 hab \quad \text{Población de diseño de cada laguna}$$

$$TL = \frac{Vc}{PVL} = \frac{1.068 m^3}{1.500 \times 0,04} = 18 años \quad \text{Frecuencia de remoción del lodo depositado}$$

**Laguna de estabilización Facultativa**

DIMENSIONAMIENTO

$$Q_{c20} = 300 \frac{m^3}{día} = \text{Caudal de diseño de cada laguna}$$

$$t = \frac{V}{Q} = 15 días = \text{Permanencia hidráulica teórica (valor adoptado)}$$

$$V = Q_{c20} \cdot t = 4.500 m^3 = \text{volumen de las lagunas}$$

$$S = \frac{V}{h} = \frac{4.500 m^3}{2 m} = 2.250 m^2$$

DIMENSIONES ADOPTADAS

$l = 2 m/m$  = Inclinación de los muros perimetrales (1 : 2)

$h = 2 m$  = Tirante líquido de la laguna

$$X = \frac{L}{B} = 4 = \text{Relación } \frac{\text{Largo}}{\text{Ancho}}$$

$B_s = 24 m$  = Ancho de la superficie líquida

$L_s = 96 m$  = Longitud de la superficie líquida



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

Ancho B (m)	Longitud L (m)	
24	96	Medio
20	92	Fondo
28	100	Superficie
31,2	103,2	Coronamiento

EFICIENCIA DE REDUCCIÓN ORGÁNICA (DBO 5)

Modelo de Flujo Disperso (THIRUMURTHY - Saenz Forero, CEPIS)

$$S = \frac{S_a \text{ SCF } 4a e^{-(1-a)/(2di)}}{(1+a)^2}$$

$$S_a = 156 \frac{mg}{l} = \text{Concentración de DBO5 afluente} = \text{efluente Laguna Anaeróbica}$$

$$SCF = 1 \frac{mg}{L}$$

**SCF = Factor de características de sedimentación (1 para decantación previa)**

Coeficiente de cálculo del modelo:

$$KT = K_{20} \times \theta^{(T-20)}$$

**KT = Constante de degradación orgánica sugerida por Mara (Brasil)**

$$K_{20} = 0,3$$

$$\theta = 1,05$$

T= 15° C = Temperatura media de la laguna en el mes más frío del año

$$KT = 0,235$$

$$R = \frac{2}{3}t = \frac{2}{3}(15 \text{ días}) = 10 \text{ días} = \text{Residencia hidráulica real, estimada como } \frac{2}{3} \text{ de la residencia teórica}$$

$$di = \frac{X}{(-0,26118 + 0,25392X + 1,01368X^2)} = \text{Coeficiente de dispersión - ecuación propuesta por Yañez}$$

X= 4 relación largo/ancho de la laguna

$$d_i = 0,2356$$

Coeficiente de cálculo del modelo:

$$a = (1 + 4 \times K_b \times t \times d_i)^{\frac{1}{2}} = 1,79$$

$$S = \frac{S_a \text{ SCF } 4a e^{-(1-a)/(2d_i)}}{(1+a)^2}$$

S= 26,65 mg/l = Concentración de DBO<sub>5</sub> soluble del efluente (a la salida)

$$E_f = \text{facultativa} = \frac{100 \times (S_a - S)}{(S_a)} = \frac{100 \times (156 - 26,65)}{(156)} = 82,92\% \text{ Eficiencia en reducción orgánica}$$

$$f_{\text{sistema}} = \frac{100 \times (S_a - S)}{(S_a)} = \frac{100 \times (240 - 26,65)}{(240)} = 88,90\%$$

= **Eficiencia en reducción orgánica de la laguna facultativa Efic. en reducción**

MODELOS DEL CEPIS BASADO EN INVESTIGACIONES DEL TEMA:

$$R = \frac{2}{3}t = \frac{2}{3}(15 \text{ días}) = 10 \text{ días} = \text{Permanencia hidráulica real (corto circuitos y zonas muertas) -}$$

**K<sub>20</sub> = Constante de degradación de la DBO para 15°C**

A= -5,277Constantes en Lagunas Primarias

B= 2,318Constantes en Lagunas Primarias

$$K_{20} = \frac{R}{A + B \times R} = \frac{10}{-5,28 + 2,32 \times 10} = 0,56$$

$$\theta = 1,07$$

$$KT = K_{20} \times \theta^{(T-20)} = 0,56 \times ([1,07])^{(15-20)} = 0,397$$

KT= Constante de degradación de la DBO para 15 °C

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

$$\frac{C_{sr}}{C_{sa}} = \frac{KT \times R}{(1 + KT \times R)} = 0,80 =$$

Relación entre la carga orgánica superficial reducida ( $C_{sr}$ ) y la del afluente ( $C_{sa}$ )

$$E_{facultativa} = \frac{100 \times C_{sr}}{(C_{sa})} = 78\% =$$

Eficiencia en reducción orgánica en la laguna facultativa

$$S = (1 - Ef) \times S_o = 31,38 \frac{DBO}{l} =$$

Concentración de  $DBO_5$  soluble efluente de la laguna facultativa

$$E_{fsistema} = \frac{100 \times S_a}{(S_a)} = \frac{100 \times (240 - 31,38)}{240} = 87\%$$

= Eficiencia en reducción orgánica del sistema de lagunas

MODELO DE EQUILIBRIO CONTINUO BASADO EN CINEMÁTICA DE PRIMER ORDEN

$$K_{20} = 1,2 = \frac{1}{\text{día}}$$

Constante de degradación de la  $DBO$  para  $20^\circ\text{C}$

$$\theta = 1,085 =$$

Coefficiente de dependencia de la temperatura

$T = 15^\circ\text{C}$  = Temperatura media del líquido en el mes más frío

$$KT = K_{20} \times \theta^{(T-20)} = 0,235 \frac{1}{\text{día}}$$

Constante de degradación de la  $DBO$  para  $20^\circ\text{C}$

$t = 15$  días = Retención Hidráulica teórica

$$S = \frac{S_a}{(1 + Kt \times t)} = 12,03 \frac{\text{mg}}{l}$$

Concentración de la  $DBO$  efluente, según Marais y Shaw

$$E_{facultativa} = \frac{100 \times (S_a - S)}{(S_a)} = 92\% =$$

Eficiencia en reducción orgánica en la laguna facultativa

$$E_{fsistema} = \frac{100 \times (S_a - S)}{(S_a)} = 95\% =$$

Eficiencia en reducción orgánica del sistema de lagunas

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

MODELO BASADO EN EL TIEMPO DE REACCIÓN Y SU DEPENDENCIA DE LA TEMPERATURA GLOYNA (EF=90% - EF PROM=80%)

$$V = 0,035 Q \times S_a \times \theta^{(35-T)} = \text{Modelo de Gloyna y Hermann}$$

$$Q_{c20} = 300 \frac{m^3}{\text{día}} = \text{Caudal de diseño de cada laguna}$$

$$V = 0,035 Q \times S_a \times \theta^{(35-T)} = 8.373,53 \text{ m}^3 \text{ Volumen líquido de cada laguna}$$

$$A = V/H = 0,42 \text{ ha Área superficial}$$

$$d = 2 \text{ m Tirante líquido de la laguna}$$

*Carga superficial máxima para  $T = 15^\circ$  y  $d = 2 \text{ m}$*

$$C_{sa} = 285,7 \times d \times 1,085^{(T-35)}$$

$$C_{sa} = 285,7 \times 2 \text{ m} \times 1,085^{(15-35)} = 111,77 \frac{\text{kg DBO}}{\text{día ha}}$$

$$L_a = A \times C_{sa} = 46,80 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \text{ Carga orgánica afluente}$$

$$S = \frac{L_a}{Q_{c20}} = 5,58 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ Carga orgánica afluente}$$

A continuación se presenta una tabla comparativa de la evaluación de resultados de los distintos modelos aplicados:

MODELO	EFICIENCIA (%)		C MAX (mg/L DBO)	VOL. (m3)	AREA (m2)
	FACULT.	SIST.			
FLUJO DISPERSO (THIRUMURTHY)	82,92	88,90	26,65	4.500	2.250
CEPIS	78	87	31,38	4.500	2.250
CINEMATICA DE PRIMER ORDEN	92	95	12,03	4.500	2.250
HERMANN Y GLOYNA	90			8.000	4.200

a.- EFICIENCIA EN REDUCCIÓN DBO SOLUBLE DEL SISTEMA OSCILA ENTRE 90 Y 95%

b.- CUMPLE EXIGENCIAS CURSO RECEPTOR: (CONCENTRACIÓN MÁXIMA 35 mg/l DBO SOLUBLE)

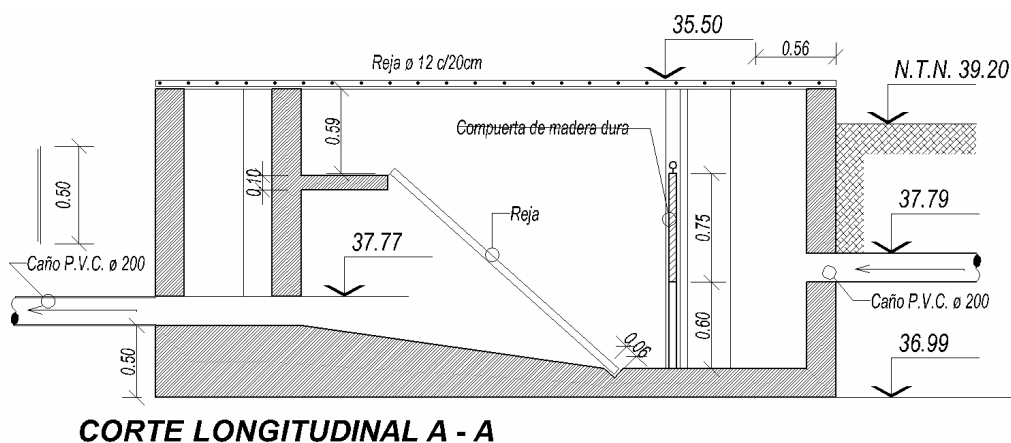
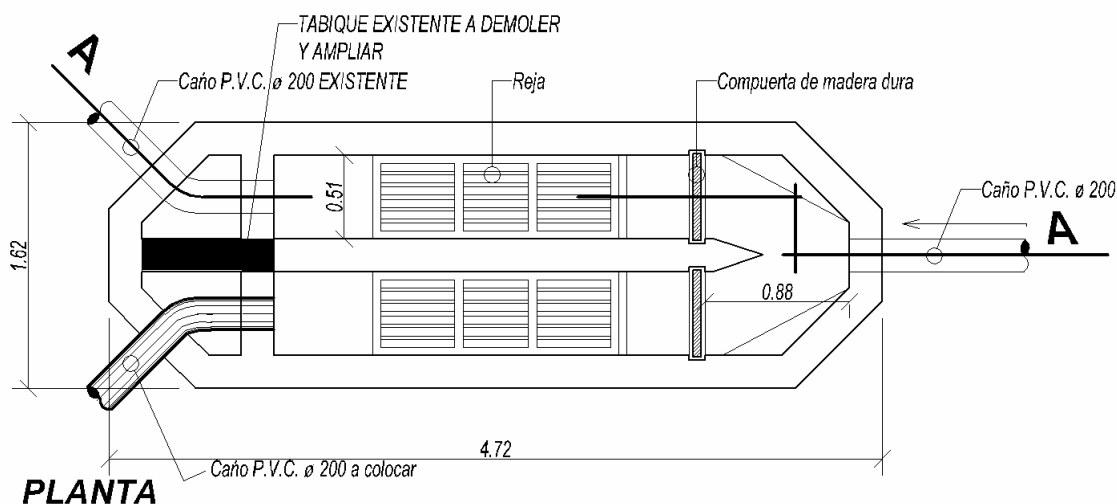
c.- MODELO DE GLOYNA Y HERMANN: MUY CONSERVADOR CONSIDERANDO V Y C<sub>sa</sub>

## 2.19. Aspectos Técnicos Comunes a ambas alternativas.

### 1. Ampliación de Cámara de Rejas existente

Actualmente la cámara de rejas, se encuentra con señales de una limpieza y mantenimiento que no es el deseable para un elemento que actúa de reten (Rifión) de los elementos sólidos que no deben intervenir en el proceso de estabilización de las lagunas.

Se propone modificar la cámara de rejas existentesegún se detalla en los planos correspondientes -ver plano correspondiente



Cámara de Rejas ampliada

### 2. Cañería de conducción

Cañería de Conducción hacia las nuevas lagunas caño de PVC Ø 200mm, Junta Elástica (tubo clase 6 – calidad marca tigre o similar). Esta cañería tendrá una pendiente de 3 por mil. Longitud total = 120 m.

Cañería de conducción de efluentes de las lagunas hasta descarga en embalse caño de PVC Ø 200mm, Junta Elástica (tubo clase 6 – calidad marca tigre o similar). Longitud total = 400 m.

### **3. Estructuras de conexión**

Se construirán las siguientes estructuras de conexión:

- Estructura de entrada a la nueva laguna anaeróbica. (Ver plano N° 9)
- Estructuras de interconexión entre lagunas nuevas (anaeróbica y facultativa). (Ver plano N° 9)
- Cámara de descarga (Ver plano N° 9)

### **4. Zanjas para cañería de conducción**

Estas tendrán una longitud de 600 m de largo, 0,80m de ancho y la tapada mínima será de 1,20 m, se realizara una cama de arena de apoyo, se colocara una malla de advertencia.

### **5. Volumen de suelo a retirar**

Volumen de suelo a retirar para materializar las lagunas:

- Laguna anaeróbica: 1.578 m<sup>3</sup>
- Laguna facultativa: 970 m<sup>3</sup>
- TOTAL: =2.548 m<sup>3</sup>

Valores obtenidos del cómputo de excavación según la planimetría ejecutada.

### **6. Transporte del suelo extraído**

Este volumen de suelo extraído de las lagunas será transportado y depositado como relleno a un sitio cercano (<500 m)

Para el mismo se tuvo en cuenta un esponjamiento del suelo de 1,3.

### **7. Construcción de terraplenes**



Los taludes tendrán una pendiente de 1: 2 tanto para el talud interno como para el talud externo. Se realizará con suelo seleccionado. La sección trapezoidal de los terraplenes es de 9,62 m<sup>2</sup> en una longitud promedio de 100 m y 28,5 m<sup>2</sup> en una longitud promedio de 250 m.

- 9,68 m<sup>2</sup> x 100 m = 961,5 m<sup>3</sup>
- 28,5 m<sup>2</sup> x 250 m = 7.115 m<sup>3</sup>
- TOTAL: = 8.076,5 m<sup>3</sup>

#### **8. Construcción de cerco perimetral**

La construcción del cerco perimetral de protección al predio se realizará con columnas de hormigón prefabricadas de 0,10 x 0,10 y alambre romboidal de 2,00m de alto siendo la longitud total de L = 380 m. (Ver plano N° 10).

#### **9. Cruce con caño camisa de la cañería de descarga a través de terraplén de la avenida**

Se realizará un cruce a través del terraplén de la avenida 9 de Julio, se utilizará un caño camisa de 14 pulgadas de diámetro, (caño de acero de 12 mm), en una longitud total de 18 metros.

### **2.20. Alternativas de prefactibilidad**

#### **Alternativa N° 1: Recubrimiento de fondo y taludes internos de lagunas con suelo seleccionado**

Para esta alternativa, el fondo de las lagunas proyectadas y los taludes internos serán recubiertos con suelo seleccionado de baja permeabilidad dentro de los tipos ofrecidos en el mercado.

Volumen taludes internos de laguna anaeróbica: 74 m<sup>3</sup>

Volumen de fondo de laguna facultativa: 273,2 m<sup>3</sup>

TOTAL: = 348 m<sup>3</sup>

#### **Alternativa N° 2: Recubrimiento de fondo y taludes internos de lagunas con suelo-cemento**

En esta segunda alternativa, en contraste con la primera, se utilizara como revestimiento del fondo de las lagunas y taludes internos, un suelo de mayor calidad, utilizando para esto suelo cemento al 10% en un espesor de 10 cm.

### **2.21. Presupuesto de las alternativas**

A continuación se anexan los presupuestos de ambas alternativas:

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

**ALTERNATIVA 1**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	INCID. %
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>					
1.1	Limpieza, Desmonte de Terreno y retiro de excedentes.	m3	1930,00	\$ 147,00	\$ 283.710,00	10,60%
1.2	Excavacion Común para Lagunas, Cañería de PVC y Cámaras de Registro.	m3	2778,00	\$ 151,50	\$ 420.867,00	15,70%
1.3	Terraplén Compactado.	m3	7442,00	\$ 161,90	\$ 1.204.859,80	44,80%
<b>2</b>	<b>HORMIGÓN H21</b>					
2.1	H 21 - Para Cámaras de Registro, Interconexión y O. Complementarias	m3	24,00	\$ 5.783,00	\$ 138.792,00	5,20%
<b>3</b>	<b>ACERO TIPO III</b>					
3.1	Para Cámaras de Registro, Interconexión y O. Complementarias.	t	1,90	\$ 34.286,00	\$ 65.143,40	2,40%
<b>4</b>	<b>CAÑERÍA DE PVC Ø 200 mm.</b>					
4.1	Tubo de PVC Ø 200 mm.x 3,2 mm. colocado	m	616,00	\$ 221,00	\$ 136.136,00	5,10%
<b>5</b>	<b>COBERTURA FONDO Y TALUDES SUELO SELECCIONADO</b>					
5.1	Cobertura fondo y taludes suelo seleccionado.	m3	348,00	\$ 437,00	\$ 152.076,00	5,70%
<b>6</b>	<b>CRUCE DE CALLE CON CAÑO CAMISA</b>					
6.1	Cañería de Acero con Costura Ø 14" esp. 12 mm	Gl.	1,00	\$ 81.685,00	\$ 81.685,00	3,00%
<b>7</b>	<b>ALAMBRADO PERIMETRAL</b>					
7.1	Alambrado Perimetral con Poste de hormigón y Tejido Romboidal	m	380,00	\$ 537,00	\$ 204.060,00	7,60%

<b>\$ 2.687.329,20</b>	<b>100%</b>
------------------------	-------------

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
PREFACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

**ALTERNATIVA 2**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	INCID. %
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE SUELOS</b>					
1.1	Limpieza, Desmonte de Terreno y retiro de excedentes.	m3	1930,00	\$ 147,00	\$ 283.710,00	10,20%
1.2	Excavacion Común para Lagunas, Cañería de PVC y Cámaras de Registro.	m3	2778,00	\$ 151,50	\$ 420.867,00	15,10%
1.3	Terraplén Compactado.	m3	7442,00	\$ 161,90	\$ 1.204.859,80	43,20%
<b>2</b>	<b>HORMIGÓN H21</b>					
2.1	H 21 - Para Cámaras de Registro, Interconexión y O. Complementarias	m3	24,00	\$ 5.783,00	\$ 138.792,00	5,00%
<b>3</b>	<b>ACERO TIPO III</b>					
3.1	Para Cámaras de Registro, Interconexión y O. Complementarias.	t	1,90	\$ 34.286,00	\$ 65.143,40	2,30%
<b>4</b>	<b>CAÑERÍA DE PVC Ø 200 mm.</b>					
4.1	Tubo de PVC Ø 200 mm.x 3,2 mm. colocado	m	616,00	\$ 221,00	\$ 136.136,00	4,90%
<b>5</b>	<b>ESTABILIZADO DE SUELO CEMENTO</b>					
5.1	Estabilizado de Suelo Cemento para Lagunas, Cámaras y O. Complementarias.	m3	348,00	\$ 727,90	\$ 253.309,20	9,10%
<b>6</b>	<b>CRUCE DE CALLE CON CAÑO CAMISA</b>					
6.1	Cañería de Acero con Costura Ø 14" esp. 12 mm	Gl.	1,00	\$ 81.685,00	\$ 81.685,00	2,90%
<b>7</b>	<b>ALAMBRADO PERIMETRAL</b>					
7.1	Alambrado Perimetral con Poste de hormigón y Tejido Romboidal	m	380,00	\$ 537,00	\$ 204.060,00	7,30%

<b>\$ 2.788.562,40</b>	<b>100%</b>
------------------------	-------------

## 2.22. Evaluación de alternativas.

Las diferencias entre las alternativas 1 y 2 es que, para la primera, se utilizará para el fondo un material denominado suelo seleccionado compactado y para la segunda se utilizará suelo-cemento.

Para la evaluación de las alternativas propuestas se considerarán aspectos técnicos, funcionales, económicos y ambientales, los cuales se detallan a continuación.

### 1. Aspectos técnicos – funcionales.

En lo que respecta a aspectos técnicos, se puede decir que en la segunda alternativa al poseer un recubrimiento de suelo-cemento, brindará una mejor impermeabilización garantizando la protección de la napa freática frente a la contaminación.

### 2. Aspectos económicos.

El cuadro siguiente sintetiza los costos de ejecución correspondientes

A cada alternativa.

Evaluación económica de las alternativas	
Alternativas	Costo
1	\$ 2.687.329,20
2	\$ 2.788.562,40

En el cuadro anterior se observa que la alternativa 2 es un 3 % más costosa que la alternativa 1, esto es debido a que en la segunda alternativa se garantiza una alta impermeabilidad del fondo utilizando suelo-cemento.

### 3. Métodos de Evaluación de Proyectos.

Existen dos diferentes metodologías para el análisis económico de proyectos:

- a. Métodos simples o contables: que no se basan en la corriente de fondos descontados y consiguientemente al ignorar la magnitud y oportunidad de los flujos de fondo, no toman en cuenta el valor cronológico del dinero, ni tampoco el criterio de lo percibido.
- b. Métodos basados en Valores Actuales: están basados en la corriente de fondos descontados y en consecuencia toman en cuenta el criterio del valor cronológico del dinero. Estos son los únicos métodos para evaluar proyectos de inversión.

### **El Valor Actual Neto (VAN)**

Este es uno de los métodos fundamentales para la evaluación de los proyectos de inversión, está basado en los descuentos de los flujos de fondos de los proyecto de estudio, además respeta el valor cronológico del dinero a lo largo del plazo o vida útil del proyecto.

En su desarrollo el método realiza la suma algebraica de todos los flujos de fondos del proyecto actualizados por los factores de actualización correspondientes a la tasa de corte elegido por la empresa o el futuro inversionista.

$$VAN = \sum (1+i)^{-n}$$

#### Criterio de Aceptación:

- a) Si el valor es  $VAN > 0$  (positivo) significa que la corriente actualizada de ingresos es mayor a la de egresos, o sea que el proyecto brindara ganancias, por lo tanto, es aceptable.
- b) Si el valor del  $VAN < 0$  (negativo) significa que la corriente actualizada de los ingresos es menor a la de egresos, o sea que el proyecto dará perdidas, por lo tanto, se lo desecha.
- c) Si el valor del  $VAN = 0$  significa que el valor actualizado de los ingresos es igual al de los egresos, o sea que el proyecto brindará la ganancia exactamente proyectada, por lo tanto, es aceptable. Este es un proyecto demasiado justo, por lo tanto, no puede existir ningún contratiempo o error.

De plantearse algunas alternativas de proyecto se selecciona conforme al VAN positivo mayor.

### **Método de la Tasa Interna de Rendimiento o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)**

Este es un método fundamental empleado para la evaluación de proyectos. Está basado en el descuento de los flujos de fondos del proyecto, teniendo en cuenta la magnitud o monto y además la oportunidad y tiempo de dichos flujos, igual que el anterior (VAN), respecto al valor cronológico del dinero.



Es destacable decir que ningún otro método para evaluación brindara información tan importante del proyecto, haciendo que este sea un merito muy importante del método TIR.

Criterio de Aceptación:

- a)  $TIR >$  Tasa de Corte, el proyecto brindará ganancias, es aceptable
- b)  $TIR <$  Tasa de Corte, el proyecto no dará ganancias, es rechazado.

La diferencias entre la TIR y TC, se denomina “margen de seguridad”. Cuando mayor sea las diferencias entre la TIR y TC, el proyecto tendrá mayor margen de seguridad, y podrá soportar variaciones en el mercado.

Si la TIR está muy próxima o es igual a la TC, el proyecto tendrá un escaso margen de seguridad.

La TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión, utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo. Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

**Valores de VAN y TIR hallados para cada una de las alternativas consideradas**

	VAN	TIR
ALT. 1	\$ -2.271.612,72	-7,49%
ALT. 2	\$ -2.372.845,92	-7,76%

**4. Aspectos ambientales.**

Si bien para la ejecución de ambas alternativas el impacto ambiental es el mismo, se puede destacar que la ejecución de la alternativa 2 produce una disminución de la contaminación de la napa freática, al ser más impermeable su fondo y taludes.

Tanto en la etapa constructiva como en la etapa de funcionamiento, ambas alternativas producen los mismos efectos ambientales negativos en la flora y fauna, pero a su vez producen un efecto positivo en loque respecta a la calidad del agua residual arrojada al

Embalse Salto Grande, lo que a su vez trae aparejada otros aspectos positivos en cuanto a la calidad del agua.

### 2.23. Selección de alternativa.

Para el análisis comparativo de las alternativas se utilizará la siguiente Matriz de decisión, la cual nos determinará directamente la alternativa más conveniente.

En esta matriz de decisión, se encuentran contrastados aspectos económicos, aspectos técnicos, aspectos medioambientales y aspectos funcionales de ambas alternativas.

A cada alternativa se le asigna el valor de 0 (cero) o 1 (uno), asignándole el valor 1 a la alternativa que posee mejores características para cada aspecto considerado.

A su vez, cada puntaje será afectado por el porcentaje de incidencia establecido para cada aspecto considerado, de acuerdo a su importancia relativa en el conjunto.

El puntaje final para cada alternativa, se obtendrá sumando la totalidad de los valores individuales.

A continuación podemos ver la matriz de decisión utilizada para la evaluación de las alternativas:

#### MATRIZ DE DECISIÓN

Aspectos considerados	% de inc.	ALTERNATIVAS			
		Alt. 1		Alt. 2	
Económicos	30,00%	1	0,3	0	0
Técnicos	10,00%	1	0,1	0	0
Medioambientales	40,00%	0	0	1	0,4
Funcionales	20,00%	0	0	1	0,2
	100,00%		0,4		0,6

A continuación se presentan la evaluación integral de cada uno de los aspectos considerados, que nos permitirán decidir con confianza y seguridad que alternativa es la más conveniente.

#### Aspectos económicos

En este aspecto se tiene en cuenta el costo total de la obra, así como los indicadores económicos VAN y TIR.

#### Aspectos técnicos

Se tiene en cuenta la dificultad en la construcción y provisión de materiales para la ejecución de cada alternativa.

#### Aspectos Medioambientales

Se tiene en cuenta el grado de influencia que posee cada alternativa sobre el medioambiente.

#### Aspectos funcionales

Se consideran las posibles situaciones de mejora en la parte de mantenimiento.

#### En resumen:

Analizados los aspectos antes mencionados para cada una de las soluciones propuestas, los puntajes asignados se volcaron en la matriz de decisión anterior, dando por resultado 0,6 puntos para la alternativa N° 2, y 0,4 puntos para la alternativa N° 1.

La lectura que podemos hacer de este resultado es que la alternativa N° 2 se presenta como la solución ambiental-funcional más conveniente, dentro de los tópicos analizados.

### **2.24. Conclusión.**

Envista de los importantes beneficios que se obtienen con la utilización de suelo-cemento para la impermeabilización del fondo de las lagunas, se selecciona la **ALTERNATIVA N° 2** por sobre la otra alternativa según indica la matriz de decisión anteriormente planteada.

Es de destacar que esta decisión se basa concretamente en un análisis Técnico – Económico – Medioambiental – Funcional.

# **ANEXO**

## **CÁLCULO AUXILIAR DE VALORES DE V.A.N. Y T.I.R.**

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUI  
PREFACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

AÑO	PERIODO	Poblacion Colonia Ayui	Familias Tipo	Promedio tasa Cooperativa de agua (MENSUAL)	Pago tasa Cooperativa de agua (ANUAL - Toda la Poblacion)	% para Resarsis Obras. (20%)	COSTO DE LA OBRA - ALT. Nº 1
2010	0	1936	484	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -2.687.329,20
2011	1	1989,2	497,3	\$ <b>45,00</b>	\$ 268.542,00	\$ 53.708,40	
2012	2	2042,4	510,6	\$ 45,00	\$ 268.543,00	\$ 53.708,60	
2013	3	2095,6	523,9	\$ 45,00	\$ 268.544,50	\$ 53.708,90	
2014	4	2148,8	537,2	\$ 45,00	\$ 268.546,50	\$ 53.709,30	
2015	5	2202	550,5	\$ 45,00	\$ 268.549,00	\$ 53.709,80	
2016	6	2255,2	563,8	\$ 45,00	\$ 268.552,00	\$ 53.710,40	
2017	7	2308,4	577,1	\$ 45,00	\$ 268.555,50	\$ 53.711,10	
2018	8	2361,6	590,4	\$ 45,00	\$ 268.559,50	\$ 53.711,90	
2019	9	2414,8	603,7	\$ 45,00	\$ 268.564,00	\$ 53.712,80	
2020	10	2468	617	\$ 45,00	\$ 268.569,00	\$ 53.713,80	
2021	11	2521,2	630,3	\$ 45,00	\$ 268.574,50	\$ 53.714,90	
2022	12	2574,4	643,6	\$ 45,00	\$ 268.580,50	\$ 53.716,10	
2023	13	2627,6	656,9	\$ 45,00	\$ 268.587,00	\$ 53.717,40	
2024	14	2680,8	670,2	\$ 45,00	\$ 268.594,00	\$ 53.718,80	
2025	15	2734	683,5	\$ 45,00	\$ 268.601,50	\$ 53.720,30	
2026	16	2787,2	696,8	\$ 45,00	\$ 268.609,50	\$ 53.721,90	
2027	17	2840,4	710,1	\$ 45,00	\$ 268.618,00	\$ 53.723,60	
2028	18	2893,6	723,4	\$ 45,00	\$ 268.627,00	\$ 53.725,40	
2029	19	2946,8	736,7	\$ 45,00	\$ 268.636,50	\$ 53.727,30	
2030	20	3000	750	\$ 45,00	\$ 268.646,50	\$ 53.729,30	
			V.A.N	<b>\$ -2.271.612,72</b>			
			T.I.R.	-7,49%			

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUI  
PREFACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

AÑO	PERIODO	Poblacion Colonia Ayui	Familias Tipo	Promedio tasa Cooperativa de agua (MENSUAL)	Pago tasa Cooperativa de agua (ANUAL - Toda la Poblacion)	% para Resarsis Obras. (20%)	COSTO DE LA OBRA - ALT. Nº 2
2010	0	1936	484	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -2.788.562,40
2011	1	1989,2	497,3	\$ <b>45,00</b>	\$ 268.542,00	\$ 53.708,40	
2012	2	2042,4	510,6	\$ 45,00	\$ 268.543,00	\$ 53.708,60	
2013	3	2095,6	523,9	\$ 45,00	\$ 268.544,50	\$ 53.708,90	
2014	4	2148,8	537,2	\$ 45,00	\$ 268.546,50	\$ 53.709,30	
2015	5	2202	550,5	\$ 45,00	\$ 268.549,00	\$ 53.709,80	
2016	6	2255,2	563,8	\$ 45,00	\$ 268.552,00	\$ 53.710,40	
2017	7	2308,4	577,1	\$ 45,00	\$ 268.555,50	\$ 53.711,10	
2018	8	2361,6	590,4	\$ 45,00	\$ 268.559,50	\$ 53.711,90	
2019	9	2414,8	603,7	\$ 45,00	\$ 268.564,00	\$ 53.712,80	
2020	10	2468	617	\$ 45,00	\$ 268.569,00	\$ 53.713,80	
2021	11	2521,2	630,3	\$ 45,00	\$ 268.574,50	\$ 53.714,90	
2022	12	2574,4	643,6	\$ 45,00	\$ 268.580,50	\$ 53.716,10	
2023	13	2627,6	656,9	\$ 45,00	\$ 268.587,00	\$ 53.717,40	
2024	14	2680,8	670,2	\$ 45,00	\$ 268.594,00	\$ 53.718,80	
2025	15	2734	683,5	\$ 45,00	\$ 268.601,50	\$ 53.720,30	
2026	16	2787,2	696,8	\$ 45,00	\$ 268.609,50	\$ 53.721,90	
2027	17	2840,4	710,1	\$ 45,00	\$ 268.618,00	\$ 53.723,60	
2028	18	2893,6	723,4	\$ 45,00	\$ 268.627,00	\$ 53.725,40	
2029	19	2946,8	736,7	\$ 45,00	\$ 268.636,50	\$ 53.727,30	
2030	20	3000	750	\$ 45,00	\$ 268.646,50	\$ 53.729,30	
			V.A.N	\$ <b>-2.372.845,92</b>			
			T.I.R.	-7,76%			



### **3.1. Introducción:**

Las diferentes observaciones realizadas por vecinos inmediatos del sector y, de ribereños que habitan a orillas del lago en las proximidades de la denominada CAÑADA PASO DEL ÁGUILA ha motivado a elaborar el presente Proyecto que tiene como objeto principal satisfacer la demanda constante de ampliación del radio servido de cloacas, debido a la incipiente urbanización, mediante la ampliación del sistema de LAGUNAS DE TRATAMIENTO CLOACAL existentes, como forma de establecer un plan inmediato para la solución de los actuales problemas en forma integral, entre los que podemos destacar principalmente la falta de capacidad de tratamiento del sistema de lagunas actuales debido al incremento de la población en los últimos años.

### **3.2. Su ubicación:**

El sector de trabajo pertenece al ejido municipal de Colonia Ayuí del distrito Suburbios del departamento Concordia. Se encuentra ubicado al noroeste de la Ciudad de Concordia cabecera del departamento homónimo aproximadamente a veinticuatro kilómetros; limitando con el embalse de la represa de Salto Grande al noreste, y la ruta provincial N° 28 al suroeste.

Las principales vías de comunicación terrestre la constituye, la ruta provincial N° 28 que lo vincula con la ruta nacional N° 14 y con la ciudad de Concordia y el resto de la costa del río Uruguay.

### **3.3. Descripción del Sistema de Tratamiento Utilizado.**

El sistema de tratamiento de líquidos cloacales de esta localidad está basado en el sistema de lagunas ANAERÓBICA y FACULTATIVA, las cuales fueron diseñadas por la **D.P.O.S.E.R.** y construidas por la municipalidad en el año 2005 con el financiamiento de la **C.A.F.E.S.G.**, las dimensiones “teóricas” del espejo de agua de las NUEVAS LAGUNAS DE TRATAMIENTO son las siguientes:

- ANAERÓBICA: **26 m x 36 m x 3,00 m** de Profundidad.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
MEMORIA DESCRIPTIVA

Mac Dougall, Juan de Dios

Ancho	Longitud	
B	L	
(m)	(m)	
20	30	Medio
14	24	Fondo
26	36	Superficie
29,2	39,2	Coronamiento

•

- FACULTATIVA: **29 m x 104 m x 2,00 m** de Profundidad.

Ancho	Longitud	
B	L	
(m)	(m)	
24	96	Medio
20	92	Fondo
28	100	Superficie
31,2	103,2	Coronamiento

La elección de la ubicación de las lagunas se realizó siguiendo los criterios de pendiente de escurrimiento natural y lo aconsejado en la bibliografía: alejado de los centros urbanos de manera tal que no provoque efectos indeseados como olores e insectos.

### **3.4. Memoria técnica**

#### **1. Objetivos**

Partiendo de los problemas observados e indicados en el punto anterior se establecen dos tipos de objetivos, Generales y Particulares. Se expresa a continuación los objetivos que se pretenden.

##### **1.1. Generales**

Como objetivo general del presente proyecto se busca resolver el problema de SANEAMIENTO CLOACAL de la población actual y futura de la planta urbana.

##### **1.2. Particulares**

- a. Construcción de dos (2) LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE LÍQUIDOS CLOACALES, con sus correspondientes cámaras de entrada, interconexión y salida.
- b. Ejecución de 616 m de cañería de PVC □ 200 mm.
- c. Construcción de DOCE (12) Cámaras de Registro, según planos y consideraciones técnico-constructivas adjuntas.
- d. Ejecución de cruce de calle con caño camisa para cañería de descarga de PVC.

### **3.5. Principios de Diseño**

La selección de lagunas de estabilización como sistema de tratamiento de aguas residuales se hace con base en los siguientes principios de diseño:

- El Municipio no cuenta con fondos suficientes para el tratamiento de aguas residuales por lo tanto las obras seleccionadas para el control de la contaminación deben satisfacer los requerimientos de tratamiento a un costo de operación y mantenimiento mínimo.
- Las lagunas de estabilización constituyen el proceso de tratamiento biológico más confiable por su resistencia máxima a cargas de choque de materiales orgánicos y

tóxicos, por su sensibilidad mínima a la operación intermitente y porque no requieren de una gran destreza operativa.

- Lagunas en serie permiten diseños más eficientes y por lo tanto más económicos, dado que se pueden construir en etapas por pares, es decir podemos construir “baterías de lagunas” a medida de que se experimente un sostenido crecimiento en la población servida.
- Las lagunas primarias (anaeróbicas) tienen como propósito básico la remoción de DBO, coliformes fecales y sólidos suspendidos.
- Las lagunas secundarias (facultativas) tienen como función primordial la remoción de DBO y coliformes fecales.
- El éxito demostrado en varios países del mundo desarrollado, ubican a las lagunas como el más eficiente y económico de los sistemas de tratamiento de líquidos cloacales.

### 3.6. Parámetros de Diseño

Para el presente cálculo se han utilizado las Normas de Estudio y Criterios de Diseño para Proyectos de Desagües Cloacales del E.N.O.H.S.A.ex C.O.F.A.P.Y.S.

Se adopta para el proyecto un sistema de dos Lagunas en serie, una Anaeróbica y otra Facultativa (Dimensiones, cotas y detalles según planos).

#### PARÁMETROS DE DISEÑO

Población actual $P_0$ :	1.500	hab		
Población futura $P_{20}$ :	3.000	hab		
Aporte medio de líquido a colectoras d:	200	l/hab.d		
Concentración de DBO <sub>5</sub> total del líquido a tratar $S_a$ :	240	mg/l		
Temperatura media del aire del mes más frío $T_{af}$ :	12	° C		
Temperatura media del líquido afluente del mes más frío $T_0$ :	17	° C		
Número de módulos de lagunas en serie $N_m$ :	2			
Coefficiente máximo diario $\alpha_1$ :	1,4			
Coefficiente máximo horario $\alpha_2$ :	1,7			
Coefficiente mínimo diario $\beta_1$ :	0,7			
Caudal medio diario a 20 años $Q_{c20} = P_{20} \cdot D =$	600	m <sup>3</sup> /d	6,94	l/s
Caudal medio diario inicial $Q_0 = P_0 \cdot D =$	300	m <sup>3</sup> /d	3,47	l/s

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYÚÍ**  
**MEMORIA DESCRIPTIVA**

Mac Dougall, Juan de Dios

Caudal máximo diario $Q_{D20} = \alpha_1 \cdot Q_{C20} =$	840	m3/d	9,72	l/s
Caudal máximo horario $Q_{E20} = \alpha_2 \cdot Q_{C20} =$	1020	m3/d	11,81	l/s
Caudal mínimo diario inicial $Q_{B0} = \beta_1 \cdot Q_0 =$	420	m3/d	4,86	l/s
Caudal de autolimpieza inicial $Q_{L0} = \beta_2 \cdot Q_{B0} =$	714	m3/d	8,26	l/s
Carga orgánica a tratar en el sistema $L_A = S_a \cdot Q_{C20} =$	144	KG DBO/día		
Carga orgánica en cada módulo $L_a = L_A / N_m =$	72	KG DBO/día		

**LAGUNA ANAERÓBICA**

De Normas de Estudio y Criterios de Diseño ENOHA

Carga orgánica volumétrica $C_v$ :	0,040 a 0,080	KG DBO/día. m3
Carga orgánica superficial $C_s$ :	1.000 a 2.000	KG DBO/día. Ha

Para eficiencia entre 30% y 40% remoción de DBO<sub>5</sub>

Tiempo retenc. para T líq. entre 10°C y 15 °C $t = V / Q =$	4 a 6 días			
Se adopta una permanencia hidráulica de $t =$	4	días		
Caudal de diseño de cada módulo $Q_d = Q_{C20} / 2 =$	300	m3/d		
Volumen del líquido de cada laguna $V = t \cdot Q_d =$	1200	m3		
Profundidad del líquido adoptada $H =$	3	m		
Área líquida media $A = V / H =$	400,00	m2	0,047	Ha
Determinación de la carga volumétrica $C_v = L_a / V =$	0,06	Valor que verifica		
Determinación de la carga superficial $C_s = L_a / A =$	1800	Valor que verifica		
Eficiencia esperada en la remoción de la DBO $E_f =$	35	%		
Concent. DBO <sub>5</sub> efluente de anaeróbicas $S = (1 - E_f) \cdot S_a =$	156	mg DBO5/l		

**DIMENSIONES**

Area líquida a profundidad. $= H/2 = 1,50m$ es $A =$	400,00	m2
Adoptando:		
Pendientes de talud $i =$	0,50	
Revancha entre el coronamiento y la sup libre $H_0 =$	0,80	m
Relación largo/ancho $r = L / B =$	2	
Entonces el ancho medio resulta: $B = (A / 2)^{1/2} =$	14,14	m
La longitud promedio será $L = 2 \cdot B =$	28,28	

**LAGUNA FACULTATIVA**

Caudal de diseño de cada laguna $Q_d = Q_{C20}/2 =$	300	m3/d	3,47	l/s
Adoptando permanencia hidráulica $t = V / Q =$	15	días		
Volumen de la laguna $V = Q_d \cdot t =$	4500	m3		
Adoptando:				
Pendiente de los terraplenes perimetrales $i = 1 / 2 =$	0,5			
Tirante del líquido en la laguna $H =$	2	m3		
Relación Largo /Ancho superficial $x = L / B =$	4			
El ancho promedio será : $B_s =$	24	m		
El largo promedio resulta $L_s = x \cdot B_s =$	96	m		

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
MEMORIA DESCRIPTIVA

Mac Dougall, Juan de Dios

El volumen resultante es  $V = B_s * L_s * H =$

4608

m3

Verifica

## **Presupuesto oficial**

### **Análisis de precios**

ÍTEM Nº 1: MOVIMIENTO DE SUELO.

SUBÍTEM Nº 1.1: Limpieza, Desmonte de Terreno y retiro de excedentes.

SUBÍTEM Nº 1.2: Excavación Común para Lagunas, Cañería de PVC y Cámaras de Registro.

SUBÍTEM Nº 1.3: Terraplén Compactado.

ÍTEM Nº 2: HORMIGÓN H21.

ÍTEM Nº 3: ACERO TIPO III.

ÍTEM Nº 4: CAÑERÍA DE PVC Ø 200 mm.

ÍTEM Nº 5: ESTABILIZADO DE SUELO CEMENTO

ÍTEM Nº 6: CRUCE DE CALLE CON CAÑO CAMISA.

ÍTEM Nº 7: ALAMBRADO PERIMETRAL

## **Planos del proyecto**

PLANO N° 1: UBICACIÓN GENERAL DE LA OBRA.

PLANO N° 2: PLANIMETRÍA GENERAL DE LAGUNAS EXISTENTES.

PLANO N° 3: DETALLE LAGUNAS EXISTENTES

PLANO N° 4: PLANIMETRÍA GENERAL ZONA DE IMPLANTACIÓN

PLANO N° 5: PLANIMETRÍA GENERAL NUEVAS LAGUNAS

PLANO N° 6: DETALLES NUEVAS LAGUNAS

PLANO N° 7: CÁMARA DE REJA PARTIDORA DE CAUDALES EXISTENTE A REFORMAR.

PLANO N° 8: DETALLE CRUCE DE RUTA

PLANO N° 9: DETALLE BOCA DE REGISTRO TIPO – APOYO DE CAÑERÍA Y CÁMARA DE DESCARGA.

PLANO N° 10: DETALLE CERCO PERIMETRAL



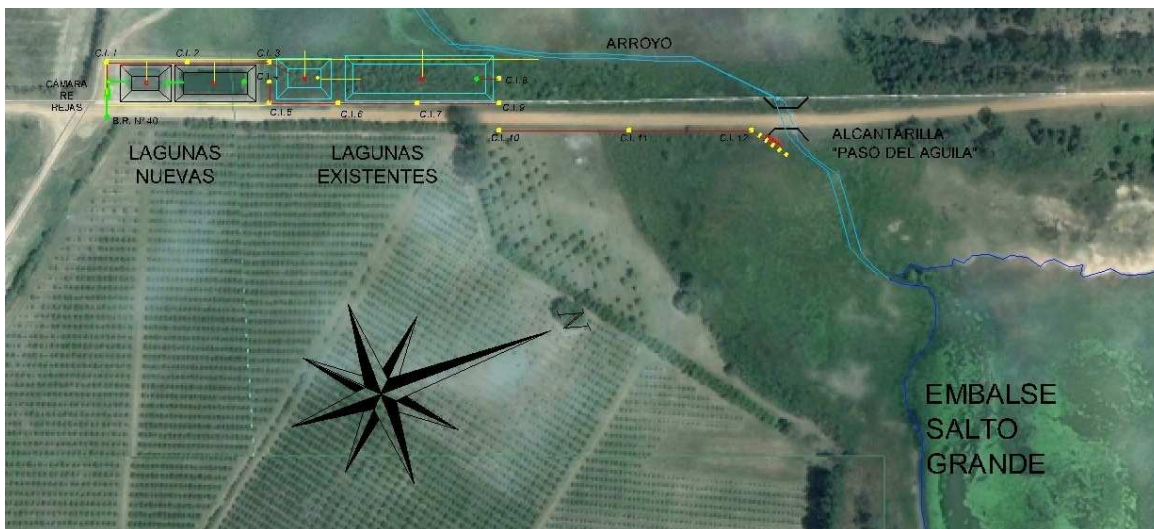
## **Análisis de impacto ambiental de la obra**

La presente sección de la documentación del proyecto final de carrera consiste en la determinación del "Impacto Ambiental" de la construcción de nuevas lagunas de estabilización, las que se suman a colaborar con las existentes.

De los diferentes ítems que deben realizarse para materializar la obra solo se consideraran aquellas actividades que merezcan un análisis ambiental por considerar un efecto marcado en el medio ambiente desechando de antemano tareas menores insignificantes.

Si bien la construcción de las lagunas de estabilización es el elemento crucial en el análisis actual por los efectos ambientales que producirá, se considerara los efectos que produzcan las obras accesorias (por Ej.: ruido de las maquinarias al materializar las lagunas, malos olores, proliferación de insectos, etc.)

Obsérvese sobre los croquis incluidos para ubicar el predio, las lagunas de estabilización y las obras complementarias.



Croquis de ubicación lagunas existentes y lagunas nuevas.

## **Descripción de la metodología de análisis**

Se procede inicialmente a identificar todas las “**Actividades**” principales a considerar que forman parte del plan de Obra.

Se realiza “**La Matriz de Identificación de Aspectos Ambientales**” para cada actividad para determinar qué aspectos ambientales afecta.

Se realiza “**La Matriz de Importancia**”, en la cual se determina a través de la aplicación de diferentes criterios de valoración, la importancia del impacto de cada aspecto sobre cada uno de los componentes del ecosistema.

Se realiza “**La Matriz de Decisión**”, que servirá para identificar los impactos más negativos de cada actividad y elaborar un sistema de Gestión ambiental.

## **Actividades principales de la obra**

De los ítems que conforman el presupuesto, los subítems que se enumeran a continuación, se los aparta del análisis del impacto ambiental, ya que se considera que su incidencia negativa es irrelevante y además considerarlos traería aparejado una innecesaria complejidad en las matrices que se realizaran posteriormente.

### **Lista de los subítems no considerados:**

2.1.	Hormigón H 21 para cámaras y O. complementarias
3.1	Acero Tipo III para cámaras y O. complementarias
4.1	Cañería PVC □ 200 mm
6.1	Cruce de terraplén de calle con caño camisa

### **Lista de los sub ítems considerados en el análisis:**

1.1	Limpieza, desmonte y retiro de excedentes
1.2	Excavación común para lagunas y O. complementarias
1.3	Terraplén compactado
5.1	Estabilizado de suelo – cemento

7.1	Alambrado perimetral con poste olímpico de H°
-----	---

**Breve descripción de los subítems considerados:**

1.1) Limpieza, desmonte y retiro de excedentes (ACTIVIDAD N° 1)

Este subítem consiste en retirar todo el suelo vegetal de la zona de emplazamiento del proyecto además de excavación y el transporte de excedentes hasta donde indique la inspección.

1.2) Excavación común para conformar la laguna y O. complementarias (ACTIVIDAD N° 2)

Este subítem consiste en llevar a cota correspondiente el fondo de laguna, así como las excavaciones para colocación de cañerías y obras complementarias.

Se lo considera porque para la realización del mismo se utilizaran maquinas viales.

1.3) Terraplén compactado (ACTIVIDAD N° 3)

Este subítem consiste distribución de material apto en capas horizontales de espesor suelto de 0,3 my compactado mediante el pasaje de rodillos “pata de cabra” en número no inferior a 18 equivalente al 90% de la densidad de ensayo “PROCTOR”

5.1) Estabilizado de suelo-cemento.(ACTIVIDAD N° 4)

Este sub ítem consiste en revestir el fondo de las lagunas y los taludes de las mismas con una mezcla de suelos del lugar (en caso de resultar aptos) (finos o agregados pétreos o ambos), estabilizados con Cemento Portland con un espesor de 20cm.

7.1) Construcción cerco perimetral. (ACTIVIDAD N° 5)

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

### **Aspectos Ambientales Afectados**

Actividad Principal N° 1: Limpieza, desmonte y retiro de excedentes

	Aspecto Ambiental	Componente Ambiental				
		Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Transporte de suelo	Emisión de gases maquinaria	afecta	afecta	afecta	-----	-----
	Perdida de combustible en el terreno	afecta	-----	-----	afecta	afecta
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----

Actividad Principal N° 2: Excavación común para conformar la laguna y O. complementarias

	Aspecto Ambiental	Componente Ambiental				
		Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Desmonte	Deforestación	afecta	afecta	afecta	afecta	afecta
	Emisión de gases maquinaria	afecta	afecta	afecta	-----	-----
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----

Actividad Principal N° 3: Terraplén compactado

	Aspecto Ambiental	Componente Ambiental				
		Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Terraplén	Emisión de gases	afecta	afecta	afecta	-----	-----

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

	maquinaria					
	Perdida de combustible en el terreno	afecta	-----	-----	afecta	afecta
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----

Actividad Principal N° 4: Estabilizado de suelo-cemento

	Aspecto Ambiental	Componente Ambiental				
		Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Utilización de Maquinarias Viales	Emisión de gases maquinaria	afecta	afecta	afecta	-----	-----
	Perdida de combustible en el terreno	afecta	-----	-----	afecta	afecta
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----
Transporte de suelo	Emisión de gases maquinaria	afecta	afecta	afecta	-----	-----
	Perdida de combustible en el terreno	afecta	-----	-----	afecta	afecta
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----

Actividad Principal N° 5: Construcción cerco perimetral.

	Aspecto Ambiental	Componente Ambiental				
		Flora	Fauna	Atmósfera	Agua	Suelo

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

					Superficial	
Utilización de Maquinarias Viales	Emisión de gases maquinaria	afecta	afecta	afecta	-----	-----
	Perdida de combustible en el terreno	afecta	-----	-----	afecta	afecta
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----
Desmote y Nivelación	Deforestación	afecta	afecta	afecta	afecta	afecta
	Emisión de gases maquinaria	afecta	afecta	afecta	-----	-----
	Ruido	-----	afecta	-----	-----	-----

**Matriz de importancia**

**Criterios de valoración utilizados:**

Intensidad / Extensión / Persistencia / Reversibilidad / Recuperabilidad

Valoración asignada a Intensidad / Extensión / Persistencia

Nº	Valoración
1=	Escasa
2=	Mínima
3=	Moderada
4=	Intensa
5=	Muy intensa

Valoración asignada a Reversibilidad / Recuperabilidad

Nº	Valoración
1=	Muy rápida
2=	Rápida
3=	Moderada
4=	Difícil
5=	Muy difícil o nula

Fórmula utilizada para el cálculo de la Importancia:

$$\text{Importancia} = 0.4 \text{ Intensidad} + 0.3 \text{ Extensión} + 0.1 \text{ Persistencia} + 0.1 \text{ Reversibilidad} + 0.1 \text{ Recuperabilidad}$$

Valores asignados para evaluar la Importancia:

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ**  
**FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Nº	Valoración de "Importancia"
1=	Mínima Importancia
2=	Poca Importancia
3=	Relativa Importancia
4=	Importante
5=	Muy Importante

Actividad Principal Nº 1: Limpieza, desmonte y retiro de excedentes

2.1) Transporte de suelo

Criterio de Valoración	Emisión de gases maquinaria				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	5	3	1	0	0
Extensión	5	2	1	0	0
Persistencia	2	2	1	0	0
Reversibilidad	4	4	0	0	0
Recuperabilidad	4	5	0	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	4.5	2.9	0.8	0	0

Criterio de Valoración	Perdida de combustible en el terreno				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	4	0	0	5	5
Extensión	3	0	0	5	5
Persistencia	3	0	0	2	2
Reversibilidad	4	0	0	2	2
Recuperabilidad	4	0	0	2	2
<b>IMPORTANCIA</b>	3,6	0	0	3,2	3,2

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	0	3.6	0	0	0

Actividad Principal N° 2: Excavación común para conformar la laguna y O. complementarias

1.1) Desmante

Criterio de Valoración	Deforestación				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	5	3	1	1	4
Extensión	5	2	1	0	1
Persistencia	2	2	1	0	2
Reversibilidad	4	4	0	4	5
Recuperabilidad	4	5	0	3	4
<b>IMPORTANCIA</b>	4.5	2.9	0.8	1.1	3



**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ**  
**FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Criterio de Valoración	Emisión de gases maquinaria				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	2	2	4	0	0
Extensión	2	2	3	0	0
Persistencia	2	1	3	0	0
Reversibilidad	2	5	3	0	0
Recuperabilidad	2	5	4	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	2	2.5	3.5	0	0

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	0	3.6	0	0	0

Actividad Principal Nº 3: Terraplén compactado

Criterio de Valoración	Emisión de gases maquinaria

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

Valoración	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	5	3	1	0	0
Extensión	5	2	1	0	0
Persistencia	2	2	1	0	0
Reversibilidad	4	4	0	0	0
Recuperabilidad	4	5	0	0	0
IMPORTANCIA	4.5	2.9	0.8	0	0

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Criterio de Valoración	Perdida de combustible en el terreno				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	4	0	0	5	5
Extensión	3	0	0	5	5
Persistencia	3	0	0	2	2
Reversibilidad	4	0	0	2	2
Recuperabilidad	4	0	0	2	2
<b>IMPORTANCIA</b>	<b>3,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	<b>0</b>	<b>3.6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Actividad Principal N° 4: Estabilizado de suelo-cemento

4.1) Utilización de Maquinarias Viales

Criterio de Valoración	Emisión de gases maquinaria

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Valoración	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	2	2	4	0	0
Extensión	2	2	3	0	0
Persistencia	2	1	3	0	0
Reversibilidad	2	5	3	0	0
Recuperabilidad	2	5	4	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	2	2.5	3.5	0	0

Criterio de Valoración	Perdida de combustible en el terreno				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	4	0	0	3	5
Extensión	3	0	0	2	5
Persistencia	3	0	0	4	5
Reversibilidad	4	0	0	3	3
Recuperabilidad	4	0	0	3	3
<b>IMPORTANCIA</b>	3.6	0	0	2.8	4.6

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
IMPORTANCIA	0	3.6	0	0	0

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

4.2) Transporte de suelo

Criterio de Valoración	Emisión de gases maquinaria				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	2	2	4	0	0
Extensión	2	2	3	0	0
Persistencia	2	1	3	0	0
Reversibilidad	2	5	3	0	0
Recuperabilidad	2	5	4	0	0
IMPORTANCIA	2	2.5	3.5	0	0

Criterio de Valoración	Perdida de combustible en el terreno				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	4	0	0	3	5
Extensión	3	0	0	2	5
Persistencia	3	0	0	4	5
Reversibilidad	4	0	0	3	3
Recuperabilidad	4	0	0	3	3
IMPORTANCIA	3.6	0	0	2.8	4.6

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

Mac Dougall, Juan de Dios

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	0	3.6	0	0	0

Actividad Principal N° 5: Construcción cerco perimetral.

5.1) Utilización de Maquinarias Viales

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
<b>IMPORTANCIA</b>	0	3.6	0	0	0

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

5.2) Desmonte y Nivelación

Criterio de Valoración	Deforestación				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	5	3	1	1	4
Extensión	5	2	1	0	1
Persistencia	2	2	1	0	2
Reversibilidad	4	4	0	4	5
Recuperabilidad	4	5	0	3	4
IMPORTANCIA	4.5	2.9	0.8	1.1	3

Criterio de Valoración	Ruido				
	Flora	Fauna	Atmósfera	Agua Superficial	Suelo
Intensidad	0	3	0	0	0
Extensión	0	4	0	0	0
Persistencia	0	3	0	0	0
Reversibilidad	0	4	0	0	0
Recuperabilidad	0	5	0	0	0
IMPORTANCIA	0	3.6	0	0	0



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

**Matriz de Importancia**

MATRIZ DE IMPORTANCIA			Componente Ambiental					Prom.
			Flora	Fauna	Atmósf.	Agua Superficial	Suelo	
Transporte del suelo extraído	Transporte de suelo	Emisión de gases maquinaria	4,5	2,9	0,8	0	0	1,64
		Perdida de combustible en el terreno	3,6	0	0	3,2	3,2	2
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72
Extracción de suelo para conformar las lagunas	Desmonte	Deforestación	4,5	2,9	0,8	1,1	3	2,46
		Emisión de gases maquinaria	2	2,5	3,5	0	0	1,6
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72
Terraplén compactado	Terraplén	Emisión de gases maquinaria	4,5	2,9	0,8	0	0	1,64
		Perdida de combustible en el terreno	3,6	0	0	3,2	3,2	2
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72

**LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD**

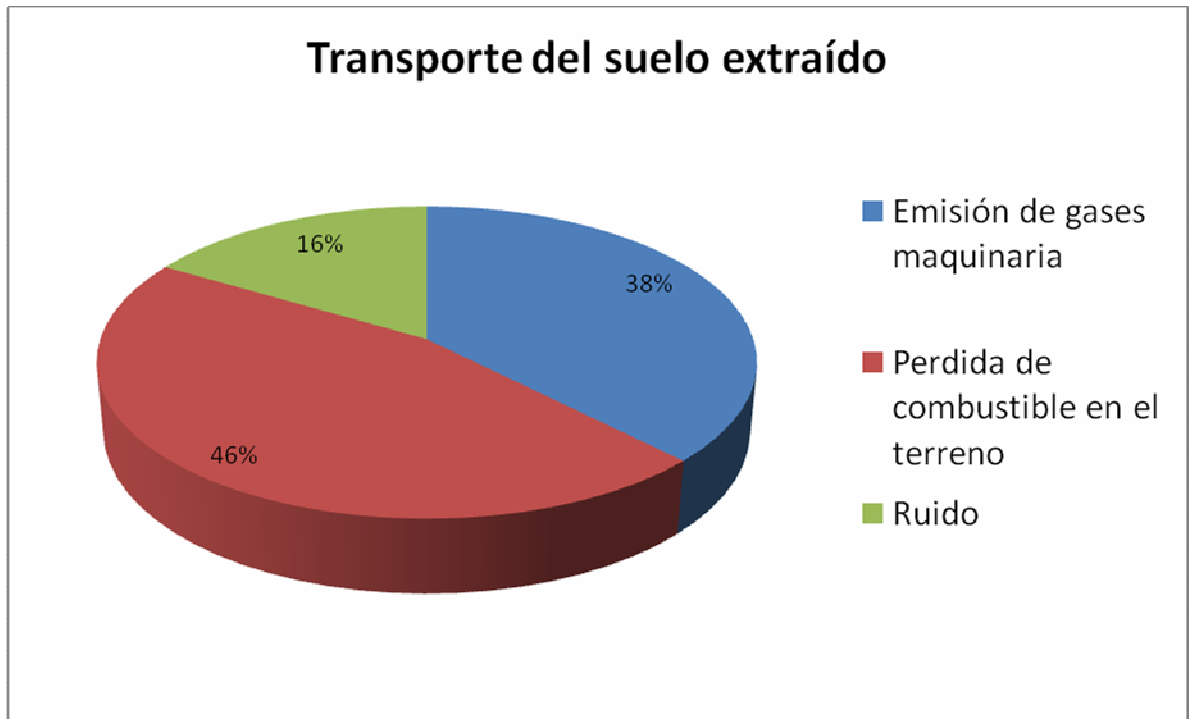
Mac Dougall, Juan de Dios

Estabilizado de suelo-cemento	Utilización de Maquinarias Viales	Emisión de gases maquinaria	2	2,5	3,5	0	0	1,6
		Perdida de combustible en el terreno	3,6	0	0	2,8	4,6	2,2
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72
	Transporte de suelo	Emisión de gases maquinaria	2	2,5	3,5	0	0	1,6
		Perdida de combustible en el terreno	3,6	0	0	2,8	4,6	2,2
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72
Construcción cerco perimetral.	Utilización de Maquinarias Viales							
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72
	Desmante y Nivelación	Deforestación	4,5	2,9	0,8	1,1	3	2,46
		Ruido	0	3,6	0	0	0	0,72

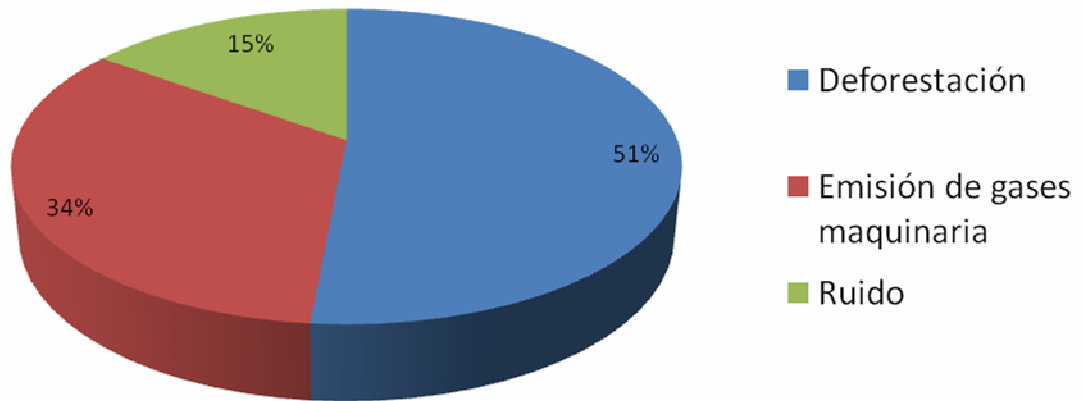
PROMEDIO

2,13 2,46 0,76 0,79 1,20

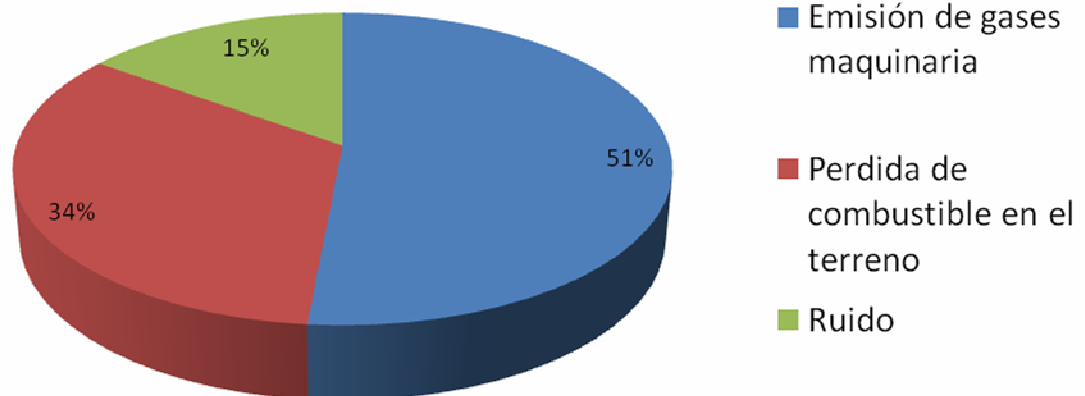
**Gráficos de Orden de Influencia de los Aspectos Ambiental en función de las actividades**



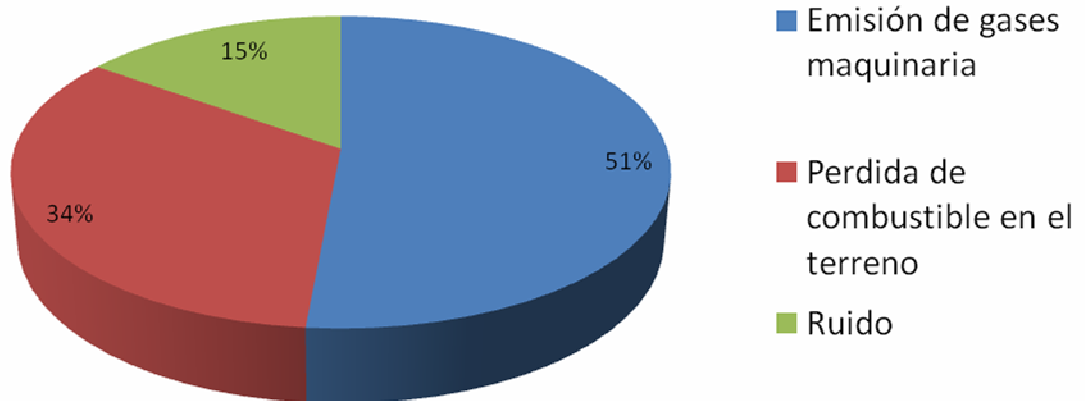
### Extracción de suelo para conformar las lagunas



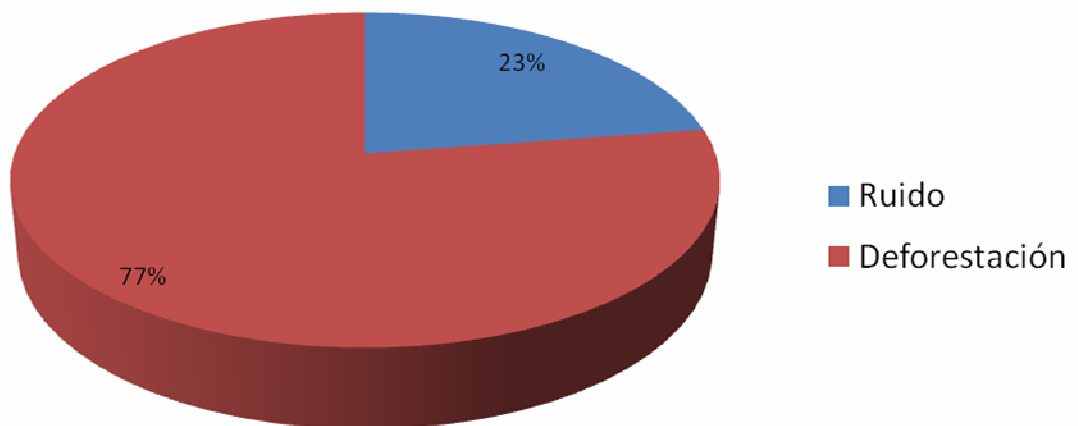
### Terraplén compactado



### Estabilizado suelo-cemento



### Construcción cerco perimetral



LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

Orden de Importancia de los Aspectos Ambientales en función de los "valores máximos de Importancia"

Actividad	Aspecto Ambientales	Valoración	Componentes Ambientales
Transporte de suelo	Perdida de combustible en el terreno	4,6	Suelo
Utilización de Maquinarias Viales	Perdida de combustible en el terreno	4,6	Suelo
Transporte de suelo	Emisión de gases	4,5	Flora
Desmote	Deforestación	4,5	Flora
Terraplén	Emisión de gases	4,5	Flora
Desmote y nivelación	Deforestación	4,5	Flora
Transporte de suelo	Perdida de combustible en el terreno	3,6	Flora
Transporte de suelo	Ruido	3,6	Fauna
Desmote	Ruido	3,6	Flora
Terraplén	Perdida de combustible en el terreno	3,6	Flora
Terraplén	Ruido	3,6	Fauna
Utilización de maquinas viales	Perdida de combustible en el terreno	3,6	Flora
Utilización de maquinas viales	Ruido	3,6	Fauna
Transporte de suelo	Ruido	3,6	Fauna
Utilización de maquinarias viales	Ruido	3,6	Fauna
Desmote y nivelación	Ruido	3,6	Fauna
Desmote	Emisión de gases	3,5	Atmósfera
Utilización de maquinarias viales	Emisión de gases	3,5	Atmósfera

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

Transporte de suelo	Emisión de gases	3,5	Atmósfera
---------------------	------------------	-----	-----------

Orden de Importancia de los Aspectos Ambientales en función de los  
**"Promedio Finales"**(Tabla N° 1)

Actividad	Aspecto Ambientales	Valoración
Desmante	<b>Deforestación</b>	2,46
Desmante y Nivelación	<b>Deforestación</b>	2,46
Utilización de Maquinarias Viales	Perdida de combustible en el terreno	2,2
Transporte de suelo	Perdida de combustible en el terreno	2,2
Transporte de suelo	Perdida de combustible	2
Terraplén	Perdida de combustible	2
Transporte de suelo	Emisión de gases maquinaria	1,64
Terraplén	Emisión de gases maquinaria	1,64
Desmante	Emisión de gases maquinaria	1,6
Utilización de maquinarias	Emisión de gases maquinaria	1,6
Transporte de suelo	Emisión de gases maquinaria	1,6
Transporte de suelo	Ruido	0,72
Desmante	Ruido	0,72
Terraplén	Ruido	0,72
Utilización de Maquinarias Viales	Ruido	0,72
Transporte de suelo	Ruido	0,72
Utilización de maquinarias viales	Ruido	0,72

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE COLONIA AYUÍ  
FACTIBILIDAD

Mac Dougall, Juan de Dios

Desmante y nivelación	Ruido	0,72
-----------------------	-------	------

<b><u>Matriz de Decisión</u></b> (Tabla N°2)	
Flora	2,13
Fauna	2,46
Atmósfera	0,76
Agua superficial	0,79
Suelo	1,20

### **Análisis de los resultados obtenidos**

De los gráficos "Orden de Importancia de los Aspectos Ambientales en función de los "Promedio Finales" (Tabla N° 1) para las actividades planteadas se puede afirmar que el Aspecto Ambiental más perjudicial es la "Deforestación", en la que los componentes ambientales más afectados son la "Flora" (2,13) y la "fauna" (2,46).

Las actividades más perjudiciales pueden observarse en la "Matriz de Importancia" siendo las dos más importantes:

- 1) Extracción de suelo para conformar las lagunas (Desmante)
- 2) Estabilizado de suelo-cemento (Utilización de Maquinarias Viales y transporte de suelos)

Se puede observar que los componentes ambientales tales como Fauna, Flora tienen una valoración de 2,46 y 2,13 respectivamente, superando al valor límite de "2" (de poca importancia), lo cual implica que se los debe "tener en consideración especial". Los demás componentes ambientales (agua superficial, atmósfera y suelo) dan valores bajos teniendo poca o mínima importancia.



## **Criterios de gestión ambiental**

Este documento se publicará en los estatutos de la empresa, se dará a conocer periódicamente dando charlas con los empleados u otra forma de comunicación. Este documento se revisara continuamente pues se trata de un trabajo dinámico que deberá reformularse o cambiarse conforme el avance de la obra.

Para seleccionar los Aspectos Ambientales más significativos se consideró lo siguiente:

Para poder tomar los **Aspectos Ambientales** a considerar en el Sistema de Gestión Ambiental de las tres tablas de valoración obtenidas de la matriz de importancia (A.A en función de los “valores máximos”, A.A. en función de los valores “Promedios Finales” y Componentes ambientales más afectados), se ha seleccionado la que nos muestra los A.A. más significativos en función de los “Promedios Finales”.

Los A.A. que NO se tendrán en cuenta en el Sistema de Gestión Ambiental será el “ruido” y las emisiones de gases; el primero por la ubicación de la obra, y la transitoriedad de sus efectos.

Los problemas ambientales ocasionados por las “emisiones de gases” que se pueden llegar a producir, serán insignificantes comparados con los problemas que los demás A. A. pueden llegar a ocasionar.

Los aspectos ambientales significativos adoptados para la realización del SGA serán:

- La Deforestación (valoración 2,46 en Tabla N° 1)
- Perdida de Combustible en el terreno (valoración 2,2 en Tabla N° 1)

## **Programas de gestión ambiental(PGA)**

Los programas relacionados con el Sistema de Gestión Ambiental son:

### **Programa de control de forestación**

No se desmontaran montes nativos o especies singulares y se evitara el uso de fuego como herramienta para desmonte y limpieza.

- Tener en cuenta el diseño de la plantación (cuadros, monotonías) para afectar de la menor manera posible el paisaje y su fragmentación

No forestar los bajos inundables o los sitios que permanecen encharcados la mayor parte del año.

- Forestar a una distancia media mayor a 30 m de los cursos de agua existentes.
- No aplicar agroquímicos en situaciones en que puedan llegar a los cursos de agua (viento, pendiente, drenaje y escurrimiento).

No eliminar totalmente la cobertura vegetal en las áreas a forestar.

Repasar periódicamente los caminos y cortafuegos.

En el manejo de desechos se debe evitar el uso de fuego como herramienta de destrucción del residuo.

### **Programa de Pérdida de Combustible en el terreno**

Se realizarán controles en el estado de la maquinaria a utilizar, asegurándose que ninguna trabaje con importantes pérdidas de combustible por su antigüedad o falta de mantenimiento.

### **MARCO LEGAL**

LEY 24.051 - Régimen penal

Art. 55— Será reprimido con las mismas penas establecidas en el art. 200 del Código Penal, el que utilizando los residuos a que se refiere la presente ley, envenenare, adulterare o contaminare de un modo peligroso para la salud, el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

Si el hecho fuere seguido de la muerte de alguna persona, la pena será de diez (10) a veinticinco (25) años de reclusión o prisión.

Art. 56- Cuando alguno de los hechos previstos en el artículo anterior fuere cometido por imprudencia o negligencia o por impericia en el propio arte o profesión o por inobservancia de los reglamentos u ordenanzas, se impondrá prisión de un (1) mes a dos (2) años.

Si resultare enfermedad o muerte de alguna persona, la pena será de seis (6) meses a tres (3) años.

LEY 25.675

Ley general del ambiente. Bien jurídicamente protegido. Principios de la política ambiental.

Artículo 1 — La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

#### Evaluación de impacto ambiental

Art. 11. Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.

Art. 12. Las personas físicas o jurídicas darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente. Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán detallados en ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados.

Art. 13. Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

### **Medidas de Mitigación**

#### **Definición:**

La mitigación o atenuación ambiental o compensación ambiental y prevención, se refiere a las medidas estructurales o no estructurales tendientes a disminuir el impacto ambiental del proyecto, tanto los costos como las especificaciones técnicas

relacionadas con estas medidas y todo otro antecedente que sea parte de su definición deben ser incorporados al proyecto.

Debe tenerse presente que las medidas de mitigación son un costo más en el proyecto, por lo tanto, deben considerarse en la evaluación económica.

Una compensación ambiental corresponde a devolver al medio ambiente lo que ha perdido debido al proyecto en la forma más similar posible.

Una compensación ambiental no es una negociación con los afectados por el proyecto, ejemplo: el proyecto de un canal de riego en el que se deben talar 2 ha de bosque en su trazado, una compensación ambiental posible sería plantar 2 ha de bosque lo más parecido al que se corto en otro lugar.

En nuestro proyecto en la zona de las nuevas lagunas se realizara movimientos de suelo y extracción de suelo vegetal, para compensar esto, una medida de mitigación que se considerará será depositar los excedentes en lugares de depósito sin generar desniveles no deberán ser zonas inestables o áreas de importancia ambiental, tales como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados (revegetación) que permita su posterior uso para las obras de restauración de la zona.