

“SISTEMA CLOACAL DE LA LOCALIDAD DE TECKA” FORMULACIÓN DEL PROYECTO

PARTE I: MARCO GENERAL

I.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La localidad de Tecka se encuentra en el departamento Languiño en la Provincia del Chubut, dentro de la Región conocida como Comarca De Los Andes. En los últimos años esta área, ha crecido en forma constante (Censo 2001: 955 habitantes en todo el Ejido / Estimación 2008: 1995 habitantes en el Ejido). Este crecimiento debe considerar demandas crecientes de vivienda y de servicios, no sólo domiciliarios, sino todos aquellos que acompañan la actividad turística: gastronomía, lavandería, talleres, industrias, etc.

Dentro de este proyecto consideraremos la **Zona Urbana** que según datos emanados de la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia, hoy (Julio de 2010) habitan el sector 2044 habitantes y si realizamos una proyección post censal, se llega a un máximo de 3039 habitantes para el año 2020.

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.

Este impacto es solo posible si no solo se consideran aspectos técnicos de saneamiento y ambiente, sino también aquellos que hacen que la población localizada en el lugar asuma las responsabilidades necesarias para imponer y mantener un ordenamiento territorial, políticas de desarrollo económico, urbanización y de prestación de servicios.

La aceptación de la función de la obra de ingeniería como medio y facilitador de condiciones para una mejor calidad de vida, acompañada por un mayor acceso de la población a las decisiones y el nunca suficientemente enfatizado reconocimiento de la prevención, ha generado una enriquecedora integralidad de enfoque y tratamiento en los programas de provisión de agua potable y saneamiento. Esto ha devenido en una revalorización de las conductas y actitudes de la población que ya sea como usuarios, ejecutores o prestadores hacen a que una obra de infraestructura y su funcionamiento realmente satisfagan las demandas para las cuales han sido creadas, siempre y cuando se observen parámetros que han sido establecidos para ello (OMS/OPS/AIDIS).

La interacción de la obra física y de sensibilización, información y en caso de operadores, capacitación relacionada con el buen uso y arte del manejo de agua y sus efluentes debe estar acompañada por normas y ordenamientos que garanticen el hoy y prevengan el mañana. Normas y ordenamiento que trasciende el espacio de lo “público” para también entrar en la fijación de pautas de códigos de edificación.

Otro factor importante en este aseguramiento del hoy y prevención del futuro es la observación de criterios de planeamiento urbano y proyección de uso de suelos en forma de planeamiento territorial con visiones de largo plazo claramente asociadas al perfil y estrategia de desarrollo económico que haga a la vocación del lugar. Esto es de vital importancia para asegurar la operación oportuna y eficiente de los servicios que se quieren prestar.

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 un sistema de red colectora cloacal y 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 Municipalidad acerca de líquidos clocales, su tratamiento y los fundamentos de un correcto manejo del recurso agua.

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).

I.2. OBJETIVOS Y METAS

Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el mejoramiento de la calidad de vida de la población del sector urbano de Tecka ya que se eliminará definitivamente la posibilidad de contaminación de aguas superficiales y de las napas freáticas, con la eliminación del vertido directo de los líquidos colectados actualmente con pretratamiento ineficiente, que desagua muy cerca del pueblo al mallin.

Mediante el tendido de una red colectora troncal y la construcción y funcionamiento de una planta de tratamiento de líquidos clocales se estará contribuyendo a minimizar y remediar impactos negativos sobre el conjunto del ecosistema de esta región. Con esto se contribuirá a mantener la calidad del recurso agua a la vez que se mantiene el potencial económico generado por una demanda del reuso del mismo, garantizando de esta forma condiciones sanitarias adecuadas para 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 sellados..

	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de alto porcentaje de aporte de aguas cloacales a napa. -Disminución de los distintos parámetros de contaminación (DBO₅, DQO, Coliformes, Fosfatos Nitratos, etc.) -Eliminación de aporte por desbordes cloacales.
Disminución de contaminación de origen cloacal de aguas superficiales	<ul style="list-style-type: none"> -Eliminación de aportes en puntos críticos identificados. -Eliminación de aporte por desbordes cloacales.
Establecimiento y mantención de parámetros de calidad de volcado o reúso 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	<ul style="list-style-type: none"> -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	<ul style="list-style-type: none"> -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 tratamiento. -Se 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.

Revertir la subvención del agua potable	Generar un plan tarifario que contemple el cobro del suministro de agua potable y por consiguiente de la recolección y tratamiento de los líquidos cloacales
---	--

I.3. MARCO DE REFERENCIA

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

La localidad de Tecka se encuentra en el Departamento Languiño en el Nor-Oeste de la Provincia del Chubut. Pertenece a la Comarca De Los Andes.

Se encuentra emplazada en un valle de unos 40 Km de longitud formado principalmente por el río Tecka y sus tributarios, a una altitud de 935 m.s.n.m. entre el cordón Caquel y la Sierra de Tecka.

El paisaje es netamente de estepa y con un relieve ondulado. Algunos cerros y mallines matizan el entorno y resulta característico el colorido dorado del coirón que se menea con el viento.

La población actual es de alrededor de 2000 habitantes e históricamente la actividad económica predominante fue la agropecuaria, ya que en toda la zona existen grandes estancias ganaderas que aprovechan las aguadas provocadas por el relieve.

Actualmente hay algunas expectativas sobre la posibilidad de la explotación minera, ya que hay detectadas vetas auríferas y de platino como también rocas decorativas, piedras semipreciosas y basaltos.

Fundación: 11 de julio de 1921

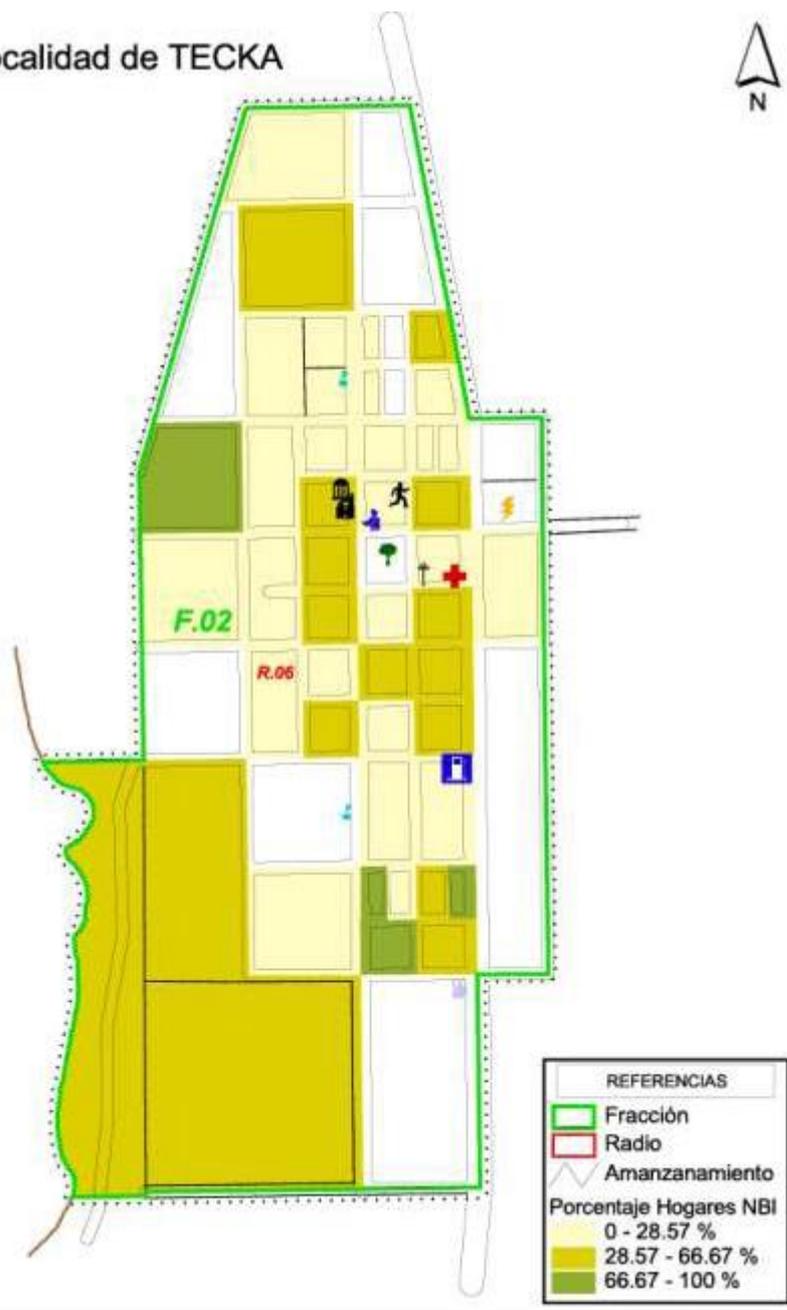
Clima: frío desértico, seco, con fuertes vientos dominantes de oeste y sudoeste y precipitaciones inferiores a los 300mm al año.

I.3.2. Urbanización existente

En Plano P-1 PLANTA URBANA DE TECKA, se indica el fraccionamiento de la actual zona urbana, con los porcentajes de hogares con NBI (Necesidades básicas insatisfechas).

PLANO P-1 – PLANTA URBANA DE TECKA

Localidad de TECKA



I.3.3. Distribución espacial de la población actual

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

I.3.4. Planes directores de expansión urbanística

Existe un Proyecto de 30 viviendas, que será ubicado en el sector norte

I.3.5. Pavimentos y aceras

Solo un 12 % de las viviendas posee veredas

PROYECTO EJECUTIVO

TEC NAT S.R.L. (Ex EKO-PLANT ARGENTINA S.R.L.) Repetur 899 – Esquel – Chubut- tecnatsrl@gmail.com

I.3.6. Servicios existentes

Los servicios existentes son los siguientes:

- Agua potable: el 100% conectado a la red a cargo de Servicios Públicos de la Provincia.
- Energía eléctrica: 100% de la población tiene, a cargo de Servicios Públicos de la Provincia.
- Red cloacal (un 96 % de la población tiene desagüe cloacal a red y sin tratamiento de los líquidos).
- Gas natural por red, un 95 % de la población tiene este servicio.
- Teléfono
- Celulares: existen prestaciones de las empresas Movistar, Personal y Claro.
- Combustibles, hay una estación de servicios, cercana a la planta urbana, sobre Ruta 40.
- Television por Cable y Aire - Radio FM – Internet - Drtv

I.3.7. Tipo de suelo

Suelo: pedregoso y árido. En las aguadas y mallines hay suelos fértiles. En general el suelo es rico y el riego favorece el desarrollo de arbustos y algunos árboles implantados.

I.3.8. Datos sobre infraestructura de servicios de la localidad (agua potable, energía eléctrica, gas, teléfonos).

La localidad se abastece con agua de las tres Cisternas con las siguientes capacidades: 300000 litros, 150000 litros y 100000 litros. Estas están ubicadas en el sector Noroeste.

Según el Censo de 2001, los porcentajes de población con los diferentes servicios públicos son los siguientes:

- desagüe a red cloacal: 82 %
- agua de red: 100 %
- energía eléctrica de red: 100 %
- gas natural de red: 31.4 %

En la actualidad se verifico con información que nos proporciono el Municipio de esta Localidad que los servicios públicos serían los siguientes:

- desagüe a red cloacal: 96 %
- agua de red: 100 %
- energía eléctrica de red: 100 %
- gas natural de red: 95 %

Según el Censo de 2001, los servicios sanitarios de los 234 hogares son los siguientes:

- Inodoro con descarga de agua y desagüe a:
 - Red pública: 93 (equivalente al 39.7 % de los hogares)
 - Cámara séptica y pozo ciego: 47 (equivalente al 20 % de los hogares)
 - Pozo ciego u hoyo, excavación en tierra, etc: 20 (equivalente al 8.5 % de los hogares)

- Inodoro sin descarga de agua o sin inodoro: 74 (equivalente al 31.6 % de los hogares)

En los últimos años esta zona, ha crecido lentamente (Censo 2001: 955 habitantes en todo el Ejido / Estimación 2009: 2044 habitantes en el Ejido).

Los líquidos cloacales domiciliarios de la mayor parte de la población (96 %) están conectados a la red Cloacal los cuales son evacuados a una planta de tratamiento muy precaria realizada con un sistema de cámara séptica, está ubicada un sector de mucho mallín, originándose contaminación de napas freáticas en la mayoría de los casos.

I.4.- ENTES INVOLUCRADOS

A) Del Ente Beneficiario

La prestación del servicio una vez entregado en operación el sistema cloacal estará a cargo de la Dirección General de Servicios Públicos de la Provincia del Chubut o de Municipalidad de Tecka

B) Del Ente Subejecutor

La entidad provincial que interviene en la recepción, análisis, aprobación y pago de los trabajos a contratar, es la Dirección General de Servicios Públicos de la Provincia del Chubut. Dicha Dirección es el Ente responsable para licitar, inspeccionar y certificar obras de agua potable y saneamiento en todas las ciudades y localidades de la Provincia del Chubut.

PARTE II: TRABAJOS DE CAMPO

II.1. RECOPIACIÓN 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

El clima de Tecka y de toda la región circundante está altamente influido por la proximidad con el Océano Pacífico – 180 kms. de distancia en línea recta hacia el Oeste.

Durante los veranos nuestra árida región tiende a ser muy seca y calurosa, con períodos largos sin precipitaciones algunas.

Clima: frío desértico, seco, con fuertes vientos dominantes de oeste y sudoeste y precipitaciones inferiores a los 300mm al año.

Suelo: pedregoso y árido. En las aguadas y mallines hay suelos fértiles. En general el suelo es rico y el riego favorece el desarrollo de arbustos y algunos árboles implantados.

Debido a que en Tecka no hay registros climáticos se utilizaron los datos de la estación meteorológica y pluviométrica más cercana, la que se encuentra en la localidad de El Bolsón (Río Negro), aproximadamente a 10,5 km de Tecka, en línea recta.

Con respecto a Esquel, Tecka se encuentra aproximadamente 100 Km al Sur.

La mencionada estación se identifica con el Código Rn_026, El Bolsón, pertenece al Servicio Meteorológico Nacional, y sus coordenadas geográficas y altitud son las siguientes:

Coordenadas de la localidad:

43°28'latitudSur

70°51'longitudOeste

Altitud 935 m.s.n.m.

II.1.2. URBANÍSTICOS

II.1.2.1. Urbanización existente, área edificada actual

En Plano N° 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, Tecka contaba con 955 habitantes, con una proyección estimada de 2044 habitantes para diciembre del año 2009.

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

La Planta Urbana no se encuentra actualmente zonificada

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

No existen planes directores de expansión actualmente

II.1.2.5. Proyectos de barrios de vivienda en trámite

Por el momento solo hay un proyecto de 30 viviendas en trámite

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

El tipo de edificación predominante es de mampostería de ladrillos con techos de chapas y carpinterías de madera. La mayoría de las edificaciones son de una planta, por lo que la altura promedio es de aproximadamente 4 metros.

II.1.2.7. Pavimentos

Las calles pavimentadas son la Avenida San Martín, Avenida Soldado Austin, Güemes, Belgrano y Estrada. En Total entre pavimento y adoquines es un 40 %
No hay datos de la antigüedad del pavimento. Su estado es bueno.

II.1.2.8. Tipo y tamaño de veredas

Las veredas existentes abarcan un 12 % del total de las viviendas

II.1.2.9. Datos sobre infraestructura de servicios

La población cuenta con los siguientes servicios:

- Gas, Camuzzi Gas del Sur proporcionó las planchetas en formato papel.
- Energía eléctrica, proporcionado por la Cooperativa Eléctrica
- Agua, proporcionado por Dirección General de Servicios Públicos de la Provincia del Chubut.
- El Municipio no cuenta con plano de red de cloaca existente.

II.1.2.10. Existencia de industrias y comercios radicados y a radicarse en la zona

Los edificios públicos son los siguientes:

Hospital: Calle Soldado Austin y Moreno, Cap. 8 Camas para internación común y 2 de parto (Esta en construcción el nuevo Edificio)

Municipalidad: 135 m²

Cooperativa: 72 m²

Centro de Jubilados: 204 m²

Estación de Servicio: 180 m²

Policía: 140 m²

Escuela con Internado N^o 17: 640 m² la escuela y 1400 m² el internado

Escuela N^o 782 con jardín anexo: 800 m²

Hospedaje: 125 m²

Gimnasio: 800 m²

II.1.2.11. Planos de amanzanamiento con información recabada

La información recabada se presenta sobre planos del amanzanamiento de la localidad. Plano N^o 1 Planta general de Tecka

II.1.3. RELEVAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

No se contó con relevamientos topográficos previos.

II.1.4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

No ha sido posible disponer de estudios geotécnicos que se hayan realizado.

Distribución de los Suelos

Se encomendó la realización de un estudio de suelos de la zona de emplazamiento de la Planta de tratamientos.

Peligro de Inundación

Por las características del terreno, no posee ningún peligro de inundación.

II.1.5. TERRENOS PARA UBICACIÓN DE INSTALACIONES

a) Planta de Tratamiento

El posible lugar para la ubicación de la planta de tratamiento de líquidos cloacales se encuentra ubicada a 1000 m aproximadamente del casco Urbano, en la dirección Nor-Oeste

II.1.6. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y DISPOSICIÓN DE DESAGUES CLOACALES

II.1.6.1. Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua a la planta urbana se realiza a partir de perforaciones realizadas en la napa Freática que alimentan tres Cisternas ubicadas en el sector Nor-Oeste de la Ciudad

II.1.6.2. Disposición de desagües cloacales

La disposición de los desagües cloacales de Tecka, tienen el siguiente destino:

Se colecta por una red colectora

Se pre trata en un sistema de Cámara Séptica (con déficit de mantenimiento)

Los líquidos son vertidos con solo el pre tratamiento al sistema mallinoso al oeste del pueblo a unos 200 metros del ejido urbano.

II.2.- ESTUDIOS SOCIALES

II.2.1. La situación sanitaria de la población, Índices de morbimortalidad infantil; antecedentes epidemiológicos; prestaciones médicas

La siguiente información sanitaria será adjuntada en el momento que se nos sea proporcionada por el Director del Hospital

II.2.2. Trabajos Comunitarios

- Tendencias que existan hacia la acción comunitaria, determinándose la existencia de cooperativas, organizaciones civiles de bien común, clubes sociales - deportivos, establecimientos de enseñanza.

La acción comunitaria básicamente, está relacionada al accionar del Municipio y de las Escuelas.

- Existencia de obras y servicios realizados por el esfuerzo comunitario sin que se hubieran constituido organizaciones formales para tal fin. Se calificará a la comunidad de acuerdo a su participación comunitaria.

Existen algunos emprendimientos de estas características pero no son relevantes

Los servicios públicos están a cargo de la Dirección General de Servicios Públicos y de la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad.

II.2.3. Encuesta Socioeconómica

Se está recopilando la información para ser adjuntada

II.3. ESTUDIO DE CUERPOS RECEPTORES

II.3.1. Cuenca a la que pertenece el cuerpo receptor

El cuerpo receptor comprende a un sector mallinoso ubicado en las cercanías de la población, donde son descargados los líquidos cloacales provenientes de la cámara séptica. Aguas abajo del punto de vuelco de los efluentes del sistema proyectado, el agua no es usada.

II.3.2. Estudios hidrológicos del cuerpo receptor

No hay estudios hidrológicos al respecto

II.3.3. Determinación de la calidad del efluente: requerimiento límite de calidad de líquido a volcar

Los líquidos cloacales poseerán principalmente materia orgánica y sales disueltas, materia orgánica y mineral en suspensión, los que luego de pasar por las sucesivas etapas de tratamiento, pasarán a ser un líquido incoloro con muy baja carga orgánica (<30 mg/l de DBO5) con muy bajo contenido de sólidos suspendidos, salino y cierta concentración de nutrientes (baja), con pH cercano al neutro.

En una planta de tratamiento de residuos líquidos con filtros fitoterrestres (TFFT), los rendimientos de remoción de DBO5 varían 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%.

Considerando una remoción de bacterias del 99 %, suponiendo que el nivel máximo de colifecales en los líquidos que ingresan a la planta sea de 5.000.000 NMP /100 ml, el líquido que salga de un módulo tendrá 50.000 NMP /100 ml. Ese líquido ingresará al filtro de Arena, donde también se tendrá una remoción de bacterias (alrededor del 80 %), con lo cual el líquido saldrá con un nivel de 10000 NMP /100 ml. Es decir que el nivel de colifecales de los líquidos tratados será menor o igual a 10000 NMP /100 ml.

Los aspectos físicos químicos y biológicos de los líquidos tratados serán los siguientes:

DBO5 < 30 mg/l.

DQO < 90 mg/l.

Nivel de colifecales del efluente depurado \leq 10000 NPM / 100 ml

Los valores indicados corresponden al líquido tratado, a la salida del filtro de arena. Posteriormente los líquidos ingresan a la cámara de contacto, donde se realiza la cloración.

Los líquidos tratados cumplirán con lo establecido por las normas Provinciales, las características del líquido que será vertido cumplirá con los niveles requeridos por el cuerpo receptor, con las Normas y los límites fijados por:

Ley N° 5439 - Código Ambiental de la Provincia del Chubut

Decreto Reglamentario 1402/83, Reglamentario de la Ley N° 1503. Modifica Niveles de Vuelco

Los líquidos tratados podrán ser utilizados para riego de la cortina forestal adyacente al cerco perimetral de la planta de tratamiento, y riego de los espacios verdes ubicados en el predio de la planta de tratamiento.

II.4. ESTUDIOS DE SUELOS

Los estudios geotécnicos y de suelos se realizarán en dos sectores donde se emplazaría la planta de tratamiento. Para ello se realizarán dos calicatas, con el fin de determinar las características físicas, mecánicas y capacidad portante del terreno donde se ubicará el tanque Imhoff, por ser éste la estructura más grandes y pesadas de todo el sistema cloacal.

II.5. OPERACIONES TOPOGRÁFICAS

Los relevamientos topográficos consistieron en el relevamiento planialtimétrico de la planta urbana. Se relevaron:

- Sector de calle no existente que vincula la planta urbana con el sector destinado a la planta de tratamiento.
- Sector de planta de tratamiento

En Plano N° 1-General se presenta el relevamiento topográfico desde la Cámara Séptica hasta la ubicación de la Planta de Tratamiento.

PARTE III: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

III.1.- PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

III.1.1 DEMANDA Y OFERTA ACTUAL

En base a la Recopilación de Antecedentes se describe a continuación la situación actual de los sectores correspondientes a la recolección y disposición de desagües cloacales.

III.1.1.1 Evacuación de desagües cloacales

III.1.1.2. a) Si hay un sistema centralizado existente

- **1. Descripción del sistema y sus partes; eficiencia del tratamiento**

Hay un sistema de red colectora que abarca el radio céntrico, aunque el Municipio no cuenta con planos de la misma.

Según información proporcionada por el municipio, el 96 % de la población tiene conexión a red cloacal, esto es de un total de población de 1300 habitantes.

- **2. Vuelcos diarios (m3/d)**

No se dispone de éste dato.

- **3. Capacidad de cada componente del sistema (m3/día)**

No se dispone de éste dato.

- **4. Cuerpo receptor (descripción, características, usos)**

El cuerpo receptor es el sector mallinoso ubicado al Oeste de la Planta urbana.

- **5. Tarifa del servicio; costo del derecho de conexión**

En el Municipio no se registran antecedentes de cobro por instalación y/o servicios de cloacas.

- **6. Número de conexiones de cloacas**

El número de conexiones cloacales es de 276

- **7. Antigüedad y estado de las instalaciones existentes**

Por el momento no contamos con información del Municipio ni de la Dirección General de Servicios Públicos,

III.1.1.3. Sectores que están fuera del radio servido

Los sistemas empleados en las viviendas que se encuentran fuera del radio servido por la red

existente, son mayoritariamente cámara séptica y pozo absorbente en cada parcela.

III.1.2 DEMANDA Y OFERTA FUTURA

III.1.2.1 RADIO A SERVIR

El radio a servir incluye todas las conexiones existentes que se encuentran en la Planta Urbana. Esto se realizara en una sola Etapa, para dicho radio se considera una población futura de 3000 habitantes

III.1.2.2 DATOS DEMOGRAFICOS

En la Ficha Municipal de Tecka publicada por la Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia del Chubut (www.estadistica.chubut.gov.ar/municipios), los datos censales de población del año 2001 indican 955 habitantes, siendo la población estimada al año 2008 de 1995 habitantes.

Los datos de población son los siguientes:

Año	Población
1991	1017
2001	955
2008	1995

Valor post censal estimado

Según lo informado por el Municipio la población en la planta urbana es de 1300 habitantes. El valor post censal estimado a diciembre de 2008 (para el Ejido) es de 1995 habitantes. Por lo tanto, la relación entre ambos valores de población (Ejido/Planta urbana) es de aproximadamente 1.50.

III.1.2.3 CRECIMIENTO VEGETATIVO DE LA POBLACIÓN

Para definir la población de diseño para el sistema cloacal se consideró el **Método de las Tasas Medias Anuales Decrecientes con Valor Post-censal Estimado**

Para ello, se consideran los siguientes años:

Año de realización o ejecución del proyecto: 2011/12

Año de habilitación de la obra :2012/13

Año para el primer subperíodo de diseño :2024

Año para el segundo subperíodo de diseño: 2034

A los efectos del presente cálculo, se introduce el valor estimado de población de la localidad de Tecka para el año 2008, obtenido de la página de Internet de la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia del Chubut (1995 habitantes).

$$i_1 = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/N_1} - 1 \qquad i_2 = \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{1/N_2} - 1$$

Donde:

i_1 : Tasa media anual de variación de la población urbana, durante el penúltimo periodo ínter censal.

i_{II} : Ídem, durante el último periodo post-censal.

P_1 : Población urbana, según el penúltimo censo.

P_2 : Ídem según el último censo

P_3 : Población urbana estimada para el año 2008

N_1 : Cantidad de años entre el último y el penúltimo censo.

N_2 : Cantidad de años entre el último censo nacional y 2008.

$$P_a = P_3 (1 + i_1)^{n_1}$$

Donde:

P_a : Población actual, expresada en número de habitantes, existente a la fecha de ejecución del proyecto.

$i_I = i_{II}$

n_a : Cantidad de años entre el último censo nacional y el año de ejecución del proyecto.

$$P_0 = P_a (1 + i_1)^{n_a}$$

Donde:

P_0 : Población inicial. Es la población prevista para el año de habilitación de la obra.

n_0 : Intervalo entre el año de ejecución del proyecto y el de habilitación de la obra.

Proyección poblacional para el primer subperiodo de diseño n_1 .

$$P_{n1} = P_0 (1 + i_1)^{n_1}$$

Tasa media anual de proyección (i_2) para el segundo subperiodo de n_2 años:

$$\frac{i_1 + i_{11}}{2} > i_1 \Rightarrow i_2 = i_1 \qquad \frac{i_1 + i_{11}}{2} < i_1 \Rightarrow i_2 = \frac{i_1 + i_{11}}{2}$$

Proyección poblacional para los restantes n_2 años:

$$P_{n2} = P_{n1} (1 + i_2)^{n_2}$$

P_{n2} : Población final, es la población de diseño.

En Tabla N° 10 se indican los valores de población obtenidos para el Ejido y para la planta urbana.

Para estimar la población de la planta urbana se ha considerado el factor 1.50, entre población del Ejido y planta urbana, indicado en el punto III.1.2.2.

Tabla N° 10. Valores estimados de población para la planta urbana

		PI urbana
il		-0.006
ill		0.111
na	años	2
Pa	habitantes	1940
n0	años	2
P0	habitantes	3039
n1	años	10
P10	habitantes	10746
i2	%	3,060
n2	años	10
P20	habitantes	10091

P_a : Población prevista a la fecha de ejecución del proyecto: año 2011/12.

P_0 : Población prevista para el año de habilitación de la obra: 2012/13.

P_{10} : Población prevista para el primer subperiodo de diseño: año 2024.

P_{20} : Población prevista para el segundo subperiodo de diseño: año 2034.

En Anexo IV se presenta la Planilla de Cálculo

Población de diseño

En base a la población estimada para el año 2034, la población de diseño a servir con el proyecto que se ha adoptado es de 10091 habitantes.

En base a la población estimada para el año 2024 (primer subperiodo de diseño), la población adoptada para los primeros 10 años es de 10740 habitantes.

El diseño de la conexión a la red cloacal y de la planta de tratamiento de líquidos cloacales se ha realizado para una población de 3000 habitantes.

La planta de tratamiento es modular, de tal manera que es factible la ampliación de los distintos componentes de la misma, en función de la demanda para el tratamiento de los líquidos cloacales.

III.1.2.4 MODELO DE DEMANDA

Se ha confeccionado un **Modelo de Demanda** sobre la base de los parámetros de diseño del proyecto (proyección poblacional, dotación, coeficientes de caudal, etc.).
Dicho Modelo permite definir la proyección de los caudales de aguas residuales y capacidad de tratamiento necesaria a lo largo del periodo de diseño de las obras.

Población Total

Corresponde a la población total de la planta urbana proyectada en el periodo de diseño. El valor estimado para cada año del periodo de diseño surge del Punto **III.1.2.3**, a partir de considerar una población de 1995 habitantes para el año 2008.

Habitantes/Viviendas

La cantidad de habitantes por vivienda se ha obtenido en base a los datos del Censo 2001:

Habitantes: 955

Hogares: 234

Cobertura Porcentual de Agua Potable

Se ha adoptado una cobertura porcentual de agua potable del 96 %. Para los años siguientes se ha establecido una proyección de cobertura que estará relacionada con la posibilidad de realización de inversiones.

Población Servida con Agua Potable

La población servida con agua potable resulta de aplicar el porcentaje de cobertura, a la población total de la planta urbana.

Unidades de Consumo Agua Potable (UCA)

Las unidades de consumo de agua son el resultado de la población servida dividida por el número de habitantes por vivienda.

Cobertura Porcentual de Desagües Cloacales

Se ha adoptado una cobertura porcentual de desagües cloacales del 82 %. Este valor es el indicado en el Censo 2001.

Población Servida con Desagües Cloacales

Surge de aplicar el porcentaje de cobertura, a la población total de la localidad.

Unidades con Requerimiento Desagües Cloacales (URD)

Se determina como la población servida con desagües cloacales dividido la cantidad de habitantes por vivienda.

Dotación Media de Consumo de Agua Potable

La dotación media de consumo de agua potable adoptada es de 250 lts/hab día.

Consumo Medio Domiciliario de Agua Potable (UD)

Es el producto entre la población servida y la dotación media de consumo.

Consumo Medio Total de Agua Potable

Es la sumatoria de los consumos medios.

Porcentaje de Agua no Contabilizada

El porcentaje de agua no contabilizada inicial que se ha adoptado es del 30 %, teniendo en cuenta la antigüedad de las redes e instalaciones. Se ha supuesto que a partir del valor inicial, se establecerá una política operativa tendiente a una drástica reducción de pérdidas y fugas en las cañerías de las redes y las conexiones domiciliarias, por lo cual a partir del año 12 de diseño el porcentaje será del 20 %.

Producción Media Necesaria de Agua Potable

El sistema deberá satisfacer los consumos medios y el porcentaje de agua no contabilizada.

Coeficiente Máximo Diario

El Coeficiente máximo diario adoptado es 2.

Producción Pico Necesaria de Agua Potable

Es el producto del Coeficiente Máximo Diario por la Producción Media Necesaria de Agua Potable.

Dotación Media de Producción Resultante

Es el cociente entre la demanda de producción media de agua de cada año y la población servida para el mismo.

Dotación Pico de Producción Resultante

Es el cociente entre la demanda de producción pico de agua de cada año y la población servida para el mismo.

Coeficiente de Retorno a Cloacas

Se ha adoptado un Coeficiente de Retorno a Cloacas del 80 %.

Caudal Medio de Desagües Cloacales Domiciliarios

Es el producto del Consumo Medio Domiciliario de Agua Potable por el Coeficiente de Retorno a Cloacas.

Caudal Medio de Desagües Cloacales de Grandes Usuarios

Es el producto del Consumo Medio de Agua Potable de Grandes Usuarios por el Coeficiente de Retorno a Cloacas.

Caudal Medio Total de Desagües Cloacales

El Caudal Medio Total de Desagües Cloacales es el producto del Consumo Medio Total de Agua Potable por el Coeficiente de Retorno a Cloacas.

III.1.2.5 VUELCOS CLOACALES DE CÁLCULO

Para los vuelcos cloacales de cálculo, tanto el Caudal de infiltración como el Caudal de infiltración de la Red, se han considerado nulos.

III.1.2.6 CAUDALES DE DISEÑO

Caudales medios diarios (Q_{Cn})

Para estimar los caudales medios diarios (Q_{Cn}) se consideró una dotación media de consumo de agua potable de 250 lts/hab día y un Coeficiente de Retorno a Cloacas del 80 %, con lo cual la dotación media de vertido es de 200 lts/hab día.

Los caudales medios diarios resultan del producto de la dotación media de vertido por la población correspondiente al año de diseño (n) considerado.

En el siguiente Cuadro se indica la población considerada para cada período de diseño.

n	Período	Población
Años		Habitantes
0	Inicial	3000
10	10 años	10746
20	20 años	10091

Caudales medios mínimos diarios (Q_{Bn})

Los caudales medios mínimos diarios (Q_{Bn}) se obtienen del producto del coeficiente β_1 (según la población servida) por los caudales medios diarios (Q_{Cn}).

Caudales medios máximos diarios (Q_{Dn})

Los caudales medios máximos diarios (Q_{Dn}) se obtienen del producto del coeficiente α_1 (según la población servida) por los caudales medios diarios (Q_{Cn}).

Caudales mínimos horarios (Q_{An})

Los caudales mínimos horarios (Q_{An}) se obtienen del producto del coeficiente β (según la población servida) por los caudales medios diarios (Q_{Cn}).

Caudales máximos horarios (Q_{En})

Los caudales máximos horarios (Q_{En}) se obtienen del producto del coeficiente α (según la población servida) por los caudales medios diarios (Q_{Cn}).

Los coeficientes de caudal considerados se indican en Tabla N° 11, mientras que en Tabla N° 12 se indican los caudales mínimos, medios y máximos, actuales y futuros.

Los caudales actuales corresponden al año 2008. Los caudales futuros corresponden al año de habilitación de la obra (Período inicial: 2012), año para el primer subperíodo de diseño (2022) y año para el segundo subperíodo de diseño (2032).

Tabla N° 11. Coeficientes de caudal

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 < Ps < 3000	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3000 < Ps < 15000	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35

Tabla N° 12. Caudales mínimos, medios y máximos, actuales y futuros (m³/día)

Período	Mínimo del día menor consumo	Mínimo diario anual	Medio diario anual	Máximo diario anual	Máximo del día mayor consumo
	QA	QB	QC	QD	QE
Actual	162	324	540	756	1436
Inicial	271	541	773	1082	1840
10 años	665	1330	1900	2660	4522
20 años	910	1820	2600	3640	6188

Actual: año 2008.

Inicial: año 2012, año de habilitación de la obra.

En Tabla N° 13 se indican los caudales de diseño utilizados para el dimensionamiento de cada componente del sistema cloacal.

Tabla N° 13. Caudales de diseño para el dimensionamiento del sistema cloacal

Componente	Q (lts/seg)	Q (m3/día)
Red colectora	27,99	2418
Tanque Imhoff	11,92	1030
Módulos de tratamiento	13,02	1125
Filtro de Arena		
Cámara de contacto		

III.1.2.7 ETAPAS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las etapas de ejecución de los componentes del sistema se definen sobre la base del Modelo de Demanda indicado en el Punto **III.1.2.4**. En dicho Modelo se han estimado los caudales de aguas residuales y capacidad de tratamiento necesaria a lo largo del periodo de diseño de las obras.

III.2.- FORMULACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

1º) Planteo de alternativas, descripción.

Las alternativas que se consideran se refieren a los procesos de depuración o tratamiento de los líquidos cloacales.

A partir de la cámara Séptica existente se construirá el nexo que unirá la red cloacal existente con la Planta de Tratamiento

El efluente de la misma podrá ser utilizado para riego en las épocas estivales.

III.2.1.- Red de cloacas

La red de cloaca existente esta conformada por una red colectora que funciona por gravedad, hasta la Cámara Séptica, los líquidos cloacales luego son conducidos hasta un predio mallinoso. El nexo a construir estará conformado por cañerías de polietileno de \varnothing 200 mm. Desde la cámara séptica hasta la planta de tratamiento. Anulándose de esta manera la descarga hacia el sector cercano a la población.

III.2.2.- Planta de Tratamiento de líquidos cloacales

Para el tratamiento de los líquidos cloacales se plantean dos alternativas referidas a los procesos de depuración, una con Filtros Fitoterrestres y la otra con Lagunas de Estabilización.

III.2.2.1.- Alternativa 1: 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.
- El Filtro de Arena: cumple la función de disminuir los niveles bacterianos en los líquidos. Estos líquidos pueden ser reutilizados como riego de plantaciones cercanas a la planta a través de un sistema de bombeo.
Se construirá a continuación del Filtro de Arena una Laguna de Reúso para utilizar los líquidos tratados para riego.
- Cámara de contacto: para la cloración del efluente tratado.

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 autóctonos 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*

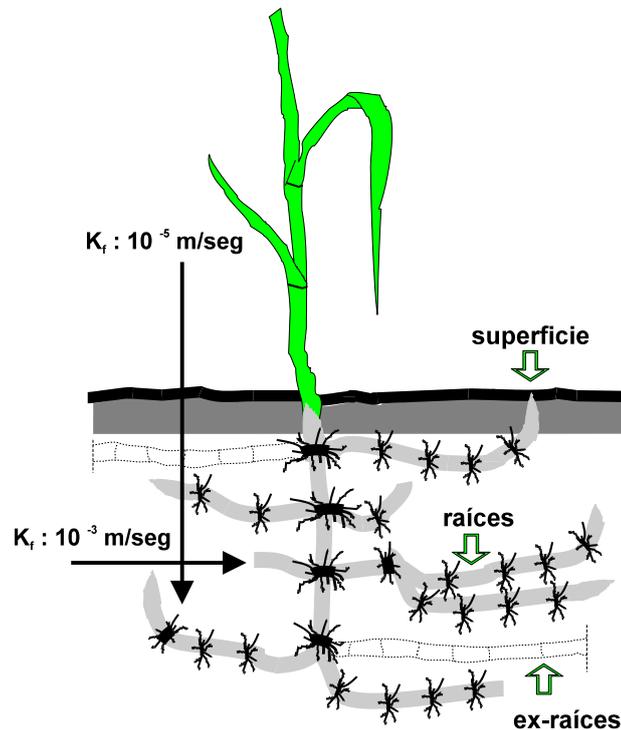


Grafico 1 Gradiente hidráulico

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.

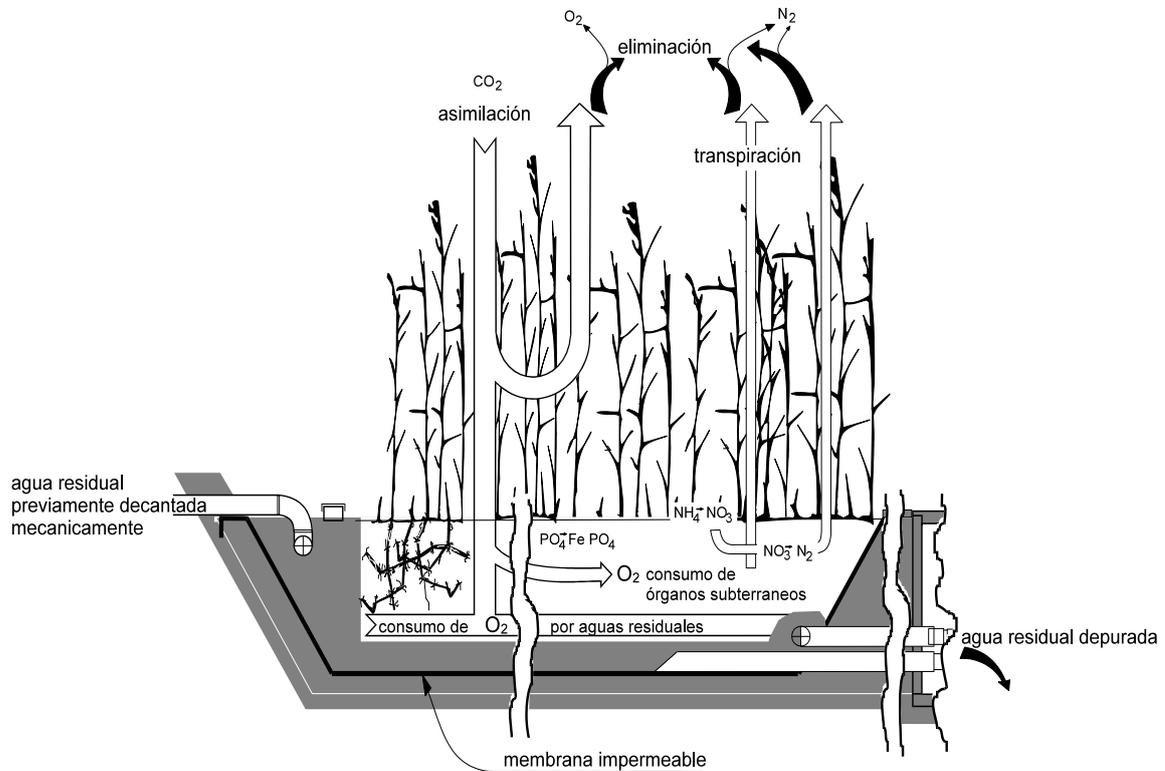
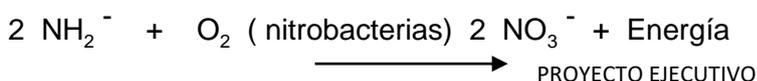
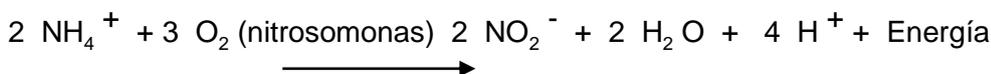


Gráfico 2: Procesos de Desintegración

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:



PROYECTO EJECUTIVO

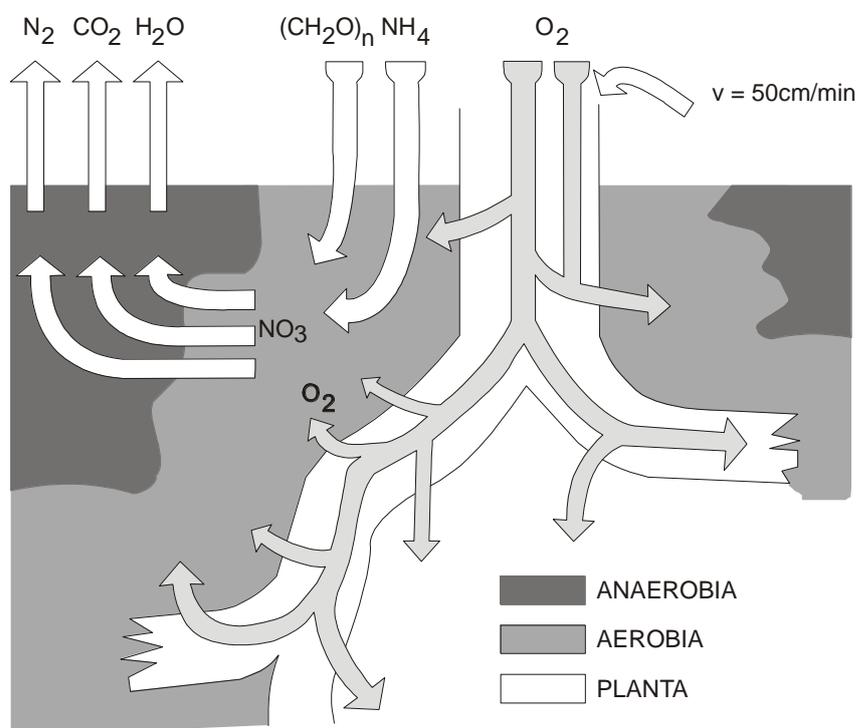
El producto final de la nitrificación es el nitrato (NO_3^-)

Ambas especies de bacterias están asociadas en el suelo (parabiosis), en consecuencia -bajo condiciones normales- no se produce enriquecimiento de nitrito tóxico (NO_2^-).

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. *Paracoccus denitrificans*)

En este proceso, principalmente el nitrógeno elemental libera pequeñas cantidades de óxido azoico. Únicamente 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.

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 / l pueden ser elaboradas en los Filtros Fitoterrestres.

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

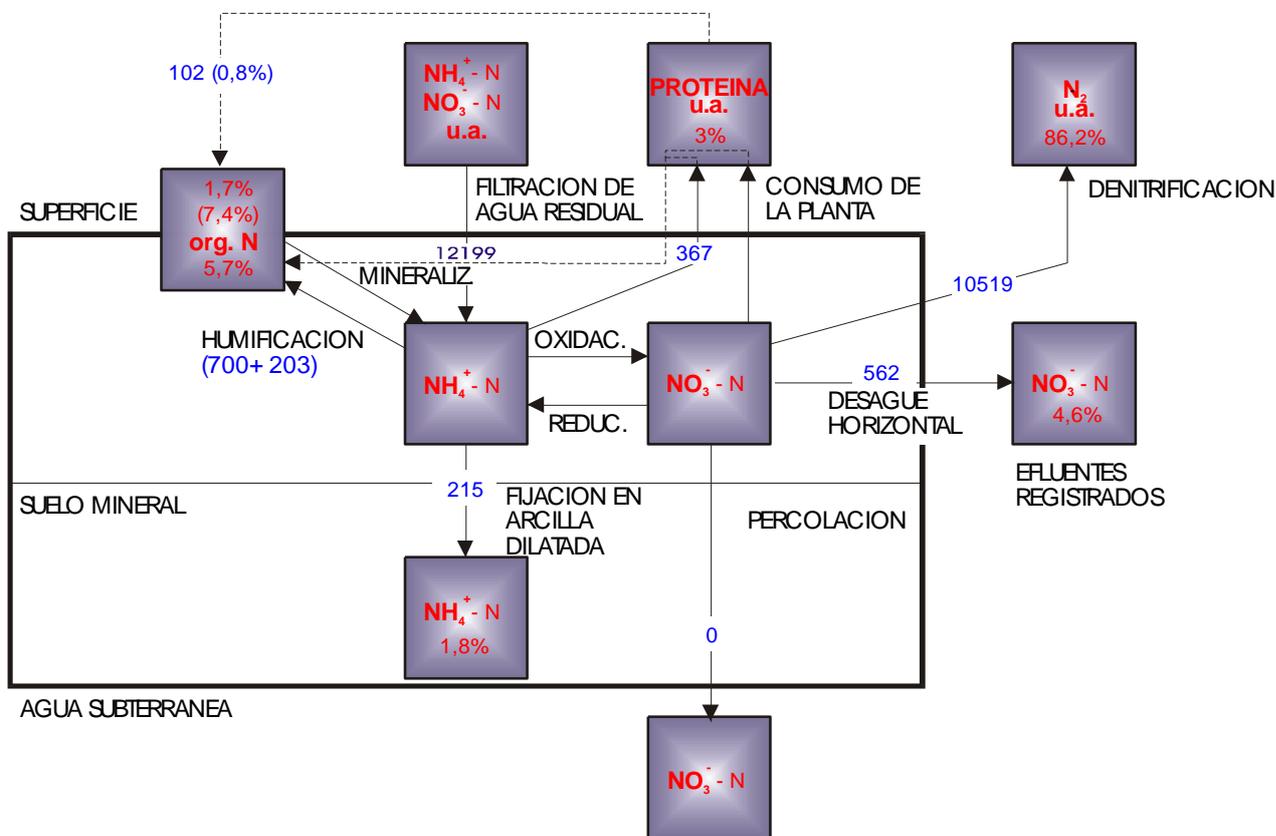


Gráfico 4:
 PROYECTO EJECUTIVO

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 arrozceras).

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 O_2 , 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.

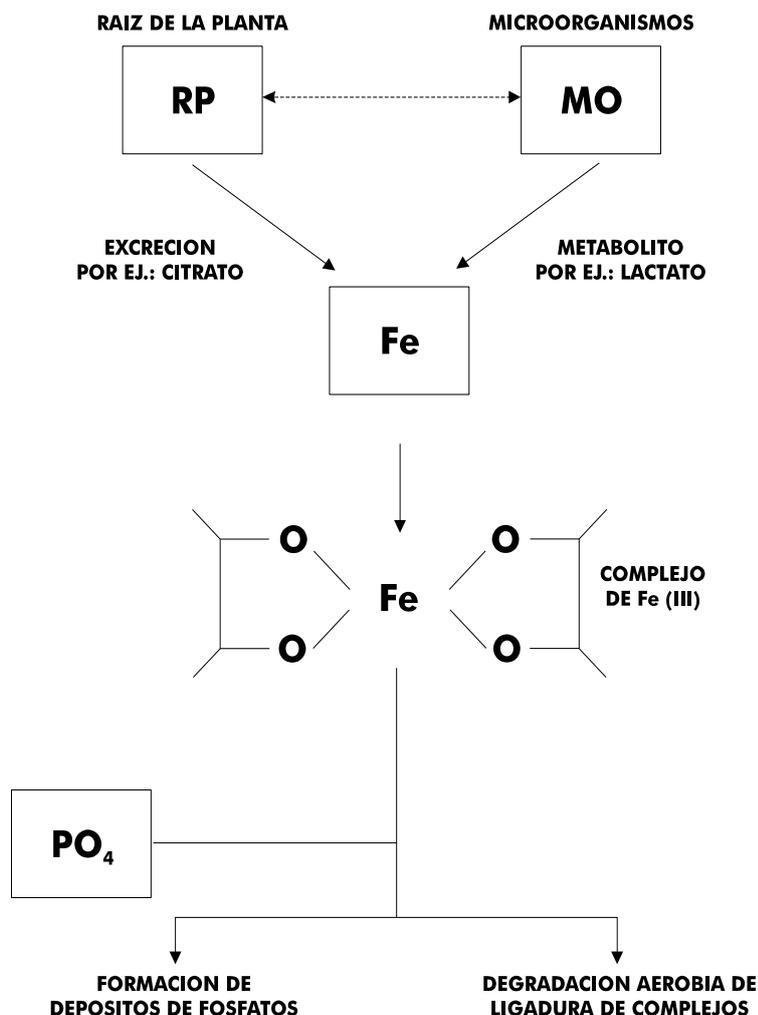


Gráfico 5: Esquema simplificado sobre la fijación de fosfato en la zona radicular de limnófitas

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 absorción de los metales pesados de aguas 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 remobilizan. 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 biológico-técnica de Plantas Depuradoras. Su aplicación también se lleva a cabo en el Tratamiento por Filtros Fitoterrestres.

Tanto la purificación natural como artificial, están sobre exigidas 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 auto purificación 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:

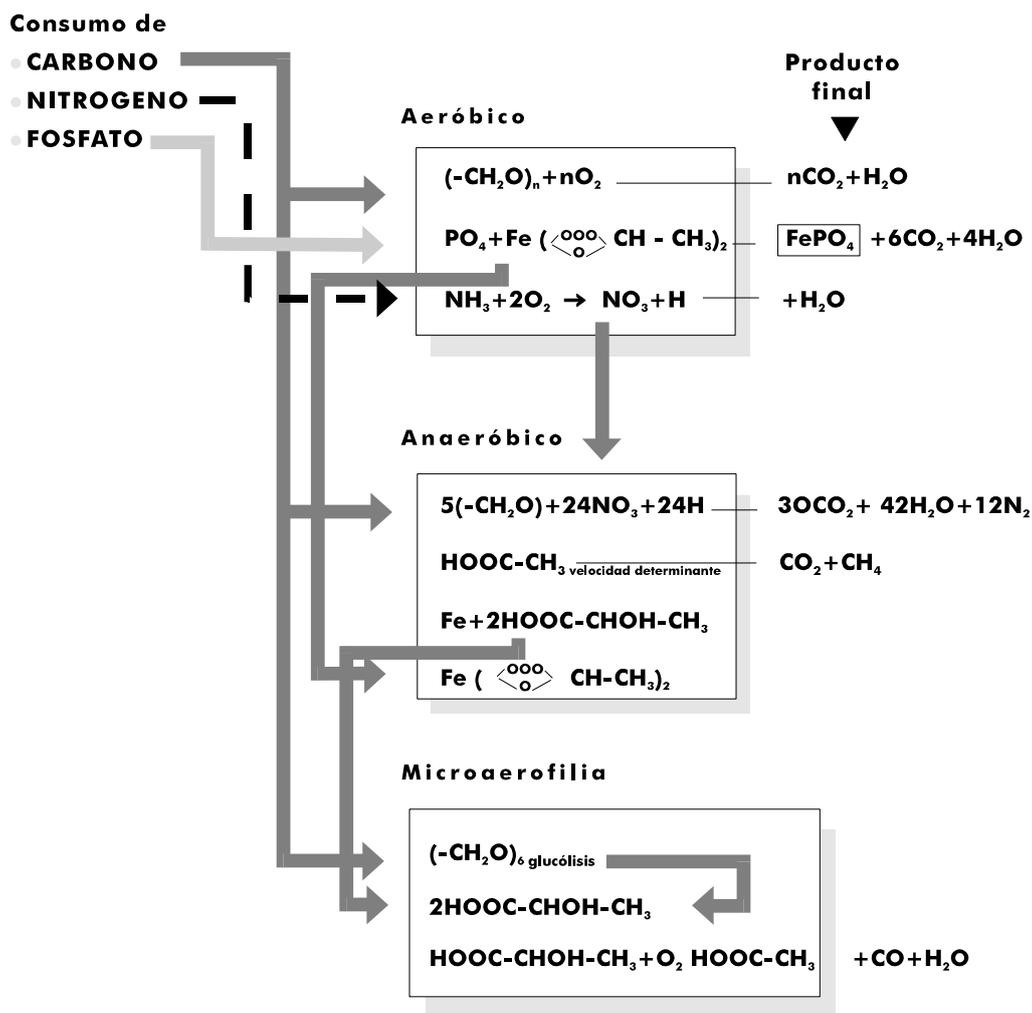


Gráfico 6: Productos finales del Tratamiento FFT

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 limnófito 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.

III.2.2.2.- Alternativa 2: Lagunas de Estabilización

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

- Cámara de entrada con rejas, para la retención de sólidos de los desagües cloacales.
- Desarenador, para la retención de sólidos finos.
- Lagunas facultativas, (dos lagunas), para la descomposición de la materia orgánica, y reducción de organismos patógenos.
- Laguna de maduración (dos lagunas), para destruir organismos patógenos.
- Cámara de contacto: para la cloración del efluente tratado.
- Laguna de acopio, de los líquidos tratados y clorados destinados a riego.

Las lagunas facultativas y las lagunas de maduración irán en serie.

III.2.2.3.- Discusión técnica entre lagunas de estabilización y filtros fitoterrestres

A continuación se comentan las principales características del sistema de tratamiento basado en Filtros Fitoterrestres en comparación con el tratamiento mediante Lagunas de Estabilización.

Tratamiento basado en Lagunas

El tratamiento basado en lagunas se distingue por:

Requerimientos elevados de superficie, según sean las exigencias de calidad del efluente. Las normas alemanas fijan superficies específicas de entre 8 y 10 m² / habitante.

Los rendimientos de remoción de DBO₅ varían entre un 70 y un 85%. Remociones mayores implican requerimientos de superficie específica de hasta 15 m² /hab, especialmente si se requiere una nitrificación completa del nitrógeno amoniacal (norma alemana ATV).

Su diseño debe realizarse cuidadosamente, teniendo en cuenta las condiciones locales como características de los suelos y dirección de los vientos, para prevenir tanto la contaminación de la napa freática como la existencia de cortocircuitos y zonas muertas.

Los lodos sedimentados deben ser retirados periódicamente (desbarrado) para mantener el adecuado funcionamiento del sistema y evitar malos olores por el desarrollo de procesos anaeróbicos.

Debido a que el proceso de estabilización en lagunas de decantación (lagunas primarias) se comporta en forma similar al proceso de los tanques IMHOFF, no se puede excluir la emisión de olores. En consecuencia debe preverse que la distancia a zonas residenciales sea suficiente para excluir molestias por olores o mosquitos (DEWATS, Dezentrale Abwasserreinigung in Entwicklungsländern, Sasse, 1998, Tratamiento descentralizado de aguas residuales en países en desarrollo, Sasse, 1998).

La mayoría de las lagunas de estabilización construidas en la Argentina adolecen de fallas de diseño y por lo tanto de funcionamiento. Podemos mencionar el caso de la ciudad de Alta Gracia, en donde en 1997 se comenzó a utilizar la técnica de los FFT, ante problemas de funcionamiento de las lagunas existentes (Proyecto TENATECO; Técnicas Naturales de Tratamiento de Efluentes en Córdoba, 1994-2000).

Según estudios realizados en Mendoza el modelo matemático utilizado en el diseño de sistemas de tratamiento basados en lagunas no representa fielmente la realidad, es decir que hay variables no consideradas por ejemplo las condiciones atmosféricas tales como viento, heliofanía, etc. ("Situación del uso de lagunas para el tratamiento de líquidos residuales en Argentina", Ing. Ricardo Gabrielli, "Segundas Jornadas Nacionales y Primeras Internacionales sobre Tratamientos Naturales de Aguas Residuales", Córdoba, 1999)

En Chile las eficiencias de las lagunas con respecto a DBO_5 y SS son siempre muy inferior a las predicciones basadas en diversos modelos de funcionamiento. La eficiencia de remoción de colifecales también es muy inferior a la prevista, estando el efluente de las lagunas típicamente en el rango de 10^7 a 10^6 NMP /100ml, en lugar de los 1.000 que se pretende alcanzar en la etapa de diseño. Las bajas eficiencias están relacionadas con deficiencias de operación de las lagunas y la imposibilidad de controlar factores ambientales como temperatura, insolación, etc. ("Experiencias con Lagunas en Chile", Jorge Castillo G., "Segundas Jornadas...").

Tratamiento basado en Filtros Fitoterrestres

En el caso de los Filtros Fitoterrestres podemos mencionar:

El requerimiento de superficie es aproximadamente un tercio del requerimiento para lagunas, 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 DBO_5 varían 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 Fitoterrestres 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).

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.

En el caso de que los lodos sedimentados sean secados y mineralizados en humificadoras de lodos el tratamiento de los líquidos cloacales es integral.

No son afectados por el clima frío.

2°) Selección. Criterios técnicos, económicos y ambientales.

A los efectos de la determinación de costos se ha desarrollado un anteproyecto preliminar para cada alternativa, que permite computar y presupuestar los distintos componentes de las obras.

III.2.2.4.- Diseño de alternativas

III.2.2.4.1.- Diseño de Lagunas Facultativas + Lagunas de Maduración en serie.

Se han dimensionado dos lagunas facultativas y dos lagunas de maduración, cada una de ellas para una población de 1500 habitantes, totalizando así 3000 habitantes.

Laguna Primaria

Este tipo de laguna opera con una carga orgánica media. En las capas superiores se produce un proceso aeróbico en base a una simbiosis o comensalismo entre bacterias y algas. En las capas inferiores se tiene un proceso anaeróbico, donde se produce simultáneamente fermentación ácida y fermentación mecánica.

Para su diseño se utiliza el modelo del CEPIS, determinándose la carga superficial orgánica límite, adoptándose un valor C_{sa} de diseño menor a la misma:

$$C_{s_{max}} = 357,4 \times 1.085 (T-20) \text{ (Método del CEPIS) Kgr. DBO total / d x ha}$$

donde,

$$C_{s_{max}} = \text{Carga superficial (Kg-DBO}_{total} / \text{ha x día)} = 100,81$$

$$T = \text{Temperatura media del agua en el mes más frío (°C)} = 4,50 \text{ °C}$$

$$Q_a = \text{Carga sup. adoptada (Kg DBO}_{total} / \text{ha x día)} = 90 \% \text{ de } C_{s_{max}} = 90,73$$

$$A = \text{Área (m}^2\text{)}$$

$$Q_a = \text{Caudal de influente (m}^3\text{/día)}$$

$$t = \text{Tiempo de retención (día)}$$

H1 = Profundidad (m) = 1,7

Co = Concentración de DBO5 de influente (mg/L)

Población de diseño: 3000 hab.

Dotación agua potable: 250,00 lts. / hab. día

Coef. de vuelco: 0,80

Caudal: 600,00 m³ / día

Carga orgánica x hab. : 45,00 gr. DBO_{total} / hab. día

Carga orgánica en líquido: 225,00 mgr. DBO_{total} / lt.

La = Carga orgánica = 0,23 Kgr. DBO total / m³

A = 2.81 ha

V = D x A x 10,000 = 50.506,18 m³

Constante de reacción K₂₀, para T = 20°C

$K_{20} = t_1 / (\square + \square t_1)$

K₂₀ = 0.44

Corrección por temperatura

$K_t = K_{20} \times 1,07^{(T_1-20)} = 0,15$

$C_{sr} / C_{sa} = E_1 = K_T \times t_1 / (1 + K_T \times t_1)$ = eficiencia en reducción de la DBO

C_{sr} / C_{sa} = 86,71%

Se1 = Sa1 x (1 - C_{sr} / C_{sa}) = Sa1 x (1 - E1) = concentración de DBO soluble del efluente.

Sa1 = 0,23 Kgr. DBO_{soluble} / m³

Se1 = 0,03 Kgr. DBO_{soluble} / m³

La2 = Qa x Se1 x □1 = carga orgánica a la laguna secundaria

La2 = 22.87 Kgr. DBO total d x ha

Laguna secundaria

Tiene por finalidad destruir organismos patógenos reduciendo su número en el efluente, ya que las bacterias y virus mueren en un tiempo razonable mientras que los quistes y huevos de parásitos intestinales requieren un mayor tiempo de detención. En esta laguna la remoción de DBO es pequeña al tener escasa biomasa.

Se2 = Sa1 x E = concentración orgánica efluente laguna secundaria (kg DBO_{soluble} / m³ ó mg / lt)

$t_2 =$ tiempo de retención hidráulica (día) = 10

$H_2 =$ tirante del líquido = 1 m

$A_2 = Q_a \times t_2 / H_2 =$ área líquida de la laguna = 3.600 m²

$C_{sa2} = L_{a2} \times 10000 / A_2 =$ carga superficial orgánica laguna secundaria

$C_{sa2} = 63.54$ Kgr. DBO total d x ha

$T_2 =$ temperatura laguna secundaria °C = 4,50

$K_{20} = 0.22$

$K_t = K_{20} \times 1,07^{(T_1-20)} = 0.08$

Tomando que:

$C_{sr} = \square + \square \times C_{sa}$ para lagunas secundarias

con:

$C_{sr} =$ carga superficial orgánica removida (en kg DBO_{soluble} / d x ha)

$C_{sa} =$ carga superficial orgánica aplicada (en kg DBO_{total} / d x ha)

$C_{sr} = 38.09$ Kgr. DBO_{soluble} d x ha

La eficiencia en la reducción orgánica de la laguna secundaria es:

$E_2 = C_{sr} / C_{sa2} = 43.03\%$

$Se_2 = E_2 \times Sa_2 =$ concentración orgánica efluente en kg DBO_{soluble} / m³ ó mg / lt

$Se_2 = 33.88$ mg / lt

$Se_2 = 21,70$ Kgr. DBOsoluble / m³

$SE_2 = Se_2 \times \square \square$

$SE_2 = 49,90$ Kgr. DBOtotal / m³

Dimensiones:

Laguna Facultativa

Dimensiones Adoptadas:

Largo (fondo): 205.50 m
 Ancho (fondo): 68.50 m
 Profundidad: 1.80 m
 Talud: 3:1
 Superficie media de laguna: 28.153,50 m²
 Tiempo de permanencia: 93.51 días
 Cantidad de lagunas: 2

Laguna de Maduración

Tiempo de permanencia: 10,23 días
 Largo (fondo): 90,00 m
 Ancho (fondo): 30,00 m
 Profundidad: 1,00 m
 Cantidad de lagunas: 2

III.2.2.4.2.- Diseño de Filtros Fitoterrestres.

Para el diseño se ha considerado una población de 3000 habitantes, considerando un consumo de 250 lts/hab día, que para esa población de diseño resulta un total de agua residual de 750 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 radicales por Kickuth (7), Pauly (1) y Pauly y Schiller (14) y Schiller (13), la cual tiene en cuenta las siguientes variables

C_o = 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 DBO_5)

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

La carga orgánica del efluente a tratar, medida como DBO_5 se calcula considerando una carga orgánica de 60 g / habitante día:

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

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

$$Sup_{neta} (m^2) = 5,21 * Total \text{ agua residual } (m^3 / día) * [\ln DBO_5 - \ln DBO_f]$$

Resultando un valor de 16941 m2.

La superficie neta, considerando un requerimiento hidráulico de 80 l/m2 día es de 14063 m2, mientras que para 2,2 m2 por habitante se requiere una superficie neta de 9900 m2, valor que se ha adoptado.

Para el cálculo de la zanja de entrada se consideró un período de caudal máximo de 2 hs que significa un volumen máximo de 132.4 m3.

Considerando que la zanja tiene un ancho de 1 m, una profundidad de 0,70 m y una longitud de 500 m, el volumen del material poroso es un 30 % del volumen de la zanja, es decir de 142.21 m3, valor superior al volumen máximo a tratar de 132.4 m3.

Por lo tanto, para una población de 3000 habitantes se proyectan dieciocho (18) módulos de 20 m por 25 m, medidas en correspondencia con la parte inferior.

La profundidad de cada módulo es de 0,70 m y los taludes de 1H:1V.

Se adjunta Planilla de cálculo (Anexo IV).

Infraestructura de la planta de tratamiento

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

- Cerco perimetral, alambrado tipo olímpico
- Destape del terreno
- Relleno y compactación
- Camino de acceso e interiores
- Red de distribución eléctrica e iluminación
- Provisión de agua potable
- Provisión de gas
- Forestación perimetral
- Oficina, sanitarios y depósito (44,35 m²)

III.2.2.5.- Alternativa más conveniente desde el punto de vista técnico-económico-ambiental

Desde el punto de vista ambiental:

Las lagunas originan un impacto visual negativo y emiten olores.

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.

Desde el punto de vista técnico-económico:

Según el diseño realizado las lagunas de estabilización requieren una superficie: de 6.31 m² por habitante (para la población de diseño de 3000 habitantes, se requieren 18930 m² de superficie); mientras que los filtros fitoterrestres requieren 2,22 m² por habitante (6700 m² para 3000 habitantes).

Las lagunas originan un mayor costo en movimiento de suelos y en la mayor superficie a impermeabilizar.

La opción de filtros fitoterrestres, permite ampliar la planta de tal manera de tratar líquidos para una población de 3000 habitantes, que es la máxima población prevista para el sector urbano de Tecka.

Comparando los presupuestos estimativos entre ambas alternativas (Punto **IV.2.2.**), los filtros fitoterrestres tienen un menor costo de construcción y de mitigación que las lagunas.

Resumiendo, desde el punto de vista técnico-económico-ambiental la alternativa más conveniente es el sistema de tratamiento basado en Filtros Fitoterrestres.

Por otra parte, el diseño de la planta con filtros fitoterrestres, prevé la ampliación modular de la misma.

PARTE IV: ANTEPROYECTO

IV.1 MEMORIA TECNICA

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

IV.1.1 Red colectora de cloacas

La red de colectoras existente esta 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 nexos de la red cloacal y la planta de tratamiento de líquidos cloacales se ha realizado para una población de 3000 habitantes. Las cañerías principales se han diseñado para esa población El diámetro de las cañerías será de 200 mm, según se indica en planos.

Se ha adoptado una tapada mínima de 1.40 m.

La cantidad de bocas de registro es de 11

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

El caudal máximo (relación tirante / $\phi = 0.90$) tomando la población de diseño,

Fórmula de Manning, tomando como base el gasto hectométrico (Qpico /Long. total de cañería)

En todos los tramos la velocidad máxima a sección llena es menor a la velocidad máxima (3 m/s).

Los parámetros de cálculo se indican en el siguiente Cuadro:

Consumo Agua Potable =	250 lts / día
Tasa de Vuelco =	80%
Coefficiente Industrial=	1 adimensional
Dotación media de vertido =	200 lts / día
Población de Proyecto Año2010=	1950 hab.
Máxima Población de Diseño =	3000 hab.
Caudal Medio 2010 =	390000 lts / día
Caudal Medio de Diseño =	600000 lts / día
Caudal Medio 2009 =	4,51 lts / seg
Caudal Medio de Diseño =	6,94 lts / seg
Coefficiente de Pico (2009) =	2,66 adimensional
Coefficiente de Pico de Diseño =	2,66 adimensional
Caudal de Infiltración =	0,00 lts / seg
Caudal de Infiltración de la Red =	0,00 lts / seg
Caudal Pico (2010) =	12,01 lts / seg
Caudal Pico de Diseño =	18,47 lts / seg
Coefficiente n de manning =	0,009 adimensional

Se ha verificado la fuerza tractiva para cañerías de $\varnothing > 160\text{mm}$

En Anexo IV se presenta la respectiva Planilla de Cálculo de nexo de Red de colectoras. Las bocas de registro serán de polietileno, asentadas en hormigón.

IV.1.2 Componentes de la planta de tratamiento

IV.1.2.1 Tanque Imhoff

Se ha dimensionado un tanque Imhoff, que será de hormigón armado, para una población de 3000 habitantes.

En Anexo IV se presenta la correspondiente Planilla de Cálculo.

IV.1.2.2 Humificadoras

Las humificadoras son como piletas, en las cuales los lodos son deshidratados y humificados con plantas limnófitas, como lo son los carrizos (*Phragmites communis*).

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

Los lodos (provenientes del tanque Imhoff) 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 sustrato 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 sustrato apto para ser aplicado en jardinería, paisajismo, recuperación de suelos, etc.

Las humificadoras se han diseñado para una población de 3000 habitantes y para una acumulación de lodos de 7 años.

Se estima que la cantidad de materia seca de los lodos generados será de aproximadamente 13.5 kg/hab año. Es decir que para una población de 3000 habitantes se generarán 40.50 ton/año. Para 5 años se generarán 202.50 toneladas, con lo cual el volumen necesario para almacenar los lodos será de 236.25m³.

Por ello las humificadoras estarán compuestas por tres módulos de las siguientes dimensiones cada uno:

Fondo de 8.00 m por 8.00 m. Altura total de 1.60 m. Taludes 1H:1V.

En Anexo IV se presenta la correspondiente Planilla de Cálculo de Humificadoras.

IV.1.3.3 Módulos de Tratamiento

En el Punto **III.2.2.4.-** (Diseño de alternativas) se ha indicado el dimensionado de los módulos de tratamiento.

IV.1.3.4 Filtro de Arena

El filtro de arena se ha dimensionado para una población de 3000 habitantes y un tiempo de permanencia de 48 horas.

IV.1.3.5 Cámara de Contacto

La cámara de contacto se ha diseñado para una población de 3000 habitantes y un tiempo de permanencia de 30 minutos.

En el ingreso a la cámara los líquidos tratados serán clorados.

En Anexo IV se presenta la correspondiente Planilla de Cálculo.

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 V se presenta el presupuesto detallado de los diferentes rubros e Ítems de las dos alternativas.

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

- Cerco perimetral, alambrado tipo olímpico
- Destape del terreno
- Relleno y compactación
- Camino de acceso e interiores
- Red de distribución eléctrica e iluminación
- Provisión de agua potable
- Provisión de gas
- Forestación perimetral
- Oficina, sanitarios y depósito (44,35 m²)

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

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

Alternativa 1: Filtros Fito Terrestres	
Componente	Costo con IVA
Tanque Imhoff (1)	\$ 1.211.843,10
Módulos de Tratamiento (18)	\$ 3.561.959,74
Humificadoras (3)	\$ 291.916,06
Cañerías distribución	\$ 369.383,51
Laguna de afinamiento	\$ 238.051,71
Cámara de contacto	\$ 70.984,04
Infraestructura	\$ 2.097.368,52
Deposito Oficina	\$ 214.463,68
TOTAL	\$ 8.055.950,36

Alternativa 2: Lagunas de estabilización	
Componente	Costo con IVA

Cámara de entrada con rejas	\$ 24.816,43
Desarenador	\$ 123.484,35
Lagunas facultativas (2)	\$ 5.701.099,81
Lagunas de maduración (2)	\$ 8.013.411,47
Cañerías distribución	\$ 96.759,49
Cámara de contacto	\$ 91.127,62
Infraestructura	\$ 2.097.368,52
Deposito Oficina	\$ 214.463,68
TOTAL	\$ 16.362.531,37

Cabe aclarar que en la Alternativa 2 no se ha considerado que las lagunas facultativas y de maduración tengan en su perímetro losetas cribadas, que si se han considerado para los módulos de tratamiento, humificadoras y laguna de afinamiento en la Alternativa 1, con lo cual el costo de construcción de la Alternativa 2 sería aun mayor.

IV.2.2.2.- Para las medidas de mitigación:

En el siguiente cuadro se indica el presupuesto estimativo para implementar las medidas de mitigación de las alternativas.

Alternativa	Costo con IVA
1, Filtros Fito terrestres	\$ 53.328,80
2, Lagunas de estabilización	\$ 77.326,76

IV.2.3.- Presupuesto estimativo del sistema cloacal para la alternativa 1

El presupuesto estimativo de la red cloacal incluye:

- Nexos de red colectora y cámaras de registro, para una población de 3000 habitantes.

IV.2.3.1.- Presupuesto red cloacal (NEXO)

El presupuesto de la red cloacal es el siguiente:

Componente	Costo con IVA
Red colectora	\$ 734.540.90
TOTAL NEXO RED CLOACAL	\$ 734.540.90

IV.2.3.2.- Presupuesto planta de tratamiento e Infraestructura

El presupuesto estimativo de la planta de tratamiento corresponde a la Alternativa 1, Filtros Fitoterrestres.

Alternativa 1: Filtros Fito Terrestres	
Componente	Costo con IVA
Tanque Imhoff (1)	\$ 1.211.843,10
Módulos de Tratamiento (18)	\$ 3.561.959,74
Humificadoras (3)	\$ 291.916,06
Cañerías distribución	\$ 369.383,51
Laguna de afinamiento	\$ 238.051,71
Cámara de contacto	\$ 70.984,04
Infraestructura	\$ 2.097.368,52
Deposito Oficina	\$ 214.463,68
TOTAL	\$ 8.055.950,36

IV.2.3.3.- Presupuesto red cloacal y planta de tratamiento e Infraestructura

El presupuesto del sistema cloacal (red cloacal, planta de tratamiento para Alternativa 1 e Infraestructura) es el siguiente:

Alternativa 1: Filtros Fito Terrestres	
Componente	Costo con IVA
Red Cloacal	\$ 734.540,90
Planta de Tratamiento	\$ 8.055.950,36
TOTAL	\$ 8.790.491,26

Los Costos están referidos al mes de Diciembre de 2010

Se presenta el Cómputo y Presupuesto del sistema cloacal, considerando la Alternativa 1: Filtros Fitoterrestres.

Se presenta el Cómputo y Presupuesto del sistema cloacal, considerando la Alternativa 2: Lagunas de Estabilización.

IV.3 ANÁLISIS DE LOS COSTOS

IV.3.1 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Los Análisis de Costos para la ejecución de cada Ítem del proyecto se presentan en Anexo VII. Para los análisis de precios se han considerado los costos de materiales (incluido su transporte), mano de obra y equipos.

A los costos de materiales, mano de obra y equipos se le adicionaron los gastos generales, beneficio del contratista, gastos financieros, IVA e impuesto de ingresos brutos; con lo que se obtuvo el precio final de cada Ítem.

Considerando el costo total del sistema cloacal para la Alternativa 1, el costo medio por habitante es de \$ 2930,16.-

IV.3.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

Los Análisis de Costos para la operación del proyecto se presentan en Anexo VIII.

IV.4 PLANOS:

En el Punto **VI.3** se presenta el listado de los planos del proyecto ejecutivo que incluyen planta y cortes de cada uno de los componentes del sistema cloacal, considerando la Alternativa 1

PARTE V: FACTIBILIDAD

V.1 ESTUDIOS AMBIENTALES

La empresa adjudicataria de la futura Licitación tendrá que realizar el Informe Ambiental del Proyecto, según el marco normativo provincial, de acuerdo a lo establecido en el Anexo III del Decreto Provincial N° 185/09, Reglamentación de la Ley Provincial N° 5439 “Código Ambiental de la Provincia del Chubut”.

En base a la identificación de los impactos ambientales se han indicado las medidas de mitigación con el fin de evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno.

Se ha elaborado el Plan de Gestión Ambiental que tiene por finalidad asegurar la adecuada implementación de las medidas formuladas para los impactos identificados y el monitoreo de las variables ambientales que caracterizan la calidad del ambiente (en éste caso los líquidos tratados).

Dicho Plan de Gestión Ambiental incluye el Plan de Seguimiento y Control, para garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas; y el Programa de Monitoreo Ambiental cuya finalidad es la de controlar la calidad de los líquidos tratados, con el fin de prevenir impactos negativos sobre el ambiente.

V.1.1 Identificación de Impactos

No existe posibilidad de evacuación de las aguas servidas de los excedentes de agua consumida que genera el proyecto, por lo que el sistema actual no resiste una mayor demanda. Por ello la solución que debería darse es la planteada en el presente proyecto.

Los problemas ambientales actuales del área (situación sin proyecto) son los siguientes:

- Contaminación de napas freáticas debido a la infiltración de los líquidos cloacales domiciliarios sin ningún tipo de tratamiento.
- Generación de olores en los pozos absorbentes de las viviendas.

- Contaminación de aguas superficiales, debido a la descarga de los líquidos cloacales domiciliarios sin ningún tipo de tratamiento.

La situación esperada con el proyecto en funcionamiento es la siguiente:

- Eliminación de la contaminación de las napas freáticas.
- Eliminación de olores en las parcelas.
- Eliminación de la contaminación de las aguas superficiales

La legislación vigente en el tema ambiental con referencia al proyecto es la siguiente:

- Ley Provincial N° 5439 “Código Ambiental de la Provincia del Chubut”.
- Decreto Provincial Reglamentario 1402/83, Reglamentario de la Ley N° 1503. Modifica Niveles de Vuelco.

El área destinada a la implantación de la planta de tratamiento es aledaña a la Laguna de los Buenos Pastos, área declarada como Zona de Reserva Municipal, según Ordenanza N° 003/92 M-E-H. de fecha 24/02/1992

PARTE VI: PROYECTO EJECUTIVO

VI.1.- MEMORIA TECNICA

VI.1.1- Red de colectoras

La red de colectoras estará 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.

La red colectora se ha dimensionado para una población de 4500 habitantes en el amanzanamiento actual, pero debido al crecimiento futuro y a las zonas previstas para expansión urbana, se contempló que las cañerías principales tengan la capacidad hidráulica para absorber 13000 habitantes en el futuro.

El diámetro de las cañerías será de 200 mm, según se indica en planos.

La pendientes mínimas son las siguientes:

cañerías de ϕ 200 mm: de 2 o/oo (dos por mil),

Se ha adoptado una tapada mínima de 1.40 m.

La cantidad de bocas de registro es de 11

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)

Los parámetros de cálculo se indican en el siguiente Cuadro:

Consumo Agua Potable =	250 lts / día
Tasa de Vuelco =	80%
Coficiente Industrial=	1 adimensional
Dotación media de vertido =	200 lts / día
Población de Proyecto Año 2010 =	1950 hab.
Máxima Población de Diseño =	3000 hab.
Caudal Medio 2010 =	390000 lts / día
Caudal Medio de Diseño =	600000 lts / día
Caudal Medio 2009 =	4,51 lts / seg
Caudal Medio de Diseño =	6,94 lts / seg
Coficiente de Pico (2009) =	2,66 adimensional
Coficiente de Pico de Diseño =	2,66 adimensional
Caudal de Infiltración =	0,00 lts / seg
Caudal de Infiltración de la Red =	0,00 lts / seg
Caudal Pico (2010) =	12,01 lts / seg
Caudal Pico de Diseño =	18,47 lts / seg
Coficiente n de manning =	0,009 adimensional

En todos los tramos la velocidad máxima a sección llena es menor a la velocidad máxima admisible (3 m/s).

Se ha verificado la fuerza tracteriz para cañerías de ϕ >160mm

En Anexo IV se presenta la respectiva Planilla de Cálculo de Red de colectoras (NEXO)

VI.1.4- Sistema de Tratamiento

VI.1.4.1 Tanque Imhoff

La red de impulsión conduce los líquidos cloacales hasta ingresar a dos tanques 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.

Se ha dimensionado un tanque Imhoff, para una población de 3000 habitantes.

El diseño se realizó para dicha población (en vez de 2500 habitantes), ya que cada una de las unidades habitacionales conectadas a la red colectora deberá estar provista de una cámara séptica construida según lo establecido en la normativa al efecto. Estas cámaras sépticas cumplen la función indispensable de retener sólidos gruesos como plásticos, trapos, etc. que, de esa manera, no llegará al tanque Imhoff.

En Anexo IV se presenta la correspondiente Planilla de Cálculo.

Para calcular el volumen de la cámara de digestión se ha considerado un volumen de 80 lts por persona, teniendo en cuenta que el sistema prevé cámaras sépticas domiciliarias.

El tanque Imhoff tendrá las dimensiones que se indican en planos y su estructura será de hormigón armado.

La inclinación de los muros en el sector de sedimentación primaria, estará comprendida entre 45° y 60° o su equivalente en pendientes: 1H:1V a 1H:1,73V.

El ancho de las ranuras o pasaje del lodo depositado estará comprendida entre 15 cm y 20 cm, debiendo estar protegido por solapas que se conforman mediante la prolongación de uno de los muros inclinados. Una variante a este solape es ejecutar vigas triangulares de 20 cm a 30 cm de ancho que cubran en toda su longitud la proyección horizontal de la ranura.

Los muros interiores serán revestidos con mortero de cemento alisado para evitar asperezas.

La revancha del coronamiento de los muros respecto al nivel del líquido será de 0,50 m.

La pendiente de las paredes inferiores del tanque (sector de digestión) será 1V:2H.

Se colocará una cañería de recolección superficial de la espuma flotante (para las espumas grandes o gruesas generadas), en la cual el extremo del tramo vertical debe estar debajo del nivel del líquido y en uno de los extremos de cada chimenea proyectada.

Para las espumas menores se colocarán espumaderas.

Las grasas y aceites retenidos en los canales de sedimentación podrán ser retirados manualmente o mecánicamente (si son arrastrados hacia una cañería semejante a la de extracción de espumas).

El diámetro mínimo de la cañería de extracción de cada tolva de barro será de 160 mm, y deberá ser posible limpiarlas desde el exterior.

Los lodos generados en el sedimentador son secados y acondicionados en las humificadoras, obteniéndose un sustrato de valor comercial.

VI.1.4.2 Humificadoras

Las humificadoras son como piletas, en las cuales los lodos son deshidratados y humificados con plantas limnófitas, como lo son los carrizos (*Phragmites communis*).

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

Los lodos (provenientes del tanque Imhoff) 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 se han diseñado para una población de 3000 habitantes y para una acumulación de lodos de 7 años.

El líquido cloacal contiene, en forma aproximada, un 95 % de líquido propiamente dicho y un 5 % de material sólido (lodos).

Se estima que la cantidad de materia seca de los lodos generados será de aproximadamente 13.5 kg/hab año. Es decir que para una población de 3000 habitantes se generarán 40.5 ton/año. Para 5 años se generarán 202.50 toneladas.

Considerando un peso específico de 1200 kg/m³, el volumen de material sólido (lodos) para 3000 habitantes es de 50.625 m³/año, con lo cual el volumen necesario para almacenar los lodos generados durante 7 años será de 236.25 m³.

En el proyecto se han previsto 3 humificadoras, con capacidad de 84.68 m³ cada una, con lo cual se tendrá una capacidad total de volumen de 254 m³. Ello asegura una permanencia de 7 años, de los lodos generados en las humificadoras.

Las humificadoras estarán compuestas por tres módulos de las siguientes dimensiones cada uno:

Fondo de 8.00 m por 8.00 m. Altura total de 1.60 m. Taludes 1H:1V.

En Anexo IV se presenta la correspondiente Planilla de Cálculo de Humificadoras.

Las humificadoras tendrán un recubrimiento de fondo realizado con material granular, con un espesor mínimo de 0,20 mts, sobre el cual se colocará un revestimiento constituido por membranas de polietileno de alta densidad, de espesor mínimo de 1500 micrones. El mismo revestimiento tendrán los taludes laterales.

Sobre la membrana de polietileno de alta densidad se colocarán cañerías de filtrado y drenaje, tipo drenoflex de 110 mm de diámetro, según se indica en planos.

Las cañerías paralelas serán tipo drenoflex ϕ 110 mm las que convergerán en un caño de PVC ϕ 110 mm, de 3,2 mm de espesor, que conducirá el líquido hasta la salida de la humificadora y luego a las cañerías de distribución de los módulos de tratamiento.

Cada extremo de cañería tendrá una tapa de PVC ϕ 110 para evitar el ingreso de material sólido.

Luego de colocada la cañería de drenaje, sobre la membrana de polietileno se colocará una capa de grana de aproximadamente 0,30 m de espesor con el fin de cubrir completamente el fondo del módulo, incluida la cañería de drenaje. Luego se colocará una capa de 0,25 m de espesor conformada por una mezcla de arena gruesa lavada y sustrato humoso y finalmente se plantarán los carrizos.

En la salida de cada humificadora se colocará una cámara de salida similar a la cámara de salida de los módulos de tratamiento.

VI.1.4.3 Módulos de tratamiento

En los módulos de tratamiento de Filtros Fitoterrestres (FFT) se produce la desintegración de la materia orgánica, transformación de los nitrógenos y absorción de fósforo.

Los líquidos procedentes de los tanques Imhoff y las aguas procedentes de las humificadoras son conducidos a los módulos de tratamiento FFT, que cumplen con la función de depurar biológicamente los líquidos a tratar.

Para el diseño se ha considerado una población de 4500 habitantes, considerando un consumo de 250 lts/hab día, que para esa población de diseño resulta un total de agua residual de 1125 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 radicales por Kickuth (7), Pauly (1) y Pauly y Schiller (14) y Schiller (13), la cual tiene en cuenta las siguientes variables

C_o = 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 DBO_5)

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

La carga orgánica del efluente a tratar, medida como DBO_5 se calcula considerando una carga orgánica de 60 g / habitante día:

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

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

$$Sup_{neta} (m^2) = 5,21 * Total \text{ agua residual} (m^3 / día) * [\ln DBO_5 - \ln DBO_f]$$

Resultando un valor de 16941 m².

La superficie neta, considerando un requerimiento hidráulico de 80 l/m² día es de 14063 m², mientras que para 2,2 m³ por habitante se requiere una superficie neta de 9900 m², valor que se ha adoptado.

Para el cálculo de la zanja de entrada se consideró un período de caudal máximo de 2 hs que significa un volumen máximo de 132.4 m³.

Considerando que la zanja tiene un ancho de 1 m, una profundidad de 0,70 m y una longitud de 500 m, el volumen del material poroso es un 30 % del volumen de la zanja, es decir de 142.21 m³, valor superior al volumen máximo a tratar de 132.4 m³.

Por lo tanto, para una población de 3000 habitantes se proyectan veinte (18) módulos de 20 m por 25 m, medidas en correspondencia con la parte inferior.

La profundidad de cada módulo es de 0,70 m y los taludes de 1H:1V.

Se adjunta Planilla de cálculo (Anexo IV).

Los módulos tendrán un recubrimiento de fondo realizado con material granular, con un espesor mínimo de 0,20 mts, sobre el cual se colocará un revestimiento constituido por membranas de polietileno de alta densidad, de espesor mínimo de 1500 micrones. El mismo revestimiento tendrán los taludes laterales.

La pendiente del fondo del módulo será del 1% dirigida hacia la salida del mismo.

Sobre la membrana de polietileno de alta densidad se colocarán cañerías de filtrado y drenaje, tipo drenoflex de 110 mm de diámetro, que conducen el líquido tratado hacia la cámara de salida del módulo, según se indica en planos.

Se colocarán dos cañerías paralelas en una longitud que abarca todo el largo del módulo. Una de las cañerías se colocará aproximadamente en el tercio del módulo y la otra cercana al talud del lado de la salida del líquido. Ambos conductos serán independientes y en el centro de cada uno se colocará una te de PVC ϕ 110 que mediante un caño de PVC ϕ 110 conducirá el líquido tratado hasta la cámara de salida.

En cada extremo de la cañería tipo drenoflex ϕ 110 se colocará un codo a 45° de PVC y un tramo de caño de PVC ϕ 110 mm, que será el caño de control del nivel hidráulico en el módulo, siendo su altura 0,20 m mayor a la del nivel del líquido en el módulo.

Por otra parte se colocará una cañería tipo drenoflex de 110 mm de diámetro, en el talud del lado de la entrada del líquido al módulo con el fin distribuir el líquido en todo el ancho del módulo, según se indica en planos.

Luego de colocada la cañería de drenaje, sobre la membrana de polietileno se colocará una capa de piedra bola, de aproximadamente 0,15 m de espesor, con el fin de cubrir completamente el fondo del módulo en todo su ancho y en las dos terceras partes en longitud, inclusive la cañería de drenaje. También se colocará piedra bola, en todo el ancho del módulo, en los siguientes lugares:

- del lado de la entrada del líquido, de tal manera que totalice una profundidad de 0,70 m desde el fondo. En la parte superior tendrá aproximadamente 1.20 m de ancho y en la inferior 0,50 m de ancho.
- del lado de la salida del líquido, de tal manera que totalice una profundidad de 0,35 m desde el fondo. En la parte superior tendrá aproximadamente 0.65 m de ancho y en la inferior 0,30 m de ancho.

Sobre la piedra bola del lecho de cada módulo y sobre la piedra bola del lado de la salida del líquido, se colocará una capa de arena con sustrato humoso de aproximadamente 0,55 m de espesor, de tal manera que la altura total de relleno y lecho drenante sea de 0,90 m, medido en el lado de salida de líquidos. Sobre este relleno se plantarán los carrizos.

El perímetro de cada módulo tendrá una vereda de losetas de hormigón, de un ancho de 0,50 m y 0,06 m de espesor, cuyas características se indican en pliego.

VI.1.4.4 Filtro de Arena

Los líquidos tratados en los módulos FFT se dirigirán al filtro de arena que cumple la función de disminuir los niveles bacterianos en los líquidos, se ha dimensionado para una población de 3000 habitantes y un tiempo de permanencia de 48 horas.

Las dimensiones de la laguna serán de 20.00 m por 18.00 m, medidas en correspondencia con la parte inferior. La profundidad será de 1.00 m, mientras que la profundidad de líquido será de 0.80 m. Los taludes serán 1H:1V.

Para conformar la laguna se deberán realizar tareas de excavación y terraplenamiento con la correspondiente compactación.

El filtro tendrá un recubrimiento de fondo realizado con material granular, con un espesor mínimo de 0,20 mts, sobre el cual se colocará un revestimiento constituido por membrana de polietileno de alta densidad, de espesor mínimo de 1.500 micrones. El mismo revestimiento tendrán los taludes laterales.

Los líquidos descargarán de la laguna de reúso través del desborde por el coronamiento de la misma.

El fondo será horizontal y en un sector cercano a la salida se colocará una cañería de desagüe, la que estará conformada por caños de PVC ϕ 110 mm, para el caso de limpieza de la laguna.

Se ejecutará una cámara de bombeo que bombeará el agua para riego de forestación adyacente..

VI.1.4.5 Cámara de Contacto

El agua depurada proveniente del filtro de arena se dirigirá a la cámara de contacto para la cloración de los efluentes, en el ingreso a la misma.

La cámara se ha diseñado para una población de 3000 habitantes y un tiempo de permanencia de 30 minutos.

En Anexo IV se presenta la correspondiente Planilla de Cálculo.

Las dimensiones de la cámara serán de 4.70 m por 8.00 m, medidas en correspondencia con la parte inferior. Tendrá diez (10) laberintos de 3.80 m de largo cada uno, con una separación de 0.80 m entre laberintos. La profundidad será de 0.95 m y los taludes serán 1H:1V.

Para conformar la laguna se deberán realizar tareas de excavación y terraplenamiento con la correspondiente compactación.

La cámara tendrá un recubrimiento de fondo realizado con material granular, con un espesor mínimo de 0,20 mts, sobre el cual se colocará un revestimiento constituido por membrana de polietileno de alta densidad, de espesor mínimo de 1.500 micrones. El mismo revestimiento tendrán los taludes laterales.

Los laberintos estarán conformados por pantallas de membrana de PE de 1500 micrones de espesor, verticales. Las pantallas se soldarán por termofusión al fondo y taludes de la cámara. En la parte superior, las pantallas, por medio de ojales de la misma membrana, se vincularán a un alambre de alta resistencia. El alambre estará sostenido por dos anclajes de hierro (colocados fuera de la cámara) y apoyarán sobre dos anclajes de hormigón.

Los anclajes de hormigón estarán constituidos por caños verticales de PVC ϕ 0.110 m, dentro de ellos se colocará armadura ϕ 6 mm y hormigón en su interior. En la parte superior de los caños se colocará alambre de alta resistencia con una torniqueta.

Los caños de PVC deberán ir enterrados en una profundidad mínima de 0.50 m y alrededor de los mismos se colocará hormigón ciclópeo.

La altura de las pantallas será de 0.80 m, y se fijarán con abrazaderas de acero inoxidable a los caños de PVC.

En el fondo de la cámara de contacto, previo a la colocación de la membrana, se ejecutará un drenaje conformado por piedra bola ϕ 0.10 m con cañería de PVC ϕ 110 perforado.

Sobre la membrana de polietileno de alta densidad se colocará una cañería de PVC ϕ 110 mm para el desagüe de la laguna.

En el exterior de la cámara se ejecutará una cámara de mampostería de ladrillos, en la cual se colocará una válvula esclusa ϕ 110 mm para efectuar el desagüe.

Para la desinfección del efluente se utilizará una bomba dosificadora manual electromagnética de membrana para un caudal de 3,0 litros/hora y una presión de 7 bar.

Estará colocado sobre una pared de mampostería, dentro de una caseta de mampostería de 3 m² de superficie. La bomba realizará la aspiración desde un recipiente de PVC de 50 lts.

Los líquidos tratados serán vertidos al arroyo ubicado en las cercanías, a través de una cañería de PVC cloacal ϕ 250 mm

VI.1.4.6 Cámaras de Distribución

El propósito de las cámaras de distribución es el de poder realizar la distribución del caudal principal en las distintas filas, de forma proporcional a la cantidad de módulos que posee cada una.

Esto se logra con el manejo de las compuertas triangulares con las que cuenta cada cámara.

Para el pasaje de los líquidos de una cámara a otra se cuenta con una compuerta con un ángulo de 90° y en el caso del pasaje de la cámara hacia la respectiva fila, con una compuerta cuyo ángulo es de 60°.

La utilización de este tipo de compuertas se debe a que éstas permiten un mejor control del caudal cuando éste es bajo por el motivo de que a un cambio pequeño de caudal le corresponde un cambio apreciable en la altura de pasaje por la compuerta.

Las cámaras de distribución serán PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con un espesor de 5 mm. Sus dimensiones serán de 1.40 m por 0.70 m y una profundidad de 1.20 m.

Las cámaras se colocarán sobre un piso de hormigón de 10 cm de espesor, con malla sima ϕ 4.20 mm 15cm x 15 cm. Tendrá tapa de plástico o similar, con guías de acero con tratamiento anticorrosivo.

En las cañerías de salida de cada cámara se colocará una válvula esclusa con manguito, cuyos diámetros surgen de los detalles indicados en Plano N° 8 y 9.

Las compuertas vertedero serán elaboradas con chapas de acero con tratamiento anticorrosivo (zincado, pintura epoxi, etc.).

Las compuertas vertedero se han calculado con las siguientes fórmulas:

- $Q_{90^\circ} = 1,37 H^{2,47}$
- $Q_{60^\circ} = 0,796 H^2$

VI.1.4.7 Cámara de bombeo

Estas cámaras se ejecutarán a la salida de cada tanque Imhoff y serán de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con un espesor de 5 mm. Sus dimensiones serán de 1 m por 1 m y una profundidad de 0.90 m.

De dicha cámara saldrá una cañería de PVC ϕ 110 mm, que conducirá los lodos a las humificadoras. A la salida de la cámara se colocará una válvula esclusa ϕ 110 mm con manguito. La cámara se colocará sobre un piso de hormigón de 10 cm de espesor, con malla sima ϕ 4.20mm 15cm x 15 cm. Tendrá tapa de plástico o similar, con guías de acero con tratamiento anticorrosivo.

Las cámaras de bombeo se identifican como CB1 y CB2 en Planos N° 2

VI.1.4.8 Cámara de registro

Estas cámaras serán de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con un espesor de 5 mm. Sus dimensiones serán de 1 m por 1 m y una profundidad de 0.90 m.

La cámara se colocará sobre un piso de hormigón de 10 cm de espesor, con malla sima ϕ 4.20mm 15cm x 15 cm. Tendrá tapa de plástico o similar, con guías de acero con tratamiento anticorrosivo.

Las cámaras de registro se identifican como C1, C2 y C3 en Planos N° 2

VI.1.4.9 Cámara de entrada a los módulos

Se construirán en los lugares indicados en el plano correspondiente a los módulos y de acuerdo al plano tipo de Cámaras de entrada

Antes del ingreso del líquido a tratar en cada módulo, se construirá una cámara de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con un espesor de 5 mm. La cámara tendrá la función de regular los líquidos de entrada a los mismos. Excepto la cámara de entrada al último módulo de una línea, el caudal excedente será derivado a través de una cañería de PVC ϕ 160 mm $e=3,2$ mm hacia el siguiente módulo de la línea.

Las cañerías desde la cámara de entrada a cada módulo serán de PVC ϕ 110 mm $e=3,2$ mm y se ubicarán en la parte inferior de la cámara. Antes del ingreso al módulo tendrán una válvula tipo esclusa de 4" y será apta para estar en contacto con líquidos cloacales.

Las cámaras se colocarán sobre un contrapiso de hormigón de 10 cm de espesor y tendrán tapas de plástico o similar, con guías de acero con tratamiento anticorrosivo.

La cámara de entrada al último módulo de una línea tendrá, además, un conducto de PVC ϕ 110 mm $e=3,2$ mm ubicado en la parte superior de la cámara, con el fin de evacuar los efluentes en el módulo, ante el caso de posible obturación de la cañería inferior de la cámara.

Las cámaras se identifican como CE1 y CE2 en Planos N° 2 .

VI.1.4.10 Cámara de salida de los módulos

Se construirán en los lugares indicados en el plano correspondiente a los módulos y de acuerdo al plano tipo de Cámaras de salida. Serán de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con un espesor de 5 mm. Sus dimensiones serán de 1.00 m por 1.00m y una profundidad de 1.20 m.

Tienen por objeto, además de permitir el egreso de los líquidos tratados, el control del nivel hidráulico dentro del módulo, lo que se logra variando la altura de la cañería flexible que ésta contiene.

Las cañerías dentro de la cámara serán flexibles, de plástico, ϕ 110 mm.

Las cámaras se colocarán sobre un contrapiso de hormigón de 10 cm de espesor y tendrán tapas de plástico o similar, con guías de acero con tratamiento anticorrosivo.

En Plano N° 10 se indican dimensiones y detalles.

VI.1.4.11 Cámaras de empalme

Estas cámaras serán de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) con un espesor de 5 mm. Sus dimensiones serán de 0.60 m por 0.60 m y una profundidad de 0.70 m.

Las cámaras se colocarán sobre un piso de hormigón de 10 cm de espesor, con malla sima \emptyset 4.20mm 15cm x 15 cm. Tendrán tapa de plástico o similar, con guías de acero con tratamiento anticorrosivo.

VI.1.5- Infraestructura

VI.1.5.1 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.

La longitud total de cerco será de 870 mts y las longitudes de los diferentes lados se indican en Plano N° 13

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.

VI.1.5.2 Destape del terreno

Se realizará el destape de todo el sector del predio donde se construirán los distintos componentes de la planta de tratamiento. El espesor promedio de destape es de 0.30 mts.

VI.1.5.3 Relleno y compactación

Se realizará el relleno y compactación de todo el sector del predio donde se construirán los distintos componentes de la planta de tratamiento, hasta el nivel de fondo de módulos, laguna, etc.. El espesor promedio de relleno es de 1.50 mts.

VI.1.5.4 Caminos de acceso e internos

Se construirá el camino de acceso a la planta de tratamiento y caminos interiores. Los caminos tendrán un ancho de 6 mts, según se indica en Plano N° 1 y 2, totalizando una superficie de 8334 m². Todos los caminos tendrán cunetas para desagües.

VI.1.5.6 Red de media tensión 13,2 KV y estaciones transformadoras

Para la provisión de energía eléctrica a la planta de tratamiento se deberá construir una línea trifásica de media tensión 13,2 kV de aproximadamente 980 m de longitud; con una estación transformadora de rebaje de 25 kVA.

La red será subterránea convencional.

La estación transformadora será monoposte aérea 13,2/0,400-0,231, de 25 kVA.

El punto de conexión se indica en Plano N° 1.

VI.1.5.7 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.

La red eléctrica interior tendrá aproximadamente 600 metros de longitud.

VI.1.5.8 Agua potable

Para proveer de agua potable a la planta se deberá ejecutar una red de distribución de aproximadamente 980 m de longitud, con cañería de P.V.C. en diámetro de 50 mm, con llaves de cortes general del sistema, desde la red existente.

Desde la red de distribución de agua potable hasta la línea Municipal, se ejecutará la conexión domiciliaria a la planta.

La red de distribución de agua en el interior de la planta será de manguera negra de 1/2" y tendrá aproximadamente 350 metros de longitud (Ver Plano N° 2).

VI.1.5.9 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.

VI.1.5.10 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.

VI.1.5.12 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 N° 14,15 y 16).

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

Los muros de 0.20 m de espesor serán de ladrillos 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 ladrillos 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 N° 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.

Todos 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 N° 23).

VI.1.6- Recomendaciones sobre operación y mantenimiento que corresponda hacer sobre los componentes del sistema

VI.1.6.1 Operación y mantenimiento de la red colectora y estación de bombeo

La operación y mantenimiento del sistema de red colectora y estación de bombeo, comprende todas las tareas necesarias para un correcto funcionamiento del sistema: correcciones, atención de las estaciones de bombeo y de instalaciones auxiliares, nuevas conexiones a los usuarios, destapes de cañerías, etc.

VI.1.6.2 Operación y mantenimiento de la planta de tratamiento

La operación y mantenimiento del sistema de la planta de tratamiento, comprende todas las tareas necesarias para un correcto funcionamiento de la misma: correcciones, atención de los tanques Imhoff, cámaras, niveles de líquidos en módulos, etc.

VI.1.6.3 Operación y mantenimiento de los módulos de tratamiento

Luego de realizada la plantación de los carrizos (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 módulo de tratamiento no requiere de mantenimiento ni operación en lo referido a las plantas.

VI.1.6.4 Operación y mantenimiento de las humificadoras

La operación es alternada alimentando las piletas con intervalos de 15 días. Por ejemplo se inicia con la alimentación de las piletas 1 y 2 durante un período de tres meses, manteniendo la restante como reserva, para las etapas de reposo y humificación de los lodos, y para cuando se evacúen los lodos secos.

La operación definitiva depende de varios factores (consistencia de los lodos, dilución de las aguas servidas etc.) y estará definida luego de los tres años de iniciada la operación de la planta de tratamiento.

Previo al reuso del efluente tratado, o su vertido, se realizará un tratamiento de cloración. Esta desinfección se realiza a los efectos de eliminar la mínima posibilidad de presencia de bacterias *Scherichia coli* y *Salmonella sp.* en el agua y su transmisión a los suelos, las napas y aguas superficiales.

Para ello se deberá monitorear la calidad del efluente antes de descargar al cuerpo receptor, según se indica en Plan de Monitoreo del Informe Ambiental del Proyecto.

Cálculos Estructurales

En Planos se ha indicado el espesor de las estructuras de hormigón armado, con la cuantía de hierro correspondiente.

Dichas estructuras cumplen con todos los Reglamentos redactados por el CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles) que fueron incorporados al SIREA (Sistema Reglamentario Argentino), así como las Normas IRAM e IRAM-IAS que correspondan.

Así mismo, en Especificaciones Técnicas Particulares se indican los requisitos y recomendaciones a tener en cuenta durante la construcción de las obras, con el objeto que los Reglamentos sean respetados.

VI.2. COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO

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

- 1) Red Colectora (Nexo)
- 2) Tanque Imhoff
- 3) Módulos de Tratamiento
- 4) Humificadoras
- 5) Cañerías de distribución
- 6) Filtro de Arena y laguna de reúso del agua
- 7) Cámara de contacto
- 8) Infraestructura

- 9) Oficina y Depósito

El presupuesto se completa con la siguiente documentación:

1. análisis de precios de cada uno de los ítems;
2. planilla de jornales y cargas sociales.
3. Planilla de cálculo de costos indirectos

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

A los costos de materiales, mano de obra y equipos se le adicionaron los gastos generales, beneficio del contratista, gastos financieros, IVA e impuesto de ingresos brutos; con lo que se obtuvo el precio final de cada Ítem.

Se presenta el Cómputo y Presupuesto del sistema cloacal, considerando la Alternativa 1: Filtros Fitoterrestres.

Se presenta el Cómputo y Presupuesto del sistema cloacal, considerando la Alternativa 2: Lagunas de Estabilización.

Los Análisis de Costos para la ejecución de cada Ítem del proyecto

Todos los costos están referidos al mes de Diciembre de 2020

VI.3.- PLANOS

Los planos son los siguientes:

Plano N° 1: Planta General

Plano N° 2: Planta de Tratamiento

Plano N° 3a y 3b: Bocas de Registro

Plano N° 4 y 5: Tanque Imhoff

Plano N° 6: Humificadoras

Plano N° 7: Módulos de Tratamiento

Plano N° 8: Cámaras de Entrada

Plano N° 9: Cámaras de Salida

Plano N° 10: Detalle Camara de Salida

Plano N° 11: Filtro de Arena

Plano N° 12: Camara de Contacto

Plano N° 13: Cerco

Plano N° 14, 15 y 16: Planta General Oficina y depósito