

"SISTEMA CLOACAL PASO DEL SAPO" FORMULACIÓN DEL PROYECTO

PARTE I: MARCO GENERAL

I.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Localidad de Paso del Sapo se encuentra en el Departamento Languiñeo en la Provincia del Chubut. En la Comarca de la Meseta Central.

La población en la localidad arrojó en el Censo 2001: 384 habitantes / Estimación 2010: 412 habitantes.

Se proyecto una planta para una población futura de **1200** habitantes

La construcción de una Planta de Tratamiento de líquidos cloacales resulta de una necesidad de primer orden en la localidad.

El conjunto de los factores hace sumamente necesario que se tomen medidas que permitan evitar y remediar impactos de contaminación sobre napas y aguas superficiales.

Existe a la fecha una creciente conciencia respecto de la importancia del agua como factor económico y la urgencia de proteger este recurso de impactos generados por contaminación y un uso excesivo o no adecuado. Esta conciencia, sin embargo no está asociada a una divulgación práctica de los actos cotidianos y requerimientos técnicos que deben acompañar la voluntad de no contaminar o no mal usar este valioso recurso.

Para que una planta de tratamiento de líquidos residuales tenga como impacto una disminución y/o no contaminación de aguas superficiales y napas debe contar con un contexto de gestión pública y de conciencia de la sociedad civil.

Para ello, en el marco de la ejecución del proyecto se tendría que llevar adelante un Programa de difusión y concientización con involucramiento del sector educativo, ONGs y Comuna Rural acerca de líquidos clocales, su tratamiento y los fundamentos de un correcto manejo del recurso agua.

Si bien existe una conciencia generalizada respecto a los impactos de contaminación que están generando actualmente los pozos ciegos no hay información acerca del circuito entre la provisión de agua potable, la generación de líquidos cloacales y sus impactos. Menos aún, de las posibilidades que tiene cada usuario para minimizar costos e impactos a dicho servicio.

Este programa debería contemplar el establecimiento de una red de actores de la sociedad civil, escuelas y autoridades para que el mismo pueda ser continuado y actualizado anualmente y sus contenidos responderán a los aspectos que en cada momento se detecten como más críticos (Riesgo sanitario ambiental, Manejo domiciliario, impacto de ordenamiento territorial y códigos de edificación; economía-turismo y agua, etc.)

Se diseñaron 2 alternativas posibles. <u>La Alternativa 1</u> se encuentra ubicada en un terreno privado, cuyos propietarios cederían las tierras para la construcción de la Planta pero con el compromiso de que el agua tratada que salga de la Planta sea utilizada como agua para riego



para un emprendimiento agrícola en el sector aledaño a la futura Planta. La Superficie de la planta es de aproximadamente 3 Has.

<u>La Alternativa 2</u> se encuentra ubicada en un terreno Fiscal, el agua tratada saliente de la planta podrá ser utilizada para riego de la forestación que rodea a la Planta.

I.2. OBJETIVOS Y METAS

Objetivos

El objetivo del presente proyecto, responde a una necesidad imperiosa de la comunidad de Paso del Sapo, para saneamiento de las napas freáticas y evitar el derramamiento de los líquidos cloacales y de ésta manera de mejorar la calidad de vida de los habitantes, disminuir la contaminación bacteriológica de la napa freática.

Si bien la población cuenta con red colectora, esta vuelca los líquidos cloacales en un campo de derrame muy próximo al casco urbano, produciéndose olores desagradables y posible contaminación de las napas freáticas próximas a éste, ya que su funcionamiento es poco eficiente.

Mediante el tendido del nexo cloacal y la construcción y funcionamiento de una planta de tratamiento de líquidos cloacales se estará contribuyendo a minimizar y remediar impactos negativos sobre el sistema hídrico en particular y el conjunto del ecosistema de esta región. Con esto se contribuirá a mantener la calidad del recurso agua y se garantizan condiciones sanitarias adecuadas para la población.

La Planta se proyectó a una distancia de aproximadamente 2.200 mts (Alternativa 1) y 1850 mts (alternativa 2) del casco urbano y con vientos predominantes opuestos a la dirección de la población.

Metas

En el siguiente Cuadro se indican las Metas y los correspondientes Indicadores:

Metas	Indicadores
Disminución de contaminación de origen cloacal en napas	-Nro. de conexiones a red colectora -Nro. de pozos negros selladosDisminución de alto porcentaje de aporte de aguas cloacales a napaDisminución de los distintos parámetros de contaminación (DBO ₅ , DQO, Coliformes, Fosfatos Nitratos, etc.) -Eliminación de aporte por desbordes cloacales.
Disminución de contaminación de origen cloacal de aguas superficiales	-Eliminación de aportes en puntos críticos identificadosEliminación de aporte por desbordes cloacales.



	,
Establecimiento y mantención de parámetros de calidad de volcado o reuso del tratamiento	Leyes nacionales, provinciales y municipales
Tratamiento de lodos residuales Generación de abonos orgánicos mediante humificación de lodos residuales	-Compost según parámetros de calidad
Población consciente respecto a su responsabilidad en el buen funcionamiento de red colectora y planta de tratamiento	-Bajos índices de bloqueos, roturas, mal funcionamiento -0 índice de conexión pluvial a cloaca -índices de consumo de agua por habitante, parámetros.
Instituciones públicas y privadas hacen observar y observan parámetros adecuados de zonificación, uso del suelo y planeamiento de vida útil de servicios de red colectora y tratamiento de líquidos cloacales	-Plan de ordenamiento territorial contempla factores ambientales, infraestructurales y del buen arte para el aprovechamiento de la vida útil de la red colectora y planta de tratamientoSe observan códigos de edificación que optimizan el tratamiento
Los usuarios reconocen el tendido de red colectora y el tratamiento de líquidos cloacales como parte de los beneficios de provisión de agua potable por red	- Bajo nivel de mora-
Las tarifas son adecuadas	La comunidad cuenta con recursos para acompañar su crecimiento sin impactos ambientales negativos sobre los recursos hídricos
Re-uso del líquido	Sectores forestales cercanos con posibilidades concretas de re-uso de los líquidos tratados. Parques y paseos municipales.

I.3. MARCO DE REFERENCIA

I.3.1. Breve descripción del perfil geo-físico-ambiental

La localidad de Paso del Sapo pertenece al Departamento Languiñeo y está ubicada hacia el sector centro-Oeste de la provincia del Chubut.

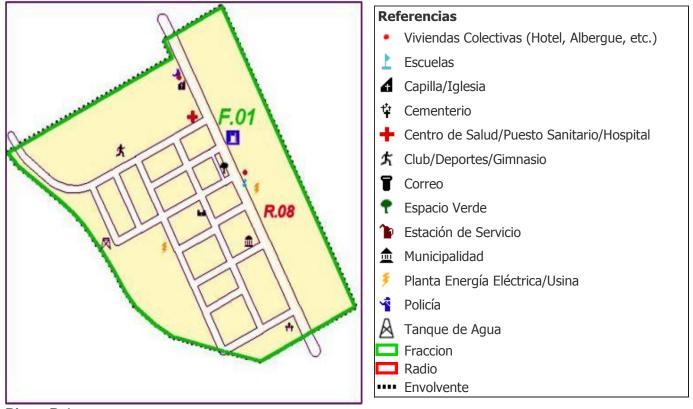
Dista de la capital provincial, Rawson, 539 Km.; a 193 km. de la ciudad de Esquel y a 106 Km de Gualjaina



Desde Paso del Sapo se puede acceder a Esquel por la Ruta Provincial Nº 12 pasando por Gualjaina y luego por la Ruta Nacional Nº 40 y por la misma Ruta Provincial Nº 12 hacia el sur hasta el cruce con la Ruta Provincial Nº 25 hacia Rawson.

I.3.2. Urbanización existente

En Plano P-1, se indican las manzanas y parcelas de la planta urbana.



Plano P-1

I.3.3. Distribución espacial de la población actual

En Plano P-1, se indican las parcelas de la planta urbana que se encuentran edificadas, con lo cual se tiene la distribución espacial de la actual población.



PARTE II: TRABAJOS DE CAMPO

II.1. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

Se recopiló y analizó todo tipo de antecedentes disponibles, que constituyan un aporte informativo y/o valorativo para la confección del proyecto.

A continuación se indica la información obtenida sobre los siguientes aspectos:

II.1.1. CLIMÁTICOS

En la localidad de Paso del Sapo, la Comisaría tiene una estación meteorológica, desde hace algunos años, cuyas coordenadas son las siguientes:

- 42° 44' 00" latitud sur.
- 69° 36' 00" longitud oeste.
- Altitud: 395 m

II.1.1.2. Pluviometría (medias anuales y mensuales).

Los valores de precipitación media mensual registrados en la localidad de Paso del Sapo se indican en Tabla Nº 1. La serie de registros corresponde al período entre los años 2013. La precipitación media anual es de aproximadamente 160 mm. y se dan mayoritariamente en primavera. Las heladas son frecuentes de marzo a noviembre.

Tabla Nº 1. Registros de Temperaturas, Viento y Precipitaciones (mm) Paso del Sapo (Febrero de 2013, Fuente INTA)

feb-13							
	ТЕМР	ТЕМР	TEMP	Vel. Viento	Dir. Viento	Max. Viento	Lluvia
DIA	MEDIA	MAXIMA	ВАЈА	km/hora		km/hora	(mm)
1	14,7	25,6	20,6	27,8	33	0	14,7
2	5,9	29	17,6	26,2	29	0	5,9
3	7,8	35,8	22,4	27,7	24	0	7,8
4	14,2	34,9	25,3	29,6	29	0	14,2
5	15	35,3	25,5	29,4	22	0	15
6	12	38	27	30,4	24	0	12
7	13	38,9	27,9	31,7	30	0	13
8	18,2	41,7	28,7	32,2	22	0	18,2
9	19,4	38	29,6	32,7	33	0,3	19,4
10	16,6	26,2	20,8	27,5	76	15,8	16,6
11	14,6	28,6	19,9	22,2	56	0	14,6
12	10,3	22,4	17,4	20	42	0	10,3
13	10,4	24,1	17,4	20,1	40	0	10,4
14	12,8	28,3	19,6	21,7	37	0	12,8
15	18,1	26,1	21,3	21,9	51	0,8	18,1
16	12,2	22	16,6	19,9	57	4	12,2

del mes

23,4

Predom.

43,6

del mes

32,5

en el mes

11,1

II.1.1.3. Vientos (dirección y velocidad).

del mes

11,1

del mes

41,7

Los vientos dominantes en la zona son del Oeste. No se dispone de una serie histórica de velocidades.

del mes

11,5

II.1.1.4 Sentido del flujo subterráneo

Al no disponerse de niveles de la napa freática, no es posible determinar con precisión el sentido del flujo subterráneo, aunque, teniendo en cuenta la topografía del terreno, se infiere que el mismo, se dirige de tal manera que converge en el Río Chubut.

II.1.1.5. Áreas inundables

Las áreas inundables corresponden a algunos sectores en las riberas del Río Chubut

II.1.2. URBANÍSTICOS

II.1.2.1. Urbanización existente, área edificada actual

En Plano P-1 se presenta la planta urbana con amanzanamiento y parcelas, indicándose la ubicación de las viviendas existentes en las parcelas edificadas.

II.1.2.2. Población total actual, de censos existentes

Según datos de la Dirección General de Estadísticas y Censos, Censo 2001, Paso del Sapo contaba con 384 habitantes, con una proyección estimada de 412 habitantes para el año 2010.



II.1.2.3. Uso del suelo; zonificación territorial del Municipio

No existe zonificación territorial de la Comuna Rural.

II.1.2.4. Planes directores de expansión urbanística; tendencias de desarrollo y crecimiento poblacional.

Como se ha indicado, el crecimiento poblacional de Paso del Sapo, se da hacia el sector S y N, lo cual se muestra en Plano P-1.

II.1.2.5. Proyectos de barrios de vivienda en trámite

No se produce en la actualidad la construcción de viviendas en la localidad.

II.1.2.6. Características edilicias de las diferentes zonas de la localidad

La mayoría de las viviendas son de mampostería y de madera techo a dos aguas. Las dimensiones medias de un lote en Paso del Sapo oscilan en el frente de 15 a 25 mts., y con fondos que van de 25 a 40 mts.

II.1.3.. Pavimentos

No hay calles pavimentadas.



PARTE III: ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Alternativa 1

Ubicación de la planta: Se encuentra ubicada en línea recta a 1400 mts de los límites del casco urbano, en dirección Sur, saliendo por la Ruta Provincial Nº 12,

Alternativa 2

Ubicación de la planta: Se encuentra ubicada en línea recta a 1800 mts de los límites del casco urbano, en dirección Este, saliendo por la Ruta Provincial Nº 13, cruzando el puente sobre el Río Chubut

Filtros Fitoterrestres (Protegido por leyes internacionales de patentes ®)

Planta de tratamiento basada en la tecnología de los Filtros Fitoterrestres EKO-PLANT® (abreviadamente FFT), los que constituyen el núcleo del tratamiento.

Las etapas del tratamiento de los líquidos residuales son las siguientes:

- Tanque Imhoff, para la decantación y separación de la fase líquida de la fase sólida de los desagües cloacales.
 - La red colectora finaliza en la cloaca máxima que converge en un tanque Imhoff en que, con el tiempo de retención suficiente, se depositan materiales sedimentables; y en la parte inferior se produce la digestión de los lodos.
 - Los lodos generados en el sedimentador son extraídos por bombeo y secados y acondicionados en las humificadoras, obteniéndose un sustrato de valor comercial.
- Sistema de tratamiento de los líquidos por medio de Filtros Fitoterrestres (FFT), para la desintegración de la materia orgánica, transformación de los nitrógenos y absorción de fósforo.
 - Los líquidos procedentes del tanque Imhoff y las aguas procedentes de la humificadora son conducidos a los módulos de tratamiento FFT, que cumplen con la función de depurar biológicamente los líquidos a tratar.
- Humificadoras para el acondicionamiento de lodos cloacales.
- Filtro de Arena y Laguna de Reuso del agua tratada
- Cámara de contacto: para la cloración del efluente tratado.



Nota: Queda a criterio de la Inspección la utilización de un clorador ya que el líquido proveniente del filtro de arena puede ser utilizado para riego de plantas de cualquier especie sin necesidad de incorporar el sistema de cloración.

III.1. Principios del tratamiento con Filtros Fitoterrestres ®

Principios del tratamiento

El Tratamiento con Filtros Fitoterrestres (TFF) es una técnica elaborada y aplicada en varios países de Europa, Australia, África y en funcionamiento desde hace 15 años en América Latina. Para su explicación se requiere la diferenciación entre dos aspectos: el concepto hidráulico y el biológico - químico.

En cuanto a las tareas purificadoras propiamente dichas las mismas se deben al accionar de los microorganismos y a las propiedades del suelo. A la planta adulta le corresponde, para ello, el crear mejores condiciones en el suelo. Se denominó en este sentido el rol de la planta como "activadora del suelo".

El requisito hidráulico del tratamiento radica en la diferenciación en el perfil del suelo de una capa superior con alta conductibilidad de agua y otra natural subyacente con deficiente conductibilidad (capa impermeable) o con conductibilidad nula introducida artificialmente (láminas plásticas o compactación de suelo). Esta diferenciación es provocada por factores biógenos en el espacio ocupado por las raíces de plantas lacustres, (carrizos entre otros).

El alto grado de infiltración y conductibilidad se mantiene en la capa de suelo activado (como por ejemplo en efluentes municipales) mediante las permanentes tareas de socavación producidas por raíces y organismos.

El aspecto biológico-químico responsable de la purificación propiamente dicha es un sistema complejo altamente efectivo de factores bióticos y abióticos. Existen especialmente en suelos activos y sobre todo en el área radicular ordenamientos mosaicos de elementos estructurales activados y no activados, propios de áreas pequeñas, con metabolismos característicos. Para ello, son relevantes las propiedades de plantas acuáticas emergentes, ya que a través de las raíces se provee oxígeno al área radicular del suelo. En una matriz de suelo impregnada de agua se forman en un medio reducido -alrededor de las raíces- áreas más ricas en oxígeno bajo condiciones oxidantes. Estas áreas reducidas con ordenamiento mosaico en compartimentos con mayor o menor oxígeno conducen al poblamiento con bacterias aeróbicas, o bien anaeróbicas, de acuerdo al aprovisionamiento de oxígeno.

El efecto rizósfera y la provisión de nutrientes alóctonos originan una densidad y aumento de especies en la población bacteriana.

La densidad bacteriana en los espacios inmediatos a las raíces es de 109 hasta 1011 individuos/g suelo. Esto se corresponde con la densidad de organismos existentes, por ejemplo en piletas de lodos activados lo que significa un potencial purificador con rendimientos específicos por volumen similares. En comparación a los tratamientos técnico - convencionales, la principal diferencia radica en un mayor espectro de especies, derivado de la estructura compleja del horizonte radicular activo. En las formas de depuración técnico-biológicas se trabaja exclusivamente con la aerobiosis (es decir: actúan en los procesos de desintegración únicamente bacterias aerobias activas).



El enorme potencial depurador de un suelo activo radica en el horizonte invadido por raíces. Una napa posee valores entre 10 -2 y 10 -4 m/seg de conductibilidad hidráulica positiva. Para el aprovechamiento del potencial depurador, el agua residual se hace circular en forma horizontal por el espacio ocupado radicularmente por plantas acuáticas emergentes (ver Gráfico 1).

El desagüe horizontal se logra construyendo la planta depuradora semejante a una pendiente de irrigación. La pendiente marca la circulación del agua.

Sistema radicular ortogonal

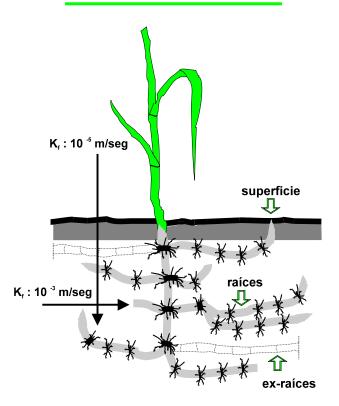


Grafico 1 Gradiente hidráulico

Basado en el coeficiente de permeabilidad del área radicular (K_f) y en la pendiente del terreno puede calcularse la velocidad direccional (V_V) de la masa de agua residual dirigida al colector y al desagüe respectivamente.

En un terreno llano surge la posibilidad -hidráulicamente poco conveniente- de dejar filtrar el agua residual por encima del horizonte conductor.

Un requisito importante para el tratamiento es la capa impermeable, subyacente al horizonte radicular. Su coeficiente de permeabilidad deberá ser 10 -8 m/seg. Si la capa inferior existente no cumple esta condición, deberá adaptarse mediante la aplicación de medidas técnicas, como es este caso, colocando una membrana impermeable.

Tratándose de una capa impermeable deficiente, puede ocurrir que raíces de profundidad de las especies utilizadas deterioren el efecto aislante. Los valores de profundidad radicular se refieren al área radicular principal, ya que únicamente ésta -debido a la intensidad radicular- sirve como napa conductora horizontal.

Sin embargo, los carrizos pueden desarrollar individualmente raíces de hasta 1,20 m. También para estos casos debe impermeabilizarse.



Debe observarse que en condiciones normales de funcionamiento -después de 3 períodos de vegetación - no debería existir desagüe superficial.

Desintegración de sustancias de carga

La desintegración de la sustancia de carga se debe a la compleja estructura de factores bióticos y abióticos. En las grandes superficies limitadas, debido a la estructura del suelo, se desarrollan acoplamientos entre los procesos químicos y bioquímicos de los compartimientos diferenciados estructuralmente.

En el Gráfico 2 se pueden observar los procesos de desintegración más importantes.

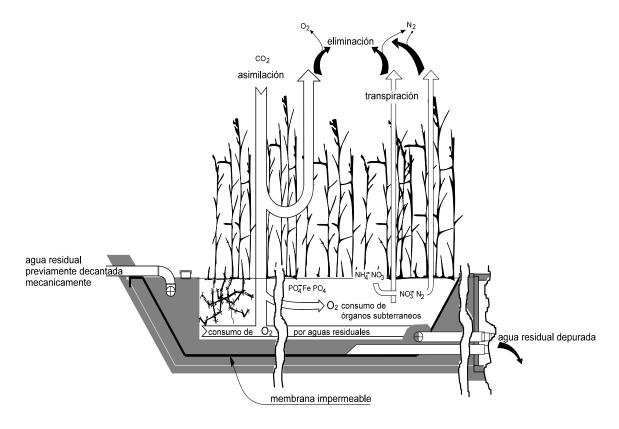


Gráfico 2: Procesos de Desintegración

Nitrógeno

El proceso depurador de aguas residuales más importante relacionado con la compleja estructura del horizonte radicular, es el desprendimiento del nitrógeno elemental. Tanto los enlaces de nitrógeno de baja molecularidad surgidos a partir de la desintegración de albúmina (aminoácidos - péptidos) como también otros (por ejemplo: urea) son desintegrados por los microorganismos (formadores de amoníaco) y surge el amoníaco (NH3). La transformación del amoníaco, por agregado de agua, en amonio (NH4+) se presta para aprovisionar con energía las bacterias químico-autotróficas.



Este proceso, denominado de nitrificación se realiza en aquellas áreas de la matriz del suelo, aprovisionadas de oxígeno, ya que las bacterias responsables dependen del oxígeno elemental. Las siguientes ecuaciones detallan ambos pasos de reacción:

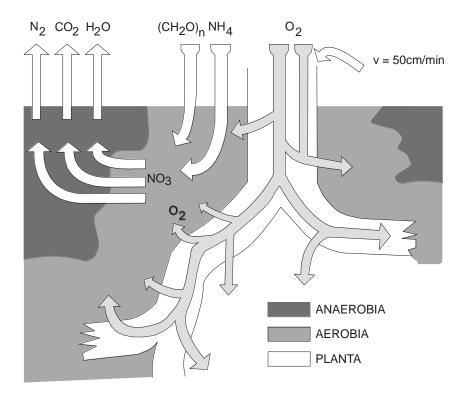
El producto final de la nitrificación es el nitrato (NO3 -)

Ambas especies de bacterias están asociadas en el suelo (parabiosis), en consecuencia -bajo condiciones normales- no se produce enriquecimiento de nitrito tóxico (NO2 -).

La denitrificación (ver gráfico 3), cuyo potencial redox es inferior a 320 mV, se desarrolla en forma paralela y acoplada al proceso mencionado en los compartimientos anaerobios.

En este proceso, debido a la reducción del nitrato -que contiene oxígeno- se benefician con energía las bacterias facultativamente anaerobias (por ejemplo la especie Pseudomonas y Achromobacter) y las obligadamente anaerobias (p. ej. Paracoceus denitrificans)

En este proceso, principalmente el nitrógeno elemental libera pequeñas cantidades de óxido azoico. Unicamente mediante este proceso puede eliminarse el 85% de Compuestos de nitrógeno introducidos en un Filtro Fitoterrestre.



TRANSFORMACION DEL NITROGENO EN ZONAS AEROBIAS Y ANAEROBIAS

Gráfico 3: Nitrógeno en aguas residuales



Existe otro aspecto relevante del proceso de respiración de nitrato, tan importante para la purificación de aguas residuales. Como se muestra en el gráfico 2 también se desintegran sustancias orgánicas; como compuestos de carbono refractario (por ejemplo fenoles). La cantidad desprendida de N 2 en una Planta Depuradora Radicular (Gráfico 4) de 8.400 kg/ha y por año, significa -partiendo de controles de balance- una desintegración de 15.500 kg DBO/DQO por año.

TRANSFORMACION Y PERMANENCIA DE LOS ENLACES NITROGENADOS DURANTE LA FILTRACION DE AGUAS RESIDUALES EN SUELOS ACTIVADOS (En kg / ha / año)

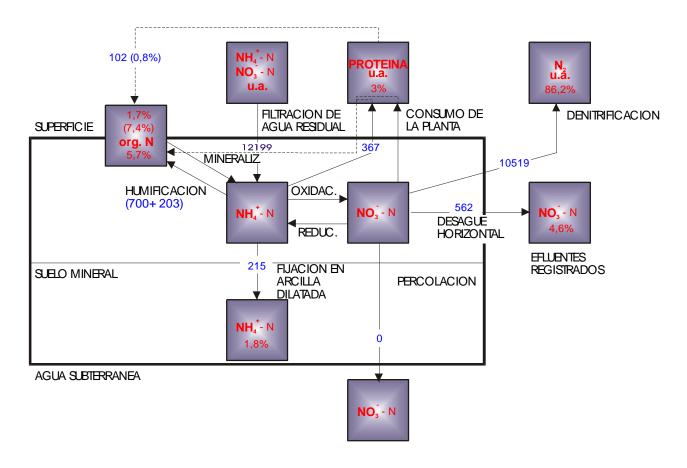


Gráfico 4:

A partir del Gráfico 4 se reconocen posteriores procesos de eliminación de nitrógeno. Por parte de las plantas la sustracción es baja, además los nutrientes vuelven al sistema como dispersión. Es de mayor importancia la incorporación de nitrógeno en la materia orgánica y la fijación en mineral arcilloso expansivo.

Los restos de las plantas en la superficie a depurar quedan apilados sobre el suelo. Los componentes de los restos de carrizos por ejemplo poseen una relación amplia de



carbono/nitrógeno (relación C / N), similar a la de la paja (100: 1 hasta 80 : 1), debido a esto resulta favorable una mayor cantidad de nitrógeno para la desintegración bacteriana y la humificación.

Esto puede significar, formaciones de humus con una relación C / N 6: 1 en zonas límnicas.

Como último método de eliminación se citará la fijación de amonio. La triple napa ensanchada de mineral arcilloso (cloruro, illita, montmorillonitos) puede fijar iones NH 4 +

Las concentraciones de nitrógeno de 200 mg / I pueden ser elaboradas en los Filtros Fitoterrestres.

Fósforo

Una de las sustancias de suma importancia en la eutroficación de aguas es la eliminación de fósforo. En el tratamiento radicular se produce en diferentes procesos; el más importante se debe a una reacción en cadena con el producto final de desintegración: hierro (III) fosfato (ver Gráfico 5).

La transformación y determinación de fosfato depende de la disponibilidad del contenido del suelo en óxido e hidróxido férrico (parcialmente también de óxidos de aluminio). Este se encuentra generalmente en el suelo en un porcentaje 0,1 - 0,5% y está relacionado con el granulado (arena, arcilla); el contenido en hierro de la roca inicial y por último el estado (fase) de desarrollo del suelo. En la solución del suelo aumenta la concentración de Fe 2+ con un pH y potencial "redox" bajo, por ello surgen valores altos, bajo condiciones anaeróbicas (por ejemplo: en suelos de arroceras).

Los enlaces ferrosos reducidos del suelo reaccionan con ácidos orgánicos, sujetos a la formación de hierro soluble (II) -quelato. El origen de los ácidos orgánicos reside en parte en la secreción radicular de las plantas adultas y por la actividad bacteriana. El ácido láctico, con su función principalmente quelatante, resulta como producto final de la fermentación bacteriana (ver gráfico 5).

Si los hierros solubles (II) -quelato- se trasladan al área enriquecida con O2, surge una transformación intensiva con los fosfatos del agua residual sujeto al desdoblamiento del grupo láctico, resultando el Fe (III) - fosfato difícilmente soluble (por ejemplo: Strengita).

Paralelo a este método específico de eliminación se desarrollan otros procesos de fijación de fosfato en cada suelo (por ejemplo: absorción en minerales arcillosos). En total, la inclusión parcial de fosfatos en el tratamiento radicular oscila entre 2.000 y 4.000 kg/ha/año.



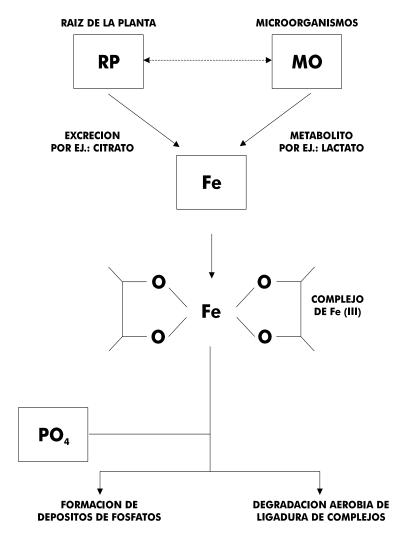


Gráfico 5: Esquema simplificado sobre la fijación de fosfato en la zona radicular de limnófitas

Metales pesados

El substrato de las Plantas Depuradoras se compone de elevada materia orgánica; que comprende aprox. 6-10% ácido húmico.

Su elevada intercambiabilidad para cationes junto a los minerales arcillosos disponibles, logran la sorción de los metales pesados de aquas residuales.

Con determinados valores de pH y concentraciones de iones en la solución del suelo, surgen secreciones (precipitaciones) de carbonatos, hidróxidos y sulfitos, asimismo los fácilmente solubles cloruros y sulfatos de los metales pesados. Por ejemplo con un pH = 7 los sulfitos prácticamente no se disuelven.

Paralela a su elevada intercambiabilidad, los ácidos húmicos -así como también las secreciones radiculares- poseen cualidades acomplejantes. Como quelatos, los átomos metálicos fijados, generalmente no pueden ser nuevamente movilizados.

Otro factor de eliminación radica en la recepción de metales pesados de las plantas. Se detectan iones de metales pesados principalmente en los rizomas. La experiencia comprueba que las concentraciones de metales pesados en los rizomas por un lado y en brotes y hojas por el otro,



se diferencian en una proporción de 200:1, lo que significa que estos no entrarán en la cadena trófica.

A partir de los cambios en el estado de solubilidad de carbonatos, hidróxidos y sulfitos de los metales pesados, éstos se removilizan. Con valores pH disminuidos (inferiores a 7) los metales pesados pueden redisolverse.

Plantas y organismos muertos renuevan continuamente la importante capacidad de las sustancias orgánicas para la inserción de metales pesados.

Compuestos de carbono

Los microorganismos heterotróficos activos desintegran las sustancias de carga; este proceso se conoce de la propia capacidad purificadora de las aguas y es aplicado en la escala biológicotécnica de Plantas Depuradoras. Su aplicación también se lleva a cabo en el Tratamiento por Filtros Fitoterrestres.

Tanto la purificación natural como artificial, están sobreexigidas para el caso de compuestos de carbono de difícil desintegración.

Se obtienen eliminaciones efectivas cuando los procesos de desintegración aerobios y anaerobios se entrelazan localizada y temporalmente.

En la autopurificación biológica no se alcanza un grado satisfactorio, en cambio en la escala biológico-técnica de Plantas Depuradoras se trabaja casi exclusivamente con aerobiosis.

La estructura compleja de los horizontes radiculares posibilita un engranaje estrecho entre procesos de desintegración aeróbicos y anaerobios. Se ha comprobado que durante la "respiración del nitrato" también se procesan compuestos de carbono refractarios (ver Gráfico 6). Otra causa importante para una mejor tarea purificadora del método radicular -en comparación con las Plantas Técnicas- consiste en la mayor permanencia del cuerpo depurador.



Productos finales del Tratamiento de FFT

En el siguiente esquema se indican los productos finales:

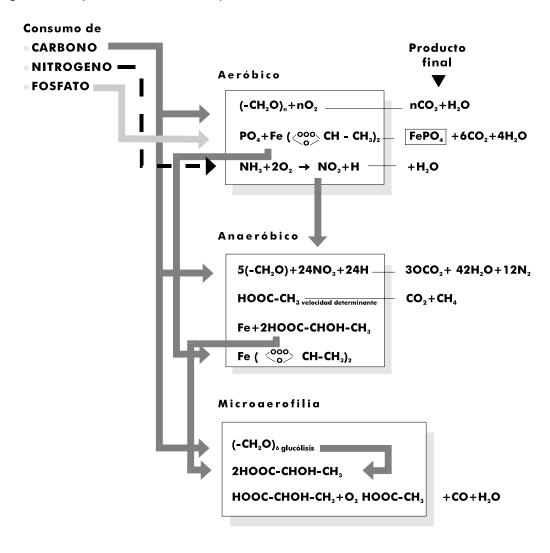


Gráfico 6: Productos finales del Tratamiento FFT

Periodo de maduración

Es importante destacar que el sistema de tratamiento propuesto, basado en plantas limnófitas, requiere de un período de maduración, que varía entre dos y tres períodos vegetativos. Si bien los procesos de depuración en la planta de tratamiento comienzan inmediatamente a su puesta en funcionamiento, los rendimientos máximos de remoción de materiales contaminantes se alcanzan al finalizar el período de maduración. Este comportamiento es típico de los sistemas naturales de tratamiento y ha sido comprobado en las plantas construidas hasta la fecha en diferentes países, también en distintas regiones, como en la Provincia de Córdoba, en Esquel y en las plantas industriales de Chile. Por otra parte es importante que la plantación de los vegetales se lleve a cabo en los meses de primavera, para aprovechar el período vegetativo. Por otro lado, la técnica de los Filtros Fitoterrestres está reglamentada en las Recomendaciones

Técnicas del Ente Regulador de técnicas de depuración de aguas residuales de Alemania (ATV), y se considera que la planta de tratamiento se encuentra en funcionamiento de acuerdo a la ley



luego de los tres períodos vegetativos. La empresa Eko-Plant normalmente opera, controla y supervisa las plantas de tratamiento al menos durante este período de maduración.

Los módulos de tratamiento se plantan con carrizos (Phragmites communis), debido a su rápido crecimiento y a su mayor desarrollo radicular con respecto a otras plantas limnófitas, lo que significa que soporta una mayor carga hidráulica. Luego de realizada la plantación (a razón de 5 plantas por metro cuadrado), debe mantenerse el substrato húmedo hasta 30 cm bajo la superficie hasta que la planta "prenda" y presente nuevos brotes. Para evitar el crecimiento de plantas terrestres no deseadas dentro del módulo (normalmente durante el primer año), se inunda temporalmente el filtro con los líquidos a tratar, a los efectos de impedir la proliferación de las mismas.

A partir del momento en que las plantas han "prendido" y superado los 20 cm de altura, (primer ciclo vegetativo) puede comenzar a operarse el filtro hidráulicamente, regulándose la carga hidráulica mediante operación manual (en la cámara de salida). Al alcanzar el tercer ciclo vegetativo, el filtro no requiere ningún tipo de operación manual.

Durante el segundo año, debido a la densidad de los tallos, las plantas cubren el módulo en tal forma que superan a los otros vegetales.

En el tercer año de vegetación el módulo ingresa a su estado de "clímax", lo que significa que ha adquirido una densidad de 180 hasta 280 tallos por metro cuadrado. Por lo tanto a partir del tercer ciclo vegetativo, el filtro no requiere de mantenimiento ni operación en lo referido a las plantas.

En la Planta de Esquel se ha comprobado que menos de dos meses después de entrar en operación la planta arrojaba a la salida valores de fósforo menores a 1 mg/l.

Los valores de DBO5 (mg/l) para este mismo período oscilaron entre 13 y 35 mg/l.

El impacto de los carrizos

Las piletas, aparte de un drenaje que evacúa el filtrado hacia los TFFT, están completamente plantadas con carrizos (Phragmites communis).

La acción de la planta limnófita es, fundamentalmente, la evapotranspiración de la parte líquida de los lodos, acondicionarlos y transformarlos en un sólido, cargable y transportable.

Se conocen tasas de evapotranspiración de hasta 55 mm / m² día en verano con Phragmites communis. En las experiencias en Alemania, con un clima con un balance hídrico más saturado que el de la región, se encontró una tasa de secado de lodos cloacales entre 4.500 - 9.000 mm / año con incorporación de carrizos.

Características principales de los Filtros Fitoterrestres

Una Planta Depuradora tipo TFFT presenta un rendimiento acorde a los límites vigentes, respecto a: cifra total de bacterias, colibacterias, gérmenes coliformes y especies de salmonelas. Se comprobó que luego de pasar el agua residual por el área radicular, en el agua residual se reducen significativamente los microbios (disminución total de bacterias: 99%; colibacterias y



gérmenes coliformes: superior al 99%; disminución de la concentración de salmonelas: superior al 99%).

El proceso de eliminación se debe a un complejo sistema de rendimiento de diferentes elementos activos.

La vitalidad de la microflora, el aporte de O2 de plantas acuáticas emergentes, el efecto bactericida de secreciones radiculares, así como también otros factores químicos y físicos son de relevante importancia.

Fuera del área de mayor carga cercada (área más cercana al afluente) no han sido localizados indicadores fecales ni concentraciones de bacterias, que -sin enriquecimiento intermedio- no podrán ocasionar infecciones.

- El requerimiento de superficie es aproximadamente un tercio del requerimiento para lagunas de estabilización, si se considera la superficie de tratamiento neta (sin tener en cuenta el área para caminos o vías de acceso).
- Los rendimientos de remoción de DBO5 varía entre el 90 y el 95%. El rendimiento de remoción de nutrientes (fósforo, nitrógeno) es superior al de lagunas aireadas. La remoción de bacterias varía entre 95 y 99%, el nivel de colifecales del efluente depurado puede ser menor a 1.000 NMP /100ml.
- Los Filtros Fitroterrestres no despiden olores, por lo que pueden ser localizados cerca de áreas urbanas (como en el caso de la planta de tratamiento para la Universidad Libre del Ambiente en la ciudad de Córdoba, construida en enero de 2000).
- El sistema de tratamiento no requiere de mecanismos costosos o sometidos al desgaste ni consume energía eléctrica, salvo para el bombeo de los lodos del tanque Imhoff hacia las humificadoras.
- El mantenimiento se limita al control y limpieza de las cámaras de entrada, salida y las válvulas, control de la bomba de lodos, como así también a tareas de limpieza o desmalezado de los módulos. La operación de la planta no requiere de personal calificado y se prevé la capacitación del personal
- Los costos de operación y mantenimiento son mínimos. Esta es una ventaja importante con respecto a las técnicas convencionales, que requieren energía eléctrica y poseen dispositivos sometidos a desgaste y / o fallas mecánicas.
- Ya que los lodos sedimentados son secados y mineralizados en humificadoras de lodos, el tratamiento de los líquidos cloacales es integral.

Tratamiento de los lodos cloacales

El tratamiento de lodos cloacales que se propone resulta una alternativa eficiente y económica al problema de los lodos de depuración, ya que el enterramiento sanitario de estos lodos no representa una solución económica ni ambientalmente adecuada, porque encarece la operación del enterramiento sanitario (aumento de percolados y su tratamiento).

Los lodos de depuración son deshidratados y humificados en humificadoras, con plantas limnófitas. Los lodos se bombean durante todo el año a las humificadoras, a intervalos y cantidades determinadas. El agua de filtrado se retira a través del sistema de drenaje que tiene el fondo de las humificadoras y es conducida a los módulos de tratamiento. Ya que se trata de lodos digeridos, no se generan olores.

El producto de la humificación de lodos por la técnica EKO-PLANT es un substrato de alta calidad. La tierra de humificación se caracteriza por un olor terroso, elevadas estabilidad



estructural y actividad biológica. Se trata por lo tanto de un substrato apto para ser aplicado en jardinería, paisajismo, recuperación de suelos, etc.

Las humificadoras estarán compuestas por módulos similares a los módulos de tratamiento y de menores dimensiones.

No son afectados por el clima frío.

III.2.- Diseño de Filtros Fitoterrestres.

Para el diseño se ha considerado una población de 1200 habitantes, considerando un consumo de 250 lts/hab día, que para esa población de diseño resulta un total de agua residual de 300 m3/día.

El diseño de los módulos de tratamiento se basa en una relación matemática de primer orden (típica del diseño de plantas de tratamiento) y especificado para Sistema radiculares por Kickuth (7), Pauly (1) y Pauly y Schiller (14) y Schiller (13), la cual tiene en cuenta las siguientes variables

Co = concentración de contaminante en el líquido a tratar

C_t = concentración del líquido tratado

e = base de logaritmos naturales

T = tiempo de reacción y permanencia

k = constante de reacción (velocidad de desintegración para DBO₅)

$$C_t = C_o e^{-kT}$$

La carga orgánica del efluente a tratar, medida como DBO $_5$ se calcula considerando una carga orgánica de 60 g / habitante día:

$$DBO_5 (mg/l) = \frac{60(g/hab dia)*P(hab)}{Consumo(l/hab dia)}$$

La superficie neta se ha calculado según la Fórmula de Kickuth:

Sup neta
$$(m^2) = 5.21*Total agua residual $(m^3 / dia)*[\ln DBO_5 - \ln DBO_f]$$$

Resultando un valor de 2452 m2.

La superficie neta, considerando un requerimiento hidráulico de 80 l/m2 día es de 3750 m2, mientras que para 2,45 m2 por habitante se requiere una superficie neta de 2940 m2. Se ha adoptado 4.000 m2

Para el cálculo de la zanja de entrada se consideró un período de caudal máximo de 2 hs que significa un volumen máximo de 56.89 m3.

Considerando que la zanja tiene un ancho de 1 m, una profundidad de 0,70 m y una longitud de 25 m, el volumen del material poroso es un 30 % del volumen de la zanja, es decir de 56.89 m3, valor superior al volumen máximo a tratar de 35.29 m3.



Por lo tanto, para una población de 1200 habitantes se proyectan dieciocho (8) módulos de 20 m por 25 m, medidas en correspondencia con la parte inferior.

La profundidad de cada módulo es de 1.20 m y los taludes de 1H:1V.

Se adjunta Planilla de cálculo (Anexo I).

III.3. Infraestructura de la planta de tratamiento

La infraestructura de la planta, para ambas alternativas, estará conformada por:

- Cerco perimetral, alambrado tipo olímpico
- Camino interior
- Red de distribución eléctrica e iluminación
- Provisión de agua potable
- Provisión de gas
- Forestación perimetral
- Oficina, sanitarios y depósito (44,35 m²)

VI.3.1. Cerramiento del predio

Para delimitar el predio y para garantizar la seguridad del mismo, se efectuará un cerco perimetral tipo olímpico con postes de hormigón armado prefabricados, esquineros, de refuerzo e intermedios, y alambre tejido romboidal de 2" de abertura y dos metros de altura, que irá colocado sobre tres hilos de alambre liso galvanizado de alta resistencia, que serán tensados mediante torniquetas.

La altura de los postes será de 3,20 metros y se empotrarán en el terreno de tal manera que la altura sobre el nivel del terreno natural sea de 2,40 mts.

En el coronamiento del cerco se dispondrán tres hilos de alambre de púa perfectamente tensados.

En el acceso se colocará un portón doble, realizado en hierro estructural de 2" x 2" de un ancho total de 4 metros.

En la parte inferior del cerco se ejecutará un zócalo de hormigón simple de 0.15 m de ancho y 0.20 m de altura, que irá asentado sobre un cimiento de hormigón ciclópeo de 0.35 m de ancho y 0.10 m de altura.

III.3.2. Caminos internos

Se construirá el camino interior, según se indica en Plano Nº 8

Los caminos tendrán un ancho de 5 mts, según se indica en detalle de Plano Nº 20. Todos los caminos tendrán cunetas para desagües.

III.3.3. Estación transformadora



Para la provisión de energía eléctrica a la planta de tratamiento se deberá colocar una estación transformadora de rebaje de 16 kVA, en el sector de ingreso a la planta.

Las estructuras serán de postes de eucaliptos de 10.50 m libres, los que irán empotrados 1.75 m, como mínimo.

La estación transformadora será monoposte aérea 13,2/0,400-0,231, de 16 kVA.

Los materiales a emplear deberán tener sello IRAM de aprobación y los transformadores deberán tener certificado "libre de PCB".

III.3.4. Red de distribución eléctrica interna e iluminación

La red eléctrica interna en la planta, será subterránea, constituida por cable tipo sintenax de 6 mm2, con las correspondientes protecciones.

Las columnas de alumbrado serán metálicas con brazo de 2 m de vuelo, una altura de 8 mts. y se emplazarán en los sitios indicados en planos. La fundación se hará mediante bases de hormigón simple.

El pilar será de hormigón premoldeado, provisto de caja metálica o plástica con tapa para medidor trifásico y estará provisto de pipeta y caño cruceta superior para bajada de línea. Se colocará en el cerco perimetral próximo al acceso a la planta.

En Plano Nº 1 se indican dimensiones y detalles.

III.3.5 Caseta y generador de energía eléctrica

Ante posibles cortes de energía eléctrica se ejecutará una caseta de mampostería de ladrillos para colocar un generador trifásico de 7 KVA y 5,3 KVA monofásico.

III.3.6. Agua potable

Para proveer de agua potable a la planta de tratamiento se deberá realizar una conexión desde el tanque de agua que provee agua a la población. Se conectará una manguera de polietileno de 50 mm de diámetro K6, enterrada 80 cm

III.3.7. Gas

Se proveerá de gas con conexión a zepeling de 400 Kg. El zepelin irá colocado sobre una platea de hormigón de 0.20 m de espesor y tendrá un cerco perimetral de similares características que el cerco del predio de la planta.

III.3.8. Forestación perimetral

En el perímetro del predio de la planta se plantarán especies forestales: álamo o similar. Se colocarán en un promedio de separación de 0.80 m entre plantas.

III.3.9. Oficina para la planta de tratamiento



Se ejecutará una edificación de 43.19 m2 de superficie cubierta y 14.49 m2 de superficie semicubierta que será destinada a oficina, depósito, taller y sanitarios para hombres y para mujeres (Ver Plano Nº 20, 21 y 22).

Las fundaciones serán plateas de H^o A^o de 0.15 m de espesor. Se ejecutarán encadenados verticales y horizontales de H^o A^o.

Los muros de 0.20 m de espesor serán de ladrillones macizos y los de 0.15 serán de ladrillos cerámicos huecos de 12x18x33.

Los muros interiores y los paramentos exteriores de encadenados verticales y horizontales, serán revocados. El paramento exterior de ladrillones irá a la vista con junta tomada, excepto los 0.55 m inferiores que serán revestidos con piedra laja, desde el nivel de vereda.

La estructura de techo será de madera (pino oregón o similar) y la cubierta de techo será de chapa galvanizada, ondulada Nº 25.

La oficina y taller tendrán cielorraso de machihembre a la vista, correspondiente a la cubierta de techo. Pasillo, depósito y baños tendrán cielorraso de durlok de 12.5 mm de espesor.

Tdos los pisos serán cerámicos, al igual que los zócalos. En paramentos de baños y sector de mesada se colocarán azulejos o cerámicos para pared.

El edificio tendrá una vereda perimetral de piedra laja de 0.80 m de ancho.

Cada baño tendrá un inodoro pedestal, con mochila; un lavatorio con columna y una ducha.

En el local destinado a taller se colocará una mesada con pileta de acero inoxidable.

La instalación de gas tendrá un termotanque de 75 litros, una cocina de cuatro hornallas y horno y cuatro calefactores de 4000 kcal/h, de tiro balanceado (Ver Plano Nº 23).

III.3.10.- Alternativa más conveniente desde el punto de vista técnico-económicoambiental

Desde el punto de vista ambiental:

Los filtros fitoterrestres, si bien originan un impacto visual, éste no es negativo, ya que los módulos de tratamiento se plantan con carrizos (Phragmites communis), plantas limnófitas, que se integran al paisaje.

El sistema de tratamiento con filtros fitoterrestres tiene un tanque Imhoff, en el cual se depositan materiales sedimentables; produciéndose la digestión de los lodos en su interior, por lo que no se generan olores en el sistema.

Una medida de mitigación, para ambas alternativas, es realizar una cortina forestal alrededor del predio de la planta de tratamiento, que para el caso de lagunas será de mayor perímetro. Dicha forestación podrá ser regada con los líquidos tratados.



PARTE IV: ANTEPROYECTO

Se presenta el dimensionamiento general de cada una de las partes que integran la solución propuesta.

IV.1.1 Nexo de cloacas

La red de colectoras existente está conformada por cañerías de policloruro de vinilo (P.V.C) no plastificado, de 3,2 mm de espesor, con junta de aro de goma especial para cloacas, tipo RCV. El diámetro de las cañerías de Nexo es de 160 mm, según se indica en planos.

Se ha adoptado para el Nexo, una tapada mínima de 1.20 m en calzadas y 0.80 m en veredas. La cantidad de bocas de registro es de 6 para la Alternativa 1 Las mismas serán de H° A°, o de polietileno o PRFV y se ubicarán en los lugares indicados en los planos, colocándose a una distancia máxima de 120 mts una de otra, en cambios de dirección o cambios de pendiente. Tambien se colocará cañería cloacal en una manzana y una calle donde actualmente no existe cañería.

El método y los criterios para el cálculo de la red colectora se basa en:

- el caudal máximo (relación tirante / φ =0.90) tomando la población de diseño,
- Fórmula de Manning, tomando como base el gasto hectométrico (Qpico /Long. total de cañería)

IV.2 COMPUTO Y PRESUPUESTO

La determinación de los costos se ha realizado considerando el correspondiente cómputo y presupuesto por ítems de todos los componentes de la obra.

IV.2.2.- Presupuesto estimativo de las alternativas

A continuación se indican Cuadros del presupuesto de cada una de las dos alternativas de la planta de tratamiento, tanto para la etapa de ejecución del proyecto, como para las medidas de mitigación.

En Anexo IV se presenta el presupuesto detallado de los diferentes rubros e Ítems de la Alternativa 1 y en Anexo V la Alternativa 2.

Se ha considerado, además el presupuesto para las obras de infraestructura necesaria para ambas alternativas, mencionadas anteriormente:

- Cerco perimetral, alambrado tipo olímpico
- Camino interior
- Estación transformadora
- Red de distribución eléctrica e iluminación



- Provisión de agua potable
- Provisión de gas
- Oficina, sanitarios y depósito (44,35 m²)
- Forestación perimetral
- Estación de bombeo

IV.2.2.1.- Para la etapa de ejecución del proyecto:

En los siguientes cuadros se indica el presupuesto estimativo para la etapa de construcción de las alternativas.

Alternativa 1: Filtros Fito Terrestres					
Componente	Costo con IVA				
Nexo Cloacal	\$ 1508210.74				
Tanque Imhoff (1)	\$ 1353945.25				
Modulos de Tratamiento (8)	\$ 6093164.30				
Humificadoras (2)	\$ 308045.06				
Cañerias distribución	\$ 307495.70				
Filtro de Arena	\$ 564618.70				
Camara de contacto	\$ 112723.81				
Infraestructura	\$ 2166483.84				
Oficina y Deposito	\$ 442069.95				
TOTAL	\$ 12.856.757,35				

VI.3. COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO

Los distintos rubros que integran el proyecto se han ordenado de la siguiente manera:

- 1) Nexo Cloacal
- 2) Tanque Imhoff
- 3) Módulos de Tratamiento
- 4) Humificadores
- 5) Cañerías de Distribución
- 6) Filtro de Arena y laguna de reuso del agua tratada
- 7) Cámara de Contacto
- 8) Infraestructura
- 9) Oficina y Deposito



El presupuesto se completa con la siguiente documentación:

- 1. Planilla Resumen de Computo y Presupuesto
- 2. análisis de precios de cada uno de los ítems;
- 3. planilla de jornales y cargas sociales.

Para los análisis de precios se han considerado los costos de materiales (incluido su transporte), mano de obra y equipos.