

## CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**PROYECTO:**



**"COLECTORA MÁXIMA Y PLANTA DEPURADORA  
PARA LAS LOCALIDADES DE LA MERCEDE Y SAN  
AGUSTÍN" DPTO. CERRILLOS – PCIA. DE SALTA**

**PROVINCIA: SALTA**

**DPTO: CERRILLOS**

**INFORME PARCIAL**

**VOL. I: MEMORIAS**

**PROYECTO: ING. EDUARDO VIRGILI**

**Salta, Setiembre de 2006**

## **I, II y III) Estudios Preliminares, estudios complementarios y parámetros de diseño**

### **1) Recopilación de antecedentes:**

- Fuentes de Abastecimiento de Agua al ejido urbano de La Merced y San Agustín

De acuerdo a los datos suministrados por la empresa concesionaria del servicio de agua en la provincia, la localidad de La Merced se abastece desde dos pozos profundos con una producción de 80 m<sup>3</sup>/h el primero y 71 m<sup>3</sup>/h el segundo, los cuales impulsan el agua a dos reservas: una cisterna y un tanque elevado. El número total de clientes en esa localidad es de 1349.

En San agustín cuentan con un pozo cuya producción es de 35 m<sup>3</sup>/h y cuentan con un tanque elevado como reserva, siendo 148 el número de clientes.

En la Ruta provincial N° 21 entre La Merced y San agustín, no existen servicios de agua y cloaca.

- Información proveniente de Entes y/o Organismos:

Para datos de referencias topográficas se solicitó a la empresa ASSA (Aguas de Salta) los puntos fijos IGM que la misma tiene en esa localidad, fijándose el mismo en la plaza de la localidad de La Merced, a fin de tener esos datos como puntos fijos para la elaboración del proyecto de obra, logrando de esa manera homogeneizar los datos topográficos que esa empresa tiene para su servicio de agua con el proyecto de colectora cloacal y planta depuradora que nos ocupa.

Con el objeto de ubicar los diversos sectores que comprende el presente estudio, se obtuvieron imágenes satelitales del programa Google Earth a fin de situar las partes integrantes de la obra y servir como antecedente para el estudio técnico y ambiental a realizar en el estudio preliminar en cuanto al uso del suelo y el agua en el sector donde se ubicará la planta depuradora.

- Infraestructura existente

La colectora máxima a instalar se ubicará en la zona de camino de la Ruta provincial N° 22, sobre la cual existe un gasoducto que se encuentra ubicado en la margen sur de la ruta a la salida de La Merced, cambiando luego hacia el lado norte de la misma, por lo cual se tiene previsto el tendido de la colectora por la margen opuesta a la del gasoducto, con lo cual existirá una sola interferencia en el sitio donde cambia la ubicación del conducto de gas, donde se ubicará la colectora a un nivel inferior del conducto de gas, de acuerdo a las distancias mínimas de separación que se estipula para casos de interferencias con este tipo de servicios.

A fin de cumplir con estas previsiones, se solicitaron a la empresa Gasnor los planos de los gasoductos en ambas rutas..

- Rutas Nacionales y Provinciales.

La obra se ubicará en las zonas de las rutas provinciales N° 21 y 22

- Registros hidrométricos del curso receptor si los hubiera.

Se consultó sobre estos datos a la Agencia de Recursos Hídricos de la provincia, pudiéndose constatar que no cuenta con los mismos.

Se considera que estos registros no revisten importancia alguna para el presente proyecto, pues el terreno más apto para la ubicación de la planta depuradora se encuentra totalmente fuera del cauce del río Arenales.

- Datos climáticos de la región, Precipitaciones, Temperaturas máximas, medias y mínimas

del área en estudio.

Se obtuvieron de la publicación: "Estadísticas Climatológicas de la Provincia de Salta", publicado por el Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria, con datos obtenidos entre los años 1970 y 1992

Precipitaciones:

- Precipitación media mensual: 186 mm en mes de Diciembre (mayor valor).
- Precipitación media anual: 729 mm.
- Precipitación máxima anual: 1007 mm.

Temperatura máxima media: 24.7 °.

Temperatura media: 17.3 °.

Temperatura mínima media: 10.9 °.

## **2) Estudio Poblacional**

- Datos Censales oficiales correspondientes a los Censos Nacionales efectuados en los años 1980; 1991 y 2001.

Se recabaron los datos publicados por la Dirección general de Estadísticas y Censos en sus publicaciones correspondientes a los censos nacionales de los años citados, cuyos resultados se transcriben a continuación:

La Merced:

Censo nacional 1980: 2767 habitantes.

Censo nacional 1991: 3594 habitantes.

Censo nacional 2001: 5084 habitantes.

Tasa de crecimiento anual entre 1980 y 1991: 2.41 %

Tasa de crecimiento anual entre 1991 y 2001: 3.53 %

Nº de habitantes por vivienda:  $5084/1012=5.02$

Para el cálculo de la población futura se aplica el método de la tasa anual media decreciente, ya que el mismo ofrece la menor probabilidad que existan desvíos excesivos y requiere un nivel de información bajo, con poca complejidad de implementación.

Aplicando esta metodología, se calcula la población para el año 2006 con la tasa de 3,53 %, con lo cual resulta:

$$P_{2006} = 5084(1+0.0353)^5 = 6047 \text{ hab.}$$

Con el objeto de homogeneizar información y con el dato del número de clientes con que cuenta Aguas de Salta de acuerdo a su informe, se comparan ambos datos tomando el nº de habitantes por vivienda del censo, con lo cual el número de habitantes abastecido de agua potable es de:

$$1348 \text{ clientes} \times 5.02 = 6.767 \text{ hab.}$$

Como puede observarse este último valor resulta mayor al calculado con los datos censales, por lo cual se considera conveniente adoptar la población servida por Aguas de Salta como población actual.

San Agustín:

Censo nacional 1980: 320 habitantes.

Censo nacional 1991: 659 habitantes.

Censo nacional 2001: 691 habitantes.

Tasa de crecimiento anual entre 1980 y 1991: 6.79 %

Tasa de crecimiento anual entre 1991 y 2001: 0.48 %

N° de habitantes por vivienda: (igual valor que La Merced)=5.02

$P_{2006} = 691(1+0.0048)^5 = 708$  hab.

Se comparan los valores deducidos del censo con la población servida, tomando el n° de habitantes por vivienda del censo, con lo cual el número de habitantes abastecido de agua potable es de:

$146 \text{ clientes} \times 5.02 = 733$  hab.

Como puede observarse este último valor resulta mayor al calculado con los datos censales, por lo cual se considera conveniente adoptar la población servida por Aguas de Salta como población actual.

Resumen de datos de población de diseño de ambas localidades y totales:

PERIODO	LA MERCED	SAN AGUSTIN	TOTALES
Inicial (año 2007)	7059	738	7797
A 10 años	10763	792	11555
A 20 años	14974	851	15825

– Datos de población registrados oficialmente, si los hubiere, en la Provincia y/o en la Municipalidad de La Merced.

No se encontraron datos poblacionales en la provincia ni tampoco en el municipio.

### 3) Condiciones sociales según Censos

### 2.2.3\_ Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas.

Provincia de Salta, según municipio. Año 1991.

Municipio	Total hogares	Hogares con NBI	%
Total	178069	60421	33,9
Apolinario Saravia	1337	665	49,7
El Quebrachal	1655	924	55,8
General Pizarro	433	295	68,1
Joaquín V. González	3268	1668	51,0
Las Lajitas	1300	682	52,5
Cachi	882	516	58,5
Payogasta	306	244	79,7
Cafayate	1796	644	35,9
Salta	75849	15643	20,6
San Lorenzo	875	333	38,1
Cerrillos	2506	894	35,7
La Merced	1285	540	42,0
Chicoana	1502	692	46,1
El Carril	1283	415	32,3
Campo Santo	1353	417	30,8
El Bordo	1167	354	30,3
General Güemes	5112	1266	24,8
Aguaray	2243	1004	44,8
Embarcación	4252	2129	50,1
Gral. Ballivián	397	255	64,2
Gral. Mosconi	3575	1064	29,8
Prof. Salvador Mazza	2322	1125	48,4
Tartagal	9904	4065	41,0
Guachipas	597	412	69,0
Iruya	944	721	76,4
Isla de Cañas	242	155	64,0
La Caldera	397	217	54,7
Vaqueros	510	279	54,7
El Jardín	313	122	39,0
El Tala	519	162	31,2
La Candelaria	267	120	44,9
La Poma	265	182	68,9
Coronel Moldes	772	304	39,4
La Viña	608	265	43,6
San A. de los Cobres	980	410	41,8
Tolar Grande	105	22	21,0
El Galpón	1712	855	49,9
Metán	5408	1377	25,5
Río Piedras	309	139	45,0
Molinos	359	272	75,8
Seclantás	486	310	63,8
Colonia Santa Rosa	2877	1718	59,7
Hipólito Yrigoyen	2046	613	30,0
Orán	11361	5114	45,0
Pichanal	3139	1852	59,0
Urundel	532	283	53,2
Rivadavia Banda Norte	1750	1267	72,4
Rivadavia Banda Sur	1265	1012	80,0
Santa Victoria Este	1223	1062	86,8
El Potrero	924	506	54,8
R. de la Frontera	4861	1284	26,4
Campo Quijano	1846	728	39,4
Rosario de Lerma	3348	1063	31,8
Angastaco	444	195	43,9
Animaná	262	82	31,3
San Carlos	640	236	36,9
Los Toldos	390	193	49,5
Nazareno	522	273	52,3
Santa Victoria Oeste	1216	782	64,3

Nota: Se define a los indicadores de la siguiente manera:

Hacinamiento: hogares con más de 3 personas por cuarto

Vivienda: hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u

Condiciones Sanitarias: hogares que no tienen ningún tipo de retrete.

Asistencia Escolar: hogares con algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela

Capacidad de Subsistencia: hogares con 4 o más personas por miembro ocupado además, cuyo jefe tiene baja educación.

Fuente: Dirección General de Estadísticas, en base a datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 1991.

**2.2.3.1 Hogares y Población total y con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).**  
**Provincia de Salta según departamento y municipio. Año 2001.**

Departamento	Municipio	Hogares (1)			Población (1)		
		Total	Con NBI (2)	% (3)	Total	Con NBI (2)	% (4)
<b>Total</b>		<b>241.407</b>	<b>66.434</b>	<b>27,5195</b>	<b>1070527</b>	<b>338.484</b>	<b>31,618446</b>
<b>Anta</b>	Apolinario Saravia	1912	782	40,899582	8563	3841	44,855775
	El Quebrachal	2209	801	36,260751	10222	4168	40,774799
	General Pizarro	595	279	46,890756	2887	1467	50,85624
	Joaquín V. González	4092	1537	37,561095	19116	8334	43,596987
	Las Leñas	1881	753	40,031698	9119	3981	43,656103
<b>Cachi</b>	Cachi	1146	382	33,333333	5201	1787	34,358777
	Payogasta	387	146	37,726098	2026	829	40,918065
<b>Cafayate</b>	Cafayate	2534	841	25,295875	11816	3183	27,40186
<b>Capital</b>	Salta	107631	19892	18,481664	460042	97774	21,253277
	San Lorenzo	1884	421	22,346072	8217	2140	26,043568
<b>Cerrillos</b>	Cerrillos	3740	1139	30,454545	17533	6026	34,369475
	La Merced	1764	579	32,823129	8660	3310	38,221709
<b>Chicoana</b>	Chicoana	1816	630	34,69166	8447	3211	38,013496
	El Carril	2065	614	29,733656	9770	3140	32,139202
<b>General Güemes</b>	Campo Santo	1539	438	28,460039	6994	2305	32,95682
	El Bordo	1340	415	30,970149	6080	2117	34,819079
	General Güemes	6720	1801	26,800595	29049	8805	30,310854
<b>Gral. José de San Martín</b>	Aguaray	2899	1040	35,874439	13196	5468	41,436799
	Embarcación	5210	2106	40,422265	23892	11212	46,927842
	General Beltrán	720	453	62,916667	2854	1877	65,537709
	General Mosconi	4527	1331	29,40137	19645	6394	32,547722
	Profesor Salvador Mazza	3863	1336	34,58452	18355	7342	40
	Tartagal	13491	4588	34,007857	60084	23833	39,666134
	Guachipas	798	335	41,97995	3208	1433	44,669576
<b>Iruya</b>	Iruya	970	457	47,113402	4454	2138	48,001796
	Isla de Caños	401	219	54,613466	1769	953	53,872244
<b>La Caldera</b>	La Caldera	528	190	35,984848	2209	835	37,799809
	Vaqueros	798	215	26,942358	3425	1014	29,605839
<b>La Candelaria</b>	El Jardín	400	133	33,25	1688	617	36,552133
	El Tala	585	171	29,230769	2505	763	30,459082
	La Candelaria	257	101	39,299611	1085	474	43,686636
<b>La Poma</b>	La Poma	345	129	37,391304	1714	744	43,407235
<b>La Viña</b>	Coronel Moldes	965	277	28,704663	4143	1294	31,233406
	La Viña	659	242	36,722307	2949	1122	38,046796
<b>Los Andes</b>	San Antonio de los Cobres	1202	453	37,687188	5402	2296	42,502777
	Tolar Grande	35	6	17,142857	130	21	16,153846
<b>Metán</b>	El Galpón	1850	713	38,540541	8292	3473	41,883743
	Metán	6496	1500	23,091133	28740	7595	26,426583
	Río Piedras	393	187	50,127226	1703	801	47,034645
<b>Molinos</b>	Molinos	436	226	51,834882	2404	1434	59,650582
	Seclantás	606	231	38,118812	3140	1247	39,713376
<b>Orán</b>	Colonia Santa Rosa	3287	1428	43,44387	16314	8256	50,606841
	Hipólito Yrigoyen	2285	613	26,827133	10506	3190	30,363602
	Orán	15318	5368	35,043739	72058	29025	40,280052
	Pichanai	4508	2034	45,119787	21228	10990	51,771246
<b>Rivadavia</b>	Urundel	639	327	51,173709	3141	1793	57,083731
	Rivadavia Banda Norte	2045	988	48,312958	9338	5226	55,964875
	Rivadavia Banda Sur	1723	1028	59,547301	8087	5145	63,620626
	Santa Victoria Este	1899	1306	68,773038	9853	7497	76,088501
<b>Rosario de la Frontera</b>	El Potrero	792	340	42,929293	3165	1426	45,055292
	Rosario de la Frontera	6001	1300	21,663058	24891	5974	24,195051
<b>Rosario de Lerma</b>	Campo Quijano	2655	828	31,186441	12044	4127	34,266025
	Rosario de Lerma	4683	1232	26,307922	21549	6342	29,4306
<b>San Carlos</b>	Angastaco	463	208	44,924406	2498	1216	48,678943
	Animaná	291	58	19,931271	1452	414	28,512397
	San Carlos	700	194	27,714286	3199	882	27,883714
<b>Santa Victoria</b>	Los Toldos	492	240	48,780488	2215	1057	47,72009
	Nazareno	621	302	48,63124	2854	1389	48,668535
	Santa Victoria Oeste	1316	743	56,458967	6017	3727	61,941167

### 5.7.3\_ Servicios de agua corriente y cloacas

#### 5.7.3.1\_ Conexiones de agua corriente y cloacas. Provincia de Salta por localidad o paraje. A Marzo 2005.

Localidad o Paraje	Conexiones			Total de conexiones de agua	Total de conexiones de cloaca
	Agua solamente	Cloaca solamente	Agua y Cloaca		
unidades de consumo					
Total	68.597	7.777	145.714	234.511	173.491
Aguaray	2.028	-	-	2.028	-
Aguas Blancas	65	-	268	333	268
Alemanía	11	-	-	11	-
Alto Alegre	28	-	-	28	-
Angastaco	205	-	-	205	-
Animaná	348	-	-	348	-
Apolinario Saravia	408	-	936	1.344	936
Atocha	603	-	-	603	-
Betania	93	-	-	93	-
Cachi	248	-	449	697	449
Cafayate	293	26	2.783	3.076	2.809
Campamento Vespucio	285	-	344	629	344
Campo Blanco	21	-	-	21	-
Campo Quijano	2.102	-	16	2.118	16
Campo Santo	1.283	-	-	1.283	-
Cepitazuti	73	-	-	73	-
Celbalito	49	-	-	49	-
Cerrillos	1.098	10	2.720	3.818	2.730
Chicoana	505	-	671	1.176	671
Cobos	257	-	-	257	-
Colonia Santa Rosa	617	1.536	93	710	1.629
Coronel Oñero	85	-	-	85	-
Coronel Cornejo	526	-	-	526	-
Cnel. Juan Sola (Est Morillo)	716	-	-	716	-
Coronel Moldes	802	-	36	838	36
Cnel. Molinedo	397	-	-	397	-
Dragones	361	-	-	361	-
El Barrial	89	-	-	89	-
El Bordo	1.332	-	2	1.334	2
El Carril	2.113	-	253	2.366	253
El Galpón	99	-	1.186	1.285	1.186
El Quebrachal	1.352	-	-	1.352	-
El Tala	642	-	-	642	-
El Tunal	130	-	-	130	-
El Vencido	39	-	-	39	-
Embarcación	1.737	-	2.126	3.863	2.126
Geona	501	-	-	501	-
Gral. Bellvian	394	-	-	394	-
Gral. Güemes	2.175	3	5.619	7.794	5.622
Gral. Mosconi	2.837	2	924	3.761	926
Gral. Pizarro	154	-	-	154	-
Guechipas	502	-	-	502	-
Hickmann	114	-	-	114	-
Hipólito Yrigoyen	368	1.405	5	373	1.410
J.V. González	1.566	2	2.061	3.627	2.063
La Caldera	620	-	-	620	-
La Calderilla	68	-	-	68	-
La Candelaria	179	-	1	180	1
La Merced	1.283	-	-	1.283	-
La Sileta	496	-	-	496	-
La Viña	426	-	-	426	-
Las Lajitas	144	20	1.350	1.494	1.370
Los Blancos	185	-	-	185	-
Luis Burela	106	-	-	106	-
Lumbreras	94	-	-	94	-
Macapillo	40	-	-	40	-
Metán	460	20	7.028	7.488	7.048
Metán Viejo	123	-	-	123	-
Ntra. Sra. de Televera	268	-	-	268	-
Palomitas	8	-	-	8	-
Peña Morada	10	-	-	10	-
Pichanal	1.565	181	1.968	3.533	2.149
Piquete Cabedo	96	-	-	96	-
Piquenda	126	-	-	126	-
Pluma del Palo	84	-	-	84	-
Río Carapará Norte	89	-	-	89	-
Río Carapará Sur	91	-	-	91	-
Río Piedras	25	-	-	225	-
Río del Valle	145	-	-	145	-
Rosario de la Frontera	842	3	5.642	6.484	5.645
Rosario de Lerma	1.944	3.318	196	2.140	3.514
Salta - Capital	14.478	1.199	105.487	119.965	106.686
Salvador Mazza	3.823	-	3	3.826	3
San A. de los Cobres	527	-	422	949	422
San Agustín	147	-	-	147	-
San Carlos	118	2	494	612	495

- Tarifas vigentes de los servicios públicos de la localidad:

Se detallan las tarifas públicas que aplica la municipalidad de La Merced en el informe por ella emitido.

- Servicio de agua potable y cloacas.

El servicio de agua potable se encuentra a cargo de la empresa Aguas de Salta, de acuerdo a lo descrito en el punto 1, *Recopilación de antecedentes*. Una vez implementado el servicio de desagües cloacales de acuerdo al presente proyecto, la citada empresa tomará a su cargo este servicio.

- Suministro eléctrico

A cargo de la empresa EDESA.

- Servicio de desagote de pozos negros.

A cargo de la municipalidad de La Merced.

- Recolección y disposición de sólidos Urbanos.

A cargo de la municipalidad de La Merced.

#### **4) Datos Urbanísticos**

- Relevamiento, en zona de traza de colectoras, de calles pavimentadas, calles con cordón cuneta, enripiadas, de tierra, etc.

Se encuentran detallados en los planos topográficos respectivos.

- Plan director de desarrollo urbano, si lo hubiere.

No existe plan director de desarrollo urbano, de acuerdo a lo manifestado por la municipalidad en nota adjunta.

- Código de edificación vigente, si lo hubiere.

No existe código de edificación vigente, tal como se aclara en el párrafo anterior.

- Urbanización existente en zonas de colectoras y en zona de expansión futura.

En sectores de colectoras existen viviendas aledañas a la ruta en cuya zona se ubicará el conducto cloacal, sirviendo el mismo para el vuelco de aguas servidas de las citadas viviendas.

En cuanto a zonas de expansión futura, las mencionadas en el informe municipal se encuentran en sectores de nivel topográfico superior al de la colectora máxima, por lo cual no habrá inconveniente en volcar los desagües a la misma.

Respecto a los barrios tipo FONAVI a construir, no se conoce su ubicación ya que las empresas constructoras de los mismos deben proveer el terreno donde se asentarán.

Teniendo en cuenta que los terrenos de menor precio son los situados en sectores bajos, se identificaron los mismos dentro de la localidad de La Merced, ubicando una traza para



una futura colectora máxima para dichos barrios que se empalmará con la prevista en la zona de ruta cuando se construyan los mismos, dejando previsto ese empalme en la primera etapa a construir. Dicha traza se detalla como futura etapa en el plano de la colectora máxima, en el tramo entre La Merced y San Agustín, la cual cuenta con una pendiente del 7.7 por mil, superior a la mínima necesaria para cualquier tramo de red o colectora máxima. De esta manera se contempla la salida de los desagües cloacales de los sectores bajos que aún no se encuentran urbanizados.

## **5 )Impacto Ambiental**

### **– Problemas ambientales del área**

En el informe emitido por la Municipalidad de la Merced que se adjunta se detallan los problemas ambientales detectados, entre los cuales se destaca el colmatamiento de los pozos negros y la falta de espacio para otros nuevos en las viviendas del sector céntrico de la localidad.

En cuanto a los vertidos industriales, la empresa que tomará a cargo el servicio de desagües cloacales deberá exigir que los parámetros de vuelco de los citados efluentes sean compatibles con los de aguas servidas domésticas.

### **Hidrología**

- De acuerdo a los datos proporcionados por la Agencia de Recursos Hídricos de la provincia, el módulo del Río Arenales en el sector de la descarga de la planta depuradora proyectada es de 24.40 m<sup>3</sup>/seg y el caudal mínimo medio: 7 m<sup>3</sup>/seg. Este caudal mínimo supera ampliamente el de descarga de la futura planta depuradora que alcanza el valor 0.0882 m<sup>3</sup>/seg. Con esto queda demostrado que el cauce receptor tiene un caudal permanente durante todo el año, lo cual es aconsejable para el caso de elección de tratamiento mediante lagunas de estabilización.

## **6) Reconocimientos visuales:**

### **– Evaluación y conclusiones sobre ubicación traza colectora y planta.**

De los reconocimientos visuales realizados se concluyó que la traza más conveniente de la colectora máxima entre las localidades de La Merced y San Agustín se ubica en la zona de la ruta provincial N° 22. En cuanto al tramo final entre San Agustín y el predio para la planta depuradora, se estudiaron cuatro alternativas:

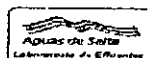
- La primera en dirección norte por la ruta provincial N° 21 hasta un camino de ingreso a la Finca San Martín y desde allí hacia el este hasta la margen derecha del río Arenales, donde se ubicaría el predio de la planta.
- La segunda hacia el este por un camino vecinal a la finca San Agustín, hasta la margen derecha del río Arenales. Esta última también se desechó por dos motivos:
  - En el sector de llegada a la planta depuradora los terrenos son anegadizos durante todo el año, considerándose el terreno como no apto para los fines previstos.
  - La colectora máxima en el extremo sur este de San Agustín alcanza una profundidad de 10 m debido a la configuración topográfica de la localidad mencionada.
- La tercera alternativa es una traza de la colectora en dirección hacia el sur de San Agustín, la cual presenta el mismo problema que la segunda respecto a la

profundidad de la cañería en el extremo sur este de la localidad de San Agustín, para luego dirigirse hacia el este hacia la margen del río arenales, por un camino vecinal. Esta alternativa también fue desechada pues el recorrido de la cañería se incrementaba en 4 Km respecto a las anteriores.

Se adoptó como la más conveniente la primera por ser la que presenta las mejores condiciones para ubicar el predio de la planta depuradora, permitiendo a la colectora máxima llegar al sitio con la menor longitud que las otras y con profundidades razonables, evitando el bombeo en el ingreso a las lagunas, lo que constituye un abaratamiento considerable en costos de operación y mantenimiento.

## **7) Caracterización de los líquidos cloacales.**

Teniendo en cuenta que no existen antecedentes sobre caracterización de los líquidos Cloacales en las localidades de La Merced y San Agustín por no contar con servicio para la evacuación y tratamiento de tales efluentes, se tomarán los datos disponibles, físicos, químicos y bacteriológicos de la localidad de El Carril, situada a 10 Km. Al sur de La Merced, ya que presenta una población y características socioeconómicas y climatológicas similares. No se tomaron los datos de Cerrillos como estaba dispuesto originalmente porque no se encontraron, siendo los datos de El Carril tan válidos como los de Cerrillos por ser localidades de la misma zona.



Salta, 10 de Junio de 2006

# INFORME DE RESULTADOS DE EFLUENTES

HH-101-ET-LAB01-15

ZONA - VASA de Llama									
PROCEDENCIA: EL CAJON									
SITIO DE MUESTREO: 1 - Crudo									
MUESTRA Nº	Unidad	V.M.P.	1						
Fecha de Extracción	-	-	24/5/06						
Hora de Extracción	-	-	18:20						
Temp. Muestra	°C	25.5	18.1						
Temp. Ambiente	°C	-	9.0						
Color (Pt-Co)	-	sin color	gris						
Olor	-	nulo	abund						
Destino del Efluente: Rio Pulares									
ANALISIS FISICOQUIMICOS									
pH	-	5.5-10	7.79						
TM.Sed.10"	mg/l	<0.5	1.2						
TM.Sed.2 ha	mg/l	<5.0 (*)	1.5						
ODD	mg/l	(*)	239						
Clorgeno Consumido	mg/l	<28	48						
Clorgeno Disuelto	mg/l	(*)	0.0						
ODSOS	mg/l	<19	186						
Pluógeno Forst	mg/l	(*)	17.24						
Edafico Toxi	mg/l	-	1.64						
Substancias	mg/l	-	-						
ANALISIS BACTERIOLOGICO									
Bacterias Cultivables									
Totales	NMP/100 ml		5.1.10 <sup>7</sup>						
Bacterias Conf. Fecales	NMP/100 ml		5.1.10 <sup>7</sup>						

(\*) Parámetros de control y evaluación internos  
V.M.P.: Valor máximo permitido. Considerado en Salta de Sistema

Versión: 02 Fecha vig: 01.10.04

OBSERVACIONES:  
Análisis realizados sobre muestras instantáneas

*[Firma]*  
CRISTIAN ANDRES SLEIMAN  
OPTO. CALIDAD Y PROCESOS  
GERENCIA DE PRODUCCION  
AGUAS DE SALTA

*[Firma]*  
VERÓNICA B. YEPEZ  
Responsable de Laboratorio  
AGUAS DE SALTA

## 8) Caracterización del cuerpo receptor.

Se adjunta planilla de análisis físico químico y bacteriológico del agua del río Arenales en un sitio denominado Paso Sarmiento, que se encuentra a 3,10 Km aguas arriba del predio donde se ubicará la planta depuradora, en dos fechas representativas: Agosto y Diciembre del 2003. Se considera representativo este sitio en razón de no existir derrames de aguas servidas o desagües industriales representativos hacia el cauce receptor en esa distancia.



Salta, 11 de Agosto del 2003

## PROTOCOLO DE RESULTADOS ANALÍTICOS

ZONA : Capital										
PROCEDENCIA : Planta Depuradora Sur										
SITO DE MUESTREO:										
1- Afluente										
2- C.P.S.P.										
3- C.P.L.P.										
4- C.P.S.S.										
5- Efluente										
6- Río Arenales 100 m. Antes descarga										
7- Río Arenales 100m. Despues descarga										
8 -Río Arenales después desc. ( Paso Samiento )										
MUESTRA N°	Unidad	V.M.P.	1	2	3	4	5	6	7	8
Fecha de Extracción	-	-	8/8/03	8/8/03	8/8/03	8/8/03	8/8/03	8/8/03	8/8/03	8/8/03
Hora de Extracción	-	-	9:16	9:30	9:55	10:07	10:19	10:45	10:59	11:55
Temp Muestra	°C	<45	19	20	20	19	19	16	17	14
Temp Ambiente	°C		10	10	10	10	10	8	8	11
Color (visual)	-	sin color	gris	gris	gris	gris	gris	crist.	gris	crist.
Olor	-	nulo	nulo	nulo	nulo	escaso	nulo	nulo	nulo	nulo
Destino del Efluente : Río Arenales										
ANALISIS FISICO QUIMICO										
pH	-	5,5-10	7.82	7.75	7.28	7.72	7.75	7.83	7.84	7.85
Sól.Sed.10'	ml/l	<0,5	2.0	3.0	0.1	1.0	0.2	0.1	2.5	0.2
Sól.Sed.2 hs	ml/l	<5,0 (*)	3.0	4.5	0.3	2.5	0.5	0.2	3.0	0.3
DQO	mg/l	(*)	314	338	155	106	91	108	91	45
Oxígeno Consumido	mg/l	<20	42	27	19.5	27.5	18.5	10.8	31.2	12.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	(*)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	2.1	2.5	3.2
DBO5	mg/l	<50	126	125	64	50	35	26	48	26
Nitrógeno Total	mg/l	(*)	38.74	28.24	26.24	23.74	22.5	7.5	14.99	14.68
N - Amonio	mg/l	-								
ANALISIS BACTERIOLOGICO										
Bacterias Coliformes Totales NMP/100 ml		-	9,2.10 <sup>7</sup>	9,2.10 <sup>7</sup>	2,2.10 <sup>8</sup>	9,2.10 <sup>8</sup>	9,2.10 <sup>8</sup>	5,1.10 <sup>4</sup>	9,2.10 <sup>4</sup>	5,1.10 <sup>4</sup>
Bacterias E. Coli NMP /100 ml		-	9,2.10 <sup>8</sup>	5,1.10 <sup>8</sup>	5,1.10 <sup>8</sup>	5,1.10 <sup>8</sup>	2,2.10 <sup>8</sup>	5,1.10 <sup>8</sup>	2,2.10 <sup>4</sup>	5,1.10 <sup>4</sup>

OBSERVACIONES: Los análisis se realizaron sobre muestras instantáneas .



Salta, 23 de Diciembre de 2.003

## INFORME DE RESULTADOS DE EFLUENTES

ZONA : Capital		REG02-IO-LAB01.15									
PROCEDENCIA: Planta Depuradora Sur											
SITIO DE MUESTREO: 1- Afluente 2- C.P.S.P. 3- C.P.L.P. 4- C.P.S.S. 5- Efluente 6- Río Arenales 100 m. Antes descarga 7- Río Arenales 100m. Después descarga 8- Río Arenales después desc. ( Paso Sarmiento )											
MUESTRA Nº	Unidad	V.M.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Fecha de Extracción	-	-	16/12/03	16/12/03	16/12/03	16/12/03	16/12/03	16/12/03	16/12/03	16/12/03	
Hora de Extracción	-	-	10:40	10:50	11:20	11:40	11:55	12:35	13:00	13:25	
Temp Muestra	°C	<45	22.6	22.9	24	19.5	24	22.1	25.6	26	
Temp Ambiente	°C		26.9	26.9	27	32	32	32.9	32.9	33	
Color (visual)	-	sin color	gris	gris	gris	gris	gris	gris	gris	gris	
Olor	-	nulo	abund.	escaso	escaso	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	
Destino del Efluente: Río Arenales											
ANALISIS FISICOQUIMICOS											
pH	-	5.5-10	7.72	7.59	7.64	7.84	7.84	8.26	7.81	8.22	
Sól.Sed.1h	ml/l	<0.5	2.50	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	
Sól.Sed.2 hs	ml/l	<5.0 (*)	3.0	3.5	0	1	0	0	0.2	0	
DOO	mg/l	(*)	362	448	202	183	140	44	132	36	
Oxígeno Consumido	mg/l	<20	46.0	47.0	23	27	16.0	26.0	18.0	4.0	
Oxígeno Disuelto	mg/l	(*)	0	0	0	3	40	4	2	7	
DEO5	mg/l	<50	157	153	61	45	20	27	31	9	
Nitrógeno Total	mg/l	(*)	27	19	13	6.7	15.7	12.9	12.9	15.2	
ANALISIS BACTERIOLOGICO											
Bacterias Coliformes		-	9,2.10 <sup>7</sup>	9,2.10 <sup>7</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	9,2.10 <sup>6</sup>	
Totales NMP/100 ml		-	9,2.10 <sup>7</sup>	9,2.10 <sup>7</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>6</sup>	9,2.10 <sup>6</sup>	
Bacterias Colif. Fecales		-	5,1.10 <sup>7</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>5</sup>	5,1.10 <sup>5</sup>	
NMP/100 ml		-	5,1.10 <sup>7</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	2,2.10 <sup>6</sup>	5,1.10 <sup>5</sup>	5,1.10 <sup>5</sup>	

Version: 00 Fecha vig.: 01-10-03

### 9) Determinación de caudales cloacales actuales y futuros. Coeficiente de descarga

En planilla que se adjunta a continuación, se describe el cálculo de la población de diseño y los caudales, de acuerdo a las normas E.N.O.H,Sa.

## OBSERVACIONES

DESCRIPCION	UNIDADES	INGRESO	
Opción entre: población con o sin crecimiento		CON	
Tipo de red: 1: Localidad 2: Barrio o Loteo		1	
P <sub>70</sub> : Población según censo 1970	(hab)	2067	
P <sub>80</sub> : Población según censo 1980	(hab)	2767	
P <sub>91</sub> : Población según censo 1991	(hab)	3594	
P <sub>01</sub> : Población 2006	(hab)	6767	DE INFORME PARCIAL
P : Población para el caso sin crecimiento (fija)	(hab)		
n <sub>0</sub> : Período entre último censo y puesta en marcha del sistema.	( años )	1	
n : Período de diseño	( años )	20	
n <sub>1</sub> : Período entre las fechas inicial y final del primer subperíodo.	( años )	10	
n <sub>2</sub> : Período entre las fechas inicial y final del segundo subperíodo.	( años )	10	
d : Dotación de agua potable	(m <sup>3</sup> /hab día)	0,250	
C <sub>R</sub> : Coeficiente de retorno	(adimensional)	0,8	
C <sub>i</sub> : Coeficiente por infiltración	(adimensional)	1,00	No se aplica para el caso de Q <sub>LD</sub>
C <sub>b</sub> : Coeficiente de bombeo	(adimensional)	1,10	
n : Coeficiente de Manning	(adimensional)	0,010	

## PROCESAMIENTO DE DATOS GENERALES

## FORMULAS

(para el caso de población sin crecimiento las tasas resultan nulas)

i <sub>1</sub> : Tasa de crecimiento entre '06 y '91)	(%)	4,31	$i_1 = (P_{01} / P_{91})^{1/(06-91)} - 1$
i <sub>3,91-80</sub> : Tasa de crecimiento entre censos '91 y '80	(%)	2,41	$i_{91-80} = (P_{91} / P_{80})^{1/(91-80)} - 1$
i <sub>2</sub> : Tasa de crecimiento promedio	(%)	3,36	$i_2 = (1/2) * (i_1 + i_{91-80})$
i <sub>2</sub> : Tasa de crecimiento del segundo subperíodo	(%)	3,36	si i <sub>2</sub> < i <sub>1</sub> entonces: i = i <sub>2</sub> , sino i = i <sub>1</sub>
P <sub>i</sub> : Población inicial ( puesta en marcha de servicio )	(hab)	7059	$P_i = P_{01} [ 1 + ( i_1 * 100 ) ]^{n_i}$
P <sub>f</sub> : Población final correspondiente al t <sup>ta</sup> subperíodo	(hab)	10763	$P_f = P_i [ 1 + ( i_1 * 100 ) ]^{n_i}$
P <sub>n</sub> : Población final o de diseño	(hab)	14974	$P_n = P_f [ 1 + ( i_1 * 100 ) ]^{n_2}$
COEFICIENTES DE CAUDALES :			
Para 20 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 10 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 0 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 20 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 10 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 0 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 20 años: α <sub>1</sub>		1,40	Segun tablas de normas ENOHSA
Para año 0 : α <sub>2</sub>		1,70	Segun tablas de normas ENOHSA
Para año 0 : β <sub>1</sub>		0,70	Segun tablas de normas ENOHSA
CAUDALES :			
Q <sub>E10</sub> (máximo horario a 10 años)	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0593	$Q_{E10} = \alpha_{10} * P_{10} * d * C_R * C_i \cdot 86.400$
Q <sub>E20</sub> (máximo horario a 20 años)	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0825	$Q_{E20} = \alpha_{20} * P_{20} * d * C_R * C_i \cdot 86.400$
Q <sub>LD</sub> (autolimpieza inicial)	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0194	$Q_{LD} = \alpha_2 * \beta_1 * P_0 * d * C_R \cdot 86.400$
Q <sub>C20</sub> ( medio diario a 20 años )	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0347	$Q_{C20} = P_{20} * d * C_R * C_i \cdot 86.400$
Q <sub>b0</sub> ( bombeo actual )	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0428	$Q_{b0} = C_b * \alpha_0 * P_0 * d * C_R * C_i \cdot 86.400$
Q <sub>b10</sub> ( bombeo a 10 años )	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0652	$Q_{b10} = C_b * Q_{E10}$
Q <sub>b20</sub> ( bombeo a 20 años )	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0907	$Q_{b20} = C_b * Q_{E20}$

#### **IV. Anteproyecto de la Red Colectora de San Agustín y Colectora Máxima**

##### **1. Planteo de Alternativas de la Colectora Máxima**

Adjudicando prioridad a los conductos con escurrimiento por gravedad y evitando en lo posible las estaciones elevadoras y por ende las respectivas impulsiones, se describen las características del anteproyecto que resulta factible de los datos emergentes del estudio preliminar y del reconocimiento visual efectuado.

La localidad de La Merced cuenta con un proyecto ejecutivo de una red de colectoras cloacales que cubre la totalidad del ejido urbano, en el cual se preve el empalme de la misma en una colectora máxima a proyectar. Esta última se ubicará en su primer tramo al costado de la ruta provincial N° 22, desde el extremo sudeste de la localidad de La Merced en dirección oeste este hasta San Agustín, donde se construirá una red de colectoras, la cual empalmará a la colectora máxima citada en esa última localidad, para luego proseguir con su tendido hacia la ubicación del predio donde se construirá la planta depuradora en la margen derecha del Río Arenales, en cuyo cauce volcarán los efluentes de la citada planta, una vez tratados.

Se tiene previsto también el trazado de una red colectora por la zona de camino en la cuneta norte de la ruta provincial N° 22, desde la boca de registro N° 198 hasta el ingreso a la localidad de San Agustín, donde empalma con la colectora máxima que se inicia en La Merced. Este trazado se adoptó debido que existen un total de 7 viviendas en ese costado de la ruta, las cuales se conectarían a la misma sin necesidad de cruzar el camino. Para el tramo descrito se previó un total de 200 personas, que equivalen a un total de 40 viviendas. Como puede apreciarse, en el tramo donde actualmente no hay viviendas no se previó el trazado de colectoras.

El estudio preliminar descripto sigue en su recorrido la pendiente natural del terreno, permitiendo de esta manera llegar hasta el predio donde se ubicará la planta depuradora sin necesidad de efectuar bombeo cloacal ni alargar la longitud del conducto, evitando de esta manera los costos que estas instalaciones de impulsión traen aparejados y los inconvenientes técnicos que inevitablemente resultan del uso de las mismas.

En cuanto a las profundidades a adoptar, se tendrán en cuenta la que sea necesaria en ciertos puntos de la conducción para que puedan empalmar sectores a urbanizar, tanto en las localidades de La merced y San Agustín como de la traza de la colectora entre las mismas y el predio donde se preve la planta depuradora

Se usarán cañerías de PVC cloacal para la red y colectora máxima, por considerar el material citado como el más apropiado para este tipo de conductos, por sus antecedentes en obras similares y su costo competitivo con otros materiales hasta diámetros de 500 mm.

Habiéndose adoptado la traza propuesta en el anteproyecto para el diseño de la colectora, se calculó la misma para que trabaje a superficie libre, de acuerdo a las tablas de Woodward y Possey, detallándose a continuación las fórmulas utilizadas:

- Capacidad : es el caudal máximo que puede conducir la cañería a superficie libre para una relación máxima de H/D igual a 0,94 con el diámetro y la pendiente adoptados

$$Q_{MAX} = ( D^{2,67} \times i^{1/2} ) / ( 0,3352 \times n )$$

- Adimensional de Woodward-Possey (AWP): es un coeficiente que se calcula en base a los valores de la tabla mencionada a fin de determinar la relación H/D en que trabajará el conducto para el caudal de cálculo

$$AWP = ( Q \times n ) / ( D^{2,67} \times i^{1/2} )$$

- Fuerza tractiva : valor de la fuerza que arrastra las partículas finas, cuyo mínimo es 0,10 Kg/m<sup>2</sup> , calculada para Q<sub>MIN</sub>

$$Ft = 690 \times Q_{MIN}^{0,375} \times i^{0,81} \times n^{0,46}$$

- Velocidad : se calcula para el tirante en que trabaja la cañería, con el coeficiente  $\Omega/D^2$  (siendo  $\Omega$  la superficie correspondiente al caudal Q<sub>MAX</sub> ), de acuerdo a la fórmula :

$$V = Q / ( \Omega/D^2 \times D^2 )$$

Como puede apreciarse en la memoria técnica adjunta, el valor máximo del caudal se encuentra por debajo de la capacidad de conducción del conducto, trabajando la cañería a relaciones H/D menores a 0,94.

En cuanto a la velocidad, los valores son menores a 3 m/seg, como se estipula para evitar la abrasión de los caños por arrastre de partículas.

También se verificó la fuerza tractiva, con lo cual se asegura que no se produzca sedimentación de partículas muy finas en el conducto, lo cual puede disminuir la capacidad de conducción de la colectora.

#### **V. Anteproyecto de la Planta de Depuradora, Conducción y Disposición Final al Cuerpo Receptor**

##### **1. Planteo de alternativas de Plantas Depuradoras, Conducción y Descarga al Cuerpo Receptor - Costos por Ítem global de las alternativas.**

De acuerdo a la reglamentación provincial vigente en lo que se refiere a vuelco de efluentes cloacales en cursos de agua, que en este caso sería el Río Arenales, se estipula que el tratamiento al que se someterán las aguas servidas permita que las mismas alcancen una concentración máxima de 1000 NPM (número más probable) de coniformes fecales por 100 ml al ser volcadas al curso receptor, en cuanto a la eficiencia bacteriológica.

En lo que respecta a eficiencia orgánica, el valor máximo permitido en el efluente final es de 50 mg DBO<sub>5</sub>/l.

En el caso de poder contar con terrenos suficientes, como pudo observarse para el que nos ocupa, estos parámetros conducen a adoptar como tratamiento más apropiado el de lagunas de estabilización tipo facultativas, que es el que permite lograr la eficiencia bacteriológica exigida sin necesidad de efectuar desinfección final.

Además para el presente caso, el cauce receptor tiene caudal permanente durante todo el año, lo que es recomendado para efluentes de lagunas.

Las ventajas de este tipo de tratamiento son las siguientes:

- Menor costo de operación al no emplearse productos químicos.
- Menos costo de mano de obra por necesitarse solamente para tareas de limpieza y desmalezamiento.
- Las lagunas de estabilización que están diseñadas y operadas apropiadamente tienen la mejor eficiencia en la remoción de virus,



bacterias, y especialmente huevos de helmintos y quistes de protozoarios. Todos los otros procesos requieren desinfección como un proceso terciario para obtener una remoción de bacterias o virus igual a la que las lagunas pueden alcanzar mediante un proceso secundario; además, el cloro no puede matar totalmente los huevos de helmintos y los quistes de protozoarios. La laguna es el único proceso que, como secundario, puede producir efluentes de una calidad que puede utilizarse para el riego en la agricultura o para la fuente de agua en acuicultura.

- Además de la remoción de patógenos, la remoción de  $\text{DBO}_5$  y SS puede ser tan alta como en cualquier otro proceso si la laguna está diseñada y operada adecuadamente y si se considera que los sólidos en el efluente son algas producidas en la laguna y no los sólidos suspendidos de las aguas residuales originales que entran al sistema..

- El costo mayor en operación de plantas secundarias de tratamiento de aguas residuales con sedimentación primaria y secundaria es el manejo de los lodos producidos. Una ventaja fundamental en el uso de lagunas es el hecho que se producen menos lodos que cualquier otro proceso debido a que:

- Los lodos quedan en la laguna primaria por años en vez de horas o días como en los otros procesos, se consolidan con tiempo y ocupan menos volumen poco a poco.

- Todos los lodos de cualquier proceso estarán muy contaminados con huevos de helmintos, quistes de protozoarios, y otros patógenos bacterianos y de los virus, la otra ventaja importante es el mínimo manejo de lodos producidos, con menos concentraciones de patógenos en los lodos por su edad. Una planta de filtros percoladores o lodos activados con sedimentación primaria y secundaria, y con digestión anaeróbica, tendría que remover lodos con una frecuencia de, por lo menos, cada mes, con todos los riesgos de manejar y disponer sanitariamente los lodos contaminados. En contraste, la remoción de lodos de una laguna primaria es necesaria solamente cada 5 a 10 años, con menos riesgos de patógenos porque los lodos estarán más viejos.

- Las lagunas de estabilización, como resultado de su largo tiempo de retención hidráulica, lo que se mide en días en vez de horas para tecnologías más complicadas, tienen mucha más resiliencia a cargas altas orgánicas, hidráulicas, y a concentraciones altas a compuestos tóxicos. Como resultado, en muchos países industrializados se utilizan frecuentemente lagunas para tratar aguas residuales industriales por su mejor estabilidad y resiliencia.

Se estudiaron dos alternativas como lagunas de estabilización:

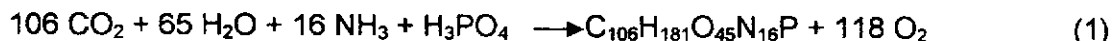
- Lagunas facultativas primarias (tres en paralelo) seguidas de lagunas secundarias, terciarias y cuaternarias en serie por el método del flujo disperso.
- Lagunas facultativas primarias (dos en paralelo) seguidas por dos lagunas de maduración en serie con flujo pistón (alta relación largo-ancho).

Esta última alternativa fue tomada del “Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad de Lagunas de Estabilización”, del cual se resumen los principales lineamientos del método planteado:

### La Carga Orgánica Superficial por el Método de Radiación Solar

El método más apropiado para el diseño de lagunas facultativas es el de la carga orgánica superficial, lo que depende sobre la cantidad de oxígeno producido por las algas en la laguna por la siguiente ecuación balanceada de fotosíntesis (Rittmann y McCarty, 2001):

*Radiación Solar*



*Celdas de algas*

2,428 m	3,776 mg
1 mg	1.55 mg
1 kg	1.55 kg

La Ecuación (1) muestra que 1 kilogramo de algas produce 1.55 kilogramos de oxígeno.

La energía del sol requerida para producir un kilogramo de celdas de algas es de 24,000 kilo Joules (kJ) (Rittmann y McCarty, 2001). De la energía solar que radia la superficie de una laguna facultativa, solamente un porcentaje es utilizado por las algas como resultado de su eficiencia de conversión; la eficiencia de conversión varía entre las especies de algas y el rango ha sido reportado de 2 a 7% (Arceivala, *et al.*, 1970).

Se puede combinar la ecuación de fotosíntesis con la conversión de energía a celdas de algas y la eficiencia de conversión de energía solar por las algas para dar la siguiente ecuación de carga superficial máxima:

$$CSm = (\text{Radiación solar KJ/Ha día}) - (\text{Eficiencia de conversión}) - (1.55 \text{ Kg O}_2/\text{Kg algas}) / 24,000 \text{ kJ/kg algas producidas} \quad (2)$$

donde *CSm* = carga máxima superficial orgánica, kg O<sub>2</sub>/ha-día

Utilizando una eficiencia de 3% de la conversión de energía solar por las algas, lo que da un factor de seguridad (Rittmann y McCarty, 2001), la Ecuación (2) se reduce a la siguiente:

$$CSm = (1.937\text{E-}06) (RS) \quad (3)$$

donde *RS* = la radiación solar mínima diaria del año expresada como el promedio del mes, en kJ/ha-día

La Administración de Aeronáutica y Espacio (NASA) de los EE.UU. tiene un sitio del web llamado Surface Meteorology and Solar Energy (Meteorología Superficial y Energía Solar), donde se puede obtener datos del promedio de 10 años de insolación solar en una superficie horizontal para cualquiera parte del mundo. Los datos están expresados por mes en unidades de kW-hrs/m<sup>2</sup>-día, e incluyen la disminución de insolación por las nubes existentes cada mes del año. Para obtener datos de un lugar, se pone las coordenadas de latitud y longitud con sus respectivos signos.

Para el cálculo de la carga superficial máxima se deben transformar las unidades a (KJ/ha día) mediante la siguiente ecuación:

$$1 \text{ kW-hrs/m}^2\text{-día} = 0.359999\text{E}+08 \text{ kJ/ha-día.}$$

Siendo la ubicación geográfica del lugar:

Latitud: 65° 30'

Longitud: 25°

Se adjunta la planilla de datos de insolación mensual promedio según las coordenadas

**Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m<sup>2</sup>/day)**

Lat -25 Lon -65.5	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
10-year Average	6.09	5.89	5.47	4.92	4.11	3.64	3.84	4.57	5.56	6.25	6.43	6.45

geográficas, obtenidos de la página Web mencionada:

Se adopta para el cálculo el mínimo valor anual de insolación mensual promedio: 3.64 kWh/m<sup>2</sup>/día

***Cálculo lagunas de maduración con mamparas para flujo pistón***

El volumen de la laguna de maduración, *VM*, se deduce de la siguiente ecuación desarrollada para una laguna con taludes interiores inclinados (U.S. EPA, 1983), lo que es realmente la ecuación para el volumen de un prismoide:

$$VM = P/6[(l.a) + (l - 2iP)(a - 2iP) + 4(l - iP)(a - iP)] \quad (4)$$

donde *VM* = volumen de la laguna de maduración, m<sup>3</sup>

*P* = la profundidad de la laguna, m

*l* = largo del canal formado en la laguna por las mamparas, m

*a* = ancho del canal citado, m

*i* = la relación horizontal/vertical del talud interior, que es normalmente de 3/1.

Por otra parte el tiempo de retención hidráulica es:

$$TRH = VM / Q_{medio}$$

O sea:

$$VM = TRH \cdot Q_{medio} \quad (5)$$

En las ecuaciones 4 y 5, tenemos como dato el caudal medio y adoptamos:

*P*: de 1.50 a 1.80 m

*n=l/a*: relación largo-ancho, siendo recomendable > 20:1, adoptándose 50:1 como mínimo, con lo cual no existen efectos de interferencias por acción del viento

*i*: talud interior

*TRH*: tiempo de residencia hidráulico, mínimo 7 días.

Combinando las ecuaciones 4 y 5 obtenemos una ecuación de segundo grado cuya incógnita es el ancho b del canal formado por las mamparas:

$$a^2 - [iP/n+iP] a - \{[8i^2P^2 - (6TRH Q/P)]\}/6n = 0 \quad (6)$$

Con el ancho a se obtiene la longitud total del canal, con lo cual se definen las dimensiones de las lagunas de maduración.

Los cálculos respectivos se acompañan en planillas adjuntas.

### **Efectos de Viento y Temperatura en el Diseño de Lagunas Facultativas**

No se incluye el efecto de reaeración por el viento en el diseño de lagunas facultativas porque, como discutió Oswald hace cuarenta años (1963), la ganancia del oxígeno por reaeración es solamente una fracción de la ganancia por fotosíntesis. Por ejemplo, el oxígeno disuelto dentro de una laguna tendría que tener un déficit de 10 mg/L—una condición en que la laguna tendría muy malos olores—para obtener una ganancia de 18 kg O<sub>2</sub>/ha-día por reaeración, un factor no significativo en relación a las ganancias por fotosíntesis (Oswald, 1963).

Oswald (1957) presentó los siguientes coeficientes de temperatura para la generación de especies de alga *Chlorella* en lagunas facultativas:

<u>Temperatura, ° C</u>	<u>Coeficiente de Temperatura para Fotosíntesis</u>
10	0.49
15	0.87
20	1.00
25	0.91
30	0.82
35	0.69

Asumiendo que la mayoría de algas en lagunas comportan como *Chlorella*, se concluye que para las temperaturas entre 15 - 30 °C, la tasa de fotosíntesis no cambia significativamente. Un problema potencial es temperaturas arriba de 30 °C, que pueden afectar la tasa de fotosíntesis de algas. Al tener para el presente caso una temperatura promedio de 16.7 °C se concluye que la misma no tiene un efecto significativo en el diseño utilizando el método de energía solar.

### **Remoción bacteriana en lagunas facultativas y de maduración**

Para la remoción de coliformes fecales y *Escherichia coli*, se recomienda que para el diseño de proceso se utilice un TRH (tiempo de residencia hidráulico) nominal mínimo de 10 días en lagunas facultativas, y un TRH nominal mínimo de 7 días en lagunas de maduración, y que las lagunas de maduración sean canalizadas con mamparas con una relación largo/ancho mínima de 50/1 (lo que elimina los efectos del viento). Si es posible, sería mejor utilizar dos lagunas de maduración en serie, cada una canalizada con mamparas, y que cada una cuente con un TRH nominal mínimo de 7 días. Se debe diseñar las lagunas de maduración con una profundidad de 1.5 a 1.8 metros.

### **Diseño y parámetros a adoptar**

En el caso del proyecto que nos ocupa, adoptamos el esquema propuesto por el trabajo de monitoreo citado con anterioridad realizado en Honduras en lo referente a la carga orgánica superficial máxima por radiación solar y canalización de lagunas de maduración con mamparas. Teniendo en cuenta además las diferencias climáticas y topográficas entre ese país y nuestro sitio, se calculará la eficiencia orgánica y bacteriológica con las fórmulas propuestas por el E.N.O.H.Sa., en las que se abarca desde el flujo disperso hasta pistón de acuerdo a la relación largo-ancho adoptada, respetando también la permanencia mínima de 20 días estipulada en esas normas. En cuanto a los coeficientes de remoción orgánica y bacteriana, se adopta el valor obtenido del cuadro adjunto donde se detallan los valores propuestos por las normas E.N.O.H.Sa. y los obtenidos en la ciudad de Salta capital, en lagunas de estabilización existentes, considerando válido adoptar los mismos para La Merced y San Agustín al tratarse de sitios muy próximos entre sí (20 Km) y de similares características topográficas y climatológicas.

PARAMETROS	SEGÚN ORGANISMO			VALORES A ADOPTAR
	U.N.S.A.	E.N.O.H.Sa.	UNIVERSIDAD DE ROSARIO	
Kb20	1,170	0,930	0,400	1,00
K	0,130	0,300	0,050	0,30
$\theta_{b20}$	0,410	1,070		1,070
$\theta$	1,011	1,085		1,085

### **Alternativas de tratamiento**

El dimensionado de las lagunas facultativas y de maduración según los lineamientos planteados en el punto anterior se denomina alternativa 1, y se detalla en planillas de cálculo adjuntas, alcanzando el líquido tratado valores de concentraciones orgánicas y bacteriológicas aceptables de acuerdo a las normas vigentes.

Se presenta una alternativa 2, que consiste en el cálculo de lagunas según las directrices de las normas E.N.O.H.Sa. para riego irrestricto, pero lo cual el efluente de la planta también debe tener una concentración de coliformes fecales menor a 1000 NMP / 100 ml, en el cual no se prevén mamparas en lagunas de maduración, adoptándose relaciones largo – ancho de 8 a 1 para no llegar a superficies del predio muy alargadas. Se trata de un sistema de tres

lagunas facultativas en paralelo seguidas de dos lagunas secundarias por cada facultativa, también en paralelo y luego terciarias y cuaternarias en forma similar, a fin de llegar al valor de la concentración de coliformes fecales citadas ( $<1000$  NMP/100 ml) en el efluente final.

Para el caso de la alternativa uno se necesita una superficie aproximada de 11 Has y para la 2 de 24 Has, con lo cual la superficie necesaria para la alternativa 2 es superior en un 100% que para la 1, con el consiguiente aumento en el movimiento de suelos y materiales para lograr la impermeabilización de fondos y taludes.

Es de destacar también que para la primera alternativa se alcanza el grado de eficiencia del tratamiento para la vida útil de la obra con solo cuatro lagunas (dos facultativas y dos de maduración), mientras que para la segunda alternativa son necesarias 21 lagunas en total: tres facultativas, seis secundarias, seis terciarias y seis cuaternarias, lo que implica una diferencia muy grande en superficie y costos constructivos y de mantenimiento a favor de la primera.

La alternativa planteada en el contrato de obra que consiste en tratamiento previo con filtros anaeróbicos de flujo ascendente seguido de lagunas facultativas no ha sido considerada por los siguientes motivos:

- La extracción y disposición de lodos provenientes del proceso anaeróbico implica serios inconvenientes por la frecuencia de dichas tareas, las cuales en el caso de las alternativas 1 y 2 tienen frecuencias de años, mientras que para este caso debe considerarse por lo menos mensual.
- El gas producido en los filtros anaeróbicos no es rentable para su uso por no ser significativos los caudales afluentes, por lo tanto debe desecharse el mismo y ser controlado mediante campana flotante u otro sistema similar, lo que implica una mano de obra especializada que debería disponerse en ese lugar para su operación, en el cual no se cuenta con la misma.
- La extracción del lodo de los filtros implica la instalación de un equipo de bombeo para esas tareas, lo cual significa el tendido de una línea de media tensión con una longitud aproximada de 4,8 Km, desde el pueblo de San Agustín. Esta situación incrementaría el costo de la obra de un modo muy significativo.

Estos argumentos se consideran suficientes como para no considerar esta alternativa de tratamiento y concluir en que la alternativa N° 1 es la más conveniente desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

## **VI. Evaluación Económica y Financiera.**

### ***1. Comparación técnica, económica y ambiental de las alternativas. Selección de la Alternativa óptima según Tarea IV.***

En el rubro de colectora máxima se consideró solamente la alternativa 1 planteada en el punto 2 denominado reconocimientos visuales, ya que las otras alternativas no son factibles técnicamente por los motivos allí expuestos. Se adjunta el presupuesto de la alternativa elegida.

### ***2. Comparación técnica, económica y ambiental de las alternativas. Selección de la Alternativa óptima según Tarea V.***

Se adjuntan los presupuestos estimativos de las alternativas 1 y 2 del rubro de planta depuradora, de lo cual se concluye que la 1 es la más conveniente desde el punto de vista técnico y económico. El aspecto ambiental es analizado al final del presente informe.

***El estudio comparativo comprenderá:***

***Comparación de costos de las alternativas:***

Se adjunta un cuadro comparativo de egresos e ingresos de las inversiones de las obras a realizar en la vida útil de las mismas, donde se calcula el Valor Presente Neto para las tres tasas de interés solicitadas. 8, 10 y 12%. Se llega a la conclusión que para ambas alternativas de tratamiento el VPN resulta negativo.

***Comparación de alternativas de Ubicación del Sistema Depurador:***

Respecto a la ubicación del sistema depurador, no se registran tierras fiscales en los sectores donde es factible técnicamente, por lo tanto sólo se trata de terrenos con factibilidad para la venta.

## **MEMORIA TECNICA COLECTORA MAXIMA Y RED CLOACAL SAN AGUSTIN**



CALCULO DE CAUDALES			OBSERVACIONES
Opción entre: población <i>con</i> o <i>sin</i> crecimiento		CON	
Tipo de red: 1: Localidad 2: Barrio o Loteo		1	
P <sub>70</sub> : Población según censo 1970	(hab)	2067	
P <sub>80</sub> : Población según censo 1980	(hab)	2767	
P <sub>91</sub> : Población según censo 1991	(hab)	3594	
P <sub>01</sub> : Población 2006	(hab)	6767	
P : Población para el caso sin crecimiento (fija)	(hab)		
n <sub>0</sub> : Período entre último censo y puesta en marcha del sistema.	( años )	1	
n : Período de diseño	( años )	20	
n <sub>1</sub> : Período entre las fechas inicial y final del primer subperíodo.	( años )	10	
n <sub>2</sub> : Período entre las fechas inicial y final del segundo subperíodo.	( años )	10	
d : Dotación de agua potable	(m <sup>3</sup> / hab día)	0,250	
C <sub>R</sub> : Coeficiente de retorno	(adimensional)	0,8	
C <sub>i</sub> : Coeficiente por infiltración	(adimensional)	1,00	No se aplica para el caso de Q <sub>L0</sub>
C <sub>b</sub> : Coeficiente de bombeo	(adimensional)	1,10	
n : Coeficiente de Manning	(adimensional)	0,010	
BR inicial de colectora máxima		100	
Número total de bocas de registro	n°	184	

PROCESAMIENTO DE DATOS GENERALES			FORMULAS (para el caso de población sin crecimiento las tasas resultan nulas)
i <sub>1</sub> : Tasa de crecimiento entre '06 y '91	(%)	4,31	$i_1 = (P_{01} / P_{91})^{1/(06-91)} - 1$
i <sub>(91-80)</sub> : Tasa de crecimiento entre censos '91 y '80	(%)	2,41	$i_{(91-80)} = (P_{91} / P_{80})^{1/(91-80)} - 1$
i <sub>2</sub> : Tasa de crecimiento promedio	(%)	3,36	$i_2 = 1/2 * (i_1 + i_{(80-70)})$
i <sub>2</sub> : Tasa de crecimiento del segundo subperíodo	(%)	3,36	si i <sub>2</sub> < i <sub>1</sub> entonces: i = i <sub>2</sub> , sino i = i <sub>1</sub>
P <sub>i</sub> : Población inicial ( puesta en marcha de servicio )	(hab)	7059	$P_i = P_{01} [ 1 + (i_1 / 100) ]^{n_0}$
P <sub>1</sub> : Población final correspondiente al 1 <sup>er</sup> subperíodo	(hab)	10763	$P_1 = P_i [ 1 + (i_1 / 100) ]^{n_1}$
P <sub>n</sub> : Población final o de diseño	(hab)	14974	$P_n = P_1 [ 1 + (i / 100) ]^{n_2}$
L: longitud de la red	(Hm)	177,33	de planilla de cálculo de red
COEFICIENTES DE CAUDALES :			
Para 20 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSa
Para 10 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSa
Para 0 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSa
Para 20 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSa
Para 10 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSa
Para 0 años: α		2,38	Segun tablas de normas ENOHSa
Para 20 años: α <sub>1</sub>		1,40	Segun tablas de normas ENOHSa
Para año 0 : α <sub>2</sub>		1,70	Segun tablas de normas ENOHSa
Para año 0 : β <sub>1</sub>		0,70	Segun tablas de normas ENOHSa
CAUDALES :			
Q <sub>E10</sub> (máximo horario a 10 años)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0593	$Q_{E10} = \alpha_{10} * P_{10} * d * C_R * C_i / 86.400$
Q <sub>E20</sub> (máximo horario a 20 años)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0825	$Q_{E20} = \alpha_{20} * P_{20} * d * C_R * C_i / 86.400$
Q <sub>L0</sub> (autolimpieza inicial)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0194	$Q_{L0} = \alpha_2 * \beta_1 * P_0 * d * C_R / 86.400$
Q <sub>C20</sub> (medio diario a 20 años)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0347	$Q_{C20} = P_{20} * d * C_R * C_i / 86.400$
Q <sub>b0</sub> ( bombeo actual )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0428	$Q_{b0} = C_b * \alpha_0 * P_0 * d * C_R * C_i / 86400$
Q <sub>b10</sub> ( bombeo a 10 años )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0652	$Q_{b10} = C_b * Q_{E10}$
Q <sub>b20</sub> ( bombeo a 20 años )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0907	$Q_{b20} = C_b * Q_{E20}$
q <sub>hmax</sub> (gasto hectométrico)	(m <sup>3</sup> / Hm seg)	0,00047	$q_{hmax} = Q_{E20} / L$
q <sub>hmin</sub> (gasto hectométrico)	(m <sup>3</sup> / Hm seg)	0,00011	$q_{hmin} = Q_{L0} / L$

TRAMO	Inicio colectora: V	FUTURO: P	LONGITUD (m)			crecim. pobac. (af o no)	AFORTE DE REDES LATERALES							APORTES TOTALES		Pend i (‰)	Diametro (mm)	CAUDAL MAX (ac.p/20 alfoce)	AWP <sub>20</sub> (ac.p/20 alfoce)	[H/D] <sub>20</sub>	COTAS DE TERRENO		COTAS DE PROYECTO		TAPADAS (m)				
			ext. sup	rua	tot. calc.		P <sub>0</sub> (hab)	Tasa q <sub>1</sub> /Q <sub>0</sub>	Dot. m <sup>3</sup> /hd	P <sub>20</sub> (hab)	α <sub>20</sub>	β <sub>1</sub>	Q <sub>E20</sub> m <sup>3</sup> /seg	Q <sub>L0</sub> m <sup>3</sup> /seg	Q <sub>E20</sub> acum.						Q <sub>L0</sub> acum.	inicial	final	inicial	final	inicial	final		
																PVC	PVC												
100	147	V	P	0,00	83,47	83,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1217,54	1215,21	1214,24	1213,82	3,30	1,39
147	148		P	83,47	200,00	283,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	9,00	315	0,131	0,2115	0,60	1215,21	1213,41	1213,82	1212,02	1,39	1,39
148	149		P	283,47	200,00	483,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	9,00	315	0,131	0,2115	0,60	1213,41	1211,65	1212,02	1210,22	1,39	1,43
149	150		P	483,47	200,00	683,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	12,00	315	0,151	0,1831	0,55	1211,65	1209,15	1210,22	1207,82	1,43	1,33
150	151		P	683,47	200,00	883,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	16,00	315	0,174	0,1586	0,51	1209,15	1206,98	1207,82	1204,62	1,33	1,36
151	152		P	883,47	100,00	983,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	16,00	315	0,174	0,1586	0,51	1206,98	1204,49	1204,62	1203,02	1,36	1,47
152	153		P	983,47	60,00	1043,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	9,00	315	0,131	0,2115	0,60	1204,49	1203,95	1203,02	1202,48	1,47	1,47
153	154		P	1043,47	60,00	1103,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	16,00	315	0,174	0,1586	0,51	1203,95	1202,96	1202,48	1201,52	1,47	1,44
154	155		P	1103,47	60,00	1163,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	17,00	315	0,180	0,1539	0,50	1202,96	1201,93	1201,52	1200,50	1,44	1,43
155	156		P	1163,47	76,00	1239,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	19,00	315	0,190	0,1455	0,48	1201,93	1200,79	1200,50	1199,06	1,43	1,73
156	157		P	1239,47	170,00	1409,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	9,00	315	0,131	0,2115	0,60	1200,79	1199,31	1199,06	1197,53	1,73	1,78
157	158		P	1409,47	115,00	1524,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1199,31	1198,88	1197,53	1196,95	1,78	1,83
158	159		P	1524,47	60,00	1584,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1198,88	1198,21	1196,95	1196,35	1,93	1,86
159	160		P	1584,47	60,00	1644,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1198,21	1197,63	1196,35	1195,75	1,86	1,88
160	161		P	1644,47	53,00	1697,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	11,00	315	0,145	0,1913	0,57	1197,63	1197,02	1196,75	1195,17	1,88	1,85
161	162		P	1697,47	200,00	1897,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	16,00	315	0,174	0,1586	0,51	1197,02	1193,86	1195,17	1191,97	1,85	1,89
162	163		P	1897,47	200,00	2097,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	15,00	315	0,169	0,1638	0,52	1193,86	1190,80	1191,97	1188,97	1,89	1,83
163	164		P	2097,47	200,00	2297,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	12,00	315	0,161	0,1831	0,55	1190,80	1188,55	1188,97	1186,57	1,83	1,96
164	165		P	2297,47	200,00	2497,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	7,00	315	0,115	0,2398	0,66	1188,55	1187,05	1186,57	1185,17	1,98	1,88
165	166		P	2497,47	60,00	2557,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1187,05	1186,40	1185,17	1184,57	1,88	1,83
166	167		P	2557,47	60,00	2617,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1186,40	1185,84	1184,57	1183,97	1,83	1,87
167	168		P	2617,47	125,00	2742,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	11,00	315	0,145	0,1913	0,57	1185,84	1184,53	1183,97	1182,60	1,87	1,93
168	169		P	2742,47	200,00	2942,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1184,53	1182,44	1182,60	1180,60	1,93	1,84
169	170		P	2942,47	200,00	3142,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	8,00	315	0,123	0,2243	0,63	1182,44	1180,95	1180,60	1179,00	1,84	1,95
170	171		P	3142,47	100,00	3242,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	8,00	315	0,123	0,2243	0,63	1180,95	1179,95	1179,00	1178,20	1,95	1,75
171	172		P	3242,47	30,00	3272,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1179,95	1180,34	1178,20	1178,05	1,75	2,29
172	173		P	3272,47	60,00	3332,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1180,34	1179,31	1178,05	1177,45	2,29	1,86
173	174		P	3332,47	100,00	3432,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1179,31	1178,35	1177,45	1176,45	1,86	1,90
174	175		P	3432,47	60,00	3492,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	14,00	315	0,163	0,1695	0,53	1178,35	1177,54	1176,45	1175,61	1,90	1,93
175	176		P	3492,47	180,00	3672,47					0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1177,54	1175,70	1175,61	1173,81	1,93	1,89

176	177	P	3672,47	100,00	3772,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	12,00	315	0,151	0,1831	0,55	1175,70	1174,54	1173,81	1172,61	1,69	1,93	pvc c4
177	178	P	3772,47	200,00	3972,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	10,00	315	0,138	0,2006	0,58	1174,54	1172,35	1172,61	1170,61	1,93	1,74	pvc c4
178	179	P	3972,47	100,00	4072,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1172,35	1173,09	1170,61	1170,11	1,74	2,98	pvc c4
179	180	P	4072,47	100,00	4172,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1173,09	1171,72	1170,11	1169,61	2,98	2,11	pvc c4
180	181	P	4172,47	200,00	4372,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1171,72	1171,45	1169,61	1168,61	2,11	2,84	pvc c4
181	182	P	4372,47	100,00	4472,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1171,45	1171,13	1168,61	1168,11	2,84	3,02	pvc c4
182	183	P	4472,47	100,00	4572,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	0,75	1171,13	1170,04	1168,11	1167,61	3,02	2,43	pvc c4
183	184	P	4572,47	84,00	4656,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	9,00	315	0,131	0,2115	0,60	1170,04	1168,84	1167,61	1166,85	2,43	1,99	pvc c4
185	184	v	P	0,00	116,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	4,00	160	0,014	0,0052	1,60	1168,63	1168,84	1167,43	1166,97	1,20	1,87	pvc c4
184	186	P	4772,47	65,00	4837,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	5,00	315	0,097	0,2837	2,60	1168,84	1168,54	1166,97	1166,65	1,87	1,89	pvc c4
187	186	v	P	0,00	116,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	4,00	160	0,014	0,0052	3,60	1167,7	1168,54	1168,50	1166,04	1,20	2,50	pvc c4
186	188	P	4953,47	51,00	5004,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	4,00	315	0,087	0,3172	4,60	1168,54	1168,36	1166,04	1165,84	2,50	2,52	pvc c4
188	189	P	5004,47	39,00	5043,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	4,00	315	0,087	0,3172	5,60	1168,36	1167,31	1165,84	1165,68	2,52	1,63	pvc c4
189	190	P	5043,47	8,00	5051,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0825	0,0194	4,00	315	0,087	0,3172	6,60	1167,31	1166,74	1165,51	1165,48	1,80	1,26	pvc c4
200	201	v	P	0,00	45,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	10,00	160	0,023	0,0074	7,60	1179,77	1179,31	1178,17	1177,72	1,60	1,59	pvc c4
201	202	P	45,00	56,00	101,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	17,00	160	0,029	0,0057	8,60	1179,31	1178,35	1177,72	1176,77	1,59	1,58	pvc c4
202	203	P	101,00	58,00	159,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	14,00	160	0,027	0,0063	9,60	1178,35	1177,54	1176,77	1175,96	1,58	1,58	pvc c4
203	204	P	159,00	177,00	336,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	11,00	160	0,024	0,0071	10,60	1177,54	1175,7	1175,96	1174,01	1,58	1,69	pvc c4
204	205	P	336,00	101,00	437,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	11,00	160	0,024	0,0071	11,60	1175,7	1174,54	1174,01	1172,90	1,69	1,64	pvc c4
205	206	P	437,00	202,00	639,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	10,00	160	0,023	0,0074	12,60	1174,54	1172,35	1172,90	1170,88	1,64	1,47	pvc c4
206	207	P	639,00	100,00	739,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	5,00	160	0,016	0,0105	13,60	1172,35	1173,09	1170,88	1170,38	1,47	2,71	pvc c4
207	208	P	739,00	99,00	838,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	5,00	160	0,016	0,0105	14,60	1173,09	1171,72	1170,38	1169,89	2,71	1,84	pvc c4
208	209	P	838,00	200,00	1038,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	5,00	160	0,016	0,0105	15,60	1171,72	1171,45	1169,88	1168,88	1,84	2,57	pvc c4
209	210	P	1038,00	101,00	1139,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	5,00	160	0,016	0,0105	16,60	1171,45	1171,13	1168,88	1168,38	2,57	2,76	pvc c4
210	211	P	1139,00	99,00	1238,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	5,00	160	0,016	0,0105	17,60	1171,13	1170,04	1168,37	1167,88	2,76	2,16	pvc c4
211	212	P	1238,00	114,00	1352,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	6,00	160	0,017	0,0096	18,60	1170,04	1168,7	1167,88	1167,20	2,16	1,50	pvc c4
212	213	P	1352,00	118,00	1470,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	11,00	160	0,024	0,0071	19,60	1168,7	1167,31	1167,20	1165,90	1,50	1,41	pvc c4
213	190	P	1470,00	12,00	1482,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	4,00	160	0,014	0,0117	20,60	1167,31	1166,74	1165,56	1165,51	1,75	1,23	pvc c4
190	191	P	6533,47	135,00	6668,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0882	0,0214	5,00	315	0,097	0,3033	21,60	1166,74	1166,27	1165,48	1164,81	1,26	1,46	pvc c4
191	192	P	6668,47	83,00	6751,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,0000	0,0882	0,0214	6,50	315	0,111	0,2660	22,60	1166,27	1165,5	1164,81	1164,27	1,46	1,23	pvc c4

192	193	P	6751,47	167,00	6918,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	6,00	315	0,107	0,2769	23,60	1165,5	1164,6	1164,27	1163,27	1,23	1,33	PVC C4
193	194	P	6918,47	34,00	6952,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0892	0,0214	26,00	315	0,222	0,1330	24,60	1164,6	1163,87	1163,27	1162,39	1,33	1,48	PVC C4
194	195	P	6952,47	118,00	7070,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	22,00	315	0,204	0,1446	25,60	1163,87	1161,37	1162,39	1159,79	1,48	1,58	PVC C4
195	196	P	7070,47	151,00	7221,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	15,00	315	0,169	0,1751	26,60	1161,37	1159,05	1159,79	1157,53	1,58	1,53	PVC C4
196	197	P	7221,47	166,00	7387,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	15,00	315	0,169	0,1751	27,60	1159,05	1156,5	1157,52	1155,03	1,53	1,47	PVC C4
194	215	V	P	0,00	151,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	11,00	160	0,024	0,0736	28,60	1163,87	1162,24	1162,67	1161,01	1,20	1,23	PVC C4
215	214	P	151,00	153,00	304,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	11,00	160	0,024	0,0736	29,60	1162,24	1160,58	1161,01	1159,33	1,23	1,25	PVC C4
214	197	P	304,00	115,00	419,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	35,00	160	0,042	0,0412	30,60	1160,58	1156,5	1159,33	1155,31	1,25	1,20	PVC C4
197	198	P	7806,47	154,00	7960,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	15,00	355	0,232	0,1273	31,60	1156,50	1155,35	1155,03	1152,72	1,47	2,63	PVC C4
198	199	P	7960,47	164,00	8124,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	8,00	355	0,170	0,1743	32,60	1155,35	1154,13	1153,94	1152,63	1,41	1,50	PVC C4
195	218	V	P	0,00	216,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	5,00	160	0,016	0,1091	33,60	1161,37	1160,46	1160,17	1159,09	1,20	1,37	PVC C4
216	217	V	P	0,00	138,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	4,00	160	0,014	0,1220	34,60	1159,86	1160,14	1159,66	1158,11	1,20	2,03	PVC C4
217	218	P	138,00	153,00	291,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	4,00	160	0,014	0,1220	35,60	1160,14	1160,46	1158,11	1157,50	2,03	2,96	PVC C4
218	219	P	507,00	205,00	712,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	7,00	160	0,019	0,0822	36,60	1160,46	1157,31	1157,50	1156,07	2,96	1,24	PVC C4
219	199	P	712,00	207,00	919,00	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0052	0,0019	16,00	160	0,029	0,0610	37,60	1157,31	1154,13	1156,07	1152,78	1,24	1,37	PVC C4
199	220	P	9043,47	183,00	9226,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	38,60	1154,13	1153,7	1152,63	1152,25	1,50	1,45	PVC C4
220	221	P	9226,47	250,00	9476,47	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	39,60	1153,70	1153,62	1152,25	1151,73	1,45	1,89	PVC C4
221	222	P	9476,47	257,30	9733,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	40,60	1153,62	1153,88	1151,73	1151,19	1,89	2,69	PVC C4
222	223	P	9733,77	203,00	9936,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	41,60	1153,88	1154,95	1151,19	1150,76	2,69	4,19	PVC C4
223	224	P	9936,77	59,00	9995,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	42,60	1154,95	1155,77	1150,76	1150,64	4,19	5,13	PVC C4
224	225	P	9995,77	68,00	10063,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	43,60	1155,77	1155,37	1150,64	1150,50	5,13	4,87	PVC C4
225	226	P	10063,77	38,00	10101,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	44,60	1155,37	1157,24	1150,50	1150,42	4,87	6,82	PVC C4
226	227	P	10101,77	153,00	10254,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	45,60	1157,24	1156,95	1150,42	1150,10	6,82	6,85	PVC C4
227	228	P	10254,77	58,00	10312,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	46,60	1156,95	1157,24	1150,10	1149,98	6,85	7,26	PVC C4
228	229	P	10312,77	250,00	10562,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	47,60	1157,24	1154,57	1149,98	1149,46	7,26	5,12	PVC C4
229	230	P	10562,77	245,00	10807,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	2,10	355	0,087	0,3401	48,60	1154,57	1150,97	1149,45	1148,94	5,12	2,03	PVC C4
230	231	P	10807,77	299,00	11106,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	13,00	355	0,216	0,1367	49,60	1150,97	1146,45	1148,94	1145,05	2,03	1,40	PVC C4
231	232	P	11106,77	294,00	11400,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	12,00	355	0,208	0,1423	50,60	1146,45	1142,80	1145,05	1141,52	1,40	1,28	PVC C4
232	233	P	11400,77	218,00	11618,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	11,00	355	0,199	0,1486	51,60	1142,80	1140,53	1141,52	1139,12	1,28	1,41	PVC C4
233	234	P	11618,77	262,00	11880,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	12,00	355	0,208	0,1423	52,60	1140,53	1137,39	1139,12	1135,96	1,41	1,41	PVC C4

234	235	P	11880,77	205,00	12085,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	8,00	355	0,170	0,1743	53,60	1137,39	1135,54	1135,98	1134,34	1,41	1,20	pvc o4
235	236	P	12085,77	289,00	12374,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	13,00	355	0,216	0,1367	54,60	1135,54	1131,91	1134,34	1130,58	1,20	1,33	pvc o4
236	237	P	12374,77	246,00	12620,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	10,00	355	0,190	0,1559	55,60	1131,91	1129,37	1130,58	1128,12	1,33	1,25	pvc o4
237	238	P	12620,77	319,00	12939,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	12,00	355	0,208	0,1423	56,60	1129,37	1125,63	1128,12	1124,29	1,25	1,34	pvc o4
238	239	P	12939,77	263,00	13202,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	6,58	355	0,154	0,1921	57,60	1125,63	1122,06	1124,29	1122,56	1,34	-0,50	pvc o4
239	240	P	13202,77	12,00	13214,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	6,00	355	0,147	0,2012	58,60	1122,06	1122,00	1122,56	1122,49	-0,50	-0,49	pvc o4
240	241	P	13214,77	210,00	13424,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	11,71	355	0,205	0,1440	59,60	1122,00	1119,60	1120,88	1118,40	1,14	1,20	pvc o4
241	242	P	13424,77	209,00	13633,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	10,10	355	0,191	0,1551	60,60	1119,60	1117,48	1118,40	1116,29	1,20	1,19	pvc o4
242	245	P	13633,77	69,00	13702,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	224,50	355	0,899	0,0329	61,60	1117,48	1102,00	1116,29	1100,80	1,19	1,20	pvc o4
245	246	P	13702,77	69,00	13771,77	0	1,95	1,90	0,60	0,0000	0,000	0,0882	0,0214	29,00	355	0,323	0,0915	62,60	1102,00	1098,80	1100,80	1098,80	1,20	0,00	pvc o4



CALCULO CAUDALES SAN AGUSTIN			OBSERVACIONES
Opción entre: población <b>con</b> o <b>sin</b> crecimiento		<b>CON</b>	
Tipo de red: 1: Localidad 2: Barrio o Loteo		<b>1</b>	
P <sub>70</sub> : Población según censo 1970	(hab)	2067	
P <sub>80</sub> : Población según censo 1980	(hab)	320	
P <sub>91</sub> : Población según censo 1991	(hab)	659	
P <sub>01</sub> : Población 2006	(hab)	733	
P : Población para el caso sin crecimiento (fija)	(hab)		
n <sub>0</sub> : Período entre último censo y puesta en marcha del sistema.	( años )	1	
n : Período de diseño	( años )	20	
n <sub>1</sub> : Período entre las fechas inicial y final del primer subperíodo.	( años )	10	
n <sub>2</sub> : Período entre las fechas inicial y final del segundo subperíodo.	( años )	10	
d : Dotación de agua potable	(m <sup>3</sup> / hab día)	0,250	
C <sub>R</sub> : Coeficiente de retorno	(adimensional)	0,8	
C <sub>i</sub> : Coeficiente por infiltración	(adimensional)	1,00	No se aplica para el caso de Q <sub>L0</sub>
C <sub>b</sub> : Coeficiente de bombeo	(adimensional)	1,10	
n : Coeficiente de Manning	(adimensional)	0,012	
BR inicial de colectora máxima		100	
Número total de bocas de registro	n°	184	
PROCESAMIENTO DE DATOS GENERALES			FORMULAS (para el caso de población sin crecimiento las tasas resultan nulas)
i <sub>1</sub> : Tasa de crecimiento entre '06 y '91)	(%)	0,71	$i_1 = (P_{01} / P_{91})^{1/(06-91)} - 1$
i <sub>(91-80)</sub> : Tasa de crecimiento entre censos '91 y '80	(%)	6,79	$i_{(91-80)} = (P_{91} / P_{80})^{1/(91-80)} - 1$
i <sub>2</sub> : Tasa de crecimiento promedio	(%)	3,75	$i_2 = 1/2 * (i_1 + i_{(80-70)})$
i <sub>2</sub> : Tasa de crecimiento del segundo subperíodo	(%)	0,71	si i <sub>2</sub> < i <sub>1</sub> entonces: i = i <sub>2</sub> , sino i = i <sub>1</sub>
P <sub>i</sub> : Población inicial ( puesta en marcha de servicio )	(hab)	738	$P_i = P_{01} [ 1 + (i_1 / 100) ]^{n_0}$
P <sub>1</sub> : Población final correspondiente al 1 <sup>er</sup> subperíodo	(hab)	792	$P_1 = P_i [ 1 + (i_1 / 100) ]^{n_1}$
P <sub>n</sub> : Población final o de diseño	(hab)	851	$P_n = P_1 [ 1 + (i / 100) ]^{n_2}$
L: longitud de la red	(Hm)		
<b>COEFICIENTES DE CAUDALES :</b>			
Para 20 años: α		2,66	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 10 años: α		2,66	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 0 años: α		2,66	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 20 años: α		2,66	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 10 años: α		2,66	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 0 años: α		2,66	Segun tablas de normas ENOHSA
Para 20 años: α <sub>1</sub>		1,40	Segun tablas de normas ENOHSA
Para año 0 : α <sub>2</sub>		1,90	Segun tablas de normas ENOHSA
Para año 0 : β <sub>1</sub>		0,60	Segun tablas de normas ENOHSA
<b>CAUDALES :</b>			
Q <sub>E10</sub> (máximo horario a 10 años)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0049	$Q_{E10} = \alpha_{10} * P_{10} * d * C_R * C_i / 86.400$
Q <sub>E20</sub> (máximo horario a 20 años)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0052	$Q_{E20} = \alpha_{20} * P_{20} * d * C_R * C_i / 86.400$
Q <sub>L0</sub> (autolimpieza inicial)	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0019	$Q_{L0} = \alpha_2 * \beta_1 * P_0 * d * C_R / 86.400$
Q <sub>C20</sub> (medio diario a 20 años )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0020	$Q_{C20} = P_{20} * d * C_R * C_i / 86.400$
Q <sub>b0</sub> ( bombeo actual )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0050	$Q_{b0} = C_b * \alpha_0 * P_0 * d * C_R * C_i / 86400$
Q <sub>b10</sub> ( bombeo a 10 años )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0054	$Q_{b10} = C_b * Q_{E10}$
Q <sub>b20</sub> ( bombeo a 20 años )	(m <sup>3</sup> / seg)	0,0058	$Q_{b20} = C_b * Q_{E20}$

DETERMINACION DE LA RELACION  $h/\emptyset$ , FUERZA TRACTIVA Y VELOCIDAD EN COLECTORA MAXIMA  $\emptyset$  315 mm

OBSERVACIONES

DESCRIPCION	UNIDADES	INGRESO
$Q_{MAX}$ : CAUDAL MAXIMO	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0825
$Q_{MIN}$ : CAUDAL MINIMO	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0194
$C_R$ : Coeficiente de retorno	(adimensional)	0,80
$C_i$ : Coeficiente por infiltración	(adimensional)	1,10
Material de la cañería		
D : Diámetro caño	(mm)	315
i : Pendiente caño	( <sup>0</sup> / 00)	4,00
n : Coeficiente de Manning	(adimensional)	0,010

PROCESAMIENTO DE DATOS GENERALES			FORMULAS
$A_{WP}$ : ADIMENSIONAL DE WOODWARD-POSEY	(adimensional)	0,285	$A_{WP} = Q_{MAX} * n / (D)^{8/3} * i^{1/2}$
$h/D$ : RELACION TIRANTE-DIAMETRO	(adimensional)	<b>0,75</b>	Deducido de tabla Woodward-Posey, según $A_{WP}$
<b>Capacidad del conducto</b>			<b>capacidad suficiente</b>
$\theta$ ( ángulo que subtiende la superficie libre )	(radianes)	4,198	$\theta = 2 * \arccos (1 - 2 h / D)$
$\Omega / D^2$ : RELACION SECCION-DIAMETRO <sup>2</sup>	(adimensional)	0,634	$\Omega / D^2 = (\theta - \text{sen } \theta) / 8$
$R/D$ :RELACION RADIO HIDRAULICO-DIAMETRO	(adimensional)	0,302	$R / D = 1/4 * (1 - \text{sen } \theta / \theta)$
h : TIRANTE LIQUIDO DEL CAÑO	(m)	<b>0,24</b>	$h = D * (R / D)$
$F_t$ : FUERZA TRACTIVA	(Kg/m <sup>2</sup> )	<b>0,21</b>	$F_t = 690 * Q_{MIN}^{0,375} * i^{0,8125} * n^{0,46}$
U : VELOCIDAD	(m / seg )	<b>1,31</b>	$U = Q_{MAX} / (\Omega / D^2) * D^2$
$U_{MAX}$ : VELOCIDAD MAXIMA	(m / seg )	<b>5,00</b>	U = 3m/seg p/ PVC y PRFV - U = 5m/seg p/ACERO

FUERZA TRACTIVA MINIMA: 0,10 Kg/cm<sup>2</sup>

**DETERMINACION DE LA RELACION  $h/\phi$ , FUERZA TRACTIVA Y VELOCIDAD EN COLECTORA MAXIMA  $\phi$  355 mm**

**OBSERVACIONES**

DESCRIPCION	UNIDADES	INGRESO
$Q_{MAX}$ : CAUDAL MAXIMO	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0882
$Q_{MIN}$ : CAUDAL MINIMO	(m <sup>3</sup> /seg)	0,0214
$C_R$ : Coeficiente de retorno	(adimensional)	0,80
$C_i$ : Coeficiente por infiltración	(adimensional)	1,10
Material de la cañería		
$D$ : Diámetro caño	(mm)	355
$i$ : Pendiente caño	( <sup>0</sup> /100)	2,10
$n$ : Coeficiente de Manning	(adimensional)	0,010

PROCESAMIENTO DE DATOS GENERALES			FORMULAS
$A_{WP}$ : ADIMENSIONAL DE WOODWARD-POSEY	(adimensional)	0,306	$A_{WP} = Q_{MAX} * n / (D)^{8/3} * i^{1/2}$
$h/D$ : RELACION TIRANTE-DIAMETRO	(adimensional)	<b>0,80</b>	Deducido de tabla Woodward-Posey, según $A_{WP}$
<b>Capacidad del conducto</b>			<i>capacidad suficiente</i>
$\theta$ (ángulo que subtiende la superficie libre)	(radianes)	4,442	$\theta = 2 * \arccos (1 - 2 h / D)$
$\Omega / D^2$ : RELACION SECCION-DIAMETRO <sup>2</sup>	(adimensional)	0,676	$\Omega / D^2 = (\theta - \text{sen } \theta) / 8$
$R/D$ : RELACION RADIO HIDRAULICO-DIAMETRO	(adimensional)	0,304	$R / D = 1/4 * (1 - \text{sen } \theta / \theta)$
$h$ : TIRANTE LIQUIDO DEL CAÑO	(m)	<b>0,28</b>	$h = D * (h / D)$
$F_t$ : FUERZA TRACTIVA	(Kg/m <sup>2</sup> )	<b>0,13</b>	$F_t = 690 * Q_{MIN}^{0,375} * i^{0,8125} * n^{0,46}$
$U$ : VELOCIDAD	(m / seg)	<b>1,04</b>	$U = Q_{MAX} / (\Omega / D^2) * D^2$
$U_{MAX}$ : VELOCIDAD MAXIMA	(m / seg)	<b>5,00</b>	$U = 3\text{m/seg p/ PVC y PRFV} - U = 5\text{m/seg p/ACERO}$

FUERZA TRACTIVA MINIMA: 0,10 Kg/cm<sup>2</sup>



# **MEMORIA TECNICA PLANTA DEPURADORA ALTERNATIVA 1**

DIMENSIONAMIENTO PLANTA LA MERCED SAN AGUSTIN			OBSERVACIONES
$P_i$ : Población inicial ( puesta en marcha de servicio )	(hab)	7797	
$P_1$ : Población final correspondiente al 1 <sup>er</sup> subperíodo	(hab)	11555	
$P_n$ : Población final o de diseño	(hab)	15825	
$n$ : Período de diseño	( años )	20	
$n_1$ : Período entre las fechas inicial y final del primer subperíodo.	( años )	10	
$n_2$ : Período entre las fechas inicial y final del segundo subperíodo.	( años )	10	
$d$ : Dotación de agua potable	(m <sup>3</sup> / hab día)	0,25	
$S_a$ : Concentración org.afluente	(mg DBO <sub>5</sub> / lt)	158	de análisis fisicoquímico de El Carril
$T_A$ : Temp.media aire en mes más frío	(°C)	11,2	
$K_{b20}$ : Cte. de remoción bact. a 20 ° C (día <sup>-1</sup> )	(adimensional)	1,00	
$K_{20}$ : Cte. de remoción org. a 20 ° C (día <sup>-1</sup> )	(adimensional)	0,30	
$\Theta$ : Coef. de Arrhenius p/remoc. bacteriana	(adimensional)	1,07	
$\Theta$ : Coef. de Arrhenius p/remoc. orgánica	(adimensional)	1,085	
$N_s$ : Número de series de la batería	(n°)	2	
$N_L$ : Num. de lagunas fac. de cada serie	(n°)	1	
<b>Clima tipo :</b>			
( A ) San Juan ( Lima, Peru )		si	
( B ) Melipilla (Chile)			
( C ) Campiña Grande (Paraiba,Brasil)			
$N_0$ : Número más probable de coliformes fecales por 100 ml en líquido crudo	( NMP / 100 ml )	5,10E+07	de análisis bacteriológico de El Carril
PROCESAMIENTO DE DATOS GENERALES			FORMULAS
$i_1$ : Tasa de crecimiento entre censos '01 y '91	(%)	3,53	$i_1 = ( P_{01} / P_{91} )^{1/(01-91)} - 1$
$i_{(91-80)}$ : Tasa de crecimiento entre censos '91 y '80	(%)	2,41	$i_{(91-80)} = ( P_{91} / P_{80} )^{1/(91-80)} - 1$
$i_2$ : Tasa de crecimiento promedio	(%)	2,97	$i_2 = 1/2 * ( i_1 + i_{(91-80)} )$
$i_2$ : Tasa de crecimiento del segundo subperíodo	(%)	2,97	si $i_2 < i_1$ entonces: $i = i_2$ , sino $i = i_1$
$Q_{C20}$ : Caudal medio diario	(m <sup>3</sup> / día)	3165	$Q_{C20} = P_{20} * d * 0,80$
$Q_1$ : Caudal medio diario para cada serie	(m <sup>3</sup> / día)	1583	$Q_1 = Q_{C20} / N_s$
$Q_{N-1}$ : Caudal medio diario para $N_s - 1$ series	(m <sup>3</sup> / día)	1583	$Q_{N-1} = Q_1 * ( N_s - 1 )$
$P_{N-1}$ : Población a servir para $N_s - 1$ series	(hab)	7913	$P_{N-1} = Q_{N-1} / ( d * 0,80 )$
Temp. líquido para clima (A)	(°C)	18,1486	$T = 10,443 + ( 0,688 * T_A )$
Temp. líquido para clima (B)	(°C)	16,4194	$T = 3,685 + ( 1,137 * T_A )$
Temp. líquido para clima (C)	(°C)	17,8392	$T = 10,996 + ( 0,611 * T_A )$
$T_1$ : Temp. líquido primera laguna	(°C)	18,1486	$T_1 = \text{función del clima tipo}$
$L_{a1}$ : Carga orgánica diaria de diseño	(Kg DBO <sub>5</sub> / día)	250,04	$L_{a1} = Q_{C20} * S_a / ( N_s * 1000 )$

## CARGA ORGANICA SUPERFICIAL MAXIMA - REMOCION DE LODOS

INGRESO DE DATOS				
DESCRIPCION	UNIDADES	DENOMINACION	FORMULA	RESULTADO
NUMERO DE LAGUNAS		N		2
RADIACION SOLAR (de página web de la NASA)	kW / m <sup>2</sup> día	RS'	para el mes de mínima radiación	3,64
CARGA ORGANICA PROMEDIO	(mg/l)	L		200
RELACION LARGO ANCHO		l/a		3,00
PROFUNDIDAD LAGUNA FACULTATIVA	m	P		1,80
PENDIENTE INTERNA DEL TALUD	m/m	i	3 horizontal:1 vertical	3,00
SOLIDOS SEDIMENTABLES EN AFLUENTE	(mg/l)	SS		280
REMOCION DE LODOS			porcentaje entre volumen lodos y volumen total	0,25
CALCULO				
CAUDAL PROMEDIO	(m <sup>3</sup> /día)	Qm		3165,00
RADIACION SOLAR	kJ/ha día	RS	RS=RS'x0.3599E+08	1,31,E+08
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL MAXIMA	Kg DBO/ha día	Csm	Csm=1.937E-06(RS)	254
AREA TOTAL LAGUNAS FACULTATIVAS	Has	Af	Af=10 L Qm/Csm/10000	2,49
LONGITUD TOTAL LAGUNAS	m	lt	lt=(l/axAf) <sup>0.50</sup>	273,56
ANCHO TOTAL LAGUNAS	m	at	at=lt/(a/l)	91,19
VOLUMEN TOTAL FACULTATIVAS	m <sup>3</sup>	Vf	Vf=P/6[(l a)+(l-2iP)(a-2iP)+4(l-ip)(a-ip)]	41426
VOLUMEN LODOS	m <sup>3</sup>	Vi	Vi=0.00156 Qm SS	1382,47
FRECUENCIA DE REMOCION DE LODOS	años	t	t=0.25 Vf/Vi	7,49

## LAGUNAS FACULTATIVAS

### INGRESO DE DATOS

RELACION LARGO - ANCHO	( adimensional )	$X_1$		3
TALUD INTERNO	( m / m )	$i_i$		0,333
TALUD EXTERNO	( m / m )	$i_e$		0,50
TIRANTE LIQUIDO	( m )	$H$		2,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$b_0$		3,00
NIVEL DE TERRENO EN INGRESO A LAGUNAS	(m)	$NT$		100,00
NIVEL DE CORONAMIENTO	(m)	$NC$		101,00
NIVEL DE PELO DE AGUA	(m)	$NPA$		100,20

### CALCULO

CARGA ORGANICA SUPERFICIAL	(Kg DBO <sub>5</sub> /Ha d)	$C_{sm}$	por radiación solar	254
CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SERIE	( m <sup>3</sup> / dia )	$Q_1$	$Q_1 = Q_{C20} / N_s$	1583
AREA SUPERFICIAL DE CADA LAGUNA PRIMARIA	( m <sup>2</sup> )	$A_s$	$A_s = ( L_{a1} / C_{sm} ) * 10^4$	9853
ANCHO SUPERFICIAL	( m )	$B_s$	$B_s = ( A_s / X_1 )^{1/2}$	57
LARGO SUPERFICIAL	( m )	$L_s$	$L_s = X_1 * B_s$	172
ANCHO DE SOLERA	( m )	$B_f$	$B_f = B_s - 2 * H / i_i$	45
LONGITUD DE SOLERA	( m )	$L_f$	$L_f = L_s - 2 * H / i_i$	160
AREA DE SOLERA	( m <sup>2</sup> )	$A_f$	$A_f = B_f * L_f$	7244
VOLUMEN LIQUIDO	( m <sup>3</sup> )	$V$	$V_1 = H/3 [ A_s + A_f + (A_s * A_f)^{1/2} ]$	17031
PERMANENCIA HIDRAULICA	( dias )	$t_1$	$t_1 = V / Q_1$	10,76
DIAGONAL SUPERFICIAL	( Km )	$F$	$F = [ ( L_s^2 + B_s^2 )^{1/2} ] / 1000$	0,18
ALTURA LIBRE MINIMA SEGUN CALCULO	( m )	$h_{0C}$	$h_{0C} = 0,20 + ( 0,6 * F^{1/4} )$	0,59
ALTURA LIBRE MINIMA ADOPTADA	( m )	$h_{01}$	si $h_{0C} < 0,50$ : $h_{0MIN} = 0,50$	0,59
DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE CORONAMIENTO Y PELO AGUA	( m )	$D_1$	$D_1 = NC - NPA$	0,80
LONGITUD DE CORONAMIENTO	( m )	$L_c$	$L_c = L_s + 2 * D / i_i$	177
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$B_c$	$B_c = B_s + 2 * D / i_i$	62

### EFICIENCIA BACTERIOLOGICA

FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	( adimensional )	$d_1$	$d_1 = X_1 / X_1^2 + 1,013 + X_1 * 0,253 - 0,261$	0,31
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA $T_1$	( dia <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T-20)}$	0,88
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_1$	$a_1 = ( 1 + 4 * K_b * t_1 * d_1 )^{1/2}$	3,58
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2d}$	7,13E+01
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	6,58E+03
TRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. PRIM.		$Y$		
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALES EN LIQUIDO EFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA	( NMP / 100 ml )	$N_1$	$N_1 = ( Z / Y ) * N_0$	552253

### EFICIENCIA ORGANICA

RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	( adimensional )	$\varphi$	$\varphi = \text{funcion } C_{sm}^1 \text{ aplicada}$	2,08
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA $T_1$	( dia <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_1$	$a_1 = ( 1 + 4 * K_T * R_1 * d_1 )^{1/2}$	2,11
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2d}$	4,E+01
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	3,E+02
TRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		$Y$		
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO EFLUENTE DE LA LAGUNA PRIMARIA	( mg / lt )	$S_1$	$S_1 = ( Z / Y ) * S_a$	23,15
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL LIQUIDO APLI -				
CADA A LAGUNA SECUNDARIA	( mg / lt )	$S_1 \text{ TOTAL}$	$S_1 \text{ TOTAL} = \varphi * S_1$	48,14

## LAGUNA DE MADURACION 1

### INGRESO DE DATOS

RELACION LARGO - ANCHO	( adimensional )	$X_1$		50
TALUD INTERNO	( m / m )	$i_i$		0,333
TALUD EXTERNO	( m / m )	$i_e$		0,50
TIRANTE LIQUIDO	( m )	$H$		1,80
ANCHO SUPERFICIAL	( m )	$B_s$		76
LARGO SUPERFICIAL	( m )	$L_s$		281
PERMANENCIA HIDRAULICA	( dias )	$t_1$		7,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$b_0$		3,00
NIVEL DE TERRENO EN INGRESO A LAGUNAS	( m )	$NT$		91,00
NIVEL DE CORONAMIENTO	( m )	$NC$		91,83
NIVEL DE PELO DE AGUA	( m )	$NPA$		91,03

### CALCULO

CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SERIE	( m <sup>3</sup> / día )	$Q$		3165
ANCHO DE SOLERA	( m )	$B_F$	$B_F = B_s - 2 * H / i_i$	65
LONGITUD DE SOLERA	( m )	$L_F$	$L_F = L_s - 2 * H / i_i$	270
AREA DE SOLERA	( m <sup>2</sup> )	$A_F$	$A_F = B_F * L_F$	17613
DIAGONAL SUPERFICIAL	( Km )	$F$	$F = [ ( L_s^2 + B_s^2 )^{1/2} ] / 1000$	0,29
ALTURA LIBRE MINIMA SEGUN CALCULO	( m )	$h_{0C}$	$h_{0C} = 0,20 + ( 0,6 * F^{1/4} )$	0,64
ALTURA LIBRE MINIMA ADOPTADA	( m )	$h_{01}$	si $h_{0C} < 0,50 : h_{0 MIN} = 0,50$	0,64
DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE CORONAMIENTO Y PELO AGUA	( m )	$D_1$	$D_1 = NC - NPA$	0,80
LONGITUD DE CORONAMIENTO	( m )	$L_C$	$L_C = L_s + 2 * D / i_i$	286
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$B_C$	$B_C = B_s + 2 * D / i_i$	81

### EFICIENCIA BACTERIOLOGICA

FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	( adimensional )	$d_1$	$d_1 = X_1 / X_1^2 * 1,013 + X_1 * 0,253 - 0,261$	0,02
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA $T_1$	( día <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T - 20)}$	0,88
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_1$	$a_1 = ( 1 + 4 * K_b * t_1 * d_1 )^{1/2}$	1,22
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2 d}$	5,60E+11
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	1,48E+14
TRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. PRIM.				
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS EN LIQUIDO EFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA	( NMP / 100 ml )	$N_1$	$N_1 = ( Z / Y ) * N_0$	2090

### EFICIENCIA ORGANICA

RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	( adimensional )	$\phi$	$\phi = \text{funcion } C_{sm}' \text{ aplicada}$	2,08
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA $T_1$	( día <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{20} * \Theta^{(T - 20)}$	0,26
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_1$	$a_1 = ( 1 + 4 * K_T * R_1 * d_1 )^{1/2}$	1,07
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2 d}$	5,E+11
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	3,E+12
TRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.				
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO EFLUENTE DE LA LAGUNA PRIMARIA	( mg / lt )	$S_1$	$S_1 = ( Z / Y ) * S_a$	8,39
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL LIQUIDO APLICADO A LAGUNA SECUNDARIA	( mg / lt )	$S_1 \text{ TOTAL}$	$S_1 \text{ TOTAL} = \phi * S_1$	17,45

## LAGUNA DE MADURACION 2

### INGRESO DE DATOS

RELACION LARGO - ANCHO	( adimensional )	$X_1$		50
TALUD INTERNO	( m / m )	$i_i$		0,333
TALUD EXTERNO	( m / m )	$i_e$		0,50
TIRANTE LIQUIDO	( m )	$H$		1,80
ANCHO SUPERFICIAL	( m )	$B_s$	$B_s = ( A_s / X_1 )^{1/2}$	76
LARGO SUPERFICIAL	( m )	$L_s$	$L_s = X_1 * B_s$	281
PERMANENCIA HIDRAULICA	( dias )	$t_1$	$t_1 = V_1 / Q_1$	7,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$b_0$		3,00
NIVEL DE TERRENO EN INGRESO A LAGUNAS	(m)	$NT$		91,00
NIVEL DE CORONAMIENTO	(m)	$NC$		91,83
NIVEL DE PELO DE AGUA	(m)	$NPA$		91,03

### CALCULO

CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SERIE	( m <sup>3</sup> / día )	$Q$		3165
ANCHO DE SOLERA	( m )	$B_F$	$B_F = B_s - 2 * H / i_i$	65
LONGITUD DE SOLERA	( m )	$L_F$	$L_F = L_s - 2 * H / i_i$	270
AREA DE SOLERA	( m <sup>2</sup> )	$A_F$	$A_F = B_F * L_F$	17613
DIAGONAL SUPERFICIAL	( Km )	$F$	$F = [ ( L_s^2 + B_s^2 )^{1/2} ] / 1000$	0,29
ALTURA LIBRE MINIMA SEGUN CALCULO	( m )	$h_{0C}$	$h_{0C} = 0,20 + ( 0,6 * F^{1/4} )$	0,64
ALTURA LIBRE MINIMA ADOPTADA	( m )	$h_{01}$	si $h_{0C} < 0,50 : h_{0 MIN} = 0,50$	0,64
DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE CORONAMIENTO Y PELO AGUA	( m )	$D_1$	$D_1 = NC - NPA$	0,80
LONGITUD DE CORONAMIENTO	( m )	$L_C$	$L_C = L_s + 2 * D / i_i$	286
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$B_C$	$B_C = B_s + 2 * D / i_i$	81

### EFICIENCIA BACTERIOLOGICA

FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	( adimensional )	$d_1$	$d_1 = X_1 / X_1^2 * 1,013 + X_1 * 0,253 - 0,261$	0,02
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA $T_1$	( día <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T-20)}$	0,88
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_1$	$a_1 = ( 1 + 4 * K_b * t_1 * d_1 )^{1/2}$	1,22
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2 d}$	5,60E+11
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. PRIM.		$Y$	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	1,48E+14
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA	( NMP / 100 ml )	$N_1$	$N_1 = ( Z / Y ) * N_0$	7,91

### EFICIENCIA ORGANICA

RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	( adimensional )	$\phi$	$\phi = \text{funcion } C_{sm} \text{ aplicada}$	2,08
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA $T_1$	( día <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_1$	$a_1 = ( 1 + 4 * K_T * R_1 * d_1 )^{1/2}$	1,07
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2 d}$	5,E+11
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		$Y$	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	3,E+12
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO AFLUENTE DE LA LAGUNA PRIMARIA	( mg / lt )	$S_1$	$S_1 = ( Z / Y ) * S_a$	3,04
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL LIQUIDO APLICADO A LAGUNA SECUNDARIA	( mg / lt )	$S_1 \text{ TOTAL}$	$S_1 \text{ TOTAL} = \phi * S_1$	6,32



## CALCULO LONGITUD Y ANCHO CANALES EN LAGUNAS DE MADURACION

Ecuación de segundo grado para cálculo de ancho de canal (n° 6 en informe preliminar)

$$a^2 - [iP/n+iP] a - \{[8i^2P^2 - (6TRH Q/P)]/6n = 0$$

### DATOS

RELACION LARGO-ANCHO	n	50
PENDIENTE INTERNA TALUD	i	3 3 hor. - 1 vert.
TIRANTE LAGUNA	P	1,8 m
TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICO	TRH	7 días

### RESULTADOS

CAUDAL PROMEDIO	Q	3165,00 m3/día
	A	1
COEFICIENTES DE ECUACION DE 2°	B	-5,51
GRADO	C	-245,39
ANCHO CADA CANAL	a	18,66 m
LARGO TOTAL CANALES	l	933 m
SUPERFICIE	Am	17408 m2

## VERIFICACION PARAMETROS RESULTANTES

DESCRIPCION	UNIDADES	DENOMINACION	RESULTADOS	VALORES LIMITES
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS ( en salida de laguna maduración N° 1 )	( NMP / 100 ml )	N <sub>1</sub>	2090	1000
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS ( en salida de laguna maduración N° 2 )	( NMP / 100 ml )	N <sub>2</sub>	7,91	1000
CONCENTRACION DE DBO <sub>5</sub> SOLUBLE ( en salida de laguna de maduración N° 1 )	( mg / lt )	S <sub>2</sub>	8,39	20
CONCENTRACION DE DBO <sub>5</sub> TOTAL ( en salida de laguna de maduración N° 1 )	( mg / lt )	S <sub>2</sub> TOTAL	17,45	30 a 100
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL DEL SISTEMA	( dias )	R <sub>T</sub>	24,76	mínimo = 20 días

Comparando los parámetros resultantes del efluente con los de los análisis del agua del cauce receptor, se aprecia que tanto la DBO<sub>5</sub> soluble como la total de la planta depuradora son menores que los del cauce. En cuanto a la eficiencia bacteriológica, el valor correspondiente al vuelco está por debajo de los parámetros exigidos

## **MEMORIA TECNICA PLANTA DEPURADORA ALTERNATIVA 2**



## LAGUNAS FACULTATIVAS PRIMARIAS

### INGRESO DE DATOS

RELACION LARGO - ANCHO	(adimensional)	$X_1$		8,00
TALUD INTERNO	(m / m)	$i_i$		0,330
TALUD EXTERNO	(m / m)	$i_e$		0,33
TIRANTE LIQUIDO	(m)	H		2,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	(m)	$b_0$		3,00
NIVEL DE TERRENO EN INGRESO A LAGUNAS	(m)	NT		89,56
NIVEL DE CORONAMIENTO	(m)	NC		91,83
NIVEL DE PELO DE AGUA	(m)	NPA		91,03

### CALCULO

CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SERIE	(m <sup>3</sup> / día)	$Q_1$	$Q_1 = Q_{C20} / N_s$	1055
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL MAXIMA SI CEPIS	(Kg DBO <sub>5</sub> / Ha d)	$C_{sm1}$	$C_{sm} = 357,4 * 1,085^{(T-20)}$	307
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL SI MARA	(Kg DBO <sub>5</sub> / Ha d)	$C_{sm2}$	$C_{sm} = 20 * T_{si} - 60$	164
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL ADOPTADA	(Kg DBO <sub>5</sub> / Ha d)	$C_{sm}$	$C_{sm} = (C_{sm1} + C_{sm2}) / 2$	236
AREA SUPERFICIAL DE CADA LAGUNA PRIMARIA	(m <sup>2</sup> )	$A_s$	$A_s = (L_{a1} / C_{sm}) * 10^4$	7074
ANCHO SUPERFICIAL	(m)	$B_s$	$B_s = (A_s / X_1)^{1/2}$	30
LARGO SUPERFICIAL	(m)	$L_s$	$L_s = X_1 * B_s$	238
ANCHO DE SOLERA	(m)	$B_F$	$B_F = B_s - 2 * H / i_i$	18
LONGITUD DE SOLERA	(m)	$L_F$	$L_F = L_s - 2 * H / i_i$	226
AREA DE SOLERA	(m <sup>2</sup> )	$A_F$	$A_F = B_F * L_F$	3977
VOLUMEN LIQUIDO	(m <sup>3</sup> )	V	$V_1 = H / 3 [A_s + A_F + (A_s * A_F)^{1/2}]$	10903
PERMANENCIA HIDRAULICA	(días)	$t_1$	$t_1 = V_1 / Q_1$	10,33
DIAGONAL SUPERFICIAL	(Km)	F	$F = [(L_s^2 + B_s^2)^{1/2}] / 1000$	0,24
ALTURA LIBRE MINIMA SEGUN CALCULO	(m)	$h_{0C}$	$h_{0C} = 0,20 + (0,6 * F^{1/4})$	0,62
ALTURA LIBRE MINIMA ADOPTADA	(m)	$h_{01}$	si $h_{0C} < 0,50$ : $h_{0MIN} = 0,50$	0,62
DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE CORONAMIENTO Y PELO AGUA	(m)	$D_1$	$D_1 = NC - NPA$	0,80
LONGITUD DE CORONAMIENTO	(m)	$L_C$	$L_C = L_s + 2 * D / i_i$	243
ANCHO DE CORONAMIENTO	(m)	$B_C$	$B_C = B_s + 2 * D / i_i$	35

### EFICIENCIA BACTERIOLOGICA

FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	(adimensional)	$d_1$	$d_1 = X_1 / X_1^2 * 1,013 + X_1^2 * 0,253 - 0,261$	0,12
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA T <sub>1</sub>	(día <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T-20)}$	0,88
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	(días)	$R_1$	$R_1 = 2/3 * t_1$	6,89
COEFICIENTE DE CALCULO	(adimensional)	$a_1$	$a_1 = (1 + 4 * K_b * R_1 * d_1)^{1/2}$	1,98
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		Z	$4 * a_1 * e^{1/2d}$	510,05
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		Y	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	33826,55
TRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. PRIM.		Y		
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS EN LIQUIDO EFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA	(NMP / 100 ml)	$N_1$	$N_1 = (Z / Y) * N_0$	769001

### EFICIENCIA ORGANICA

RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	(adimensional)	$\phi$	$\phi = \text{funcion } C_{sm} \text{ aplicada}$	2,08
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA T <sub>1</sub>	(día <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{T20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	(días)	$R_1$	$R_1 = 2/3 * t_1$	6,89
COEFICIENTE DE CALCULO	(adimensional)	$a_1$	$a_1 = (1 + 4 * K_T * R_1 * d_1)^{1/2}$	1,36
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIMARIA		Z	$4 * a_1 * e^{1/2d}$	350,77
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		Y	$(1+a)^2 * e^{a/2d} - (1-a)^2 * e^{-a/2d}$	1618,09
TRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA PRIM.		Y		
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO EFLUENTE DE LA LAGUNA PRIMARIA	(mg / lt)	$S_1$	$S_1 = (Z / Y) * S_a$	34,25
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL LIQUIDO APLI - CADA A LAGUNA SECUNDARIA	(mg / lt)	$S_1 \text{ TOTAL}$	$S_1 \text{ TOTAL} = \phi * S_1$	71,21

## LAGUNAS FACULTATIVAS SECUNDARIAS

DE CADA LAGUNA PRIMARIA SE DERIVAN DOS SUBSERIES DE SECUNDARIAS Y TERCARIAS

INGRESO DE DATOS				
DESCRIPCION	UNIDADES	DENOMINACION	FORMULA	RESULTADOS
RELACION LARGO - ANCHO	( adimensional )	$X_2$		8,00
TALUD INTERNO	( m / m )	$i_i$		0,330
TALUD EXTERNO	( m / m )	$i_e$		0,33
TIRANTE LIQUIDO	( m )	$H$		2,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$b_0$		3,00
DESNIVEL ENTRE CORONAMIENTO DE PRIM. Y SECUND.	( m )	$Y_2$		0,40
ANCHO SUPERFICIAL	( m )	$B_s$		26,00
CALCULO				
ALTURA LIBRE ( REVANCHA )	( m )	$D_2$	$D_2 = D_1 + \Delta h - Y_2$	0,80
CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SUBSERIE	( m <sup>3</sup> / día )	$Q_2$	$Q_2 = Q_1 / 2$	528
TEMPERATURA DEL LIQUIDO	( °C )	$T_2$	$T_2 = T_1$	18,15
LARGO SUPERFICIAL	( m )	$L_s$	$L_s = X_2 * B_s$	208
AREA SUPERFICIAL	( m <sup>2</sup> )	$A_s$	$A_s = B_s * L_s$	5408
ANCHO DE SOLERA	( m )	$B_f$	$B_f = B_s - 2 * H / i_i$	13,88
LONGITUD DE SOLERA	( m )	$L_f$	$L_f = L_s - 2 * H / i_i$	196
AREA DE SOLERA	( m <sup>2</sup> )	$A_f$	$A_f = B_f * L_f$	2719
VOLUMEN LIQUIDO	( m <sup>3</sup> )	$V$	$V_2 = H/3 [ A_s + A_f + (A_s * A_f)^{1/2} ]$	7974
PERMANENCIA HIDRAULICA	( dias )	$t_2$	$t_2 = V / Q_2$	15,12
LONGITUD DE CORONAMIENTO	( m )	$L_c$	$L_c = L_s + 2 * D_2 / i_i$	213
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$B_c$	$B_c = B_s + 2 * D_2 / i_i$	31
EFICIENCIA BACTERIOLOGICA				
FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	( adimensional )	$d_2$	$d_2 = X_2 / X_2^2 * 1,013 * X_2^{0,253} - 0,261$	0,12
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA $T_2$	( día <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	( dias )	$R_2$	$R_2 = 2/3 * t_2$	10,08
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_2$	$a_2 = ( 1 + 4 * K_b * R_2 * d_2 )^{1/2}$	1,50
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRA-				
CION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA SECUN.		$Z$	$4 * a_2 * e^{1/2 d}$	386,33
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -				
TRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. SEC.		$Y$	$(1+a_2)^2 * e^{a/2d} - (1-a_2)^2 * e^{-a/2d}$	3221,27
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS EN LIQUIDO				
EFLUENTE DE LAGUNA SECUNDARIA	( NMP / 100 ml )	$N_2$	$N_2 = ( Z / Y ) * N_1$	92228
EFICIENCIA ORGANICA				
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL APLICADA A LAGUNA				
SECUNDARIA	(Kg DBO <sub>5</sub> /Ha d)	$C_{s2}$	$C_{s2} = ( Q_2 * S_1 \text{ TOT} / A_s ) * 10$	69
RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	( adimensional )	$\phi$	$\phi = \text{funcion } C_{s2} \text{ aplicada}$	2,49
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA $T_2$	( día <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	( dias )	$R_2$	$R_2 = 2/3 * t_2$	10,08
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_2$	$a_2 = ( 1 + 4 * K_T * R_2 * d_2 )^{1/2}$	1,50
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRA-				
CION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA SECUNDARIA		$Z$	$4 * a_1 * e^{1/2 d}$	386,33
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -				
TRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA SEC.		$Y$	$(1+a_2)^2 * e^{a/2d} - (1-a_2)^2 * e^{-a/2d}$	3221,27
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO				
EFLUENTE DE LA LAGUNA SECUNDARIA	( mg / lt )	$S_2$	$S_2 = ( Z / Y ) * S_1 \text{ TOTAL}$	8,54
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL LIQUIDO APLI -				
CADA A LAGUNA TERCARIA	( mg / lt )	$S_2 \text{ TOTAL}$	$S_2 \text{ TOTAL} = \phi * S_2$	21,22

## LAGUNAS FACULTATIVAS TERCIARIAS

INGRESO DE DATOS				
DESCRIPCION	UNIDADES	DENOMINACION	FORMULA	RESULTADOS
RELACION LARGO - ANCHO	( adimensional )	$X_3$		8,00
TALUD INTERNO	( m / m )	$i_i$		0,330
TALUD EXTERNO	( m / m )	$i_e$		0,33
TIRANTE LIQUIDO	( m )	$H$		2,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$b_0$		3,00
DESNIVEL DE CORONAMIENTO ENTRE SECUND. Y TERC.	( m )	$Y_3$		0,40
CALCULO				
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$B_C$		31
LARGO DE CORONAMIENTO	( m )	$L_C$	$L_C = L_{C2}$	213
ALTURA LIBRE ( REVANCHA )	( m )	$D_3$	$D_3 = D_2 + \Delta h - Y_3$	1,20
ANCHO SUPERFICIAL	( m )	$B_S$	$B_S = B_C - 2 * D_3 / i_i$	24
CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SUBSERIE	( m <sup>3</sup> / día )	$Q_3$	$Q_3 = Q_2$	527,50
TEMPERATURA DEL LIQUIDO	( ° C )	$T_3$	$T_3 = T_2$	18,15
LARGO SUPERFICIAL	( m )	$L_S$	$L_S = X_3 * B_S$	189
AREA SUPERFICIAL	( m <sup>2</sup> )	$A_S$	$A_S = B_S * L_S$	4447
ANCHO DE SOLERA	( m )	$B_F$	$B_F = B_S - 2 * H / i_i$	11,45
LONGITUD DE SOLERA	( m )	$L_F$	$L_F = L_S - 2 * H / i_i$	176
AREA DE SOLERA	( m <sup>2</sup> )	$A_F$	$A_F = B_F * L_F$	2022
VOLUMEN LIQUIDO	( m <sup>3</sup> )	$V$	$V_3 = H/3 [ A_S + A_F + (A_S * A_F)^{1/2} ]$	6311
PERMANENCIA HIDRAULICA	( dias )	$t_3$	$t_3 = V_3 / Q_3$	11,96
EFICIENCIA BACTERIOLOGICA				
FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	( adimensional )	$d_3$	$d_3 = X_3 / X_3^2 * 1,013 + X_3 * 0,253 - 0,261$	0,12
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA $T_2$	( día <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	( dias )	$R_3$	$R_3 = 2/3 * t_3$	7,98
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_3$	$a_3 = ( 1 + 4 * K_b * R_3 * d_3 )^{1/2}$	1,41
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA TERC.		$Z$	$4 * a_3 * e^{1/2d}$	363,28
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a_3)^2 * e^{a/2d} - (1-a_3)^2 * e^{-a/2d}$	2062,98
TRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. TERC.				
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS EN LIQUIDO				
EFLUENTE DE LAGUNA TERCIARIA.	( NMP / 100 ml )	$N_3$	$N_3 = ( Z / Y ) * N_2$	16241
EFICIENCIA ORGANICA				
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL APLICADA A LAGUNA				
TERCIARIA	(Kg DBO <sub>5</sub> / Ha d)	$C_{S3}$	$C_{S3} = ( Q_3 * S_{2TOT} / A_S ) * 10$	25
RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	( adimensional )	$\phi$	$\phi = \text{funcion } C_{S3} \text{ aplicada}$	2,64
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA $T_2$	( día <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{T20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	( dias )	$R_3$	$R_3 = 2/3 * t_3$	7,98
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_3$	$a_3 = ( 1 + 4 * K_T * R_3 * d_3 )^{1/2}$	1,41
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA TERCIARIA		$Z$	$4 * a_3 * e^{1/2d}$	363,28
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a_3)^2 * e^{a/2d} - (1-a_3)^2 * e^{-a/2d}$	2062,98
TRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA TERC.				
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO				
EFLUENTE DE LA LAGUNA TERCIARIA.	( mg / lt )	$S_3$	$S_3 = ( Z / Y ) * S_{2TOTAL}$	3,74
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL EFLUENTE FINAL	( mg / lt )	$S_{3TOTAL}$	$S_{3TOTAL} = \phi * S_3$	9,85

## LAGUNAS FACULTATIVAS CUATERNARIAS

INGRESO DE DATOS				
DESCRIPCION	UNIDADES	DENOMINACION	FORMULA	RESULTADOS
RELACION LARGO - ANCHO	( adimensional )	$X_3$		8,00
TALUD INTERNO	( m / m )	$i_i$		0,330
TALUD EXTERNO	( m / m )	$i_e$		0,33
TIRANTE LIQUIDO	( m )	$H$		2,00
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$b_0$		3,00
DESNIVEL DE CORONAMIENTO ENTRE TERC. Y CUATERN.	( m )	$Y_3$		0,40
CALCULO				
ANCHO DE CORONAMIENTO	( m )	$B_C$		31
LARGO DE CORONAMIENTO	( m )	$L_C$	$L_C = L_{C2}$	213
ALTURA LIBRE ( REVANCHA )	( m )	$D_3$	$D_3 = D_2 + \Delta h - Y_3$	1,20
ANCHO SUPERFICIAL	( m )	$B_S$	$B_S = B_C - 2 * D_3 / i_i$	24
CAUDAL DE DISEÑO DE CADA SUBSERIE	( m <sup>3</sup> / día )	$Q_3$	$Q_3 = Q_2$	527,50
TEMPERATURA DEL LIQUIDO	( °C )	$T_3$	$T_3 = T_2$	18,15
LARGO SUPERFICIAL	( m )	$L_S$	$L_S = X_3 * B_S$	189
AREA SUPERFICIAL	( m <sup>2</sup> )	$A_S$	$A_S = B_S * L_S$	4447
ANCHO DE SOLERA	( m )	$B_F$	$B_F = B_S - 2 * H / i_i$	11,45
LONGITUD DE SOLERA	( m )	$L_F$	$L_F = L_S - 2 * H / i_i$	176
AREA DE SOLERA	( m <sup>2</sup> )	$A_F$	$A_F = B_F * L_F$	2022
VOLUMEN LIQUIDO	( m <sup>3</sup> )	$V$	$V_3 = H/3 [ A_S + A_F + (A_S * A_F)^{1/2} ]$	6311
PERMANENCIA HIDRAULICA	( dias )	$t_3$	$t_3 = V_3 / Q_3$	11,96
EFICIENCIA BACTERIOLOGICA				
FACTOR DE DISPERSION HIDRAULICA	( adimensional )	$d_3$	$d_3 = X_3 / X_3^2 * 1,013 + X_3^0,253 - 0,261$	0,12
CONSTANTE DE DEGRADACION BACTERIANA PARA $T_2$	( día <sup>-1</sup> )	$K_b$	$K_b = K_{b20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	( dias )	$R_3$	$R_3 = 2/3 * t_3$	7,98
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_3$	$a_3 = ( 1 + 4 * K_b * R_3 * d_3 )^{1/2}$	1,41
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA TERC.		$Z$	$4 * a_3 * e^{1/2d}$	363,28
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a_3)^2 * e^{a/2d} - (1-a_3)^2 * e^{-a/2d}$	2062,98
TRACION COL. FEC. EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAG. TERC.				
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS EN LIQUIDO				
EFLUENTE DE LAGUNA TERCIARIA.	( NMP / 100 ml )	$N_3$	$N_3 = ( Z / Y ) * N_2$	2860
EFICIENCIA ORGANICA				
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL APLICADA A LAGUNA				
TERCIARIA	(Kg DBO <sub>5</sub> /Ha d)	$C_{S3}$	$C_{S3} = ( Q_3 * S_{2\text{TOT}} / A_S ) * 10$	25
RELACION : DBO <sub>5</sub> TOTAL / DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	( adimensional )	$\phi$	$\phi = \text{funcion } C_{S3} \text{ aplicada}$	2,64
CONSTANTE DE REMOCION DE LA DBO <sub>5</sub> PARA $T_2$	( día <sup>-1</sup> )	$K_T$	$K_T = K_{20} * \Theta^{(T-20)}$	0,26
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL	( dias )	$R_3$	$R_3 = 2/3 * t_3$	7,98
COEFICIENTE DE CALCULO	( adimensional )	$a_3$	$a_3 = ( 1 + 4 * K_T * R_3 * d_3 )^{1/2}$	1,41
NUMERADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCENTRACION DBO <sub>5</sub> LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA TERCIARIA		$Z$	$4 * a_3 * e^{1/2d}$	363,28
DENOMINADOR DE ECUACION PARA CALCULO CONCEN -		$Y$	$(1+a_3)^2 * e^{a/2d} - (1-a_3)^2 * e^{-a/2d}$	2062,98
TRACION DBO <sub>5</sub> EN LIQUIDO AFLUENTE DE LAGUNA TERC.				
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> SOLUBLE DEL LIQUIDO				
EFLUENTE DE LA LAGUNA TERCIARIA.	( mg / lt )	$S_3$	$S_3 = ( Z / Y ) * S_{2\text{TOTAL}}$	3,74
CONCENTRACION DE LA DBO <sub>5</sub> TOTAL DEL EFLUENTE FINAL	( mg / lt )	$S_{3\text{TOTAL}}$	$S_{3\text{TOTAL}} = \phi * S_3$	9,85

## VERIFICACION PARAMETROS RESULTANTES

DESCRIPCION	UNIDADES	DENOMINACION	RESULTADOS	VALORES LIMITES
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS ( en salida de lagunas terciarias )	( NMP / 100 ml )	$N_3$	16241	
CONCENTRACION DE COLIFORMES FECALIS ( en salida de lagunas cuaternarias )				
CONCENTRACION DE DBO <sub>5</sub> SOLUBLE ( en salida de lagunas secundarias )	( NMP / 100 ml )	$N_4$	2860	1000
	( mg / lt )	$S_2$	8,54	20
CONCENTRACION DE DBO <sub>5</sub> TOTAL ( en salida de lagunas secundarias )	( mg / lt )	$S_{2\text{TOTAL}}$	21,22	30 a 100
PERMANENCIA HIDRAULICA REAL DEL SISTEMA	( días )	$R_T$	24,94	mínimo = 20 días

## **INFORME MUNICIPALIDAD DE LA MERCED**



La Merced, 9 de Agosto de 2006

**MUNICIPALIDAD DE LA MERCED**

**OFICINA DE OBRAS PUBLICAS**

Ing. Eduardo Virgili

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

Ref. : Respuesta a nota de

pedido s/ expte:1635/06

Por la presente se elevan los antecedentes solicitados en

el expediente de referencia:

**Datos de población de La Merced y San Agustín**

Datos obtenidos del censo realizado en 2001

San Agustín 691 habitantes

La Merced 5084 habitantes

**Tarifas Vigentes de los Servicios Públicos en estas localidades**

Solo se realiza el cobro de Limpieza como servicio publico en ambas localidades

tarifa de limpieza

Se encuentra tarifado según el radio urbano en que viva el vecino :

1° Radio

2° Radio

3° Radio

**Servicio de desagote de pozos negros**

Valor: \$50 (pesos cincuenta)

**Recolección y disposición de sólidos urbanos**

Se realiza mediante un camión de carga posterior y compactador con un peso promedio por viaje de 4000 kg . de desechos.

La disposición final de los mismos se realiza en el vertedero San Javier, con un total de 5 viajes semanales. Estos datos incluyen los desechos sólidos de ambas localidades. La recolección se realiza los días Lunes, Miércoles y Viernes.

#### Zonas de Expansión futura en zona de colectora

Se estima una expansión de 100 viviendas más en la localidad de La Merced y 30 en San Agustín en los próximos dos años.

Debe tenerse en cuenta la creación durante el corriente año del asentamiento Gral. Güemes en un predio de 10 has. y con una población de 250 familias, ubicado detrás de la antigua estación.

#### Problemas ambientales en el área

Se pone en conocimiento la ubicación de una curtiembre ubicada sobre calle San Martín camino a San Agustín cuyos efluentes son vertidos en una represa ubicada en predio de la misma.

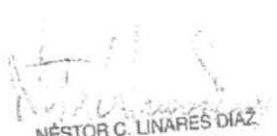
La ubicación de las canteras de las caleras que explotan la piedra caliza en la zona no poseen vertido de líquidos en la zona, pero sí emanaciones de los hornos de cocido del material.

Matadero Municipal vierte sus desechos mediante un sistema de cámaras sépticas y disposición final en dos represas de estabilización.

Los desechos cloacales de las viviendas son eliminados mediante un sistema de cámara y pozo negro lo que a puesto en una situación límite a las propiedades céntricas que no disponen de lugar para cavar nuevos pozos, una vez colmatados los mismos, siendo lo más alarmante la contaminación de las napas subterráneas debido al vertido en los mismos.

El uso indiscriminado de productos agroquímicos y pesticidas por parte de los productores de la zona lo que genera, año tras año, casos de intoxicados, problemas respiratorios y de la piel.

Sin otro particular, saludo a Ud.

  
NÉSTOR C. LINARES DÍAZ  
INGENIERO - M. P. 4388  
ASESOR OBRAS PÚBLICAS  
MUNICIPALIDAD DE LA MERCED



## **ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS**

# **INDICE**

## **INDICE**

### **CAPITULO 1**

#### **INTRODUCCIÓN**

##### **1. Introducción**

###### **1.1. Resumen Ejecutivo**

###### **Conclusiones**

###### **1.2. Organización del informe**

###### **1.3. Alcance del estudio**

###### **1.4. Metodología del estudio**

###### **1.5. Marco legal**

###### **1.6. Autores de estudio**

###### **1.7. Personas entrevistadas, entidades consultadas y documentación básica**

### **CAPITULO 2**

#### **DESCRIPCIÓN DE PROYECTO**

##### **2. Descripción del Proyecto**

###### **2.1. Generalidades**

###### **2.2. Ubicación del proyecto**

###### **2.3. Descripción del actual sistema de aprovisionamiento de Agua a la Ciudad de Salta**

###### **2.4. Características del servicio de agua potable en la Zona Centro - Oeste**

###### **2.5. Justificación del proyecto**

###### **2.6. Características del proyecto**

###### **2.7. Descripción de las acciones y/o actividades impactantes del proyecto**

###### **2.8. Valoración preliminar de impactos**

## **CAPITULO 3**

### **AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

#### **3. Área de Influencia el Proyecto**

- 3.1. Introducción
- 3.2. Área Operativa
- 3.3. Área de Influencia Directa
- 3.4. Área de Influencia Indirecta

## **CAPITULO 4**

### **LINEA DE BASE AMBIENTAL**

#### **4. Introducción**

- 4.1. Medio Físico Inerte
  - 4.1.1. Condiciones Atmosféricas
  - 4.1.2. Geología y Geomorfología
  - 4.1.3. Aguas Superficiales y Subterráneas
  - 4.1.4. Edafología
  - 4.1.5. Mecánica de Suelos
- 4.2. Medio Físico Biótico
  - 4.2.1. Flora
  - 4.2.2. Fauna
  - 4.2.3. Descripción de los Ecosistemas
  - 4.2.4. Interacción entre lo Biótico, lo Abiótico y lo Antrópico
- 4.3. Medio Físico Perceptual
- 4.4. Medio Antrópico
  - 4.4.1. Area de Influencia del proyecto
  - 4.4.2. *Medio Social del Area de Influencia Indirecta*
  - 4.4.3. *Consideraciones Socio Urbanas*
  - 4.4.4. Medio Social del Area de Influencia Directa
  - 4.4.6. Consulta y Coordinación Pública
  - 4.4.7. Bibliografía y Referencias Utilizadas

## **CAPITULO 5**

### **IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

#### **5. Impacto Ambiental del Proyecto**

- 5.1. Metodología de Predicción y Valoración de Impactos Ambientales
- 5.2. Valoración y Análisis de Impactos Ambientales

## **CAPITULO 6**

### **MEDIDAS DE MITIGACION**

#### **6. Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación de Impactos Ambientales**

- 6.1. Introducción
- 6.2. Medidas de Mitigaciones Generales del Proyecto
- 6.3. Medidas de Mitigación Particulares del Proyecto
- 6.4. Consideraciones y Medidas de Mitigación Específicas para el Medio Natural
- 6.5. Consideraciones y Medidas de Mitigación Específicas para el Medio Antrópico
- 6.6. Fortalecimiento Institucional

## **CAPITULO 7**

### **PLAN DE GESTION AMBIENTAL DEL PROYECTO**

#### **7. Plan de Gestión Ambiental**

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCION**

## 1. Introducción

El Estudio de Impacto Ambiental y Social –EslAS- puede definirse como la identificación y valoración de los impactos potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativos a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno.<sup>1</sup>

Los EslAS son instrumentos predictivos que permiten identificar los impactos que podrían originarse por la ejecución de una obra o actividad proyectada.

Los EslAS se desarrollan al inicio del proyecto y comprenden las etapas de formulación, ejecución y funcionamiento integrándose al resto de los estudios. Tiene fundamentalmente un carácter de interdisciplinario en el cual los equipos de trabajo interaccionan buscando las soluciones mas eficientes para las distintas alternativas del proyecto, incluyendo la opción de no realizar el proyecto.

La alternativa a seleccionar será la que presente la mejor combinación costo-beneficio, tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

El presente estudio corresponde a una obra a construirse en las localidades de La Merced y San Agustín, Dpto. Cerrillos de la Provincia de Salta, que tiene como finalidad la captación, evacuación, tratamiento y vertido de los líquidos cloacales al río Arenales; comprende la construcción de una Colectora Máxima y Planta Depuradora.

Los espacios libres cercanos a las ciudades tienen una importante función: se tratan de reservas urbanas no renovables, que difícilmente puedan revertirse para usos comunitarios una vez que hayan sido alcanzadas por la expansión indiscriminada de las construcciones y la especulación inmobiliaria. Es imposible imaginar la posibilidad de expropiar un sector de un barrio de viviendas, con el fin de satisfacer el anhelo de áreas verdes que los propios residentes expresan. Más complejo aún es disponer de los espacios requeridos para la ejecución de las distintas obras de infraestructura sanitaria y del equipamiento urbano en general, en la medida que se vuelven imperativos. Inexorablemente se verificará un fenómeno de escasez de espacios libres cercanos a las ciudades, de extraordinaria gravitación en la calidad del medio ambiente.

Todo esto genera un impacto ambiental fuertemente negativo que debe ser corregido a la brevedad.

---

<sup>1</sup> Manual de Evaluación de Impacto Ambiental – Larry W. Canter

## **1.1. Resumen Ejecutivo**

### **1.1. Conclusiones (En Informe Final)**

#### **1.2. Organización del Informe**

El presente estudio comprende siete capítulos. Luego de presentar un Resumen Ejecutivo del EIA ejecutado, se realizará una introducción general sobre los alcances, metodología, marco legal y otros antecedentes y datos relevantes.

En el capítulo 2 se hará una descripción del proyecto y posteriormente en el Capítulo siguiente se definirá el área de influencia del proyecto.

En el Capítulo 4 se desarrollará la línea de base ambiental del área definida.

A continuación en el Capítulo 5 se desarrollará la identificación y análisis de los impactos ambientales de las etapas y actividades involucradas en el proyecto, para luego, en los dos capítulos posteriores incluir las Medidas de Mitigación y el Plan de Gestión Ambiental.

En anexos se incorporarán planos y fotografías.

#### **1.3. Alcance del Estudio**

El estudio se ejecuta con el objetivo de determinar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista ambiental, cumpliendo con los alcances establecidos en los términos de referencia del Consejo Federal de Inversiones (CFI), y la normativa legal nacional, provincial y municipal vigente.

#### **1.4. Metodología del Estudio**



Se aplicará la metodología específica de identificación y valoración de impactos ambientales, indicándose las medidas de mitigación correspondientes y el Plan de Gestión Ambiental.

## 1.5 Marco Legal Ambiental

### 1.1. Nacional

- La Carta Magna de la República Argentina, es el marco de referencia, en el cual se consagra en su Artículo 41 que *"Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras, y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización natural de los Recursos Naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, ya la información y educación ambientales. Corresponde a la nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, ya las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales"*.

- La Ley (Nacional) General del Ambiente N° 25.675, vigente a partir del 28 de noviembre de 2002, establece aspectos vinculados a la política Ambiental, fijando los "Presupuestos Mínimos" de protección ambiental, modificando el Código Civil en cuanto a establecer que la responsabilidad por daño ambiental es competencia Nacional, quedando limitado a las provincias solo la legislación de forma. La Ley de Presupuestos mínimos es de orden público, rige en toda la nación, no pudiendo quedar sin efecto por convenciones particulares. 1.5.1. Ley Nacional N° 25.675, Ley General del Ambiente  
En el Art. 11° establece la obligatoriedad de realizar las Evaluaciones de Impactos previo a la realización de obras o acciones que tienen implicancias ambientales: *"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"*.

- Otra legislación Nacional de aplicación:
  - ✓ Ley Nacional 20284 /73): Contaminación atmosférica

- ✓ Decreto nacional 674/89, reglamentario de la Ley 13.577 de Obras Sanitarias de la Nación
- ✓ Decreto nacional 776/92 (12/05/92) Creación de la Dirección de Contaminación Hídrica
- ✓ Resolución 97/01 Reglamento para el Manejo Sustentable de Barros Generados en Plantas de Tratamiento de Efluentes Líquidos.

## 1.2. Provincial

- Las actividades previstas se realizarán de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Protección del Medio Ambiente de la Provincia de Salta Nº 7.070/00, y el Reglamento General de Gestión Ambiental Decreto 3097 modificado por Decreto 1587/03 – reglamentarios de Ley Nº 7070 Este reglamento se dicta en ejercicio de las potestades gubernativas y administrativas del Poder Ejecutivo Provincial y es de aplicación a todas las actividades públicas y privadas de la Provincia en los que se encuentren comprometidos los recursos naturales, el patrimonio cultural y el desarrollo sustentable de la Provincia de Salta....

La Ley 7070 en su Art. 1, define el objeto y el ámbito como: *"establecer las normas que deberán regir las relaciones entre los habitantes de la provincia de Salta y el medio ambiente en general, los ecosistemas, los recursos naturales, la biodiversidad, en particular la diversidad de ecosistemas, especies y genes, el patrimonio genético y los monumentos naturales, incluyendo los paisajes; a fin de asegurar y garantizar el desarrollo sustentable, la equidad intra e inter generacional y la conservación de la naturaleza; sin perjuicio de las materias que se rigen por leyes especiales"*.

La ley menciona los principios rectores para el armado de la política ambiental de la Provincia, que son:

1. Principio de precaución.
2. Principio de gradualismo.
3. Principio de participación.
4. Principio de la cooperación.
5. Principio de la sustentabilidad.
6. El reconocimiento del valor de existencia.
7. El principio de eficiencia.
8. Principio del mínimo impacto ambiental.
9. El principio de la globalidad de los efectos ambientales.
10. Principio de la equidad.
11. Principio contaminador pagador.

Estos principios, que también se encuentran declarados en la Ley Nº 25.675 y que son las bases de sustentación de los Estudios Medioambientales, son especialmente tenidos en cuenta en este ESIAS.

El Capítulo VI de la Ley Provincial 7.070 se legisla el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y Social. En la Sección I se legisla sobre las Disposiciones Comunes en los Arts. 38 al 42.

El Art. 38 establece que la Autoridad de Aplicación (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia) reglamentará acerca de los planes, proyectos y obras que requieran EIAS. Este artículo se encuentra reglamentado por el Decreto Provincial 3.097/01, Arts. 62 al 81.

De aquí surge que es obligatoria la Presentación del EIAS ya que se trata de un Proyecto de Infraestructura tipificada en el **Anexo I** de dicha ley.

Se establece también en esta Sección en el Art. 41 sobre las condiciones que deben requerirse a quienes elaboran estos EslAS, y en el Art. 42 que el cargo de los mismos es por cuenta del proponente. La Reglamentación del Art. 41 fue modificada encontrándose vigente el Decreto Reglamentario 1.587 en los Arts. 69 al 80. Dicha ley 7070, fija claramente en su Sección II lo referido a los Estudios de Impactos Ambientales.

En el Art. 43 se establece en que casos es obligatoria la presentación y aprobación de los EIAS ya sea para proponentes Públicos o Privados.

En el Art. 44 se establece el contenido mínimo que deben tener estos EslAS para su aprobación. Ambos artículos se encuentran actualmente reglamentados por el Decreto 3097, Arts. 82 al 84.

En el Capítulo II "De los recursos hídricos", Sección I de los Principios de Manejo Sustentable de los Recursos Hídricos, Sección II de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, Sección III, de las Aguas Subterráneas y su Protección, se establecen las precauciones para su utilización y protección.

En la Sección IV del Capítulo VI se legisla sobre el Certificado de Aptitud Ambiental.

En los Arts. 46 al 48 se establece que es condición necesaria la obtención de este Certificado por parte de la Autoridad Competente y los requisitos que debe reunir este Documento. Estos artículos de la Ley están reglamentados por los Arts. 87 al 89 del Decreto 3.097/00.

En los Arts. 49 y 50 de la Ley se legislan sobre las Audiencias Públicas, reglamentándose con el Decreto 3.097 en el Art. 90.

El Art. 51 de la ley 7.070 es terminante cuando establece: *"El incumplimiento de las condiciones establecidas en los artículos precedentes, por parte del organismo a cargo de la autorización de una iniciativa, será causa suficiente de nulidad del acto administrativo de autorización correspondiente"*.

En la Sección V del Capítulo VI, Arts. 52 y 53, se establecen las sanciones para quienes incumplieran con estas exigencias.

Es de aplicación lo establecido en "Código de Aguas", Ley Provincial N° 7017/99 (ley marco), de la cual es el "organismo de aplicación" la Agencia de Recursos Hídricos.

LEY N° 5513/79 - LEY DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE: Declara de interés público la fauna silvestre, acuática o terrestre, que temporal o permanentemente habita en el territorio de la Provincia, así como su conservación, propagación, repoblación y aprovechamiento racional...

LEY N° 5242/78 - ADHESIÓN PROVINCIAL A LA LEY NACIONAL N° 13.273/48 Y MODIFICATORIAS: La Provincia de Salta se adhiere a la ley nacional N° 13273/ 48 de Defensa de la Riqueza Forestal en su texto original o sus modificatorias el que se tendrá como ley de la Provincia, con las salvedades que en su particular interés y conveniencia establezca la presente ley y su correspondiente reglamentación.

- **Resolución N° 011- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo sustentables**

Artículo 1: ADÓPTESE como Norma Técnica de Naturaleza Ambiental para el volcamiento de Efluentes Líquidos Residuales y/o Industriales a Conducto Pluvial o Cuerpo de Agua Superficial y Absorción por el Suelo, a la Resolución 389/98 emitida por la Administración de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (A.G.O.S.B.A.) la que será de aplicación obligatoria en todo el territorio provincial,

- **Contrato de concesión de servicio de agua potable y sanitario, entre el Gobierno de la Provincia de Salta y la Empresa Prestadora Aguas de Salta S.A. (ASSA)**

Establece los alcances y condiciones de las prestaciones concesionadas.

### **1.3. Municipal**

#### **1.6 Autores del estudio**

**Ing. Qca. Alicia I. Redondo**

**Ing. Civil Alejandro Borelli**

**Ing. Agrónomo Javier Baldi**

## **CAPITULO 2**

### **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

## **2. Descripción del Proyecto**

### **2.1. Generalidades**

El Proyecto objeto de este Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se denomina "Colectora Máxima y Planta Depuradora para las Localidades de La Merced y San Agustín – Dpto. Cerrillos – Provincia de Salta".

### **2.2. Ubicación del proyecto**

El proyecto se encuentra emplazado en el Departamento Cerrillos de la Provincia de Salta el cual comprende dos municipios, al norte se encuentra Cerrillos y al sur La Merced, en éste se desarrollará el presente proyecto.

El Depto. Cerrillos se ubica en la parte central del Valle de Lerma, esta es la zona más amplia del valle, la cual llega por el sur hasta la dorsal de Osma. Es llana y homogénea, y sobresale como elemento topográfico discordante los cerros de San Miguel (Cerrillos).

Este valle se encuentra en la porción austral de la Cordillera Oriental. Es un valle abierto ubicado a la salida del relieve montañoso, en continuación topográfica de la Quebrada del Toro, que se ensancha y desarrolla en una amplia llanura aluvial. Su forma es un triángulo escaleno cuyo lado mayor es el este, de 115 km. de largo, tiene dirección norte - sur. El ángulo norte se ubica en las nacientes del río La Caldera, el Sur en las proximidades de Talapampa, el otro ángulo ubicado en el oeste coincide con la Localidad de Campo Quijano.

La formas de río son dominantes en esta zona, están representadas por abanicos y amplios y suaves, con el ápice en el Oeste que se comportan como llanuras aluviales.

Los piedemontes y conos estabilizados son escasos y están restringidos al área de montaña.

Las formas de río corresponden a acumulaciones de depósitos fluviolacustres aterrazados de composición heterogénea y distribución generalizada.

El límite este del Departamento son las serranías de la Cruz (noreste), abra de San Agustín (centro-este) y cumbres de Castilleja (sur-este) y por el sur –oeste el río Rosario y sur oeste las Serranías de Sancha.

El área del proyecto se ubica sobre la porción sureste del Acuífero Arenales.

La Merced y San Agustín se comunican a través de la Ruta Provincial N° 22. Desde San Agustín a la Ciudad de Salta se accede por Ruta Provincial N° 21. Ambas rutas presentan calzada pavimentada.

### **2.3. Descripción del sistema sanitario actual del Departamento Cerrillos**

El Municipio de Cerrillos actualmente cuenta con servicio de agua potable y cloacas.

La fuente de agua potable está constituida por pozos subterráneos y la distribución incluye las localidades de Cerrillos, Río Ancho y viviendas ubicadas entre ambos puntos extremos.

El sistema cloacal se encuentra conectado a la Planta Depuradora Sur de la Ciudad de Salta, que realiza el tratamiento de los efluentes previo a su vertido en el Río Arenales, a la altura de Finca La Pedrera. La conexión a esta Planta es posible debido a su cercanía a la ciudad (17km. aproximadamente) y a las condiciones topográficas favorables, con pendientes adecuadas.

El Municipio de La Merced concentra a su población urbana en las localidades de La Merced y San Agustín distante Km.

La Merced se abastece de agua potable desde dos pozos profundos con una producción de 80 m<sup>3</sup>/h el primero y 71 m<sup>3</sup>/h el segundo, los cuales impulsan el agua a dos reservas: una cisterna y un tanque elevado. El primero de los pozos se encuentra ubicado a 5 Km. al oeste próximo al camino a los Vallistos y abastece la zona norte del municipio desde Finca la Falda sobre ruta nacional n° 68 hasta la parte norte del ejido municipal. El 2° de los pozos se encuentra ubicado en el centro del ejido urbano en el predio del complejo deportivo municipal y abastece las zonas centro y sur del mismo.

El número total de clientes, según información suministrada por la Empresa Prestadora de Aguas de Salta (ASSA) es de 1.349.

San Agustín cuenta con un pozo cuya producción es de 35 m<sup>3</sup>/h y un tanque elevado como reserva, con 148 clientes con servicio de agua potable.

En el área rural, en el trayecto de la Ruta provincial N° 22 entre La Merced y San Agustín, existen establecimientos agrícolas que se abastecen a través de pozos subterráneos.

Tanto La Merced como San Agustín solamente poseen pozos absorbentes domiciliarios y letrinas.

La disposición de los líquidos producto de las limpiezas de los pozos de absorción que se colmatan, son extraídos por un tanque atmosférico con que cuenta la municipalidad y depositados en un predio privado al sur del departamento, sobre el río Rosario.

## **2.5. Justificación del proyecto**

En materia de infraestructura la provincia ha desarrollado importantes acciones entre las que se menciona el mejoramiento de la infraestructura de comunicación vial, energética, de saneamiento y turística.

El servicio sanitario en la Provincia se encuentra concesionado por un plazo de 30 años, con opción a otros 10 años más, a cargo de la Empresa Prestadora Aguas de Salta S.A. y en los términos del Contrato de concesión se incluye además de la operación del servicio, la realización de un plan de inversiones para mejorar la infraestructura existente.

Este Plan prevé básicamente mejoras, con inversiones compartidas entre la Provincia y la concesionaria, que incluyen infraestructura sanitaria consistente en:

- Redes de conducción de líquidos cloacales.
- Colectoras.

- Plantas de tratamiento de líquidos cloacales.

La tasa de crecimiento poblacional actual de la localidad de la Merced resulta significativa (2,41% anual medida entre los últimos censos poblacionales). Se ha relevado una importante demanda habitacional cuyos demandantes resultan ser las mismas familias residentes que al aumentar en número requieren de nuevos núcleos habitacionales. Se destaca que el Departamento Cerrillos es el más densamente poblado de la provincia, después del Departamento Capital.

A modo de ejemplo puede mencionarse áreas en plena expansión relevándose un asentamiento reciente en la zona noroeste del ejido municipal.

Además debe tenerse en cuenta que hay un creciente desarrollo urbanístico de las localidades próximas a la ciudad de Salta, las que se visualizan como áreas de expansión urbanas importantes y obligan a generar sistemas de eliminación higiénica y racionalizada de las aguas servidas, previo a que se den condiciones de escasez de espacios libres para este fin, y con lo cual los usuarios del sistema se verán favorecidos en su salud.

Por otra parte actualmente se hace necesario el desagote permanente de los sistemas individuales domiciliarios (pozos ciegos), con el riesgo potencial de contaminación del acuífero en explotación.

Además puede mencionarse según relevamiento realizado, lo manifestado por los habitantes residenciales de la zona centro de la Localidad de La Merced, referido a la presencia de malos olores producto de una concentración de los pozos y la defectuosa ventilación de los mismos.

El aprovechamiento sustentable del reservorio depende de que la calidad físico-química y bacteriológica no se vea afectada, ya que su contaminación provocaría, además del riesgo para la población, los perjuicios económicos para el acondicionamiento del agua destinado al uso de agua para bebida<sup>2</sup>.

Por lo expuesto anteriormente, la necesidad de la construcción y operación de la Colectora Máxima y Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales, se encuentra justificada.

## **2.6 Características del Proyecto**

### **2.6.1 Objetivos del Proyecto**

El objetivo del proyecto es proveer a las Localidades de La Merced y San Agustín de la infraestructura necesaria para conducir y tratar las aguas servidas de la población actual y la futura, proyectada a 20 años a partir del 2007.

### **2.6.2 Descripción**

---

<sup>2</sup> Hidrogeología del Valle de Lerma, G. Baudino, 1996.



El proyecto consiste en una colectora máxima y una planta de tratamiento para líquidos cloacales provenientes de las Localidades de La Merced y San Agustín.

La colectora nace en la zona sureste de La Merced y se desarrolla siguiendo la traza de las Rutas Provinciales N° 22 y 21, pasando por la Localidad de San Agustín y finalizando en las cercanías del Río Arenales, margen derecha, donde se ubicaría la Planta de tratamiento mencionada.

El vertido del caudal tratado se realizará en el río Arenales.

### **2.6.3. Alternativas planteadas**

El estudio preliminar plantea alternativas de trazado en la colectora y en el sistema de depuración, diferentes diseños.

#### **2.6.3.1 Planteo de Alternativas de la Colectora Máxima**

Criterios utilizados:

- evitar en lo posible las estaciones elevadoras e impulsiones
- prioridad a los conductos con escurrimiento por gravedad
- profundidades aptas para futuros empalmes de sectores a urbanizar

Existe un proyecto ejecutivo de una red de colectoras cloacales que cubre la totalidad del ejido urbano de La Merced, a partir de la cual se prevé el empalme de la colectora.

Entre La Merced y San Agustín, la traza de la colectora no presenta alternativa y se desarrolla en la margen derecha de la Ruta Provincial N° 22.

En base a un reconocimiento visual y trabajo de campo previo, realizado en la zona, se plantean las siguientes alternativas para el tramo final entre San Agustín y el río Arenales:

**Alternativa I:** Traza por Ruta Provincial n° 21 hasta Finca San Martín y acceso al este hasta el río Arenales.

**Alternativa II:** Traza hacia el este por camino vecinal a Finca San Agustín hasta el río Arenales.

**Alternativa III:** Traza hacia el sur de San Agustín hasta camino vecinal y luego hacia el este hasta llegar al río.

#### **2.6.3.2 Planteo de Alternativas de Planta Depuradora, conducción y descarga al cuerpo receptor**

Criterios utilizados:

- cumplimiento de normas de vuelco de efluentes cloacales en cursos de agua: concentraciones máxima permitas: 1000 NPM (número más probable) de coliformes fecales por 100 ml y 50 mg DBO<sub>5</sub>/l.
- disponibilidad de terrenos amplios en la zona rural

- caudal permanente en curso receptor
- bajo costo de operación y mantenimiento (sin consumo de energía eléctrica, sin desinfección final)
- Inversión mínima

Se estudiaron dos alternativas de lagunas de estabilización en serie, dimensionadas con metodologías de cálculo diferentes:

**Alternativa I:** Lagunas facultativas primarias (dos en paralelo) seguidas por dos lagunas de maduración en serie calculadas con el método de flujo pistón (alta relación largo-ancho)<sup>3</sup>. Área a utilizar: 11 ha.

**Alternativa II:** Lagunas facultativas primarias (tres en paralelo) seis lagunas secundarias, seis terciarias y seis cuaternarias diseñadas por el método del flujo disperso<sup>4</sup>. Área a utilizar: 24 ha.

## **2.6.4 Obras a ejecutar**

### **Actividades de construcción**

- **Contratación de personal**
- **Instalación de obrador**
- **Servicios de apoyo**

#### **Colectora**

**Los trabajos a realizar se desarrollarán en una longitud total aproximada de 10.700 m., y consisten en:**

- **Movimiento de suelo**
- **Excavación a máquina para colocación de cañerías incluyendo limpieza de terreno y perfilado manual, sin transporte del sobrante**
- **Rotura y reposición del revestimiento superficial**
- **Cruce de ruta y zanjón**
- **Relleno con apoyo de maquinaria y compactación de zanja de cañerías, desparramo del sobrante, sin aporte de material para relleno, sin transporte**
- **Cama de asiento para cañería**
- **Colocación de Cañería de PRFV**

<sup>3</sup> Lagunas de Estabilización en Honduras, Manual de Diseño, Const., Operac. y Manten., Monitoreo, Stewart M. Oakley, 2005

- **Otras actividades inherentes a la obra incluyen expropiación de terrenos y/o servidumbres de paso.**

*Lagunas facultativas*

Las actividades correspondientes a esta etapa se listan seguidamente:

- **Excavación**
- **Terraplenes con compactación**
- **Nivelación**
- **Acondicionamiento de la base de las lagunas con material impermeable.**
- **Extracción del material de préstamo.**
- **Colocación del conducto de entrada, equipada con reja fina, aforador y repartidor de caudal.**
- **Construcción del cercamiento perimetral: alambrado olímpico.**
- **Forestación**
- **Colocación del conducto de egreso**
- **Construcción de casilla del operario.**
- **En sectores de las lagunas, aledañas a la margen del río, se construirán defensas.**
- **Otras actividades inherentes a la obra incluyen expropiación de terrenos.**

#### **Actividades de operación y mantenimiento**

Las actividades a ejecutar en la fase operativa son las siguientes:

- Mantenimiento periódico de limpieza de reja de entrada
- Desmalezado del predio
- Control en el ingreso de personas al predio
- Extracción y disposición final de lodos o barros
- Control del estado de las instalaciones e infraestructura y mantenimiento
- Control de parámetros de ingreso y egreso de efluentes y evolución del proceso.

---

<sup>4</sup> Normas de Estudio Criterios de diseño y presentación de proyectos de Desagües Cloacales , Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento, 1993

## **2.7. Descripción de actividades y/o acciones impactantes del proyecto**

La ejecución de un Proyecto de Ingeniería como el que nos ocupa, tiene una secuencia que define una serie de etapas, y en cada una de las mismas, se ejecuta una serie de Acciones.

**Etapas de Estudio:** es la etapa de la decisión política-económica y administrativa, por parte de la autoridad competente, de llevar adelante el Proyecto.

**Etapas Constructiva:** es el tiempo que transcurre entre el Acta de Inicio de Obra hasta su Recepción Provisoria, lo que marca la habilitación oficial para el uso.

**Etapas de Operación y Mantenimiento:** es el tiempo que transcurre entre la habilitación del servicio y el fin de la vida útil de los componentes.

**Etapas de Desmantelamiento:** "se entiende por tal al tiempo que transcurre desde la finalización de la vida útil del proyecto hasta su total remoción." (Gaviño & Sarandón 2002).

Para este proyecto en estudio se han establecido 2 Etapas:

- Etapa Constructiva
- Etapa de Operación y Mantenimiento

El desmantelamiento, en este caso, sólo puede darse en el obrador.

Según las alternativas mencionadas se verifica afectación de propiedades en el desarrollo de la traza.

### **2.7.1. Etapa constructiva**

#### **2.7.1.1 Descripción de las actividades y/o acciones**

Las actividades y/o acciones impactantes más relevantes de esta etapa son las siguientes:

- Servidumbres de paso por trazado de la colectora
- Expropiación de terrenos particulares
- Montaje y Funcionamiento de Obrador, Campamento y Depósito
- Movimiento de suelos y excavaciones
- Relleno con compactación de zanja
- Rotura y reposición del revestimiento superficial
- Fundación en cruce temporal de agua
- Obras complementarias (defensas, alcantarillas, bocas de registro, etc.)
- Transporte de materiales

- Extracción de suelo vegetal, cobertura vegetal y árboles
- Forestación
- Interrupción de tránsito y desvíos
- Yacimientos
- Consumo de agua

#### **2.7.1.2 Identificación de componentes ambientales potenciales de afectación**

- Suelo
- Agua
- Aire
- Fauna
- Flora
- Paisaje
- Infraestructura
- Socioeconómico
- Cultural

#### **2.7.2 Etapa de funcionamiento**

##### **2.7.2.1 Descripción de las actividades y/o acciones**

Las actividades y/o acciones impactantes más relevantes de esta etapa son las siguientes:

- Captación de caudales
- Conducción de caudales
- Tratamiento de aguas servidas
- Vertido de efluente tratado a curso de agua
- Cobro de tarifa por el servicio de saneamiento
- Incremento del consumo de agua

##### **2.7.2.2 Identificación de componentes ambientales potenciales de afectación**

Los componentes ambientales identificados son:

- Suelo
- Agua
- Aire
- Fauna

- Flora
- Paisaje
- Infraestructura
- Socioeconómico
- Cultural

## 2.8 Valoración preliminar de impactos

La puesta en marcha de este sistema de saneamiento está condicionada por la construcción y puesta en funcionamiento de la red de cloacas de La Merced, con proyecto ejecutivo realizado.

*Mediante un análisis global ejecutado, teniendo en cuenta las actividades más impactantes mencionadas y los componentes susceptibles de afectar por su construcción y funcionamiento, podemos prever que los efectos que generarán en general las alternativas propuestas son de moderado a bajo impacto, con medidas de mitigación de baja complejidad.*

Los efectos negativos potenciales principales se refieren a:

- Cambio de uso de la tierra
- Contaminación del aire
- Contaminación del suelo
- Contaminación del agua
- Modificación de escorrentía superficial
- Incremento del consumo de agua
- Incremento de caudales de aguas residuales
- Generación de residuos sólidos
- Erosión
- Seguridad
- Alteración de la circulación de peatones, vehículos y maquinarias

El desarrollo de este análisis será incluido en el Capítulo 5 del informe final.

**PRESUPUESTO COLECTORA MAXIMA Y RED  
CLOACAL SAN AGUSTIN**

**OBRA: RED CLOACAL SAN AGUSTIN Y COLECTORA MAXIMA (TRAMO LA MERCED-SAN AGUSTIN)**  
**LOCALIDAD: LA MERCED**  
**DPTO: CERRILLOS**  
**PRESUPUESTO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>RUBRO I: RED CLOACAL Y COLECTORA MAXIMA</b>				
1	Movimiento de suelo				
1,a	Excavación a máquina para colocación de cañerías en terreno granular hasta 1,80m de profundidad incluyendo limpieza de terreno y perfilado manual, sin depresión de napa, sin transporte del sobrante.	m3	9676,72	12,63	122208,13
1,b	Excavación a máquina para colocación de cañerías en terreno granular de más de 1,80m de profundidad incluyendo limpieza de terreno y perfilado manual, sin depresión de napa, sin transporte del sobrante.	m3	30252,84	16,01	484361,06
1,c	Relleno con apoyo de máquina con material de la excavación y compactación de zanja de cañerías, desparramo del sobrante, sin depresión de napa, sin aporte de material para relleno, sin transporte	m3	35490,42	3,67	130405,18
1,d	Excavación a mano para ejecución de Bocas de Registro circulares en terreno granular incluyendo limpieza de terreno y perfilado manual, sin depresión de napa, sin transporte del sobrante.	m3	500,07	32,74	16373,13
2	Cama de asiento para cañería	m3	4432,16	39,75	176168,58
3	Cañería de PVC, je, tipo cloacal, diámetro:				
3,a	355 mm.	m	5046,30	217,69	1098537,13
3,b	315 mm.	m	5673,47	174,22	988445,30
3,e	160 mm.	m	3052,00	48,00	146499,95
4	Construcción integral de bocas de registro, incluyendo marco tapa de HD , manguitos de empotramiento para cañerías, todo según plano tipo del pliego de ASSA, para profundidades de cañerías:				
4,a	Hasta 2,50 m.	u.	85,00	2237,80	190213,41
4,b	Más de 2,50 m.	u.	15,00	2780,70	41710,54
5	Provisión de mano de obra y materiales para la ejecución de saltos en bocas de registro	u.	2,00	708,77	1417,55
6	Rotura y reposición del revestimiento superficial				
	a) Rotura y reposición pavimento de Hº	m2	4225,00	144,37	609974,98
	b) Rotura y reposición pavimento bituminoso	m2	2032,00	32,62	66292,00
7	Provisión de materiales y mano de obra para cruce de ruta, según plano adjunto	gl	2,00	22984,76	45969,51
8	Enripiado de calle o vereda	m2	578,00	4,54	2623,30
9	Provisión de mano de obra y materiales para la ejecución de conexiones domiciliarias				
	a) Para profundidades menores a 2 m	gl	180,00	1490,75	268334,29
	a) Para profundidades mayores a 2 m	gl	20,00	1864,62	37292,39
10	Protección colectora máxima en cruce de cauce Ruta 21	gl	1,00	5000,00	5000,00

**PRESUPUESTO RUBRO I**

**4431826,44**

Setiembre de 2006



## **PRESUPUESTOS PLANTA DEPURADORA ALTERNATIVA I y II**

**OBRA: PLANTA DEPURADORA LA MERCED Y SAN AGUSTIN - ALTERNATIVA 1**  
**LOCALIDAD: LA MERCED**  
**DPTO: CERRILLOS**  
**PRESUPUESTO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>RUBRO I: MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				
1	Excavaciones				
1.a	Excavación a máquina para formación de lagunas 1 y 2, incluyendo limpieza de terreno y perfilado, sin depresión de napa, sin transporte del sobrante.	m3	36378,69	12,63	459.429,79
1.b	Excavación a máquina para colocación de cañerías de ingreso, cámara de reja y aforo y cañería de salida, incluyendo limpieza de terreno y perfilado, sin depresión de napa, sin transporte	m3	1670,21	12,63	21.093,20
1.c	Relleno con apoyo de máquina con material de la excavación y compactación de zanja de cañerías, desparramo del sobrante, sin depresión de napa, sin aporte de material para relleno, sin transporte	m3	916,88	3,67	3.368,94
2	Terraplenes				
2.a	Formación de terraplenes y taludes para lagunas 1 y 2	m3	40.923,84	15,15	620.197,08
2.b	Formación de capa de arcilla en interior de lagunas 1 y 2 de 10 cm de espesor, incluido provisión y transporte desde lugar de préstamo.	m3	6530,57	45,00	293.875,56
	<b>RUBRO II: ESTRUCTURAS DE INGRESO, INTERCONEXIONES ENTRE LAGUNAS Y SALIDA</b>				
3	Hormigón Armado				
3.a	Pantallas de Hormigón Armado	m3	413,82	1918,00	793.706,76
3.b	Hormigón Armado para camaras de ingreso y salidas	gl	1,00	3,00%	23.811,20
4	Cercado Perimetral	m	1572,00	110,00	172.920,00
5	Cañerías de interconexion entre lagunas	gl	1,00	10,00%	139.796,46
6	Cortina vegetal en lados oeste y sur del predio	gl	1,00	15302,00	15.302,00
7	Oficina y Deposito de Materiales	m2	80,00	700,00	56.000,00
8	Canalización descarga desagües pluviales en margen del cauce mediante gaviones y colchonetas de piedra embolsada	gl	1,00	110000,00	110.000,00
<b>TOTAL</b>					<b>2.709.501,00</b>

**OBRA: PLANTA DEPURADORA LA MERCED Y SAN AGUSTIN - ALTERNATIVA 2**  
**LOCALIDAD: LA MERCED**  
**DPTO: CERRILLOS**  
**PRESUPUESTO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>RUBRO I: MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				
1	Excavaciones				
1,a	Excavación a máquina para formación de lagunas 1 y 2, incluyendo limpieza de terreno y perfilado, sin depresión de napa, sin transporte del sobrante.	m3	24589,32	12,63	310.540,76
1,b	Excavación a máquina para colocación de cañerías de ingreso, cámara de reja y aforo y cañería de salida, incluyendo limpieza de terreno y perfilado, sin depresión de napa, sin transporte	m3	1670,21	12,63	21.093,20
1,c	Relleno con apoyo de máquina con material de la excavación y compactación de zanja de cañerías, desparramo del sobrante, sin depresión de napa, sin aporte de material para relleno, sin transporte	m3	916,88	3,67	3.368,94
2	Terraplenes				
2,a	Formación de terraplenes y taludes para lagunas 1 y 2	m3	104.392,48	15,15	1.582.058,57
2,b	Formación de capa de arcilla en interior de lagunas 1 y 2 de 10 cm de espesor, incluido provisión y transporte desde lugar de préstamo.	m3	6530,57	45,00	293.875,56
	<b>RUBRO II: ESTRUCTURAS DE INGRESO, INTERCONEXIONES ENTRE LAGUNAS Y SALIDA</b>				
3	Hormigón Armado				
3,a	Pantallas de Hormigón Armado	m3	413,82	1918,00	793.706,76
3,b	Hormigón Armado para camaras de ingreso y salidas	gl	1,00	3,00%	23.811,20
4	Cercado Perimetral	m	2408,00	110,00	264.880,00
5	Cañerías de interconexion entre lagunas	gl	1,00	10,00%	221.093,70
6	Cortina vegetal en lados oeste y sur del predio	gl	1,00	22635,00	22.635,00
7	Oficina y Deposito de Materiales	m2	80,00	700,00	56.000,00
8	Canalización descarga desagües pluviales en margen del cauce mediante gaviones y colchonetas de piedra embolsada	gl	1,00	110000,00	110.000,00

**TOTAL**

**3.703.063,71**

Setiembre de 2006

## **COMPARACION DE COSTOS ENTRE ALTERNATIVAS I y II**

CONCEPTO	VALORES AL AÑO CERO	PERIODO (años)				
		1	2	3	4	5
COSTOS						
Costo de obras:						
Colectora Máx.	\$ 4.431.826,44					
Planta Dep.alternativa I	\$ 2.709.501,00					
	\$ 0,00		\$ 0,00			
Mantenimiento:						
Dos operarios	\$ 2.500,00		\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Vigilancia	\$ 1.000,00		\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Glos. Vs. (desmonte, pint. Etc)	\$ 500,00		\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
Otros costos:						
Expropiación de tierras	\$ 120.000,00					
TOTAL EGRESOS POR PERIODO:	\$ 4.555.826,44		\$ 2.713.501,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
BENEFICIOS						
Tarifas:						
Tarifa promedio de serv. Cloacal	\$ 8,00					
20 % tarifa de agua (\$18x0,20)	\$ 3,60					
total:	\$ 11,60					
Indicadores demográficos:						
La Merced						
tasa crecimiento anual	3,53%					
cuentas	1348					
recaudación		1396	1445	1496	1549	1603
		\$ 0,00	\$ 8.380,12	\$ 8.675,94	\$ 17.964,40	\$ 18.598,54
San Agustín						
tasa crec. Anual	0,48%					
cuentas	146					
recaudación		147	147	147	147	147
		\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73
Otros beneficios						
Eliminación Pozos Negros	747000					
Ahorro en glos. Salud pública		\$ 747.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
TOTAL BENEFICIOS POR PERIODO:		\$ 1.000.244,01	\$ 261.673,40	\$ 262.020,22	\$ 271.361,49	\$ 272.050,30
CASH FLOW:		-\$ 3.555.582,43	-\$ 2.451.827,60	\$ 258.020,22	\$ 267.361,49	\$ 268.050,30

Tasa de descuento		
	8%	12%
V.A.N.	\$ -3.217.125,69	\$ -3.425.347,26
T.I.R.	-2%	-2%

PERIODO (años)												
6	7	8	9	10	11	12	13					
\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
1660	1719	1779	1842	1907	1974	2044	2116					
\$ 19.255,07	\$ 19.934,78	\$ 20.638,47	\$ 21.367,01	\$ 22.121,27	\$ 22.902,15	\$ 23.710,59	\$ 24.547,58					
147	147	147	147	147	147	147	147					
\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73					
\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
\$ 272.763,42	\$ 273.501,72	\$ 274.266,08	\$ 275.057,43	\$ 275.876,70	\$ 276.724,90	\$ 277.603,04	\$ 278.512,18					
\$ 268.763,42	\$ 269.501,72	\$ 270.266,08	\$ 271.057,43	\$ 271.876,70	\$ 272.724,90	\$ 273.603,04	\$ 274.512,18					

PERIODO (años)						
14	15	16	17	18	19	20
\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
2191	2268	2348	2431	2517	2606	2698
\$ 25.414,11	\$ 26.311,23	\$ 27.240,01	\$ 28.201,59	\$ 29.197,10	\$ 30.227,76	\$ 31.294,80
147	147	147	147	147	147	147
\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73
\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
\$ 279.453,41	\$ 280.427,87	\$ 281.436,72	\$ 282.481,19	\$ 283.562,52	\$ 284.682,03	\$ 285.841,06
\$ 275.453,41	\$ 276.427,87	\$ 277.436,72	\$ 278.481,19	\$ 279.562,52	\$ 280.682,03	\$ 281.841,06

CONCEPTO	VALORES AL	PERIODO (años)				
	AÑO CERO	1	2	3	4	5
COSTOS						
Costo de obras:						
Colectora Máx.	\$ 4.431.826,44					
Planta Dep.alternativa II	\$ 3.703.063,71		\$ 3.703.063,71			
		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00		
Mantenimiento:						
Dos operarios	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Vigilancia	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Gtos. Vs. (desmonte, pint. Etc)	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
Otros costos:						
Expropiación de tierras	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00				
TOTAL EGRESOS POR PERIODO:	\$ 4.555.826,44	\$ 3.707.063,71	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
BENEFICIOS						
Tarifas:						
Tarifa promedio de serv. Cloacal	\$ 8,00					
20 % tarifa de agua (\$18x0,20)	\$ 3,60					
total:	\$ 11,60					
Indicadores demográficos:						
La Merced						
tasa crecimiento anual	3,53%		1445	1496	1549	1603
cuentas	1348	1396	\$ 8.380,12	\$ 8.675,94	\$ 17.964,40	\$ 18.598,54
recaudación		\$ 0,00				
San Agustín						
tasa crec. Anual	0,48%					
cuentas	146	147	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73
recaudación		\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73
Otros beneficios						
Eliminación Pozos Negros	747000	\$ 747.000,00				
Ahorro en gtos. Salud pública		\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
TOTAL BENEFICIOS POR PERIODO:		\$ 1.000.244,01	\$ 261.673,40	\$ 262.020,22	\$ 271.361,49	\$ 272.050,30
CASH FLOW:		-\$ 3.555.582,43	-\$ 3.445.390,31	\$ 258.020,22	\$ 267.361,49	\$ 268.050,30

	Tasa de descuento		
	8%	10%	12%
V.A.N.	\$ -4.068.945,58	\$ -4.246.473,46	\$ -4.360.712,11
T.I.R.	-3%	-3%	-3%



PERIODO (años)												
6	7	8	9	10	11	12	13					
\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
1660	1719	1779	1842	1907	1974	2044	2116					
\$ 19.255,07	\$ 19.934,78	\$ 20.638,47	\$ 21.367,01	\$ 22.121,27	\$ 22.902,15	\$ 23.710,59	\$ 24.547,58					
147	147	147	147	147	147	147	147					
\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73					
\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00					
\$ 272.763,42	\$ 273.501,72	\$ 274.266,08	\$ 275.057,43	\$ 275.876,70	\$ 276.724,90	\$ 277.603,04	\$ 278.512,18					
\$ 268.763,42	\$ 269.501,72	\$ 270.266,08	\$ 271.057,43	\$ 271.876,70	\$ 272.724,90	\$ 273.603,04	\$ 274.512,18					

PERIODO (años)						
14	15	16	17	18	19	20
\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
2191	2268	2348	2431	2517	2606	2698
\$ 25.414,11	\$ 26.311,23	\$ 27.240,01	\$ 28.201,59	\$ 29.197,10	\$ 30.227,76	\$ 31.294,80
147	147	147	147	147	147	147
\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73	\$ 1.701,73
\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
\$ 279.453,41	\$ 280.427,87	\$ 281.436,72	\$ 282.481,19	\$ 283.562,52	\$ 284.682,03	\$ 285.841,06
\$ 276.453,41	\$ 276.427,87	\$ 277.436,72	\$ 278.481,19	\$ 279.562,52	\$ 280.682,03	\$ 281.841,06